

# SCIENCE & VIE

***Un chercheur  
français découvre  
l'origine de  
la vie***

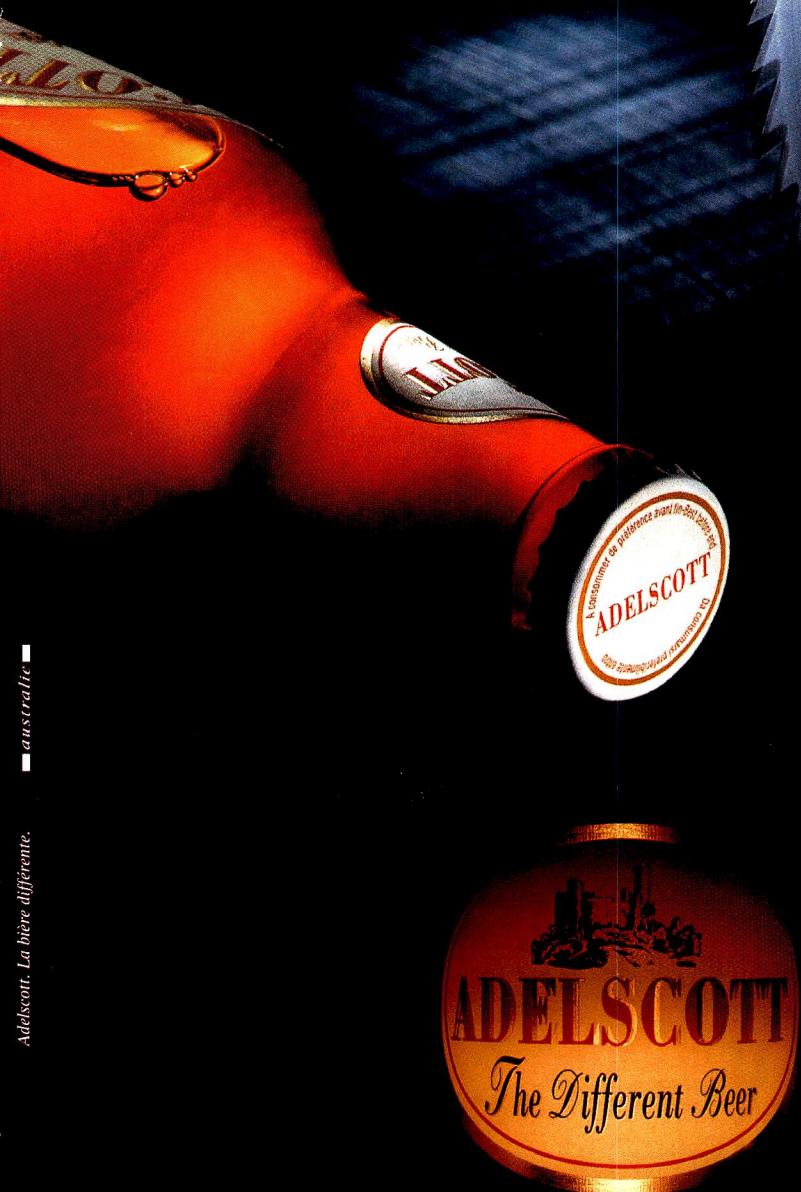


**EXTRA-  
TERRESTRE**  
**La grande  
arnaque**

T 2578 - 935 - 23,00 F

**SÉPÉCIAL VACANCES**  
TESTEZ vos connaissances  
VISITEZ les sites  
gaulois

■ australie ■  
Adelscott. La bière différente.



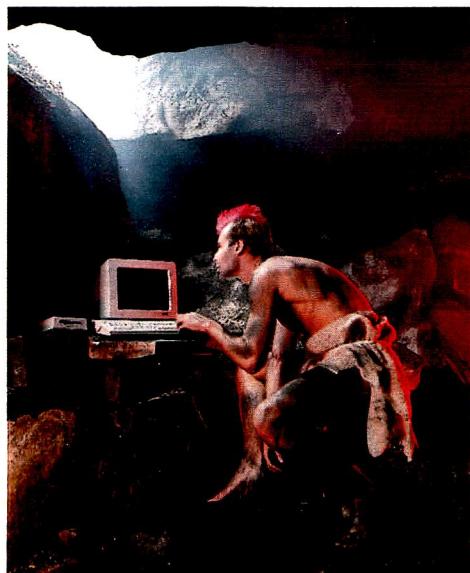
L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ, CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION.

# L'ÉVÉNEMENT

L'espèce humaine n'évolue plus : c'est ce que constatent, dans des livres parus récemment, Steve Jones, généticien au University College de Londres, et Ian Tattersall, paléoanthropologue au musée d'histoire naturelle de New York. Comment cela se fait-il ? Et faut-il s'en plaindre ?

Normalement, toutes les espèces vivantes sont soumises à la sélection naturelle : froid, sécheresse, prédateurs, parasites, virus, etc., chacun de ces facteurs préleve son tribut sur les populations animales et végétales, conduisant ainsi à ce que Darwin appelait la survie du plus apte. La sélection élimine ainsi, par la mort ou par une moindre efficacité reproductive, les individus les moins bien adaptés. Par ce "jeu", la sélection peut ainsi faire évoluer l'espèce vers une adaptation toujours plus fine.

L'homme, lui, s'est progressivement abstrait du jeu de la sélection. Avec l'apparition de la vie en société, il a pu, petit à petit, protéger et nourrir tout le monde. Il a appris à se défendre contre les maladies et les prédateurs. Avec les développements technologiques, médicaux, etc., il est maintenant capable d'éviter ou de réagir contre toutes les agressions du milieu, ou



Dans l'évolution humaine, la culture a pris le relais de la nature.

d'éliminer en grande partie les maladies génétiques. Même dans les sociétés les moins développées, la quasi-totalité des nouveau-nés parviennent à l'âge de la

reproduction : il n'y a plus d'élimination des gènes les moins performants. Il y a également une tendance à l'uniformisation du nombre d'enfants par femme, comme le souligne André Langaney, anthropologue au musée de l'Homme à Paris, ce qui empêche que certains génotypes soient favorisés aux dépens des autres. Enfin, l'accroissement considérable des effectifs des populations dilue sensiblement l'effet de la dérive génétique, facteur essentiel dans la différenciation de nouvelles espèces.

Cette absence d'évolution risque-t-elle de nous être fatale ? Bien au contraire ! Tattersall constate

## ESPECES L'homme n'évolue plus

que notre espèce est « répandue dans des environnements extrêmement divers. Aujourd'hui, il n'est aucun obstacle que les humains ne pourraient franchir. » Nous avons cessé de nous adapter à notre environnement, pour fabriquer un environnement adapté à nos besoins. La culture devient, de fait, le principal moteur de notre évolution. **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 48 48 48 48. Fax. : 1 48 48 67.  
Adresse télexgraphique : Sienve Paris.  
Principaux associés :  
Yves Dupuy, Paul Dupuy.

## DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : Paul Dupuy.  
Directeur général : Jean-Pierre Beauvatais.  
Directeur général-adjoint : François Fahys.  
Directeur financier : Jacques Béhar.  
Directeur marketing et commercial : Marie-Hélène Arbus. Directeurs marketing et commercial-adjoints : Jean-Charles Guéault, Patrick-Alexandre Saradeil. Directeur des études : Roger Goldberger. Directeur de la fabrication : Pascal Rémy.

## REDACTION

Rédacteur en chef : Jean-René Germain, assisté de Marie-Anne Guffroy (documentation) 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 Ragué, Agnès Maniller, Jean-Luc Glock. Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Isabelle Bourdial, Thierry Pilorge, Alexandre Dorozynski, Philippe Chambon. Direction artistique : Gilles Moine. Maquette : Lionel Croson, Elisabeth de Garigues. Service photo : Anne Levy. Correspondants à New York : Sheila Kraft, PO Box 1860, Hemlock Farms Hawley PA 18428 Etats-Unis.

## ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Michel Braselme, Serge Brunier, Germain Chambost, Catherine Chauveau, Loïc Chauveau, Isabelle Croizeau, Guy Fourré, Hélène Guillermot, Roman Ikonicoft, Eric Kalis, Pierre Lagrange, Pierre Ouchacoff.

## RELATIONS EXTERIEURES

Michèle Hilling, Guyline Brehin.

## PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interdéco, 23 rue Baudin, BP 311, 92303 Levallois-Perret Cedex, tél. : 1 41 34 82 08. Directeur commercial : Yves Langlois. Directrice de la publicité : Véronique Moulin. Directrice de clientèle : Isabelle Sommet. Chef de marques : Jérôme Garido.

## 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 Saradeil.

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

## À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changement d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,80 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et organismes liés contractuellement avec *Science & Vie* sauf opposition motivée. Dans ce cas, la communication sera limitée au service des abonnements. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal. Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus. La rédaction ne reçoit que sur rendez-vous.

Copyright 1989 *Science & Vie*.



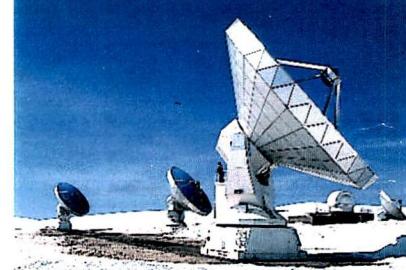
Photo X : tous droits réservés

## OU EST PASSÉ CE GENIE ?

Voici la dernière photo d'Alexandre Grothendieck, mathématicien peu banal, qui semble s'être volatilisé...

p. 52

S. Brunier



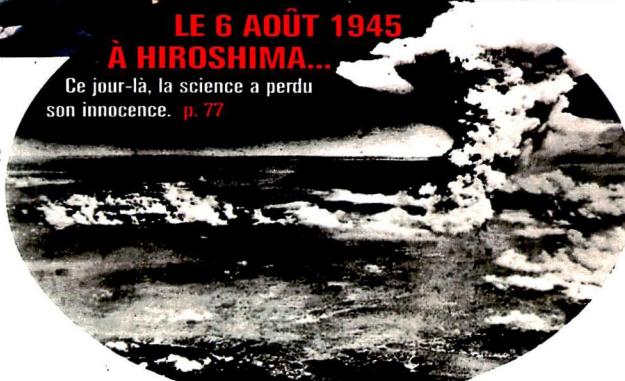
## LES YEUX DE LA PLANÈTE

Sur les sommets désertiques du monde entier, des télescopes ultrasensibles sont braqués sur le ciel, à l'écoute de l'Univers. p. 98

## LE 6 AOÛT 1945 À HIROSHIMA...

Ce jour-là, la science a perdu son innocence. p. 77

Matsunoto/Sygma



N° 935  
AOÛT  
1995

SCIENCE & VIE

Photo de couverture :  
Peter Menzel/  
Cosmos et TF1.

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

Receivez *Science & Vie*  
chez vous. Votre  
bulletin d'abonnement  
se trouve p. 147.  
Vous pouvez  
commander les  
reliures de  
*Science & Vie*  
p. 115. Vous pouvez  
aussi vous abonner  
par minitel en tapant  
36 15 ABON.

36 15  
SCV

Votre journal  
en direct  
sur minitel.

## BALISE

Météo : un futur prévisible..... 34  
Renaud de La Taille

## ESSAIS NUCLÉAIRES

Dernière étape  
avant la simulation..... 36  
Germain Chambost

## PREMIÈRE

Naître dans l'espace..... 44  
Pierre Rossion

## GROTHENDIECK

Mais où est passé le génie  
des maths ? ..... 52  
Roman Ikonicoft

## ÉVOLUTION

Un Français découvre  
l'origine de la vie ..... 58  
Philippe Chambon

## VACANCES

Flânerie en Gaule ..... 66  
Catherine Chauveau

## DOSSIER HIROSHIMA

L'atome au service  
de la guerre ..... 77  
Hélène Guillermot



## VOYAGE EN GAULE

A visiter cet été, tous les sites où nos ancêtres les Gaulois ont laissé leur empreinte. p. 66

## REMORA 2000 :

un petit prodige de sophistication technologique, qui se conduit comme un hélicoptère par 600 m de fond.

p. 120



E. Bissaud/Gamma

Philippe Chambon

## Les ravages de la bombe A.....86

Philippe Chambon

## ENQUÊTE

### Extra-terrestre : la grande arnaque.....88

Pierre Lagrange

## CAHIER PHOTOS

### Les temples du ciel.....98

Serge Brunier

## SCHENGEN

### Le fiasco informatique.....106

Henri-Pierre Penel

## GAZ HALON

### France, poubelle de l'Europe.....118

Loïc Chauveau

## REMORA 2000

### L'hélicoptère des mers.....120

Isabelle Croizeau

## ARNAQUE

### L'invasion de la truffe chinoise.....124

Guy Fourré

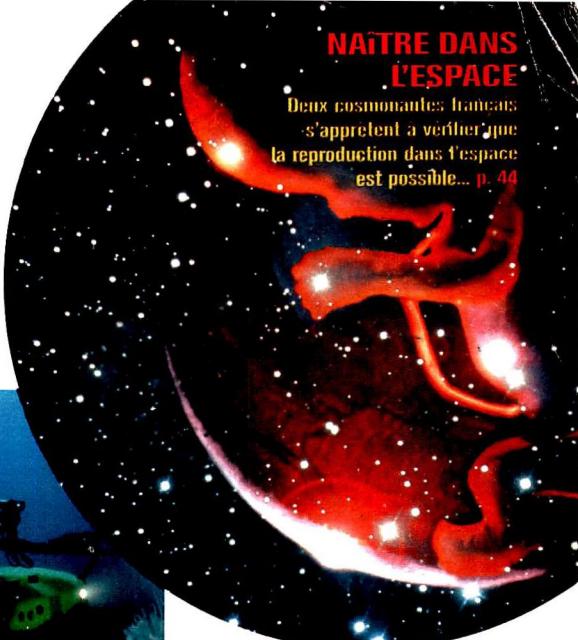
## JEU

### Testez vos connaissances.....128

Sous la direction de Thierry Pilorge

## NAITRE DANS L'ESPACE

Deux cosmonautes français s'apprentent à vérifier que la reproduction dans l'espace est possible... p. 44



Photos : BSIP/VEN/  
A. Fujii/Ciel et Espace

|          |   |
|----------|---|
| <b>S</b> | <b>L'ÉVÉNEMENT.....1</b>  |
| <b>R</b> | <b>RECHERCHE.....6</b><br>Rubrique dirigée par Thierry Pilorge              |
| <b>E</b> | <b>ENVIRONNEMENT.....22</b><br>Rubrique dirigée par Didier Dubrana          |
| <b>T</b> | <b>TECHNOLOGIE.....110</b><br>Rubrique dirigée par Gérard Morice            |
| <b>U</b> | <b>QUOTIDIEN.....134</b><br>Rubrique dirigée par H.-P. Penel et J.-L. Glock |
| <b>Q</b> | <b>MÉDIATHÈQUE.....140</b>  |
| <b>I</b> | <b>AGENDA.....146</b>   |
| <b>C</b> | <b>comment ÇA MARCHE.....148</b><br>Renaud de La Taille                     |
| <b>A</b> | <b>ÉLECTRONIQUE amusante.....152</b><br>Henri-Pierre Penel                  |
| <b>R</b> | <b>INFORMATIQUE amusante.....154</b><br>Henri-Pierre Penel                  |
| <b>B</b> | <b>BIOLOGIE amusante.....156</b><br>Didier Pol                              |
| <b>B</b> | <b>journal de L'ASTRONOME.....158</b><br>Yves Delaye                        |
| <b>E</b> | <b>ÉCHECS &amp; maths.....162</b><br>Alain Ledoux et Louis Thépault         |
| <b>U</b> | <b>FORUM.....164</b>  |
| <b>R</b> | <b>IL Y A.....168</b><br>Marielle Véreau                                    |

# SEAT TOLEDO TDI. LA CONS ET POURTANT LA RE



## THE FINAN

Journal Economique Européen

MERCREDI

### Avec le TDI, tous les indicateurs sont au vert.

La nouvelle tendance est à la performance. Cette performance a un nom ou plus exactement un sigle, TDI. Il s'agit bien sûr du fameux moteur Turbo Diesel Injection du groupe Volkswagen qui équipe à présent la Seat Toledo et lui assure des reprises qui offrent à son conducteur un confort de conduite inégalé.

Mais le plus surprenant c'est que cette performance, et quelle performance, s'accompagne d'une récession de la consommation 3,7 l à 90 km/h ; 5,3 l à 120 km/h et 5,5 l en ville selon des normes UTAC.

Des chiffres que n'ont pas manqués de noter les spécialistes, et ce d'autant plus qu'ils s'accompagnent d'une sécurité active et passive accrue. Qu'il s'agisse de l'Airbag (coussin gonflable de



Là.

# CONSOMMATION EST À LA BAISSE, PRISE EST BIEN LÀ.

1995

TDI 96

3615  
SEAT  
0.95 / la mn.

1995

TDI 96

securité) conducteur et passager, de l'ABS dernière génération en option, des barres de renfort latérales et de la colonne de direction rétractable, rien n'a été oublié.

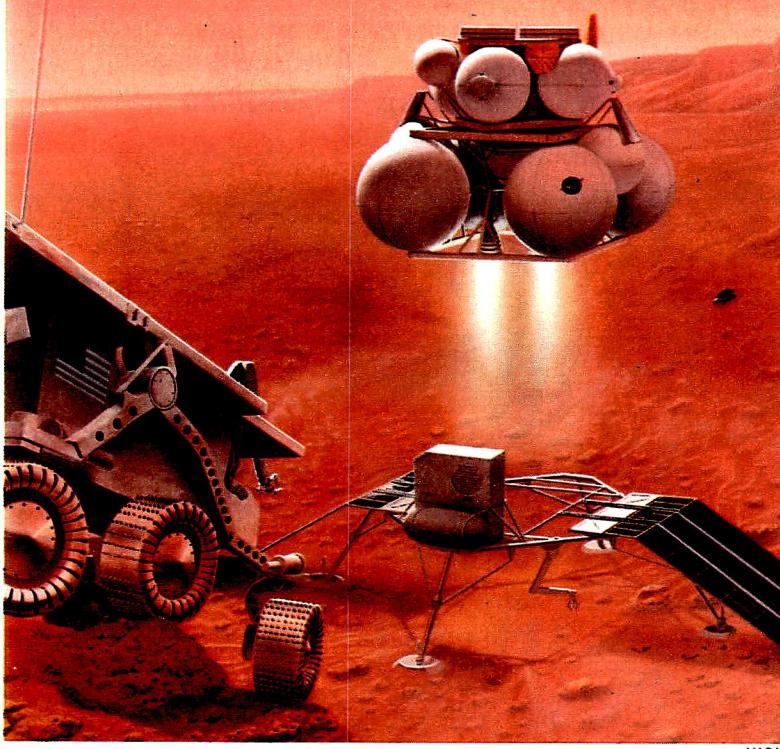
Quant à l'équipement disponible sur la version GLX : 4 vitres électriques, ordinateur de bord, verrouillage centralisé par télécommande à distance et système d'immobilisation antivol... Il se révèle d'ores et déjà exceptionnel et vient confirmer le fait que la SEAT Toledo TDI est bien en ces temps incertains, une berline familiale idéale pour traverser en toute sécurité les années qui viennent.

SEAT Toledo TDI, une gamme à partir de 111.500 F. Modèle présenté : SEAT Toledo TDI GLX (hors jantes alliages en option) : 120.500 F - Prix Taxe au 10/95 - AM 96. SEAT recommande les lubrifiants REPSOL. Financement par SEAT FINANCEMENT.

**SEAT**  
MOTORIZATION GROUPE VOLKSWAGEN

# RECHERCHE

Dirigé par Thierry Pilorge



NASA

**Pour atterrir sur Mars et en revenir, c'est simple : il suffit de faire fabriquer de l'oxygène et du carburant par des robots et de laisser patienter quatre astronautes pendant un an et demi...**

## Espace

### Mars, ça repart !

**M**algré l'échec de la sonde *Mars Observer*, la NASA ne baisse pas les bras. Après *Mars Global Surveyor* qui doit apparaître en novembre 1996, une autre sonde, constituée d'un module orbital et d'un module d'atterrissement, devrait s'envoler vers Mars en décembre 1998. D'un prix inférieur à 92 millions de dollars, elle

arriverait à pied d'œuvre en septembre 1999 et accomplirait la tâche que *Mars Observer*, perdue en août 1993, n'a pu réaliser.

En ce qui concerne l'envoi d'hommes sur la planète rouge, une petite équipe de la NASA ne perd pas espoir. Après l'abandon de la Space Exploration Initiative en 1990, elle vient de proposer un nouveau projet censé coûter "seulement" 25 milliards de dollars.

Pour diminuer les dépenses, la nouvelle proposition vise à utiliser les ressources martiennes ainsi que des lanceurs déjà opérationnels. Dès 2001, lorsque Mars passera au plus près de la Terre, une fusée capable d'emporter 50 tonnes serait lancée. Au bout de six mois de voyage, elle déposerait sur la planète rouge un véhicule de

retour pour astronautes, ainsi qu'une station de fabrication de carburant et d'oxygène à partir de l'air et des matériaux locaux. Vingt-six mois plus tard, lors de l'opposition suivante, un vaisseau avec un équipage de quatre hommes ainsi qu'un deuxième appareillage semblable au premier rejoindraient Mars. Les astronautes resteraient un an et demi sur place avant de revenir, lors du rapprochement suivant, avec le vaisseau de retour. Simultanément, un autre vaisseau habité prendrait le chemin de Mars. Ce nouvel équipage reviendrait plus tard grâce à l'astronef de retour laissé par l'équipage précédent.

Les Américains ont peut-être réduit les coûts de la promenade, mais non leurs ambitions. Ph.H.

**36 15  
SCV**

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

## Préhistoire

# Les plus vieilles peintures du monde

**L**a surprise est de taille : les peintures de la grotte Chauvet sont de dix mille à quinze mille ans plus anciennes qu'on ne le pensait (voir *Science & Vie* n° 930, p. 48, et le numéro spécial *Science & Vie-Paris Match*). Au vu de leur style, les spécialistes penchaient pour un âge de 17 000 à 21 000 ans. Or, les datations effectuées au radiocarbone par trois laboratoires indépendants à partir d'échantillons prélevés sur trois peintures au charbon de bois s'accordent pour leur attribuer un âge de 30 000 à 32 000 ans. Cela en fait les plus anciennes peintures pariétales connues dans le monde, détrônant celles de la grotte Cosquer, vieilles de 26 000 à 27 000 ans.

Pour Jean Clottes, conservateur du patrimoine au ministère de la Culture, cela bouleverse l'idée que l'on avait des débuts artistiques de nos ancêtres : au lieu de commencer par de maladroites esquisses, ils ont atteint d'emblée une technique et une sensibilité très poussées.

D'autres peintures de la grotte pourraient-elles se révéler plus récentes, justifiant les datations ini-

J. Clottes



**Avec un âge de plus de 30 000 ans, les peintures de la grotte Chauvet sont les plus anciennes représentations pariétales connues, mais pas les moins élaborées.**

tiales ? Jean Clottes ne le pense pas : d'après lui, toutes les représentations « ont un air de famille, dans certains détails, la façon de dessiner les cornes des bisons par exemple », qui leur donne une unité stylistique.

En tout cas, une chose est sûre : il va falloir reconsidérer les datations de grottes effectuées sur des critères de styles. Les préhistoriens ne sont pas au bout de leurs surprises...

## Biologie moléculaire

# Un peigne pour démêler l'ADN

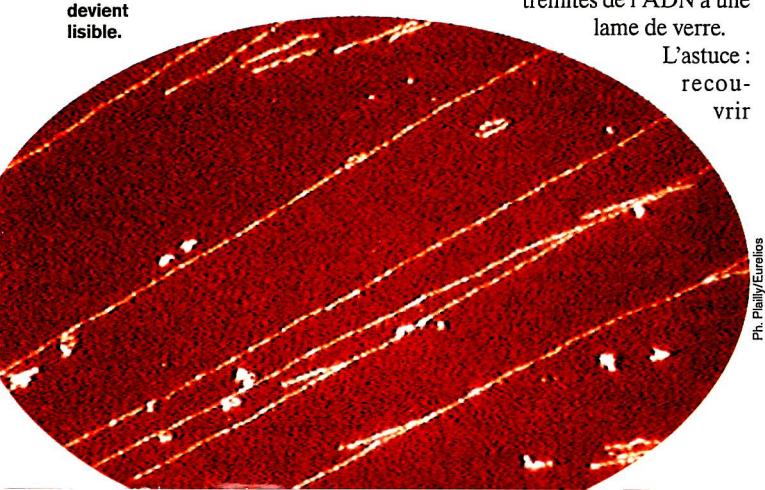
**L**ire l'ADN, la molécule porteuse de l'information génétique, comme un texte linéaire qui s'étire sur une lame de microscope, c'est le rêve de tout généticien. Seulement, cette molécule se présente sous la forme d'un mince filament replié en une pelote inextricable. Des chercheurs de l'Institut Pasteur et de l'Ecole normale supérieure viennent de résoudre le problème grâce à un traitement de surface qui permet d'attacher une des deux extrémités de l'ADN à une lame de verre.

L'astuce :  
recouvrir  
la lame de verre.

la lame d'une couche de silane, qui établit une liaison chimique forte avec l'extrémité de la molécule à étudier. L'ADN est déposé sur la plaque dans une goutte d'eau puis recouvert d'une lamelle de verre, comme pour une préparation microscopique normale. L'ADN étant hydrophile, la pelote a tendance à rester dans l'eau – son extrémité toujours fixée à la lame. Lorsque, par évaporation, le ménisque d'eau se rétracte, l'extrémité de l'ADN se retrouve à sec et la partie comprise entre le point d'ancre et l'eau se tend. Quand la plaque est sèche, l'ADN est étendu de tout son long et reste dans cette position pendant plusieurs mois. Il peut alors être hybridé avec des sondes fluorescentes, pour y repérer la position des gènes et mesurer la distance qui les sépare.

Cette découverte devrait apporter un progrès considérable dans la cartographie du génome et le diagnostic des maladies génétiques. P. C.

**Etirée sur une plaque de microscope grâce à la méthode dite du peigne, l'ADN devient lisible.**



Ph. Pially/Eurelios

## Astrophysique

# Naissance d'un soleil

Les astronomes n'avaient encore jamais observé de soleil en train de naître. C'est chose faite grâce au télescope spatial *Hubble*. C'est au cœur du nuage interstellaire HH 30 qu'il a pu révéler pour la première fois quels phénomènes présidaient à la naissance des étoiles. Située dans la constellation du Taureau à 450 années-lumière du système solaire, cette nébuleuse demeurerait opaque aux observatoires terrestres. Grâce à *Hubble*, les astrophysiciens ont vu un disque protosolaire en rotation d'une taille proche de celle du système solaire expulser de ses deux pôles de gigantesques bouffées de gaz. Vitesse mesurée : 800 000 km/h. Malgré cela, il semble que ce gaz demeure dans le proche environnement de l'étoile.

Les astronomes pensent que les

deux jets parfaitement symétriques correspondent en fait à des gaz contenus dans la partie interne du disque ou à de la matière de l'étoile elle-même. Ils seraient émis épisodiquement par quelque phénomène violent tel que la chute de matière sur l'étoile jeune.

L'étoile en train de naître, située au centre, reste masquée par les parties les plus denses – et par conséquent sombres – du disque. Seules les zones supérieures et inférieures de cet étonnant anneau de matière sont éclairées par la lumière de l'astre.

Cette découverte confirme l'idée que les astrophysiciens se faisaient de la formation des systèmes planétaires. Il est maintenant établi que des disques d'accrétion apparaissent autour des étoiles en formation. Lorsque l'étoile est assez chaude pour s'allumer, avant que des planètes aient eu le temps de voir le jour, elle repousse une grande partie de la matière qui l'entoure. Par la suite, les planètes se formeraient à partir de la matière restant dans le disque d'accrétion, en rotation sur lui-même. Cela expliquerait notamment pourquoi les planètes tournent toutes dans le même sens autour du Soleil et pourquoi elles se retrouvent toutes presque dans le même plan.

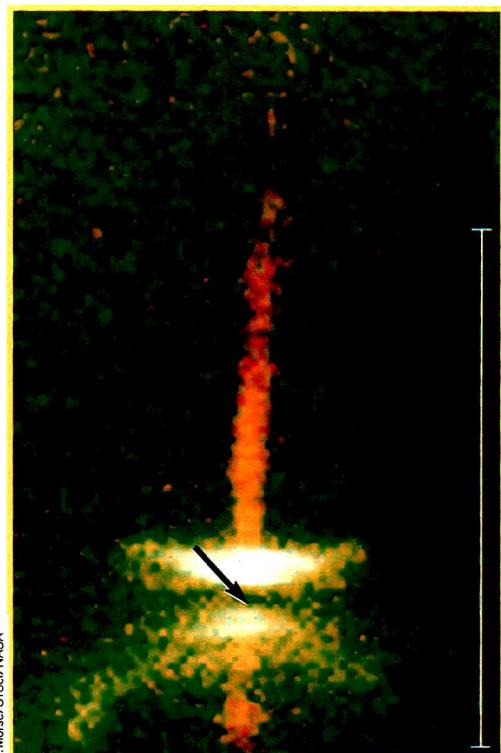
Une étoile vient de naître dans la partie la plus dense d'un nuage protoplanétaire (flèche). Par chaque pôle s'échappe un jet de gaz et de matière.

*Hubble* a observé dans d'autres nébuleuses plusieurs autres jets de gaz symétriques tous issus d'étoiles jeunes. Ces images tendent, selon les astronomes américains, à montrer que la formation de planètes autour d'étoiles est la règle plutôt que l'exception.

Ph.H.

## Fermat, une fois pour toutes ?

● Le mathématicien anglais Andrew Wiles vient de recevoir le prix Fermat de recherche en mathématiques 1995. Pourtant, il a bien failli passer à côté lorsqu'il annonçait en juin 1993 avoir démontré le théorème de Fermat. En effet, après l'effet de surprise, de nombreux mathématiciens se rendirent compte des lacunes de sa démonstration. Wiles, *fair play*, reconnut son erreur. Mais, coup de théâtre en octobre dernier : cette fois, il y était bel et bien arrivé. Point final d'une histoire vieille de plus de trois siècles et demi. Toutefois, la démonstration de Wiles n'est peut-être pas la plus simple. Fermat prétendait en effet avoir démontré son théorème. Or les outils mathématiques de l'époque étaient bien plus simples que ceux utilisés par Wiles. On n'a peut-être pas fini d'entendre parler du fameux théorème.



# Orangina *Plus* L'Orangina enrichi.

A woman is relaxing in a bathtub filled with ice cubes. She is wearing an orange Orangina bottle hat. The scene is set in a luxury bathroom with a black and white checkered floor, a large bathtub, and a painting of the Colosseum. A bottle of Orangina Plus is in the foreground.

**ORANGINA**  
A LA PULPE D'ORANGE  
*Plus*  
AVEC DU FRUITS  
ET DES VITAMINES

Enrichi  
en vitamines.  
(Vit C, PP, B<sup>6</sup> et B<sup>1</sup>)

## Archéologie

# Les Mayas victimes de la sécheresse

Depuis longtemps, les chercheurs se perdent en conjecture à propos du déclin de la civilisation maya, à partir de la fin du VIII<sup>e</sup> siècle après J.-C. L'hypothèse d'un rôle du climat, émise il y a une dizaine d'années, vient de recevoir le renfort d'éléments concrets. Des chercheurs de l'université de Floride ont en effet trouvé dans les sédiments du fond du lac Chichankanaab, au Mexique, la preuve qu'une terrible sécheresse sévit entre 800 et 1000 après J.-C. Celle-ci aurait pu mettre à mal l'agriculture, un des supports essentiels de la civilisation maya.

Ce changement climatique n'aurait cependant pas, à lui seul, entraîné sa chute. La sécheresse se serait ajoutée à d'autres facteurs : épuisement des sols, révoltes populaires vis-à-vis de l'élite ou accroissement des conflits entre cités. Michel Daoust, spécialiste d'ethnolinguistique maya, fait remarquer à ce su-



E. Lessing/Magnum

La sécheresse aurait catalysé la ruine de la civilisation maya, dont les germes étaient autant politiques qu'écologiques.

jet que l'on repère des traces de ce dernier facteur dans les textes mayas, illustré par l'augmentation du nombre de prisonniers capturés à partir de la fin de la période classique. On y trouve aussi l'indication de cycles astrologiques, notamment des cycles de Vénus, déesse assoiffée de sang humain, fourni par le sacrifice des captifs. Autrement dit, l'effondrement de la civilisation maya était inscrit dans les astres...

## De l'eau sur le Soleil !

● Certes il ne s'agit que de vapeur d'eau et il n'y en a pas assez pour former des nuages qui viendreraient ternir l'éclat de l'astre du jour. Mais la nouvelle, venue de l'observatoire américain de Kitt Peak, en Arizona, ne surprend pas les spécialistes de physique solaire, qui en attendaient la confirmation depuis une vingtaine d'années. C'est grâce à de nouvelles mesures en laboratoire et à quelques progrès dans la spectroscopie à haute résolution que la molécule d' $H_2O$  a pu être détectée au sein des régions relativement froides que sont les tâches solaires (autour de 3 200° C contre 5 000° C pour le reste de la surface).

## Génétique

# Le gène qui rend les mouches sodomites

Depuis qu'on avait trouvé, en 1993, sur le chromosome sexuel un gène semblant intervenir dans la pulsion sexuelle, on s'attendait un peu à cette découverte. Pour leur expérience sur la drosophile, Ward Odenwald et Shang-Ding Zhang, de l'institut national de la santé à Bethesda, aux Etats-Unis, ont utilisé le gène "w" (pour *white*, blanc en anglais), qui, en temps normal, n'est actif que dans certaines cellules des yeux et du cerveau de cette mouche.

Le travail des cher-

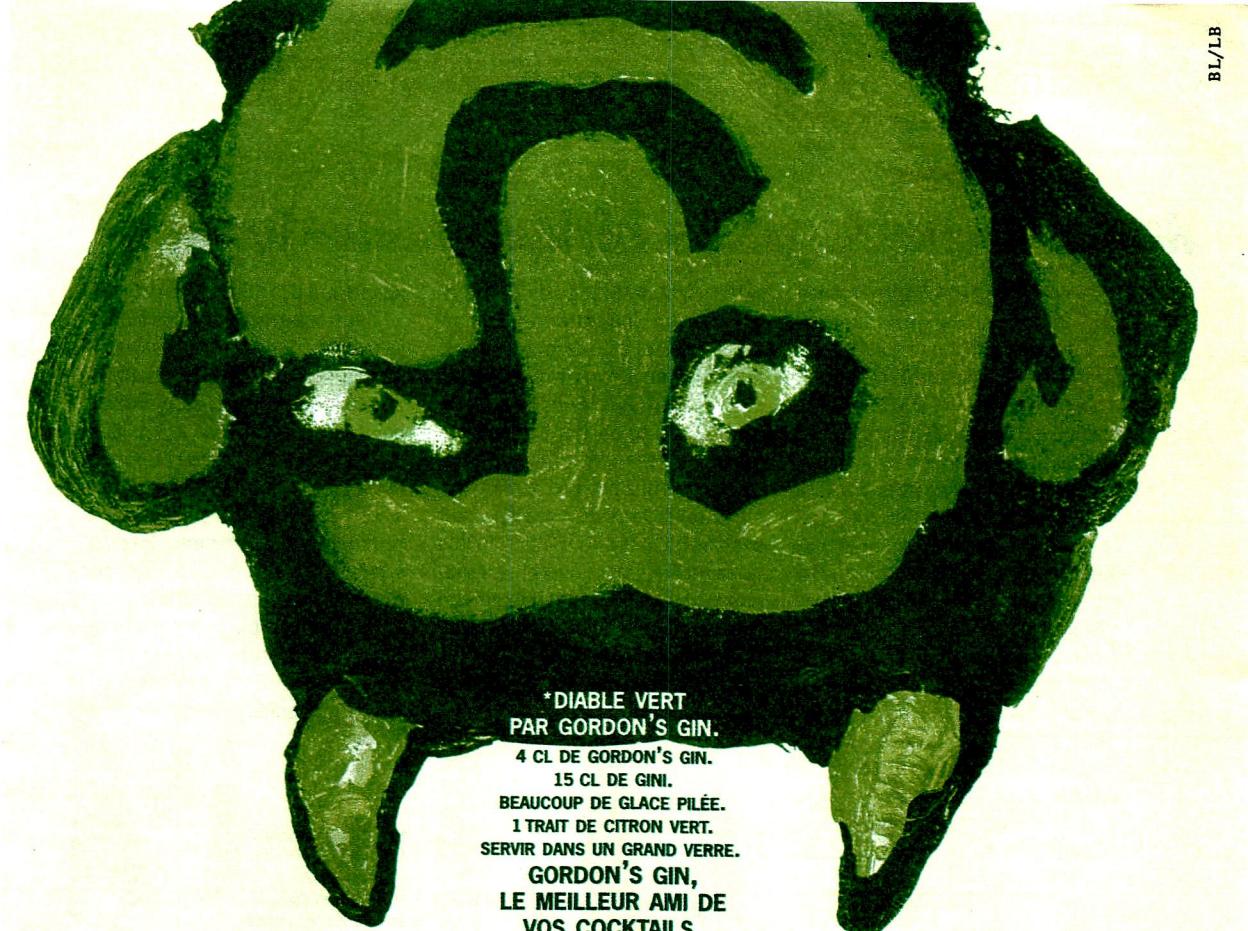
cheurs a consisté à greffer le gène "w" dans des embryons de mouches mâles, de manière à ce qu'il puisse s'exprimer dans toutes les cellules de l'insecte. Les mâles ainsi manipulés génétiquement se sont totalement désintéressés des femelles ; ils se sont regroupés entre eux et se sont livrés à de véritables orgies. Cette expérience ne prouve certes pas que le gène "w" est le gène de l'homosexualité chez la drosophile mâle. Cependant, elle démontre que l'homosexualité a bien, chez cette espèce, une composante génétique.

La même opération, effectuée chez des femelles n'a, pas produit de "lesbiennes". Ce qui laisse à penser que l'homosexualité mâle et femelle seraient sous le contrôle de deux gènes différents. Quoi qu'il en soit, il n'est pas indispensable de se hâter de transposer ces résultats à l'homme... P.R.



NIND

Après greffe du gène "w", les drosophiles mâles dédaignent les femelles et demeurent ensemble.



\* DIABLE VERT  
PAR GORDON'S GIN.  
4 CL DE GORDON'S GIN.  
15 CL DE GIN.  
BEAUCOUP DE GLACE PILÉE.  
1 TRAIT DE CITRON VERT.  
SERVIR DANS UN GRAND VERRE.  
GORDON'S GIN,  
LE MEILLEUR AMI DE  
VOS COCKTAILS.



green devil  
by Gordon's gin\*

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE, CONSOMMEZ AVEC MODERATION

# Haute technologie en Afrique préhistorique

**D**écidément, l'Afrique est bien le berceau de notre humanité. C'est en effet là que seraient apparus les premiers outils modernes il y a au moins... 75 000 ans ! Une dizaine de "pointes à crans" en os, semblables à celles connues en Europe mais datant à peine de 12 000 à 14 000 ans, ont été trouvées au Zaïre par une équipe d'archéologues américains. Leur âge a été estimé par la datation (à l'aide de quatre méthodes différentes, dont la thermoluminescence) des sables les recouvrant et de dents d'hippopotames gisant au même endroit.

Ces dates, bien que concordantes, sont vivement controversées. Les méthodes employées sont en effet moins précises et moins fiables que la technique du carbone 14, inutili-

sable ici, compte tenu de l'ancienneté du site. Une autre critique porte sur le fait que l'on n'a trouvé nulle part ailleurs en Afrique d'outils aussi anciens. A cela, les chercheurs répondent qu'en ces temps lointains, les échanges entre peuples étaient à peu près inexistant.

En admettant que cet âge soit confirmé, l'utilisation de l'os au lieu de la pierre, beaucoup plus abondante, révèle chez ces humains un choix délibéré, tenant compte de la plasticité du matériau, ce qui permet de lui donner des formes

adaptées à des utilisations précises.

D'autre part, ces pointes à crans se trouvaient dans le voisinage immédiat de nombreux ossements de poissons-chats. Ceux-ci séjournent habituellement au fond des rivières, mais frayent en eaux peu profondes et sur les terres inondées pendant la saison des pluies. C'est alors, apparemment, que les hommes les chassaient. On n'a trouvé, en effet, que des restes de poissons adultes.

Tout ceci semble refléter une capacité de raisonnement insoupçonnée à cette époque de l'histoire de l'humanité.

A.D.

L'os délibérément travaillé en pointes à crans révèle une technologie surprenante... voilà 75 000 ans.



Photo X : tous droits réservés

## Prion faux frère

● La tremblante du mouton, la maladie des vaches folles et la maladie de Creutzfeldt-Jakob sont dues à une protéine prion anormale. Quand le prion devient anormal sous l'effet d'une mutation du gène correspondant, sa toxicité entraîne la maladie.

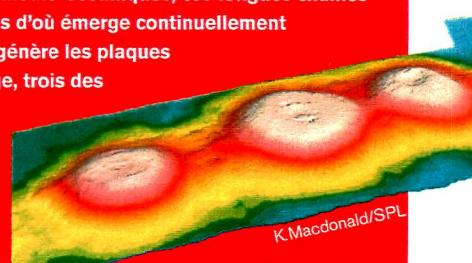
Curieusement, le prion anormal est contagieux. Il peut atteindre des personnes dont le gène est en parfait état. Jusqu'ici on s'expliquait mal comment une protéine, naturellement incapable de se reproduire elle-même, pouvait être infectieuse. Mais des américains du MIT ont montré que, si on met dans un tube à essai quelques prions anormaux en présence de prions normaux, au bout de deux jours, le tube ne contient presque que des prions anormaux.

P.C.

## VOLCANS SOUS LA MER

● La moisson de volcans sous-marins se fait à un rythme effréné grâce à des navires comme *l'Explorateur*. Ce bâtiment participe en effet à l'établissement des cartes sous-marines : il émet des ultrasons vers le fond de la mer et il recueille leurs échos ; le temps du trajet aller-retour de l'onde sonore indique la distance parcourue, et donc la profondeur. Grâce à un ordinateur, les géologues de l'université de Californie traduisent ensuite toutes ces données en cartes. Commencée il y a dix ans, cette campagne n'a couvert que les 5 % des océans concernant les zones les plus actives : les crêtes méso-océaniques, ces longues chaînes de montagnes sous-marines d'où émerge continuellement un magma en fusion qui régénère les plaques tectoniques. Sur cette image, trois des volcans révélés dans le Pacifique Sud.

K. Macdonald/SPL/Cosmos



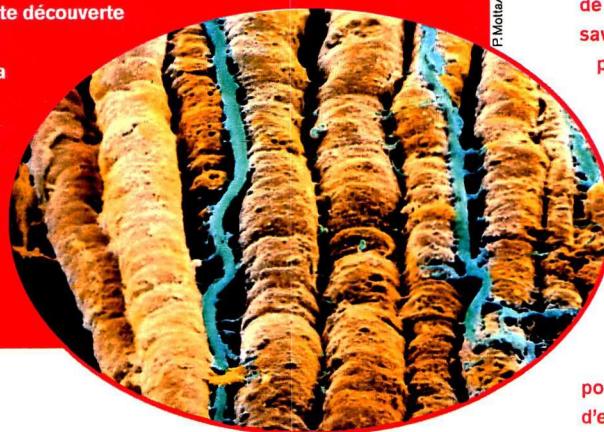
K. Macdonald/SPL

Schhh...!



## FAIRE REPOUSSER LES NERFS

● La progestérone, hormone essentielle dans le déroulement de la grossesse, est produite par le système nerveux central, chez les hommes comme chez les femmes. Le Pr Etienne-Emile Beaulieu et son équipe de l'INSERM à l'hôpital de Bicêtre viennent de montrer que cette substance est aussi sécrétée par le système nerveux périphérique. Plus précisément par les cellules de Schwann, chargées de la fabrication de la gaine de myéline qui entoure les fibres nerveuses et favorise la propagation de l'influx nerveux. Cette découverte ouvre de nouvelles perspectives dans la recherche de traitements contre une maladie due à la démyélinisation des cellules nerveuses, la sclérose en plaques.



P. Motta/SPL/Cosmos

Préhistoire

## L'art des cavernes aux antipodes

C'est en effet à Bornéo que des grottes ornées préhistoriques viennent d'être découvertes ! Il faut dire que la partie indonésienne de l'île, appelée Kalimantan, grande comme la France, n'avait jamais été explorée sur le plan archéologique jusqu'à ce que Jean-Michel Chazine, ethno-archéologue au CNRS, et Luc-Henri Fage, spéléologue, commencent leurs prospections. Ils ont trouvé plusieurs grottes peintes, des abris sous roche et un site de plein air, datés de la période pré-céramique au Néolithique, ainsi qu'une grotte où de nombreuses mains négatives côtoient animaux et signes abstraits et où les tessons de céramiques et les outils sur éclats de pierre s'apparentent à ceux trouvés dans l'île voisine de Sulawesi.

La surprise vient de ce que, si les grottes ornées se trouvent sur tous

les continents, on pensait jusqu'ici que les populations issues du nord australien, il y a plusieurs milliers d'années, n'avaient pas franchi la limite du plateau continental asiatique, située entre Bornéo et Sulawesi. Connue sous le nom de ligne de Wallace, elle constitue une limite biologique naturelle dans la distribution géographique des espèces vivantes, et était aussi censée marquer une limite culturelle.

Il semblerait donc en fait, qu'entre 12 000 et 2 500 avant J.-C., les mouvements de populations dans l'aire indo-pacifique aient été plus divers et plus complexes qu'on ne le pensait jusqu'ici. C.C.

A Bornéo, les peintures rupestres remettent en question les mouvements de populations.



L.H. Fage

## π dans les étoiles

● Il y a de multiples façons d'estimer la valeur du nombre  $\pi$ . Celle de Robert Matthews, mathématicien à l'université d'Aston (Angleterre), est, sinon la plus précise, du moins l'une des plus poétiques. Pour effectuer un calcul approché de  $\pi$ , il suffit en effet de savoir que la probabilité pour que deux nombres entiers pris au hasard parmi une grande quantité d'entiers n'aient aucun diviseur commun autre que 1 est de  $6/\pi^2$ . Il faut donc posséder un "générateur de nombres aléatoires" pour former cet ensemble d'entiers. Matthews est allé le chercher dans la répartition aléatoire des étoiles dans le ciel (il aurait aussi bien pu prendre la répartition géographique des journalistes sur une plage bondée !). Il lui a suffi alors d'associer à chaque distance angulaire  $\Delta$  entre deux étoiles, un nombre entier " $r$ " donné par la formule  $r = \text{partie entière de } (10k(1 + \cos\Delta)/2)$ . Le tour était joué ! La suite est un calcul fastidieux : il lui a fallu manipuler un million de paires d'entiers pour arriver à une valeur approchée de  $\pi$  de 3,12772...



36 68 90 50

2.19F/mn

## Immunologie

# Des cafards et des hommes

**L**e cafard, cet insecte peu ragoûtant qui envahit régulièrement nos cuisines, pourrait bien être revalorisé par les dernières découvertes de Richard Karp, biologiste de l'université de Cincinnati, aux Etats-Unis. A la suite d'une série d'expériences, il est parvenu à la conclusion que les anticorps de ces insectes répondent plus spécifiquement et plus directement que les anticorps humains aux attaques des bactéries. Question de vie ou de mort : lors des mues successives qui jalonnent leur existence, les cafards se trouvent dangereusement exposés à toutes sortes d'infections. Ils ont donc besoin d'un système immunitaire efficace pour s'en protéger.

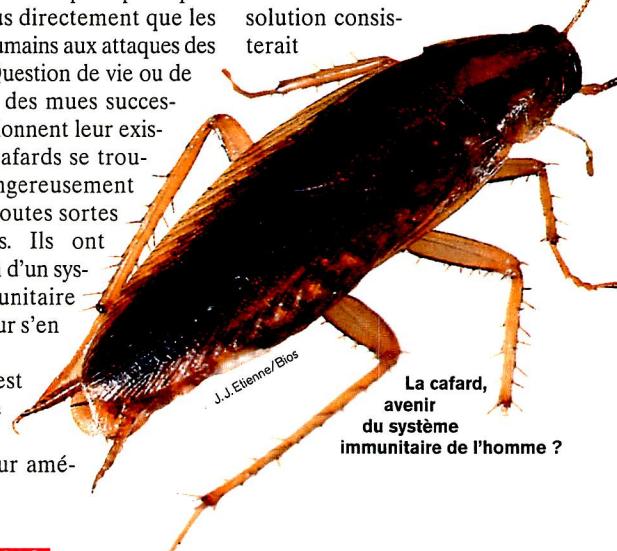
Karp s'est mis en tête d'utiliser celui-ci pour amé-

liorer le nôtre. Pour ce faire, il a placé le gène responsable du système immunitaire de ces insectes en culture dans des cellules pour leur faire produire les protéines correspondantes. Restent, toutefois, à éviter le rejet de protéines étrangères à notre organisme, et à trouver un moyen d'administration efficace de ces molécules. Une solution consisterait

à isoler leurs sites actifs en vue d'une administration orale.

Si Karp y parvient, cette découverte pourrait constituer une thérapie intéressante, notamment dans le traitement de certaines infections liées au sida.

E.S.



## Sexualité

# (Histo)compatibilité d'humeur

**P**eut-être est-ce l'odeur HLA qui nous allèche... Les femmes semblent, en effet, préférer l'odeur des hommes porteurs d'un système d'histocompatibilité humaine (HLA) distinct du leur.

Après avoir constaté que les souris femelles s'accoupaient de préférence avec des mâles portant un système d'histocompatibilité (qui intervient dans la défense de l'organisme) différent du leur, des scientifiques bernois ont décidé d'étudier s'il en était de même chez les humains.

Les chercheurs proposèrent donc à des volontaires masculins de porter des tee-shirts pendant quarante-

huit heures, avant de soumettre les vêtements aux narines d'un groupe de femmes. Celles-ci réagirent comme les souris. Toutefois, les femmes sous contraception orale furent attirées par l'odeur des sujets possédant le même système HLA. La pilule reproduisant l'imprégnation hormonale de grossesse, les chercheurs supposent que le désir de reproduction pousserait les femmes vers le différent, complémentaire, favorisant la diversité de la descendance, tandis que la grossesse orienterait vers le semblable, protecteur.

Les biologistes viendraient-ils à la rescousse des théories freudiennes?

D.N.

## SCIENCE S'OUVRE À L'EUROPE

● Le nouveau rédacteur en chef de la revue scientifique américaine *Science*, le neurologue Floyd E. Bloom, a décidé d'ouvrir plus largement ses colonnes aux chercheurs européens, dont il reconnaît l'excellence. Il répond ainsi à un malaise latent chez ceux-ci, qui reprochent bien souvent aux revues américaines - et à *Science* en particulier - de privilégier leurs compatriotes aux détriment des scientifiques d'autres régions du globe. Bien que Bloom dénie la réalité d'un tel biais, et sans qu'il soit question d'abaisser le niveau de la revue simplement pour satisfaire à des critères géographiques, il a promis de s'efforcer à comprendre l'origine de ce sentiment. Qui sait alors s'il ne pourrait chasser sur les terres de *Nature*...

# MARTINI

& Schweppes



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE,

CONSOMMEZ AVEC MODERATION.

McCANN

## Pédiatrie

### Alertez les bébés !

Faut-il mettre les bébés au régime ? Une étude finlandaise récente, concernant des enfants de 7 à 13 mois, conseille aux parents de réduire la part des graisses saturées dans l'alimentation de leurs bébés. Cela diminue de 6 à 8 % la concentration de cholestérol dans le sang des nourrissons. De telles incitations ne sont toutefois pas du goût de tous les spécialistes. D'abord, rien ne permet d'affirmer qu'un faible

taux de cholestérol sanguin soit bon

pour la santé des bébés.

D'autre

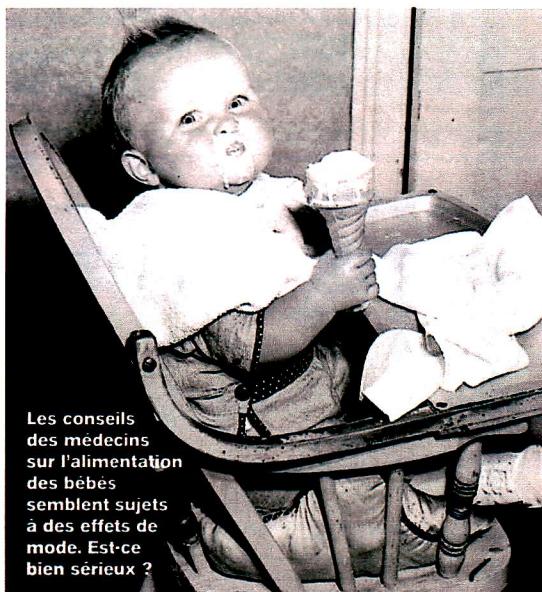
part, les intestins des enfants de moins de deux ans ne sont pas encore capables de tirer suffisamment d'énergie d'une nourriture pauvre en graisses et en cholestérol. Un tel régime pourrait donc être nocif pour leur développement, d'autant que les parents ris-

quent, en diminuant les graisses, de priver leurs enfants d'autres éléments nutritifs essentiels.

Et les sucres ? Là encore, les bébés ne savent plus à quel sein se vouer. D'un côté, une équipe de pédiatres de Leeds, en Angleterre, a montré que plus la solution sucrée donnée à des nouveau-nés était concentrée (jusqu'à 50 % de saccharose), plus elle réduisait la durée des pleurs et l'élévation du rythme cardiaque consécutives à un baba. Mais les dentistes, eux,

lors des XX<sup>e</sup> Entretiens de Garancière, ont dénoncé ces biberons sucrés qui, à haute dose, peuvent induire un effet de dépendance chez les enfants de plus de 15 mois et compromettre la poussée des dents définitives à l'âge de 4 ans, à tel point que certains enfants se retrouvent totalement édentés !

Si vous avez du mal à vous y retrouver, vous pouvez toujours demander conseil à votre pédiatre... ou suivre votre intuition !



Explorer

La galaxie NGC 1365

### LE NOUVEAU VISAGE DE LA VOIE LACTÉE

● La Voie lactée, comme les autres galaxies, pose un problème : elle doit contenir plus de matière que la seule visible (les étoiles brillantes). Une solution consistait à imaginer que les galaxies étaient entourées d'un halo sphérique de corps sombres (donc invisibles) mais très nombreux. Or, selon des chercheurs américains, britanniques et australiens, la matière cachée ne serait pas tant dans le halo que dans le cœur. Du coup, la Voie lactée n'aurait pas la forme d'une galette allongée avec un bulbe central mais serait "barée" sur sa largeur par une concentration d'étoiles, avec un bras à chaque extrémité, comme NGC 1365. A confirmer.

## Zootechnologie

### Comme un ours blanc sur la banquise

Pour recenser les individus de cette espèce sur le fond blanc de leur habitat, des chercheurs eurent une idée de génie : réaliser des photographies aériennes en utilisant un film sensible à l'infrarouge, ce qui permet normalement de détecter les êtres vivants – plus chauds que leur environnement minéral, ils irradiient plus dans ces longueurs d'ondes. Résultat : rien. Tout avait pourtant bien fonctionné, mais... les ours polaires sont tellement bien isolés par leur fourrure que la chaleur qui s'en échappe avoisine 0 °C. Et les ours restent

invisibles aux meilleures caméras infrarouges.

Si les zoologues en ont été pour leur frais, les militaires, eux, envisagent de se fabriquer des tenues en poil d'ours blanc invisibles la nuit. Un chercheur, plus pacifique, pense utiliser une autre propriété de la fourrure des ours : elle est en effet aussi un très bon conducteur des ultraviolets. Il espère y trouver des idées pour réaliser des lasers ultraviolets destinés à des opérations chirurgicales délicates. Espérons seulement que tant de qualités ne nuiront pas à la survie de l'espèce.

● Ont collaboré à cette rubrique : Philippe Chambon, Catherine Chauveau, Alexandre Dorozynski, Sonia Feerchak, Hélène Guillemot, Philippe Henarejos, Roman Ikonicoft, Didier Nakache, Jean-François Robredo, Pierre Rossion et Emilie Sueur.

## Le cigare de l'espace

● Repéré en 1951 comme un petit caillou naviguant près de la Terre, l'astéroïde 1620 Geographos a laissé voir ses formes il y a quelques semaines lors d'un passage rapproché à moins de 4,5 millions de km. Les images radar ont permis d'estimer qu'il était 2,76 fois plus long que large. Une forme en cigare unique de mémoire d'astronome et, de toute façon, très rare dans l'Univers, qui préfère les corps plus ronds.



## Biomécanique

### Le pendule de Luo

**E**n Afrique de l'Est, les femmes des tribus Kikuyu et Luo portent sur la tête des charges représentant jusqu'à 20 % de leur poids sans dépenser une calorie supplémentaire. Logiquement, chez n'importe quel individu, une telle charge augmente les besoins en énergie de 20 %. Quel est donc le "truc" des femmes africaines ? Au bout de dix ans d'enregistrements vidéo et de calculs, le physiologiste américain N. C. Heglund et son équipe italo-belge ont en partie résolu l'éénigme.

La marche fait appel au même principe que celui d'un wagonnet dévalant et escaladant des "montagnes russes", ou d'un pendule : quand nos deux pieds touchent le sol en même temps, notre corps, alors à son niveau le plus bas, atteint sa vitesse maximale ; son énergie cinétique est donc maximale également. Lorsque nos pieds passent l'un devant l'autre, notre corps ralentit en même temps qu'il s'élève : notre énergie cinétique se convertit en énergie potentielle. Nos deux pieds retombent à nouveau sur le sol, nous reprenons de la vitesse, et

notre énergie potentielle est reconvertis en énergie cinétique. Et ainsi de suite. Seulement, à chaque pas, la conversion d'énergie n'est pas totale (seulement 65 %), et nos muscles doivent travailler pour compenser cette perte. Les femmes africaines, elles, ont un taux de conversion proche de 100 %. Comment parviennent-elles à une telle efficacité ? Ce serait bien utile de le savoir... pour en faire autant. S. F. ■

## Beljanski reconnu aux Etats-Unis

● L'*International Journal of Oncology*, revue de référence en matière de cancer, vient de publier un travail de Mirko Beljanski et de Sylvie Crochet (Centre de recherche biologique, Saint-Prim). Il démontre que le PB100, dont le principe actif est extrait de l'écorce d'un arbre du Brésil, le Pao pereira, pénètre uniquement dans les cellules cancéreuses. Cette sélectivité fait du PB100 un produit particulièrement approprié pour traiter le cancer. C'est d'ailleurs avec ce médicament, associé à une radiothérapie légère, qu'est traité François Mitterrand (voir *Science & Vie* n° 933, p. 32). Ce travail fait suite à une expertise réalisée au Walter Reed Army Institute of Research à Rockville (Etats-Unis), démontrant que le PB100 inhibe *in vitro* des souches de VIH qu'elles soient sensibles ou fortement résistantes à l'AZT. Le PB100 n'a pas fait l'objet d'une présentation d'autorisation de mise sur le marché, trop chère pour un chercheur indépendant. On ne peut donc se le procurer qu'illégalement.







Extra plat, orienté vers  
réparti sur chaque couche  
le Grain T est un vrai piège



la source lumineuse,  
sensible aux couleurs,  
à lumière. De 25 à 1000 ISO.



FILM KODAK EKTAR.  
IL RÉVÈLE AUSSI BIEN LES LUMIÈRES  
QUE LES PHOTOGRAPHES.

# ENVIRONNEMENT

Dirigé par Didier Dubrana



Solaire

## Le capteur qui imite la nature

C'est en s'inspirant de la photosynthèse des plantes que Michael Graetzel, professeur à l'école polytechnique de Lausanne, a réalisé des cellules photovoltaïques d'un nouveau type. Un colorant, logé entre deux plaques de verre revêtues d'une électrode transparente, imite en effet l'action de la chlorophylle. Cette substance physico-chimique est capable de convertir la lumière absorbée en électrons, reçueillis sur une électrode.

L'un des avantages de cette nouvelle cellule est qu'elle peut être éclairée simultanément sur ses deux faces et capter ainsi un maximum de lumière. Les rendements obtenus atteignent 18 %, contre 10 % pour les panneaux solaires

traditionnels au silicium.

De plus, ces cellules restent transparentes. Elles peuvent donc s'intégrer dans les panneaux vitrés d'un édifice, en lieu et place des actuelles glaces sans tain. Si les prototypes actuels ne mesurent qu'une dizaine de cm<sup>2</sup>, rien ne semble s'opposer à la fabrication de panneaux de grandes dimensions, capables de fournir des puissances importantes, pour un coût de fabrication très inférieur aux cellules actuelles. Un projet est d'ailleurs actuellement à l'étude pour la réalisation d'une gigantesque verrière de panneaux à colorant, qui abriterait le futur parc scientifique et technologique de Gelsenkirchen, en Allemagne.

H.-P. P.

Cette plaquette préfigure les panneaux solaires de demain. Entre ses parois translucides, un colorant liquide transforme l'énergie solaire en électricité, selon un procédé s'inspirant de la photosynthèse des plantes.

## Mangeuses d'algues

● Des limaces de mer de la famille des ascoglosses seraient des prédateurs naturels de *Caulerpa taxifolia*, cette algue tropicale qui envahit la Méditerranée. Les essais en aquarium devront être confirmés par l'introduction des mollusques en Méditerranée. Ce qui ne va pas sans poser de sérieux problèmes : l'introduction d'espèces étrangères dans un biotope réserve toujours des surprises.

## Tchernobyl-sous-mer

**N**ous nous étions fait l'écho, dans le numéro d'octobre 1994 (*Science & Vie* n° 925, p. 64), du plan de sauvetage du sous-marin nucléaire russe *Komsomolets* ("jeune communiste", en russe), qui s'est échoué le 7 avril 1989 – pour cause d'incendie – dans les abysses de la mer de Norvège (à 1 695 m).

Les Soviétiques viennent de commencer la deuxième phase de réparation, qui doit permettre de colmater les fissures du navire. En effet, de 6 à 12 kg de plutonium, contenus dans les ogives nucléaires, menacent de se répandre autour de l'épave. Le plutonium est doublement toxique : à la toxicité radiologique, consécutive à l'émission de rayonnement alpha, s'ajoute une toxicité chimique, qui empoisonnerait le phytoplancton aux alentours de l'épave. Or, comme près de 17 % du plancton des profondeurs remonte à la surface, le plutonium pourrait contaminer l'ensemble de la chaîne alimentaire en mer de Norvège, et compromettre la pêche dans toute la région.

Les Russes ont donc prévu de jeter des pesticides dans la coque pour tuer toute trace de vie ①.

Puis ils glisseront une paroi pour isoler la zone contaminée du reste du navire ②. Une station de mesure, reliée par satellite, permettra de dépister toute fuite de radioactivité ③. Un produit absorbant sera également introduit dans la coque pour neutraliser le plutonium ④.

La réussite de ce chantier repose sur les prouesses de deux petits sous-marins de poche, *Mir 1* et *Mir 2*, qui apporteront le matériel. Ils serviront aussi à déposer une bâche en fibre de verre sur l'ensemble des fissures ⑤. Le constructeur du *Komsomolets*, Jurij Kormilitsin, espère ainsi éviter une contamination au plutonium qui durerait quelques dizaines d'années. Et après ?

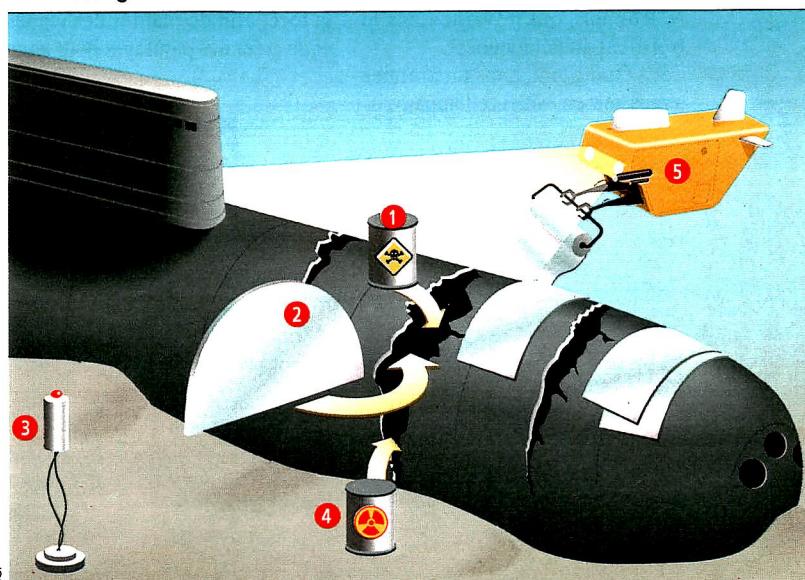
**Ci-gît, à 1 695 mètres de profondeur, un sous-marin nucléaire russe, qui risque de répandre en mer du Nord le plutonium contenu dans ses ogives nucléaires.**



S. Compain/Sygma

### Jurassic traffic

● Les gisements de dinosaures fossiles du Nord-Est de la Thaïlande alimentent un nouveau trafic particulièrement fructueux. Les fossiles de *Tyrannosaurus rex* sont achetés aux paysans par des artisans qui y sculptent des amulettes à l'effigie de Bouddha. Ces objets sont vendus 400 dollars (1 900 F) pièce à des marchands, qui les revendent 1 000 dollars – soit plus d'un an de salaire dans la région.



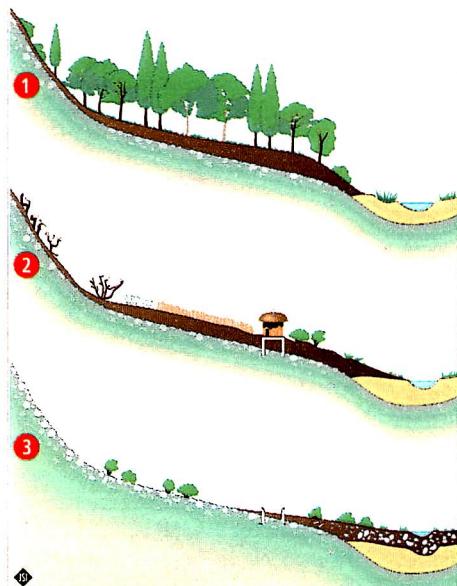
## 36 15 SCV

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.

## Déforestation

## Une tragédie grecque inédite



Depuis l'Antiquité, le paysage grec a évolué : la forêt de chênes ① a été coupée pour planter de la vigne et créer des pâturages ②. Le sol mis à nu ③, livré à l'érosion, s'est appauvri.

lement du paysage, grâce à la découverte de pollen de chêne caduc, à 7 m de profondeur. Cette végétation luxuriante a disparu du pays depuis 4 000 ans, remplacée par une couverture de conifères et de garrigue, caractéristique des sols pauvres.

Contrairement à toute attente, le climat ne fut pas le moteur de cette mutation, car, dans ce cas, la modification du paysage aurait intéressé l'ensemble du territoire. « Ce sont les déforestations massives perpétrées pendant 7 000 ans qui entraînèrent l'érosion catastrophique du sol grec », précise N. Runnels, qui a recensé sept érosions successives dans la plaine d'Argolid.

Lorsqu'ils prenaient pied sur les collines, les paysans « grignotaient » la forêt afin de planter des vignes et de créer des pâturages pour leurs

**L**a dégradation de l'environnement n'est pas un avatar du monde moderne : les Grecs anciens s'y adonnaient déjà, comme le prouvent les recherches de l'archéologue américain Curtis N. Runnels, qui travaille dans le Nord-Est du Péloponnèse.

Ses études ont, dans un premier temps, mis en évidence l'appauvris-

## Pauvres Papous !

● Après les forêts de Thaïlande, d'Indonésie et de Malaisie, le Japon s'attaque aux arbres de Papouasie. En 1991, 70 % du bois importé par le Japon provenait des deux Etats malais du Sarawak et du Sabah. Ayant épousé les forêts malaises, les Japonais se tournent donc vers la Papouasie-Nouvelle-Guinée, menaçant du même coup la survie des indigènes.

troupeaux (chèvres et moutons). Résultat : l'érosion des sols entraînait le dépôt d'alluvions au fond des vallées. Les champs et les pâturages appauvris étaient vite abandonnés par les pasteurs, au profit de nouvelles contrées. Les terres abandonnées se couvraient alors peu à peu de végétation, jusqu'à ce que d'autres hommes viennent les dénuder à nouveau.

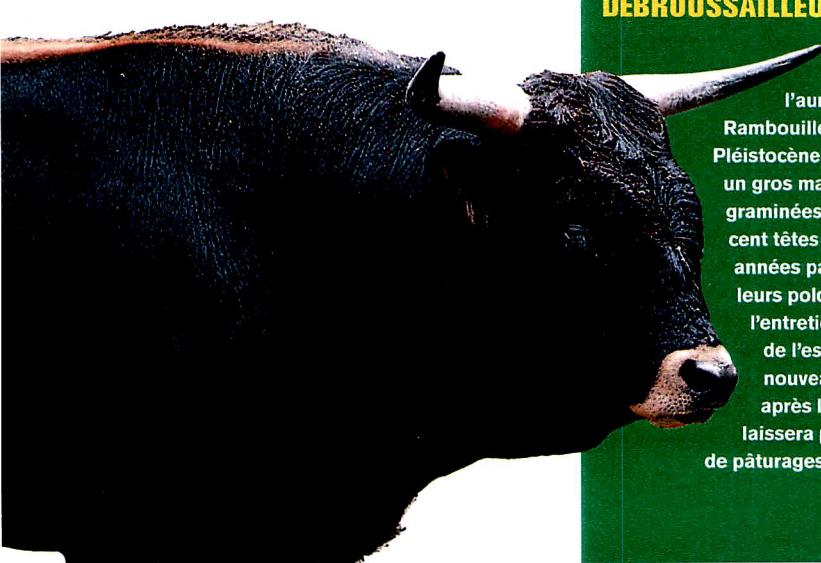
Mais les dépôts de terre se firent chaque fois moins abondants. Un cycle infernal pour la nature, qui abdiqua, donnant naissance au paysage aride que nous connaissons.

E.M.

## DÉBROUSSAILLEUSES PRÉHISTORIQUES

● L'Office national des forêts (ONF) utilise les services de

l'auroch pour débroussailler la forêt de Rambouillet. Cet animal mythique, apparu au Pléistocène (500 000 avant J.-C.), est en effet un gros mangeur de molinies – des graminées – et de joncs. Deux troupeaux de cent têtes sont ainsi utilisés depuis des années par les Hollandais pour entretenir leurs polders. L'objectif de l'ONF est autant l'entretien de la forêt que la préservation de l'espèce, et, surtout, la création d'un nouveau biotope pour les cerfs. En effet, après le passage des aurochs, la forêt laissera place à des prairies, qui serviront de pâturages aux cervidés.



## Botanique

# Hormone de décroissance

L'Australien Lewis Mander l'aime le monde à l'envers : il vient de synthétiser une hormone permettant de faire pousser une "mini-herbe", en ralentissant la croissance à un tiers de la taille normale.

Ce chercheur de l'Australian National University (à Canberra) travaillait depuis plus de trente ans sur la gibberelline, une hormone sexuelle végétale chargée

de la croissance et de la floraison. Or, il a récemment découvert une impureté dans un échantillon d'acide gibberellique provenant de l'université de Calgary (Canada) – impureté qui bloquait la croissance de la tige.

Lewis Mander est parvenu à la synthétiser et à en fabriquer des quantités industrielles. Grâce à des expériences menées à la Division of Plant Industry de Canberra, il a



**Finis  
le bruit des  
tondeuses au fond  
des golfs verts ?**

montré que ce dérivé d'hormone permet de réduire d'au moins 75 % le nombre de tontes.

Cette découverte est une aubaine pour les jardiniers de terrains de golf, parcs et jardins. Elle permet également de réduire l'arrosage et l'usage de fertilisants.

Ce composé pourrait aussi intéresser les céréaliers. En effet, il devrait permettre aux agriculteurs d'obtenir des plants plus robustes et plus trapus... sans utiliser les engrangis classiques. **S.F.**



A.Syred/SPL/Cosmos

## Industrie

# Marchands de tapis et moquette verte

Les fabricants de moquettes ont un problème : leur produit souffre d'une mauvaise image de marque. Fabriquées à partir de nombreux hydrocarbures, comme le toluène, le styrène, le vinyle, etc., les moquettes sont également accusées d'être de véritables nids à acariens.

Faux, rétorque l'association GUT, qui regroupe les fabricants de moquettes de neuf pays européens.

Celle-ci vient, par ailleurs, de créer un label vert garantissant désormais aux consommateurs une fabrication dans le respect des normes européennes. C'est à l'issue de nombreux tests scientifiques que les fabricants pourront obtenir ce label. GUT affirme ainsi que l'amiante et les CFC, très volatils, n'entreront plus à l'avenir dans la composition des moquettes.

**Le microscope électronique révèle la présence d'acariens dans les fibres des moquettes.**

## Au secours de l'Everest

Le Centre de recherche pour le développement international (CRDI) lance un programme de sauvetage des montagnes népalaises, notamment de l'Everest. Selon Hans Schreier, de l'université de Colombie-Britannique, la pression démographique croissante pousse les paysans à faire trois récoltes par an au lieu d'une, comme le veut la coutume. Résultat : ils déforment les flancs des montagnes et emploient plus d'engrais, ce qui augmente la production à court terme mais acidifie les sols.

\*perçue.

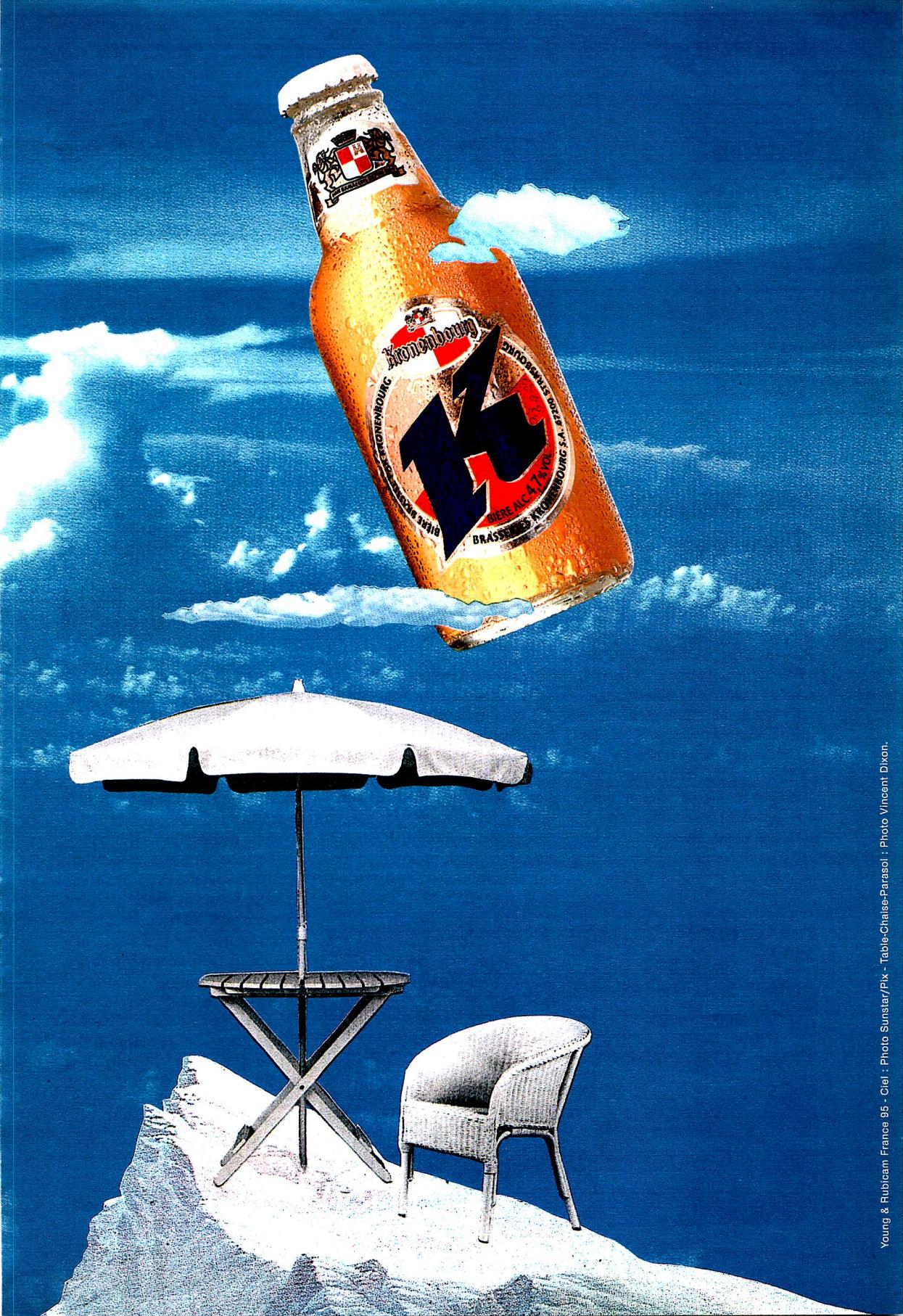
4,7% D'ALCOOL.

0% D'AMERTUME\*.

# Cette bière est un

**K2.** 8611m. Deuxième sommet du monde dans l'Himalaya (Karakorum). Son ascension par la face nord et ses neiges éternelles permettent de servir K, la bière quasiment pas amère, à 2°C toute l'année. K est brassée par Kronenbourg ●

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE, CONSOMMEZ AVEC MODERATION.



## L'atome s'essouffle

● La production d'énergie nucléaire dans l'Union européenne a diminué : elle est descendue de 36,3 % à 34,9 %. En revanche, le thermique est passé de 54 % à 54,1 %, et l'hydraulique, de 9,8 % à 11 %.

### Dépollution

## Les tueurs d'ozone désarmés

Une équipe de chimistes japonais, dirigée par Yoshio Nagata, de l'université d'Osaka, vient de mettre au point une nouvelle technique, moins coûteuse et surtout moins dangereuse que les précédentes, pour détruire les CFC (chlorofluorocarbones), utilisés dans les aérosols, les mousse d'isolation et les unités de réfrigération, et qui figurent parmi les principaux responsables de la diminution de la couche d'ozone.



## TAIS-TOI ET NAGE !

● Deux fois par an, les éléphants de mer des îles du Canal, en Californie, font la navette entre les plages et le large, où ils vont chercher leur nourriture. Ils parcourrent ainsi 20 000 kilomètres par an. Particularité : les femelles et les mâles empruntent des chemins différents, sans que l'on sache pourquoi.

K. Schaefer/Comstock

Cette étude, réalisée sur du CFC 113 (le plus utilisé), révèle que l'application d'ultrasons à une fréquence de 200 kilohertz oblige les CFC à réagir avec des molécules d'eau. Selon les premières observations, les ultrasons forment de minuscules bulles qui dégonflent instantanément, provoquant ainsi une élévation de température et

une forte pression. Sous l'effet de ces deux facteurs, les molécules d'eau libèrent des groupements hydroxyles ( $\text{OH}^-$ ), très réactifs, qui attaquent les CFC : en trente minutes, 80 % d'entre eux sont détruits !

Quels avantages ? D'une part, tout cela se déroule à température ambiante et nécessite donc une consommation d'énergie moindre. D'autre part, les produits issus de cette réaction (gaz carbonique, monoxyde de carbone, acide chlorhydrique et acide hydrofluorique) sont, eux, facilement destructibles. De plus, l'activité des ultrasons peut tripler dans une atmosphère chargée en argon, l'absence d'air amplifiant les effets des ultrasons sur l'eau. La bataille de Yoshio Nagata contre les CFC semble bien déclarée.

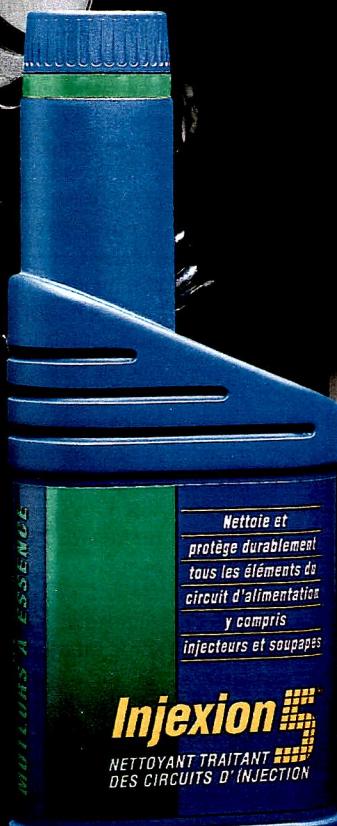
A.G.



R. Bousu/Sygma

Une nouvelle solution pour détruire les tonnes de CFC utilisés dans les réfrigérateurs.

# Injexion 5® nettoie à fond vos circuits d'alimentation.



Les performances et la longévité d'un moteur dépendent en grande partie de la qualité de son alimentation et celle-ci est perturbée par l'hétérogénéité des carburants, la présence d'eau dans les circuits et les conditions modernes de conduite.

Injexion 5, nettoyant de la dernière génération, sans chlore ni acide, totalement compatible avec les pots catalytiques et tous les systèmes d'alimentation (injection et carburation) est un traitement multifonctions : il nettoie et protège l'ensemble des circuits d'alimentation depuis le réservoir jusqu'aux chambres de combustion, il combat l'eau, traite le carburant et diminue la pollution pour le plus grand bien du moteur et de ses performances.

D'une utilisation très simple, Injexion 5 se verse dans le réservoir de carburant à l'occasion d'un plein. Existe en version diesel et essence.

Injexion 5 nettoie et protège l'ensemble des circuits d'alimentation depuis le réservoir jusqu'aux chambres de combustion. Compatible avec les pots catalytiques, il est utilisable sur tous les moteurs à carburation ou injection, essence ou diesel.

## DEMANDEZ LE GUIDE INJEXION 5

IL EST GRATUIT !

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Type de voiture \_\_\_\_\_

Kilométrage \_\_\_\_\_

Liste des points de vente et documentation à SODITEN SA.

127, AV. FELIX FAURE  
92000 NANTERRE

TEL (1) 45 06 22 44 - FAX (1) 47 28 82 66

**N**ous nous étions fait l'écho, le mois dernier (*Science & Vie* n° 934, p. 32), de la campagne de l'association écologiste Greenpeace contre la compagnie pétrolière Shell. Mais, alors que notre article était déjà imprimé, Shell renonçait à son projet de coulage de la plate-forme pétrolière Brent Spar. Voici les explications de Marie-Françoise Legros, porte-parole de Shell France.

**Science & Vie** : « Comment expliquez-vous le recul de Shell devant les exigences de Greenpeace ? »

**M.-F. L.** : « Ce n'est pas devant les exigences de Greenpeace que nous avons reculé, mais devant nos clients, qui ne voulaient plus aller dans nos stations-services. En revanche, le chancelier Elmund Khol et le gouvernement allemand ont reculé : pour pouvoir couler Brent Spar, Shell avait fait une demande à tous les pays côtiers de la mer du Nord, et aucun ne s'était opposé à cette solution. Ce n'est qu'après l'action de Greenpeace qu'ils se sont réveillés. Enfin, lorsqu'on a commencé à tirer sur nos stations-services et à y mettre le feu, il fallait faire quelque chose pour la sécurité de notre personnel. Cela explique notre renoncement. »

**S & V** : « Pensez-vous que le boycott de Shell aurait pu gagner l'Europe entière ? »

**M.-F. L.** : « Oui. La porte-parole des Verts, Domi-

Photo X : tous droits réservés



## Marie-Françoise Legros

Porte-parole de Shell France

*« Ce n'est pas devant Greenpeace que nous avons reculé, mais devant nos clients. »*

nique Voynet, avait d'ailleurs lancé un appel dans ce sens. Et, même si les Verts ne sont pas crédibles en Europe du Sud, nous commençons à sentir une baisse de nos ventes dans l'Est de la France. Je ne veux pas dire que les associations de protection de la nature ne servent à rien : elles ont fait avancer les choses dans de nombreux domaines. »

**S & V** : « Aux Etats-Unis, la législation interdit le coulage des plates-formes dans le Golfe du Mexique. Pourquoi ne pas appliquer cette législation en Mer du Nord ? »

**M.-F. L.** : « Les ministres de l'Environnement des pays européens devront en effet trouver une nouvelle législation pour les plates-formes pétrolières. Mais il n'y en a pas deux identiques ; certaines sont en béton, d'autres en acier. Il faudra donc étu-

dier en détail des solutions pour chaque type d'installation. Nous avions retenu la solution du coulage, car c'est la moins chère (100 millions de francs le coulage, contre 450 millions pour le démantèlement), et elle est, nous le répétons, sans danger pour l'environnement et pour les hommes. On oublie que le démantèlement d'une plate-forme n'est pas évident pour la sécurité des travailleurs. »

**S & V** : « Ne pensez-vous pas qu'il faudra réfléchir, à l'avenir, sur une méthode de démantèlement avant même de construire les plates-formes pétrolières ? »

**M.-F. L.** : « Il est évident qu'il faudra désormais réfléchir à une méthode. On peut penser que cette réflexion entrera dans les dossiers d'appels d'offre lancés pour l'exploitation de nouveaux gisements pétroliers en mer. »

**S & V** : « Que pensez-vous de la solution de reconversion des plates-formes en centrales électriques, en les équipant d'éoliennes ou d'installations marémotrices ? »

**M.-F. L.** : « J'ai beaucoup ri lorsque cette solution a été avancée. Il faut savoir que Brent Spar est une plate-forme vieille de vingt ans. Il faudrait déjà la rénover entièrement avant de l'équiper de moulins à vent... Pour l'instant, nous étudions comment démanteler cette plate-forme sans la couler. Mais il faut savoir

que les plates-formes pétrolières de la mer du Nord donnent une certaine indépendance énergétique à l'Europe. »

**S & V** : « Quelle leçon tirez-vous de l'affaire Brent Spar ? »

**M.-F. L.** : « Il s'agit de la victoire de l'émotionnel sur le rationnel. On avait fait faire des études par nos experts : il n'y avait pas 500 000 tonnes de produits pétroliers, comme l'annonce Greenpeace, mais 106 t de produits bitumeux. De plus, la concentration de métaux lourds et la radioactivité sur la plate-forme ne sont pas plus importantes que la radioactivité naturelle en mer du Nord. D'ailleurs, les associations de protection de la nature anglaises et les pêcheurs étaient d'accord pour le coulage de la plate-forme. En fait, nous avons mal communiqué sur cette affaire. »

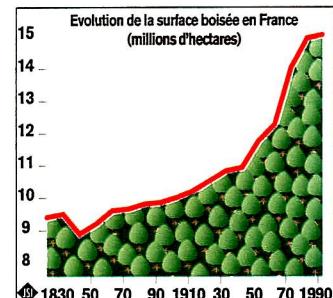
## Sondage

# Raconte-moi la forêt

L'Alliance Carton Nature vient de publier les résultats d'un sondage réalisé par la société d'étude TMO Ouest sur "les Français et la forêt". Si, pour 43 % des

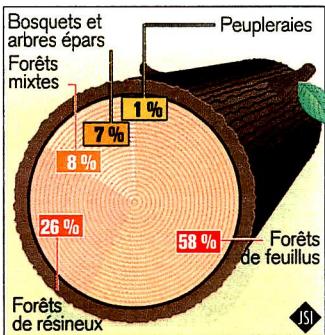
Français, la forêt évoque la nature (ce qui n'est pas surprenant), 60 % pensent – à tort – qu'elle a diminué depuis le début du siècle (voir schéma ci-dessus). Conséquence de l'image désastreuse de l'industrie du bois ? 56 % d'entre eux estiment que les industriels du bois jouent un rôle négatif pour la forêt (15 % un rôle positif). Ils sont 31 % à penser que les promeneurs ont, eux aussi, un impact négatif.

Lorsqu'on leur demande de citer trois espèces animales vivant dans la forêt, le sanglier arrive en tête avec



Depuis les années cinquante, la forêt française grandit chaque année un peu plus.

48 %, suivi par l'écureuil et le lapin (30 %). Si le sanglier est placé en première position par les hommes comme par les femmes, les animaux cités ensuite diffèrent : les Français citent le chevreuil, le cerf, le renard et le lièvre, alors que les Françaises préfèrent l'écureuil, la biche, le lapin et les oiseaux. Enfin, l'image du bois reste très positive, puisque c'est « un matériau d'avenir » pour 76 % des personnes interrogées.



## Lutte biologique

# Un chouette raticide !

Le Palm Oil Research Institut of Malaysia (PORIM) a mis au point une méthode de lutte biologique originale, fondée sur la présence de hulottes dans les palmeraies malaisiennes : « Un couple de hulottes et sa nichée mangent 1 200 rats par an. Il faut donc un nid pour 10 hectares pour stabiliser la population de rongeurs. »

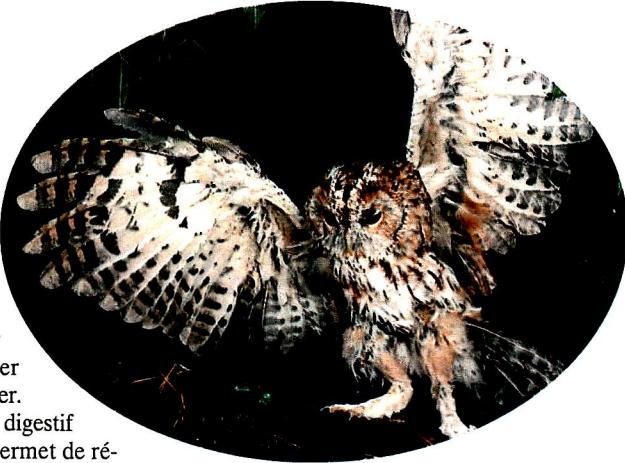
Les dégâts provoqués par les rats dans les palmeraies coûtent chaque année 45 millions de dollars – sans compter que le rongeur détruit aussi pour 16,5 millions de dollars de riz. Le montant global de la dératisation traditionnelle à l'aide de produits chimiques s'élève à 7 millions de dollars par an.

Le rapace, qui, en Europe, chasse en terrain découvert en fondant sur sa proie, s'avère un fabuleux prédateur dans la palmeraie, en dépit des feuilles qui gênent son vol.

L'opération a démarré dans les an-

nées quatre-vingts par l'aménagement de nids. Des perches ont été érigées dans les jeunes palmeraies pour servir de perchoir et aider les oiseaux à chasser.

Le métabolisme digestif de la hulotte lui permet de résister aux raticides anticoagulants, ce qui laisse la possibilité de compléter cette lutte biologique par une lutte chimique si besoin est. En effet, la méthode a ses limites, commandées par une règle fondamentale de l'écologie, la dynamique des populations : l'accroissement de la population de prédateurs dépend du nombre de proies. Et, lorsque les prédateurs sont trop nombreux, ils se disputent la nourriture, ce qui entraîne une chute du nombre des



M. Leach/Fovéa

rapaces. Le PORIM prévoit d'aménager des îlots de végétation naturelle servant de refuge aux rongeurs, pour stimuler la croissance de leur population en cas de chute brusque des effectifs.

● Ont collaboré à ce numéro : Sonia Feertchak, Anne Gillet, Emmanuelle Müller et Henri-Pierre Penel.

» L'escalade, c'est comme les

coups de marteau sur la tête. Ça

fait souffrir, mais qu'est-

ce que c'est bon quand

on arrête. Et pour le

moment, on n'est

pas près d'arrêter, vu

**Sac Décathlon**

**Arapaho 42 L, 299 F.**

Pour alpinisme,  
escalade et ski de randonnée. qu'il nous reste

encore la moitié du chemin à grimper.

J'entends les autres qui me donnent des

conseils: "assure tes prises, douuuucement, là, c'est bien."

Pour les conseils, il faut reconnaître qu'ils sont très forts.

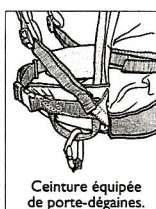
Déjà, avant de partir, ils m'ont recommandé d'acheter le sac

Arapaho de chez Décathlon, à cause des

tunnels à skis, des porte-matériel, porte-

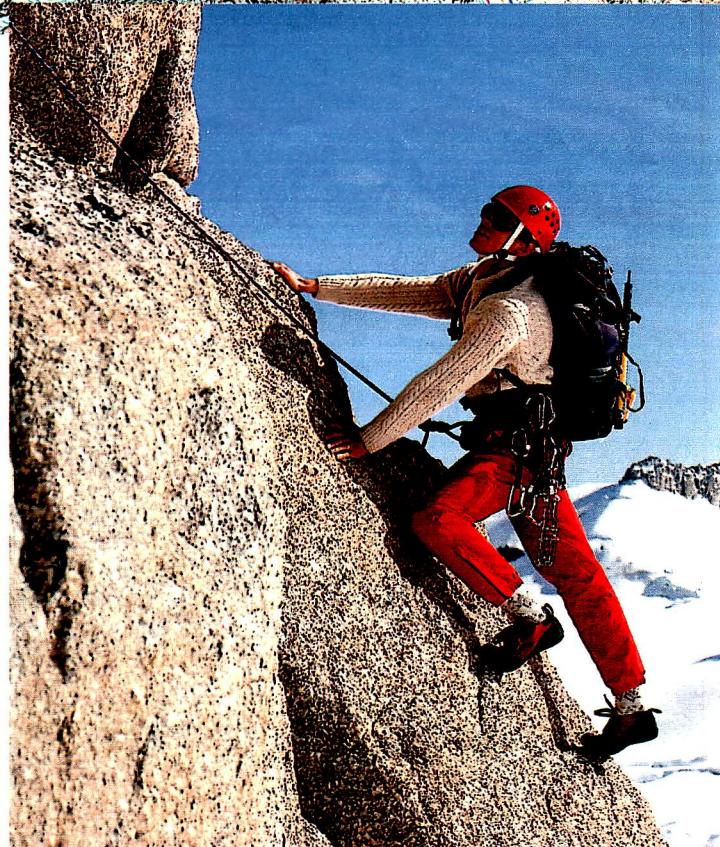
piolet, porte-crampons, portes-dégaines,

de la sangle de poitrine et de l'ouverture frontale. Ils m'ont



assuré que c'est ce qu'il y avait de plus pra-

tique pour ce qu'on allait faire. Le dos en



## Sac Ar Le plus difficile pas dans

mousse avec une armature amovible et près du corps, c'est plus confortable, l'absence de poches latérales, ça limite le frottement sur les rochers et la ceinture allégée évite toute gêne lorsqu'on porte un baudrier. Ils m'ont certifié qu'avec son fond renforcé, ses triples coutures aux points de traction et son tissu polyester 900 deniers, j'aurai là un des sacs les

**3615**  
**DECATHLON**  
DES INFOS  
DES VOYAGES  
DES HORAIRES  
DES EMPLOIS & STAGES  
A FOND LA FORME



# apaho. à atteindre n'est votre dos.

plus résistants que je puisse trouver. Mais vous vous demandez peut-être pourquoi je vous raconte tout ça ? Pendant que

je pense à mon sac, je ne pense pas à regarder en bas.

“Alors ? Qu'est-ce-que tu attends ? Ta main droite, là... il y a une prise, à droite...” Ça y est, ils recommencent



Ouverture frontale



avec les conseils.

Surtout, ne pas

regarder en bas. Saviez-

vous que Décathlon propose 27 modèles de sacs allant de la balade à l'alpinisme à des prix compris entre 39 et 659 F ?

Jamais je n'aurais dû partir avec ces fous furieux. J'ai beau être attaché, ça ne me rassure pas du tout. Et Christophe qui n'en finit pas de me crier dessus. Il est

marrant lui, il s'entraîne toute l'année.

Surtout, surtout ne plus penser au vide.

Decathlon vous offre une

garantie d'un an sur la tenue des couleurs et des coutures en usage normal.

La prochaine fois, c'est sûr, je les laisse jouer les hommes-araignées entre eux,

et je les rejoins

en téléphérique.

SAC A DOS

**DECATHLON**

A FOND LA FORME



# BALISE

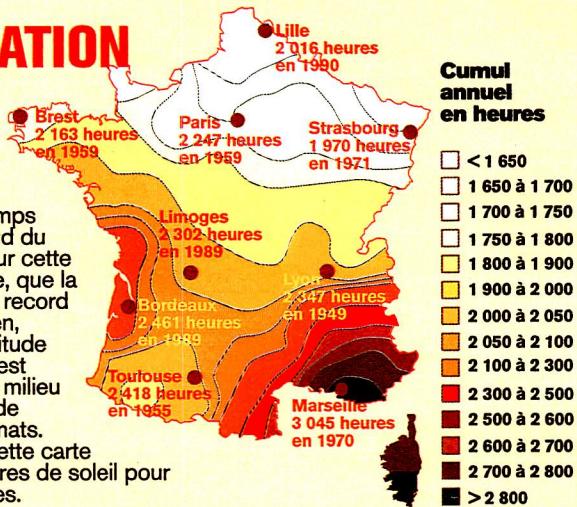
# Météo : un futur

Pluie, soleil, vent, température forment ce qu'on appelle les conditions météo, et ce sont elles que l'on cherche à prévoir avec quelques jours d'avance. Ces mêmes conditions, cumulées sur des dizaines d'années, donnent le climat propre à une région.

PAR RENAUD DE LA TAILLE

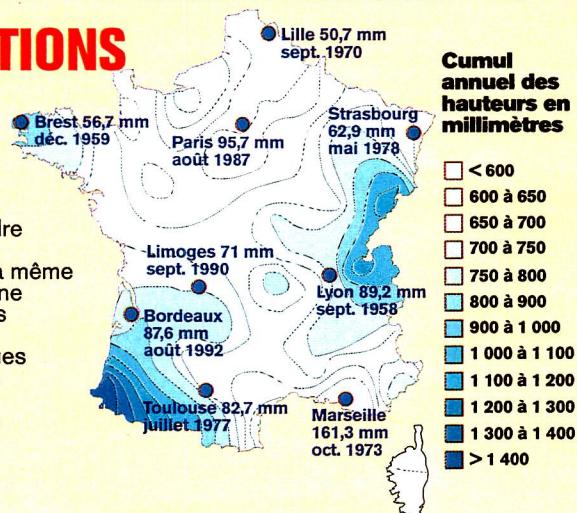
## INSOLATION

Dans l'absolu, le soleil brille 4 380 heures par an en tout point de la Terre. En réalité, les nuages peuvent réduire ce temps de moitié : tout dépend du climat local. On voit sur cette carte, chose prévisible, que la Côte d'Azur détient le record d'ensoleillement moyen, mais qu'à la même latitude la région de Tarbes n'est pas mieux lotie que le milieu de la France : autant de régions, autant de climats. On a noté aussi sur cette carte l'année record en heures de soleil pour quelques grandes villes.



## PRÉCIPITATIONS

Comme le montre cette carte de la pluviosité moyenne, il ne pleut pas tellement plus au sud de Paris que dans la région de Marseille, mais il faut prendre garde au fait que quelques gros orages peuvent donner la même hauteur de précipitations qu'une pleine semaine de crachin. Les records de pluie tombée en une seule journée pour quelques grandes villes figurent ici avec la hauteur d'eau, ainsi que le mois et l'année de cette chute exceptionnelle.

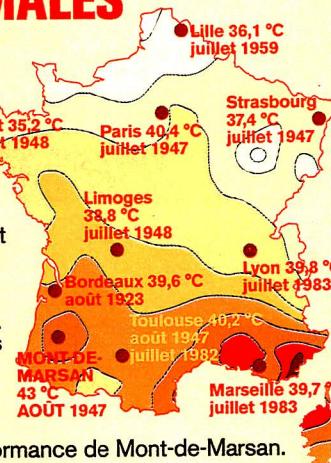


Source et photos: Météo France

# prévisible

## TEMPÉRATURES MAXIMALES

Voici les moyennes des températures maximales pendant trente ans. C'est autour de Toulon qu'elles sont les plus hautes ( $> 20^{\circ}\text{C}$ ), mais les Landes constituent aussi un point chaud ( $> 18^{\circ}\text{C}$ ). Inversement, la Haute-Marne est un flot de fraîcheur, même en été. Pour certaines grandes villes, les températures les plus élevées sont indiquées avec le mois et l'année du record. A noter la performance de Mont-de-Marsan.



### Moyenne en degrés Celsius

|           |
|-----------|
| ■ < 13    |
| ■ 13 à 14 |
| ■ 14 à 15 |
| ■ 15 à 16 |
| ■ 16 à 17 |
| ■ 17 à 18 |
| ■ 18 à 19 |
| ■ 19 à 20 |
| ■ 19 à 20 |
| ■ > 20    |

## TEMPÉRATURES MINIMALES

La France est sans doute un pays tempéré, mais en comparant cette carte des minima avec celle des maximas ci-dessus, on notera que l'écart absolu va de  $43^{\circ}\text{C}$  en été à  $-36,7^{\circ}\text{C}$  en hiver. Les moyennes des minima sont beaucoup plus serrées : de 4 ou  $5^{\circ}\text{C}$  pour tout l'Est de la France à  $10$  ou  $11^{\circ}\text{C}$  dans le Midi. Mais il a quand même fait près de  $-20^{\circ}\text{C}$  à Toulouse, soit aussi froid qu'à Lille.



### Moyenne en degrés Celsius

|           |
|-----------|
| ■ < 6     |
| ■ 6 à 7   |
| ■ 7 à 8   |
| ■ 8 à 9   |
| ■ 9 à 10  |
| ■ 10 à 11 |
| ■ > 11    |

## FIABILITÉ DES PRÉVISIONS

**Un jour** : 90 %. **Deux jours** : 85 %. **Trois jours** : 80 %.  
**Quatre jours** : 75 %. **Cinq jours** : 70 %.  
Au-delà, la fiabilité chute très vite à 30 % (une chance sur trois d'être dans le vrai).

## INSTRUMENTS DE MESURE

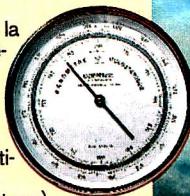
### Anémomètre

Un moulinet dont les ailes sont des demi-sphères et qui tourne d'autant plus vite que le vent est plus vif. Il est toujours couplé à une girouette qui donne la direction de ce vent.



### Baromètre

C'est lui qui donne la pression atmosphérique à un instant donné. Dans les stations météo, cette mesure est enregistrée en continu sur un tambour (baromètre enregistreur).



### Pluviomètre

Un entonnoir de diamètre bien défini placé dehors sous la pluie et dont le tuyau d'écoulement débouche dans une cuve graduée en millimètres. On mesure ainsi la hauteur d'eau tombée en un temps donné.



### Thermomètre

Il est placé sous abri à 1,70 m du sol. En pratique, les stations météo utilisent des thermomètres enregistreurs qui donnent directement la courbe des températures au fil des heures.



### Solarigraphe

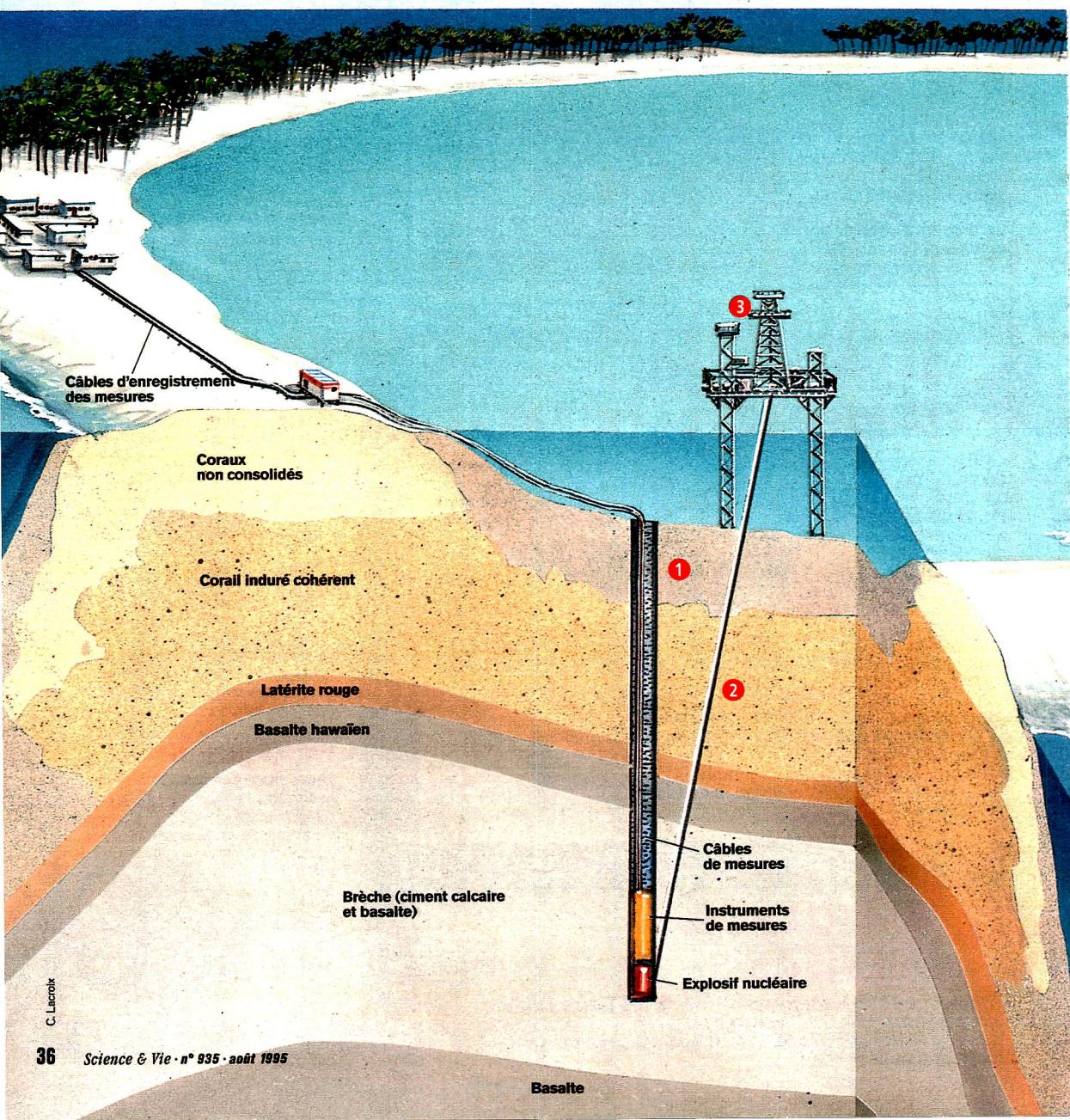
Une sphère de verre concentre la lumière du soleil sur une feuille de papier spécial qui se trouve peu à peu noirâtre tant que le ciel est clair. On a ainsi la durée de l'ensolilement.



Illustrations A. Meyer

# ESSAIS NUCLÉAIRES

## Dernière étape avant la simulation



**La France a décidé de procéder à une dernière série de tirs dans le Pacifique avant de signer le traité d'interdiction définitive des essais nucléaires, en septembre 1996. Une étape indispensable pour mettre en place la simulation dès 2002, grâce au futur laser "mégajoule".**

PAR GERMAIN CHAMBOST

## Mururoa tremblera encore huit fois

Sur les atolls de Mururoa et Fangataufa, les tirs ont lieu au fond d'un puits creusé dans le socle basaltique ①. La profondeur du puits varie en fonction de la puissance de l'engin à expérimenter (de 500 m à 1 200 m). Le puits est rebouché avant le tir. Après celui-ci, un puits est foré en oblique ② jusqu'à la cavité formée par l'explosion, afin de recueillir des résidus solides et gazeux pour analyse ③.

Le premier des huit essais nucléaires souterrains dont le président de la République a annoncé la reprise aura lieu au mois de septembre, sur le champ de tir du Pacifique. Les autres se succéderont jusqu'au mois de mai de l'année prochaine. Il est, en effet, impératif que la campagne d'essais soit terminée à cette date, puisque, on le sait, la signature du traité d'interdiction des essais nucléaires doit intervenir dans le courant du second semestre de 1996. Or, lors de son annonce de la reprise des tirs, officiellement justifiée par la nécessité de recueillir des données supplémentaires avant de pouvoir passer à la simulation complète, le chef de l'Etat a confirmé que la France signerait ce traité. Et l'on verrait mal celle-ci participer à la mise au point finale du traité alors qu'elle continuerait d'effectuer dans le même temps des tirs nucléaires. Le calendrier international limite donc la durée possible de la campagne d'essais actuelle.

On a peu fait cas, du moins en France, de ce deuxième volet de l'intervention présidentielle, qui confirme que notre pays s'engage à parapher le traité d'interdiction. C'est pourtant cette annonce-là qui explique la relative modération des réactions internationales officielles à l'annonce de la reprise des essais par la France. Cela est particulièrement vrai aux Etats-Unis, souligne Jean-François Delpech, président de l'association franco-américaine US-CREST (Centre de recherches et d'études sur les stratégies et les technologies). Les Américains, y compris les grands journaux, ont privilégié le second aspect de l'intervention de Jacques Chirac, admettant le premier comme une sorte de mal nécessaire. « Il en va de même avec la Chine, qui a repris ses essais, indique Jean-François Delpech. On exprime ses "profonds regrets", mais on laisse aller les choses, dans la perspective de 1996... » (1).

L'échéance de 1996 explique – du moins en partie –, d'autre part, pourquoi le nombre d'essais français a été limité à huit. Le rapport sur la simulation des essais nucléaires, rédigé par la commission de la Défense nationale de l'Assemblée nationale (*Rapport Galy-Dejean*, du nom de son rédacteur) et rendu public en décembre 1993, estimait en effet que, pour mettre au point les moyens de simulation, une dizaine de tirs préalables seraient nécessaires. Et qu'il en faudrait sans doute une dizaine d'autres pour confirmer la validité des moyens et techniques de simulation. Aujourd'hui, on en est à huit. Même si les responsables de la Direction des applications militaires (DAM) du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), responsable en France de la réalisation de la bombe, en avaient réclamé davantage,

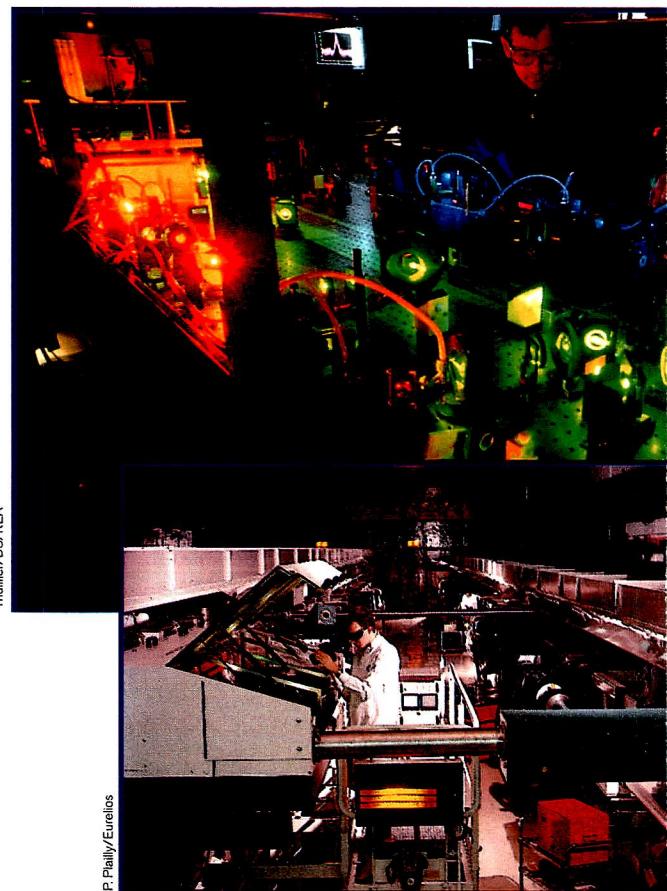
## SIMULATION NUCLÉAIRE

► les possibilités opérationnelles constituent une limite difficilement franchissable.

Dans le Pacifique, la France dispose, on le sait, de deux sites d'essais souterrains, les atolls de Mururoa et de Fangataufa, situés à 40 km l'un de l'autre. Chaque essai nécessite le forage d'un puits de grand diamètre, jusqu'à une profondeur comprise entre 500 et 1 200 mètres, au fond duquel sera disposé l'engin à expérimenter. Ce puits servira au passage des lignes d'enregistrement vers la surface. Le tir une fois effectué, un deuxième forage – cette fois de faible diamètre – a lieu en oblique pour atteindre la cavité provoquée par l'explosion. Il s'agit d'aller récupérer, le plus vite possible, des résidus radioactifs solides ou gazeux pour les analyser, soit dans les laboratoires installés sur place soit en France. Tout cela prend du temps. Une quinzaine de jours pour le creusement du seul forage de récupération, estime Pierre Favre, l'un des députés qui ont participé à la mission Galy-Dejean. Ce forage doit, en effet, être effectué en prenant toutes les précautions pour que les produits radioactifs contenus dans la chambre d'explosion ne puissent s'échapper et provoquer une pollution souterraine ou sous-marine. Dans ces conditions, en forçant l'allure, on peut réaliser une douzaine de tirs durant le temps d'une campagne complète en utilisant les deux sites d'essais. Mais il est probable que le nombre de huit a été choisi en fonction de critères plus ou moins politiques. Les techniciens devront donc en tirer le maximum de profit, dans la perspective de la mise au point des futurs moyens de simulation.

Le recueil des données doit servir à compléter la "bibliothèque" sur les expériences nucléaires dont les atomistes français disposent aujourd'hui. C'est, en tout cas, la justification qui en est présentée. Difficile de trancher, de confirmer ou de nier ce besoin. Le rapport Galy-Dejean le remarquait déjà : en ce domaine, tout le savoir est concentré entre les mains de la DEA, « ce qui pèse fortement sur la prise de décision politique ». Si bien que, lorsqu'un homme politique se prononce à ce sujet, par exemple, sur le nombre d'essais nécessaires, il exprime simplement « la confiance intuitive qu'il fait à l'expert qui lui a soufflé ces chiffres... ».

Les experts expliquent donc que la France a réalisé à ce jour cent quatre-vingt douze essais nucléaires, dont dix-sept au Sahara et cent soixantequinze en Polynésie. Dont, sur ces derniers, quarante et un essais aériens. Or, ceux-ci, à la différence des essais souterrains, ne permettaient guère de recueillir des données scientifiques. Ils servaient surtout à mesurer les effets thermiques, mécaniques et radioactifs d'un engin sur des équipements, des mannequins appareillés, des maté-

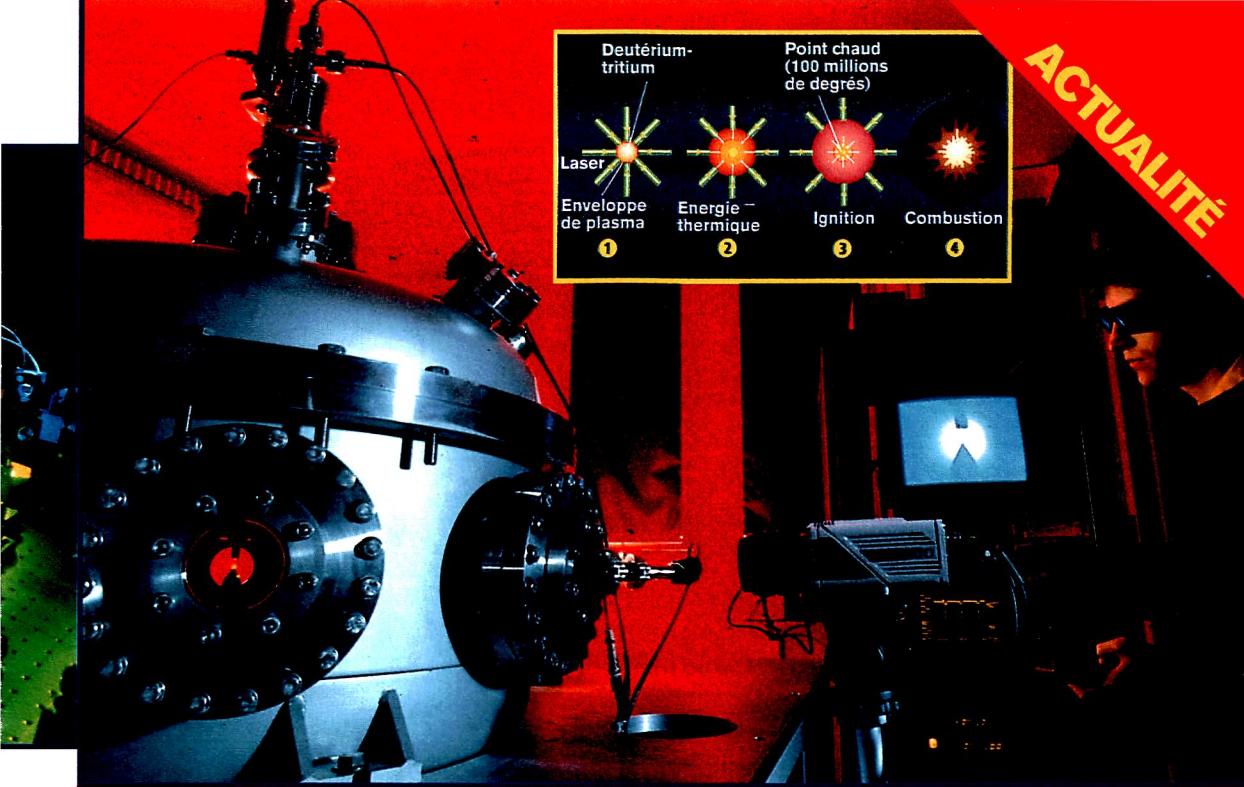


Thuillier/DS/REA

P. Phalip/Eurelios

riels. Il en va autrement avec les essais souterrains, le sous-sol permettant un confinement des phénomènes dans une sorte d'immense laboratoire. A condition, toutefois, que l'on puisse recueillir les données relatives à des phénomènes qui se déroulent au milliardième de seconde, à des pressions de plusieurs millions d'atmosphères et à des températures d'une centaine de millions de degrés. Ce recueil des données s'est amélioré au fil du temps, avec l'utilisation de capteurs plus perfectionnés (de plus en plus "durcis" pour résister aux effets de l'explosion) et le recours aux fibres optiques pour la transmission vers la surface des paramètres de l'explosion, avant que celle-ci détruisse les capteurs. Sur l'ensemble des essais effectués, estime Pierre Favre, une trentaine ont vraiment été utiles pour le recueil des données destinées à mettre au point la simulation. Chiffre cité également par Marc Laugeois, directeur-adjoint de la DAM. Car, dans la perspective de l'interdiction totale des essais nucléaires, les techniciens se sont préoccupés très tôt de cette question. On connaît ainsi beaucoup

(1) US-CREST vient de publier *Counter Proliferation and International Security*, avec une note de synthèse en français. En vente au prix de 70 F à l'Ecole polytechnique.



Thuillier/DS/REA

## 100 millions de degrés

Le futur laser mégajoule permettra de réaliser des explosions nucléaires en miniature, et il sera élaboré à partir de lasers mis au point par le CEA (photos ci-dessus). Le rayonnement laser provoque autour de la cible de deutérium-tritium la formation d'une enveloppe de plasma ① qui est éjectée vers l'extérieur ②. Par réaction inertielle, la cible implose ③ puis atteint le stade de la fusion (100 millions de degrés), qui s'entretient jusqu'à épuisement du combustible ④.

mieux aujourd'hui les possibilités d'extrapoler les données vers des puissances plus fortes et la dégradation des résultats en fonction des taux d'impureté des matériaux utilisés (uranium enrichi, plutonium et autres métaux, etc.). C'est en fonction de ces connaissances-là que dépendra la validité des moyens et techniques de simulation.

Celle-ci sera basée sur l'utilisation d'un laser mégajoule, d'un système de radiographie perfectionné, appuyés sur des moyens informatiques puissants (voir *Science & Vie* n° 919, p. 96). Le laser permettra de recréer les conditions d'une explosion thermonucléaire avec un "explosif" composé de quelques millionièmes de gramme de deutérium et de tritium, isotopes de l'hydrogène. L'élévation de pression et de température (100 millions de degrés) due aux effets du laser sera

## Les essais valideront la simulation

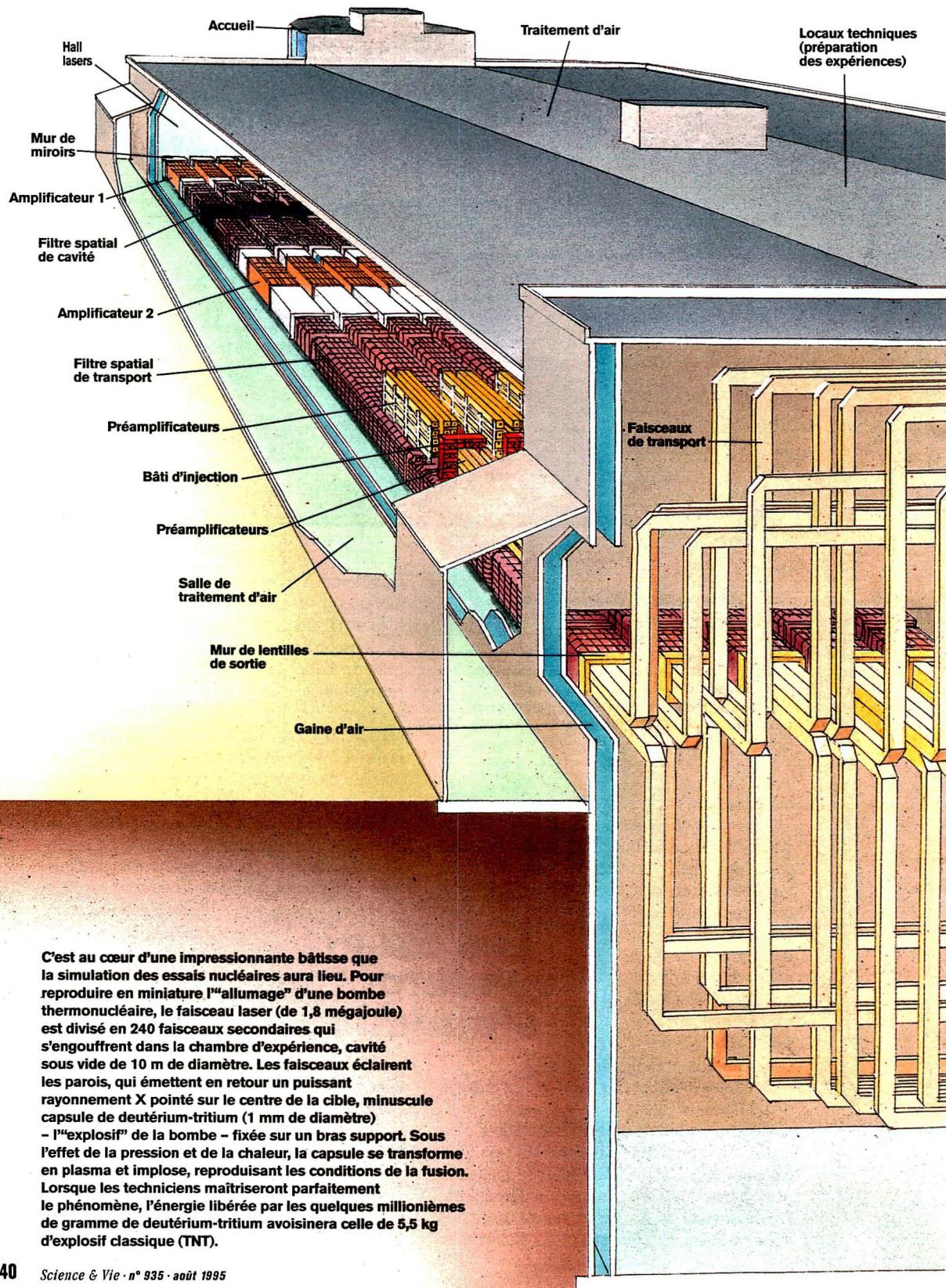
équivalente à celle de ce que l'on appelle l'"allumette" sur un engin complet, c'est-à-dire une bombe à fission, une bombe A. L'énergie libérée par la fusion du deutérium et du tritium avoisinera celle de 5,5 kg de TNT. Cela, quand les expériences projetées avec ce laser seront entièrement conformes aux prévisions, c'est-à-dire après un certain temps consacré à acquérir une parfaite maîtrise des phénomènes mis en jeu. Il sera alors possible d'étudier les dosages entre les deux isotopes, en fonction des effets recherchés.

Mais, on le sait aussi, le rendement d'une bombe thermonucléaire dépend beaucoup du rendement de l'allumette, sphère de plutonium ou d'uranium très fortement enrichi, qui entoure l'explosif

thermonucléaire, et qui est elle-même enrobée d'explosif classique, dont la mise à feu va provoquer l'écrasement afin d'obtenir la masse critique, c'est-à-dire la réunion des

conditions indispensables d'amorçage des réactions de fission. C'est à cette simulation que servira le système de radiographie. Des matériaux qui possèdent des caractéristiques physiques et mécaniques voisines de celles du plutonium, mais qui ne sont pas fissiles, seront soumis à cet écrasement, et l'on radiographiera leur comportement. Le rendement d'une "allumette" est fortement lié,

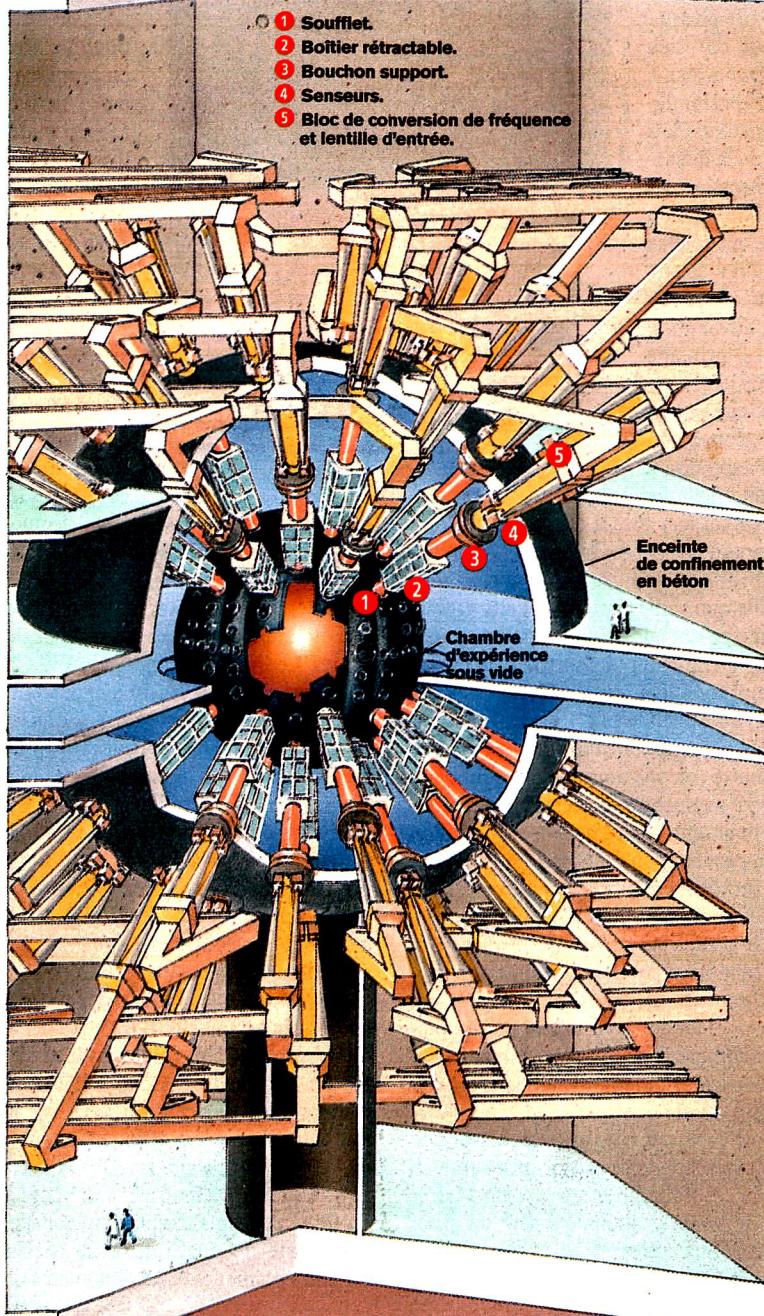
## SIMULATION NUCLÉAIRE



C'est au cœur d'une impressionnante bâisse que la simulation des essais nucléaires aura lieu. Pour reproduire en miniature l'"allumage" d'une bombe thermonucléaire, le faisceau laser (de 1,8 mégajoule) est divisé en 240 faisceaux secondaires qui s'engouffrent dans la chambre d'expérience, cavité sous vide de 10 m de diamètre. Les faisceaux éclairent les parois, qui émettent en retour un puissant rayonnement X pointé sur le centre de la cible, minuscule capsule de deutérium-tritium (1 mm de diamètre) - l'"explosif" de la bombe - fixée sur un bras support. Sous l'effet de la pression et de la chaleur, la capsule se transforme en plasma et implose, reproduisant les conditions de la fusion. Lorsque les techniciens maîtriseront parfaitement le phénomène, l'énergie libérée par les quelques millionnières de gramme de deutérium-tritium avoisinera celle de 5,5 kg d'explosif classique (TNT).

# LE FUTUR SIMULATEUR : UN BÂTIMENT DE NEUF ÉTAGES

Hall lasers



## SIMULATION

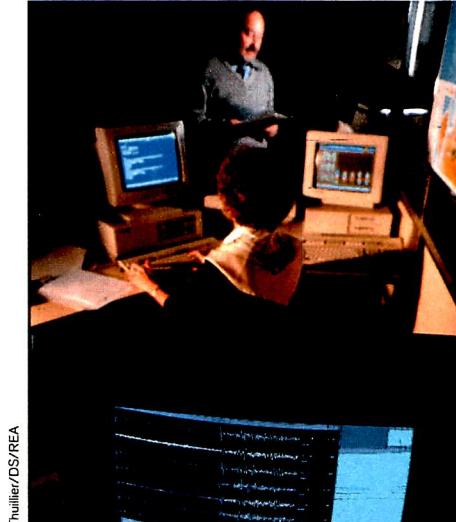
suite de la page 39

► en effet, à la simultanéité de la détonation de tout l'explosif classique, qui va écraser le plutonium sans discontinuité sur toute la périphérie de la sphère.

Il sera donc possible de reproduire en laboratoire, par séquences, les phénomènes les plus importants qui ont lieu dans un engin nucléaire. Les moyens de simulation entreront alors dans la panoplie de la dissuasion, leur possession par telle ou telle nation étant le gage que celle-ci dispose des moyens de répliquer à toute attaque d'un adversaire. C'est sur ce principe qu'est fondée la dissuasion, l'adversaire potentiel étant convaincu qu'en cas d'agression il s'expose à une réplique

sans commune mesure avec le gain espéré (sur les effets terrifiants d'une bombe atomique, voir notre article sur Hiroshima, page 86). Un principe qui a perduré vaille que vaille durant la guerre froide. Mais un principe qui perd beaucoup de sa crédibilité à partir du moment où telle ou telle nation peut s'estimer fondée à recourir aux armes nucléaires, quel qu'en soit le prix à payer. La multiplication des pays susceptibles de disposer de l'arme nucléaire (on en compte maintenant une bonne dizaine) augmente donc les risques d'instabilité. C'est pour tenter de réduire ce risque qu'un traité de non-prolifération a été instauré en 1970 et vient d'être prorogé récemment. Traité imposé par les puissances nucléaires, puisqu'il limite à la Chine, aux Etats-Unis, à la Russie, au Royaume-Uni et à la France le statut juridique de puissance nucléaire. Le traité d'interdiction des essais nucléaires a pour objet de "verrouiller" un peu plus la situation. Paradoxalement, l'ensemble des accords internationaux qui interdisent la prolifération nucléaire est, en quelque sorte, gagé sur la puissance nucléaire des cinq grandes nations ci-dessus. La crédibilité de ces accords dépend, en somme, de la crédibilité des moyens nucléaires dont disposent lesdites nations, qui peuvent dicter leurs conditions aux autres...

Paradoxe encore plus évident quand on sait



Thuiller/DS/REA

## Des micro-explosions indétectables

**Le contrôle par sismographe des explosions nucléaires en dessous de 1 kt est quasi impossible. Les Etats-Unis ont pratiqué des essais secrets de ce type. Mais les autres pays ?**

que le traité d'interdiction des essais nucléaires pourra être tourné par les pays qui posséderont les technologies adéquates, donc une solide expérience et une accumulation de données suffisante. Un traité n'est, en effet, valable qu'à condition de pouvoir être contrôlé en permanence. C'est-à-dire qu'il faudra être à même de détecter toutes les explosions nucléaires éventuelles, afin de dénoncer les pays qui en réaliseraient. La méthode la plus commune consiste à enregistrer les signaux sismiques produits lors des explosions. Plusieurs réseaux de sismographes ne fonctionnent que dans ce but. Or, on sait

qu'en dessous d'un certain seuil de puissance, une explosion nucléaire est indétectable. Ou, plutôt, elle peut être confondue avec le bruit de fond des tremblements de terre, ou même, en dessous de 1 kilotonne de puissance, avec des explosions classiques. Le Président américain Bill Clinton a révélé que les Etats-Unis avaient procédé à quelque deux cents tirs de cette sorte, jamais avoués auparavant. On peut supposer que les Soviétiques, ou les Russes plus récemment, en ont fait autant. En théorie, rien n'empêchera donc la France de procéder, depuis son territoire national, dans le futur, à des expériences de ce genre. Lesquelles pourraient, par exemple, servir à valider ses moyens de simulation... De même, certains pays à capacité nucléaire (Allemagne ou Japon, par exemple) pourraient être tentés de s'y mettre.

La valeur réelle du traité dépendra donc beaucoup du seuil inférieur de puissance détectable qu'il édictera. C'est d'ailleurs sur ce sujet que porte l'essentiel des discussions actuelles. Pour empêcher les nations nucléaires de transgresser le traité d'interdiction, car elles possèdent les moyens de le faire, et satisfaire les nations non nucléaires, il faudrait fixer ce seuil très bas. Mais l'application du traité devient alors plus ou moins invérifiable. Une sorte de quadrature du cercle pour les hommes politiques et les diplomates... ■

ACTUALITÉ

# COMMENT IREZ-VOUS DEMAIN ?

ÉDITION SPÉCIALE

# SCIENCE & VIE

LES  
DERNIÈRES  
DÉCOUVERTES  
MÉDICALES

MÉDECINE  
PUBLIQUE OU  
MÉDECINE  
PRIVÉE ?

- Les maladies d'aujourd'hui
- Qui sont nos médecins ?

VONT-ILS  
SUPPRIMER  
LA SÉCU ?

Bilan  
1995

VOUS  
ET VOTRE  
SANTE



230 FB - 10,50 FS - Scan 5,50 - Portugal cont 700 Esc - 50 Dh - 5.000 Dt - 225 Flux - Réunion/Antilles/Guyane 35 F

EN VENTE PARTOUT, 32 F SEULEMENT

# PREMIÈRE Naître dans

**Avant d'espérer coloniser des planètes telles que Mars,**

**l'homme doit s'assurer que**

**la reproduction de l'espèce est possible en apesanteur.**

**Des expérimentations animales sont actuellement en cours, qui préparent le terrain à des colonisations d'un genre nouveau.**

PAR PIERRE ROSSION

**D**ans les mois qui viennent, deux cosmonautes français, Claudie André-Deshays et Léopold Eyharts, rejoindront la base de lancement de Baïkonour (république du Kazakhstan), pour prendre place dans un vaisseau spatial Soyouz qui les propulsera dans la station orbitale *Mir*. But de la mission : vérifier que la reproduction est possible dans l'espace... Mais, afin de couper court à toute rumeur, précisons que les deux cosmonautes s'envoleront séparément, à au moins un an d'intervalle : André-Deshays en juin 1996, Eyharts, en 1997. La première s'embarquera avec des hamsters, le second, avec des rats de laboratoire.

On l'a compris, il va s'agir de s'assurer que la reproduction animale est possible dans l'espace et que l'apesanteur et les rayons cosmiques n'affectent pas le développement embryonnaire. La tâche des cosmonautes, actuellement en stage à la cité des étoiles de Moscou, consistera à faire sur les animaux les différentes interventions que

les biologistes leur auront assignées.

Si ces deux missions sont concluantes, on pourra envisager, par la suite, d'envoyer des singes. Et si, la encore, c'est un succès, on pourra embarquer des couples humains volontaires. Car il faudra bien en passer par là si l'on veut un jour coloniser l'espace, notamment la planète Mars. Pourquoi Mars ? Parce que c'est, dans notre voisinage, la seule planète envisageable. Jupiter est bien trop loin, et Vénus présente des conditions beaucoup trop dures : température de 400 °C, pression voisine de celle des grands fonds marins. ►



# L'espace



## Avec la station *Mir* pour berceau

Quand il aura été prouvé que l'apesanteur et les rayons cosmiques permettent le développement embryonnaire des petits mammifères, les premiers essais de reproduction humaine pourront avoir lieu dans la station orbitale *Mir*. Si ceux-ci sont concluants, la colonisation de Mars sera envisageable.

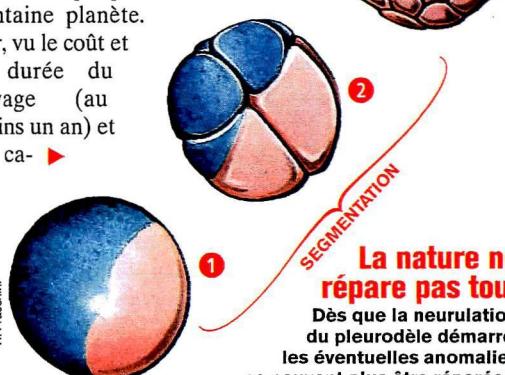
► Certes, Mars a une atmosphère très ténue. Mais, justement, la première phase de la conquête s'attachera à l'«adapter» aux Terriens. Plusieurs solutions sont envisagées. Soit on amène sur place les  $2,43 \times 10^{15}$  tonnes de gaz nécessaires pour créer une atmosphère identique à celle de la Terre ; soit on sublime, c'est-à-dire que l'on fait passer de l'état solide à l'état gazeux la neige carbonique concentrée au niveau des calottes polaires de Mars ; soit encore, on traite, avec des réacteurs nucléaires importés de la Terre, les roches riches en soufre et en carbone présentes dans le sous-sol de Mars. On obtiendrait alors plusieurs sortes de gaz, dont le tétrafluorure de carbone et l'hexafluorure de soufre, qui pourraient remplir le même rôle que le gaz carbonique. Les rayons ultraviolets du soleil, quant à eux, seraient absorbés par une couche d'ozone que l'on fabriquerait à l'aide d'ionisateurs à fort

## Des mutants faits pour vivre sur Mars

rendement. L'oxygène nécessaire à la vie serait, dans un premier temps, extrait d'algues bleues importées et, ensuite, produit à partir d'arbres et de toutes sortes de végétaux importés sous forme de boutures ou de graines.

Les spécialistes de la NASA ont tout prévu sur le papier, établissant même un calendrier des différentes phases de la conquête avec le coût de chacune et l'éventail des techniques à mettre en œuvre. Mais, pour que celle-ci soit réalisable, il faut que la reproduction de l'homme et celle de l'animal soient possibles dans l'espace. La reproduction humaine permettra de peupler la lontaine planète. Car, vu le coût et la durée du voyage (au moins un an) et la ca-

W. Frischlin



**La nature ne répare pas tout**  
Dès que la neurulation du pleurodèle démarre, les éventuelles anomalies ne peuvent plus être réparées.

## L'EMBRYOGENÈSE : UNE

► C'est pendant les premiers stades de la vie, quand le système nerveux et les différents organes se mettent en place, que l'être vivant en devenir est le plus sensible aux agressions extérieures. Aussi, avant de prendre le risque d'envoyer des couples humains dans l'espace pour voir comment ils se reproduiront en apesanteur, il faut s'assurer au préalable, sur des animaux, que les choses se déroulent bien.

Les premières missions dans l'espace ont consisté à envoyer des œufs d'oursin (échinoderme) et de xénope (amphibi-anoure, sans queue), dont l'embryologie est bien connue. Cela

est dû au fait que les œufs de ces animaux peuvent être obtenus en abondance et que leur dimension (entre 0,1 et 2 millimètres de diamètre pour les espèces communément utilisées) permet une étude aisée sous la loupe binoculaire.

L'embryologie du pleurodèle (amphibi-anoure, avec queue) qui va faire l'objet de la prochaine mission spatiale Fertile, elle aussi, n'a plus de mystère. Cependant, l'œuf de cet amphibien présente deux avantages. D'abord, il est plus volumineux (1,5 mm de diamètre)

que celui du xénope (1 mm) et de l'oursin (0,1 mm), donc plus facile à étudier. Ensuite, il se développe plus lentement que les deux précédents. En effet, il lui faut douze jours pour atteindre l'éclosion, alors qu'il n'en faut que de trois à quatre pour les œufs de xénope et d'oursin.

Ce dernier point a son importance car, sur les bancs de la faculté, on apprend que les œufs d'échinodermes et

d'amphibiens peuvent



réparer, au fur et à mesure qu'elles se produisent, les anomalies susceptibles d'apparaître au cours de l'embryogenèse. De ce fait, si l'absence de gravité entraîne de telles anomalies, on pourra plus facilement les mettre en évidence chez le pleurodèle.

D'où le choix de cet amphibien pour la mission Fertile. Tout commencera par la fécondation dans l'espace des œufs embarqués. L'œuf fécondé acquerra alors une symétrie bilatérale, matérialisée par la formation du croissant gris, qui annonce la face dorsale du futur embryon. Dès lors, les territoires de l'œuf seront engagés dans une voie définitive et n'en sortiront pas

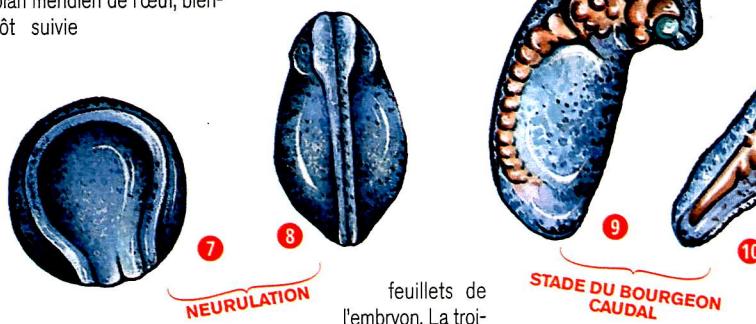
# MÉCANIQUE DE HAUTE PRÉCISION

si le développement se poursuit normalement.

Apparaîtront alors les phases du développement proprement dit. La première est la segmentation (1 2 3), qui commence par l'apparition d'un sillon dans un plan méridien de l'œuf, bientôt suivie

de clivage délimiteront des cellules toujours plus nombreuses qui, à la fin de la segmentation, seront au nombre de plusieurs milliers. La seconde phase est la gastrulation (4 5 6), avec mise en place des différents

bourgeon caudal (9 10) : l'embryon s'allonge, tandis que la tête se modèle, que le cœur commence à battre et que les branchies s'individualisent. Puis,



par un second sillon, également méridien mais perpendiculaire au premier, puis par un troisième, horizontal, perpendiculaire aux deux premiers ; enfin, de nombreux autres plans

feuilles de l'embryon. La troisième est la neurulation (7 8), qui se traduit par le développement du système nerveux et la mise en place des ébauches d'organes. La quatrième est le stade dit du

peu avant deux semaines, a lieu l'élosion. L'embryon est devenu une jeune larve qui se métamorphosera environ trois mois plus tard.

## Des batraciens en orbite

Placés dans un conteneur "quatre étoiles", les pleurodèles femelles seront dirigés vers la station orbitale Mir, par l'intermédiaire d'un vaisseau Soyouz.



► pacité limitée de chaque vol (quinze passagers maximum), il n'est pas question que, une fois partis, les émigrants reviennent sur Terre. Ils devront s'installer là-bas à demeure. Le départ de la première capsule habitée est prévu entre 2015 et 2030.

Mais avant cette époque de conquête humaine à venir, les expériences pour la préparer n'ont pas manqué. Ainsi, le 2 mai 1988, la fusée-sonde *Texus 17* décollait de la base d'Estrange, au nord de la Suède, pour un vol de vingt minutes. A son bord, deux bocaux, l'un contenant des ovocytes (œufs non fécondés) de xénope, un batracien anoure, c'est-à-dire sans queue, et l'autre, des spermato-

## Une sexualité adaptée à l'espace

zoïdes du même animal. Au cours des sept minutes de vol en apesanteur, un piston actionné automatiquement propulsait le sperme dans le flacon contenant les ovocytes. C'était la première fois dans l'histoire de l'humanité que des êtres vivants étaient conçus dans l'espace. Une grande première, à mettre à l'actif du Dr Greetje Ubbels (de l'institut néerlandais de biologie du développement, à Utrecht, aux Pays-Bas). Les bébés-éprouvettes xénopes ont ensuite poursuivi normalement leur développement à leur retour sur la Terre.

Le 29 mars 1990, puis le 9 avril 1992, c'est une fusée sonde européenne *Maser* qui décollait de la même station suédoise, pour un vol de vingt minutes, mais avec cette fois à son bord des ovocytes et du sperme d'oursin. Ces deux missions, préparées par l'Agence spatiale européenne (ESA) et financées par le Centre national d'études spatiales (CNES), avaient pour objectif de confirmer l'expérience du Dr Ubbels et de vérifier si les quelques minutes passées en apesanteur n'affaiblissaient pas, par la suite, le développement de l'oursin. Pour ce faire, le Dr Jürg Marthy, chargé de recherche au CNRS (laboratoire océanologique de Banyuls-sur-Mer) et responsable scientifique de la mission, a étudié les œufs à leur retour sur Terre. Aucune anomalie ne fut remarquée.

En revanche, lorsque l'embryogenèse a lieu en l'absence de gravité, les choses se déroulent différemment. C'est ce qu'a démontré une expérience conduite du 8 au 23 juillet 1994, toujours par le Dr Jürg Marthy, à bord de la navette spatiale américaine *Columbia*. Elle a consisté à envoyer dans l'espace non plus des œufs mais des embryons d'oursins. Le chercheur a alors constaté ►

## BADINAGE EN APES

► Si le train, le bateau ou l'avion n'ont jamais empêché les transports amoureux, il n'est pas sûr qu'il en aille de même avec les capsules spatiales. Car, en orbite, il manque un paramètre essentiel : la pesanteur. Il est possible que son absence ne gêne pas trop les insectes ou les grenouilles, mais il en ira tout autrement avec les mammifères. Car le but des expériences actuelles, c'est de préparer les vols interplanétaires de très longue durée avec renouvellement des générations.

Sur Terre, tous les animaux sont soumis à la pesanteur, qui leur donne un poids, lequel conditionne ensuite toute leur vie physique : aussi bien la circulation et la pression sanguine que la structure du squelette, la nature des articulations ou la stabilité musculaire. C'est grâce à cette organisation dictée par la pesanteur que le cheval peut aller à la rencontre de la jument et s'accoupler avec elle – privé de poids, comment tiendrait-il dessus ?

Dans l'espace, il n'y a plus de pesanteur : mâle et femelle se retrouvent soumis aux seules lois de la mécanique céleste, sans qu'il y ait prépondérance écrasante de l'une d'entre elles. Au sol, l'attraction universelle est rendue démesurée du fait que la masse de la Terre vaut environ 80 000 milliards de milliards de fois celle d'un homme. De ce fait, elle nous masque les autres forces : nous ne ressentons ni la force centrifuge due à ce que la Terre tourne, ni l'attraction qu'exerce sur nous un im-

meuble, ni même la force du vent, à moins qu'il ne s'agisse d'un ouragan.

Or, que ce soit en orbite autour de la Terre ou lors d'un voyage intersidéral, l'attraction terrestre ne se fait plus sentir : l'astronaute n'a plus de poids, mais il conserve sa masse qui reste soumise aux lois habituelles de la mécanique, et il garde également une structure physiologique qui était faite pour résister en continu à la pesanteur. C'est donc une situation complètement anormale qui ne va pas faciliter les rapports amoureux.

Pour commencer, le principe d'action et de réaction va se manifester sans cesse lors du moindre mouvement – à toute force agissante est opposée une force égale et de sens contraire. Au sol, il est facile de pousser une table, parce que la réaction opposée à cette action est équilibrée par l'adhérence des semelles sur le plancher, adhérence due au poids du corps. Mais, si l'on supprime cette adhérence en hulant le sol ou en mettant des patins à roulettes, il devient impossible de déplacer la table : à peine pousse-t-on dessus qu'on part en arrière.

Les choses sont pires encore dans l'espace, car on se trouve privé de tout point d'appui – sur Terre, on peut tenir sur des patins à roulette ; dans une capsule spatiale, à peine pose-t-on le patin sur le plancher qu'on part en l'air. Cela ne va pas faciliter l'accouplement entre mammifères : le chien qui voudrait couvrir la chienne se mettrait à peine en position que le

# ANTEUR

moindre mouvement de sa compagne le renverrait à l'autre bout de la cabine. On suppose, bien sûr, qu'il a réussi à l'approcher alors que tous deux flottent dans la capsule...

Les primates, dont l'homme, seraient avantagés par rapport

Photos NASA



aux quadrupèdes, car ils ont des mains qui leur permettent de s'accrocher à leur partenaire. Reste toutefois que les nécessaires oscillations périodiques lors de l'accouplement vont engendrer des accélérations secondaires propres à donner le tournis, et, par voie de conséquence, à faire retomber la plus belle érection.

En effet, tout mouvement suppose, par rapport au repère constitué par les étoiles fixes, des modifications de vitesse et d'accélération dont la composition obéit aux lois de la mécanique générale. Or, si les vitesses ne font que s'additionner ou se retrancher, les accélérations auxquelles sont justement

sensibles nos organes internes d'équilibre suivent une loi de composition vectorielle plus complexe. Sans entrer dans le détail des équations, disons qu'on voit apparaître une accélération complémentaire qui agit à angle droit de la sollicitation.

Cette force complémentaire, parfaitement négligeable sur Terre face à la pesanteur, a donc un effet paradoxal complètement inattendu pour notre système de perception – on peut d'ailleurs l'observer sur une toupie bien lancée : quand on la pousse en avant, elle part de côté. Au cours des ébats amoureux, exécuter un demi-tour va donc faire apparaître une accélération

complémentaire capable de perturber sérieusement l'état de grâce : le vertige sensuel risque de se transformer en vertige tout court.

Reste enfin le problème de la circulation du sang : le cœur, les artères et les veines sont conçus pour réguler la pression sanguine en fonction du vecteur pesanteur – en fonction d'un poids orienté vers le bas ; de fait, on ne survit pas plus de quelques heures la tête en bas et les pieds en haut. En apesanteur, la pression monte vers la tête et baisse vers les jambes, ce qui oblige les astronautes à effectuer des exercices réguliers

## Les plaisirs de l'espace

A voir la gaieté des astronautes en apesanteur, nul doute que les problèmes liés à l'accélération de Coriolis ne puissent être surmontés pour assurer la descendance.

et à porter des combinaisons pressurisées pour rétablir tant bien que mal un certain équilibre ; combinaisons qu'il faudra bien quitter avant de se lancer dans les jeux amoureux.

A ce moment, le manque de pression sanguine vers le bas du corps peut avoir des effets fâcheux sur l'irrigation des organes génitaux : un déséquilibre des pressions de part et d'autre du sillon balano-prépuclien aurait un effet désastreux sur le renouvellement des générations dans un vaisseau intersidéral. R.D.L.T.

## NAISSANCE DANS L'ESPACE

► que, pendant les quatorze jours de vol, la minéralisation du squelette se faisait correctement. En revanche, son architecture suivait un plan différent de celui attribué par la nature. D'où l'inquiétude des chercheurs si un tel accident devait se produire dans l'embryon humain. Il suffirait que le bassin de l'homme ait une inclinaison quelque peu différente pour que les organes génitaux ne puissent plus remplir, physiquement, leur fonction. Alors, adieu Mars.

Pour le Dr Marthy, l'absence de gravité ne serait, semble-t-il, pas la seule cause de cette anomalie du squelette. Deux autres expériences identiques, l'une de quatorze jours également, effectuée en février dernier sur le satellite russe *Photon 10*, mais dont on ne connaît pas encore les résultats, l'autre prévue en 1997 sur une navette américaine, devraient apporter davantage de précisions.

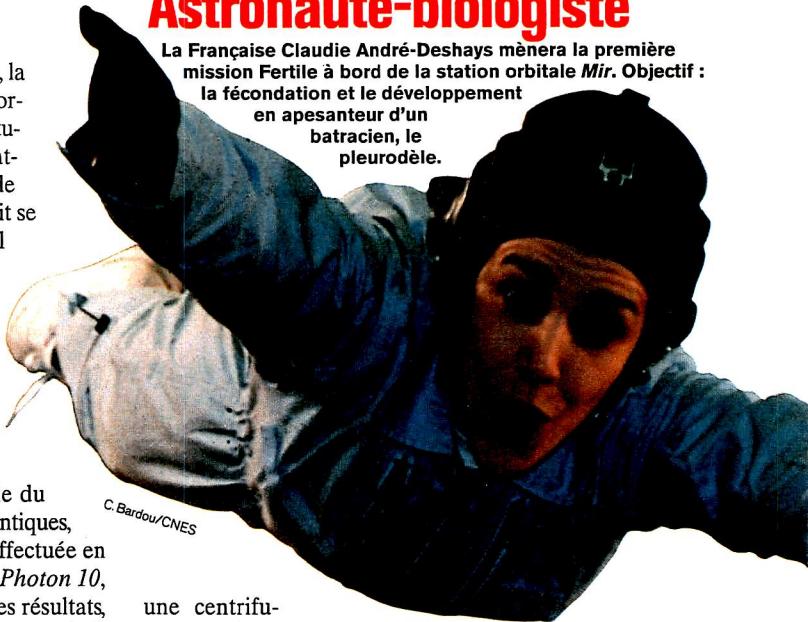
Enfin, il reste une inconnue : on peut se demander si les rayons cosmiques modifient le patrimoine génétique, soit par cassure des chromosomes, soit par mutation des gènes. Apparemment, si l'on s'en tient à l'exemple des cosmonautes russes qui ont effectué de longs séjours dans l'espace et qui ont eu, par la suite, des enfants parfaitement normaux, il semblerait que ces rayons n'aient aucun effet. Les expériences envisagées ces prochaines années, et auxquelles prendront part les deux cosmonautes français, permettront d'élucider leur rôle éventuel.

La première, baptisée *Fertile*, d'une durée de seize jours, réalisée à bord de la station orbitale *Mir*, est programmée pour juin 1996. C'est celle à laquelle prendra part Claudie André-Deshays. Trois laboratoires français y sont impliqués (1), dont celui de l'initiateur du projet : le Pr Charles Houillon. Son objectif est d'obtenir la fécondation naturelle et le développement en l'absence de pesanteur du pleurodèle (*Pleurodeles waltli*), un batracien urodele (avec une queue), voisin du triton et de la salamandre. Trois femelles préalablement inséminées seront embarquées dans la station *Mir*. La ponte des ovocytes sera obtenue en vol orbital par une injection d'hormone. Les œufs pondus seront ensuite répartis en plusieurs lots. Une partie des lots permettra de suivre le développement des œufs en apesanteur.

L'autre partie (lots témoins) sera placée dans

## Astronaute-biologiste

La Française Claudie André-Deshays mènera la première mission *Fertile* à bord de la station orbitale *Mir*. Objectif : la fécondation et le développement en apesanteur d'un batracien, le pleurodèle.



C. Bardou/CNES

une centrifugeuse embarquée à bord, qui les soumettra à une accélération égale à 1 g, recréant ainsi une pesanteur identique à celle de la Terre.

De cette manière, on pourra mettre en évidence les rôles respectifs de l'apesanteur et des rayons cosmiques. Les œufs des différents lots seront ensuite fixés à différents stades de leur développement. En fin de mission, il est également prévu de récupérer des larves vivantes et les trois femelles de départ, car les chercheurs aimeraient savoir si leurs descendances seront normales, en particulier celles des animaux conçus dans l'espace et ayant débuté leur développement en apesanteur.

Le choix du pleurodèle s'explique parce que son développement embryonnaire est beaucoup plus lent que celui du xénope, ce qui permet de le suivre pas à pas. Le pleurodèle présente aussi

l'avantage d'avoir une fécondation semi-interne, alors que chez le xénope elle se fait exclusivement dans l'eau.

L'avantage de la fécondation semi-interne, c'est qu'elle permet de

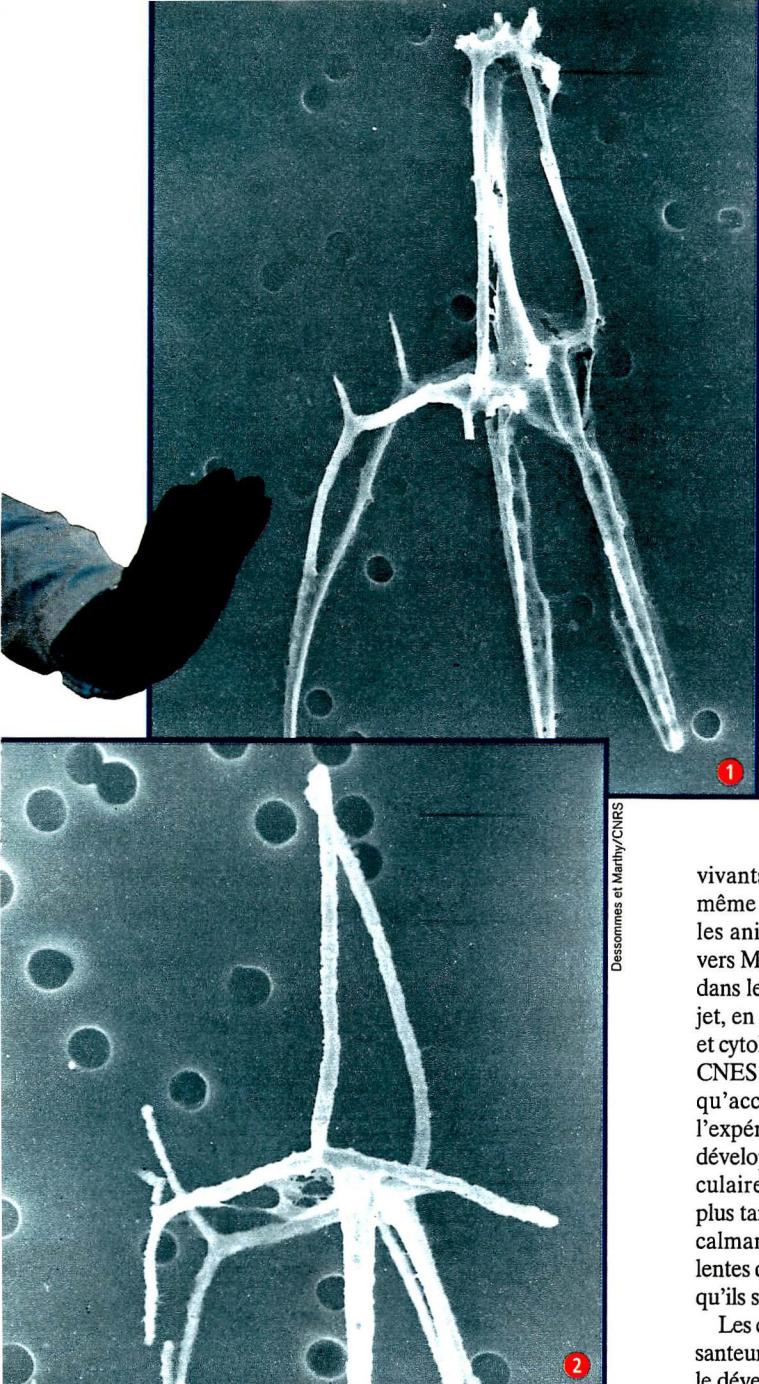
réaliser dans l'espace une fécondation identique aux conditions naturelles.

Pour le comprendre, quelques notions de biologie sont nécessaires. Lors de la parade nuptiale, le pleurodèle mâle émet ses spermatozoïdes par paquets (ou spermatophores) qui sont déposés dans l'eau, sur des rochers ou des galets. La femelle, stimulée par la parade, vient alors "s'empaler" sur un spermatophore. C'est ainsi que les spermatozoïdes sont stockés dans le

(1) Université Paul-Sabatier, Toulouse (A.-M. Duprat, L. Gualandris-Parisot) ; université Pierre et Marie-Curie, Paris (C. Houillon et C. Aimar) ; université de Nancy (C. Dournon, A. Bautz).

(2) Laboratoire de neurobiologie et mouvements, Marseille (F. Clarac) ; laboratoire du développement du système nerveux, Montpellier (A. Privat) ; université de Montpellier (A. Sans) ; université de Nancy (F. Lestienne) ; Collège de France (A. Berthoz) ; CNRS, Toulouse (M. Imbert).

## L'apesanteur modifiera le cerveau



## Des oursins aberrants

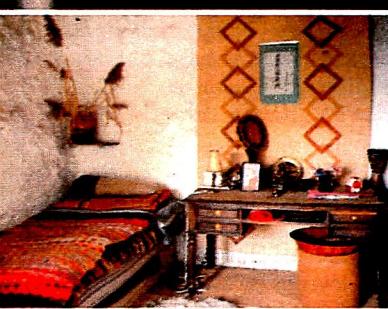
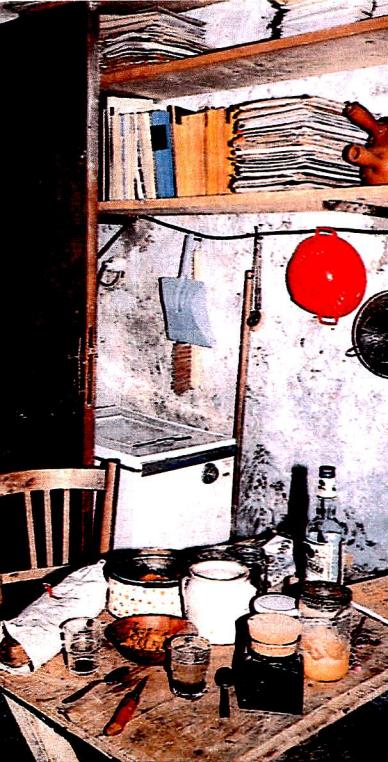
Quand un œuf d'oursin se développe sur Terre, le squelette de la larve prend l'aspect d'une chaise à trois pieds, bien stable ①. En revanche, quand le développement a lieu en apesanteur (comme ici, à bord de la navette *Columbia*), il suit un plan différent ②. Qu'en sera-t-il chez l'homme ?

cloaque de celle-ci. Lorsque la femelle pond ses ovocytes, ces derniers sont fécondés lors de leur passage dans le cloaque. La segmentation de l'œuf commence environ six heures après la ponte (voir encadré), puis apparaissent la gastrulation (mise en place des feuillets embryonnaires) et la neurulation (différenciation du système nerveux).

Lors du lancement, trois femelles dont on sait qu'elles ont été inséminées seront placées dans un conteneur, lui-même casé dans le vaisseau *Soyouz*. Deux jours après le décollage, le vaisseau sera arrimé à la station orbitale *Mir*, où seront transbordées les trois femelles. Claudie André-Deshays provoquera, par injection hormonale, la ponte de leurs ovocytes. Grâce à cette astuce, on n'a pas besoin d'envoyer des mâles dans l'espace.

À la fin du séjour dans la station, les animaux vivants, les œufs vivants et les œufs fixés seront remplacés dans le même conteneur qu'à l'aller. Dès l'atterrissement, les animaux et les embryons seront acheminés vers Moscou, puis vers Paris où ils seront répartis dans les trois laboratoires impliqués dans le projet, en vue d'études morphologique, histologique et cytologique. Par la suite, mais pas avant 1997, le CNES envisage d'envoyer dans l'espace des rats, qu'accompagnera Léopold Eyharts. Le but de l'expérience n'est pas leur reproduction, mais le développement de leurs systèmes nerveux et musculaire. La reproduction est, en effet, remise à plus tard, car on sait que les rongeurs, même sous calmants, sont perturbés par les vibrations violentes qui se produisent au décollage de la fusée et qu'ils sont incapables, par la suite, de s'accoupler.

Les chercheurs (2) ont pour but d'établir si l'apesanteur et les rayons cosmiques perturbent ou non le développement du système nerveux lorsque celui-ci se met en place pendant les onze jours qui précèdent la naissance et pendant les trois semaines qui la suivent. Plus précisément, ils vérifieront si ces facteurs interfèrent sur le développement de l'hippocampe, sachant que cet organe du cerveau permet à l'animal de se repérer dans l'espace. On peut s'attendre à voir apparaître des mutants parfaitement adaptés à la vie en apesanteur. Si c'est le cas, les futurs "Martiens" pourront accomplir les gestes quotidiens de la vie, comme s'ils vivaient sur la Terre.



## Le mathématicien ermite

Une des dernières photos connues de Grothendieck. Après avoir refusé le prix Crafoord, il s'est retiré dans le Vaucluse pour y vivre, pratiquement en autarcie, du produit de son verger. Seule concession au monde moderne, une machine à laver.



# GROTHENDIECK

## Mais où est passé le génie des maths ?

### Lauréat de la médaille

**Fields et considéré comme le plus grand génie mathématique de ce siècle, Alexandre Grothendieck disparaît en 1991. Déjà, en pleine gloire, il avait pris ses distances par rapport au monde des mathématiciens, jusqu'à se faire ermite. Pourquoi en est-il arrivé là ?**

PAR ROMAN IKONICOFF

**E**n mai 1988, Alexandre Grothendieck fait sa dernière "apparition" publique. Par l'intermédiaire d'une lettre publiée dans *le Monde*, il annonce qu'il refuse le prix Crafoord, décerné par l'Académie royale des sciences de Suède, et le 1,5 million de francs qui l'accompagne. « Je ne souhaite pas recevoir ce prix, (...) la fécondité se reconnaît par la progéniture, et non par les honneurs. » Il ne s'agit que d'un dé-

but... Trois ans plus tard, il disparaît, il a 63 ans.

Avant cette disparition, Grothendieck vivait déjà reclus comme un ermite, ne jouissant d'aucun confort moderne et ne mangeant que les produits de son verger. Ceux qui l'ont fréquenté à cette époque parlent d'un homme perturbé, au délire messianique et aux crises d'abattement profondes, dialoguant avec... Dieu et des anges. C'est pourtant bien le même homme qui, en 1966, recevait la médaille Fields (équivalent du prix Nobel pour les mathématiciens), les honneurs et l'admiration de la communauté mathématique mondiale.

Où est-il aujourd'hui ? « Je ne sais pas, quelque part dans le sud », « depuis 1991, les lettres que je lui ai envoyées sont revenues avec la mention "n'habite pas à l'adresse indiquée" », déclarent, gênés, ses anciens amis, collègues ou élèves. Ce silence sur son sort se brise pourtant lorsqu'il s'agit de parler de son génie. Pierre Cartier, son collègue et ami, évoque « la puissance de l'imagination et des rêves ». Pour Luc Illusie, un de ses élèves thésards à l'Institut des hautes études scientifiques (IHES), à Bures-sur-Yvette, de 1964 à 1970, « il avait une vision d'harmonie globale des mathématiques et l'intuition lui montrait le chemin le plus simple. Son but était de trouver "le ferment universel", l'unité profonde des mathématiques, en s'élevant de degré en degré. Une de ses dernières créations s'intitule "les motifs". Il s'agit d'une métathéorie (c'est-à-dire englobant tout). Comment ne pas sentir derrière les "motifs" l'idée de Dieu ? »

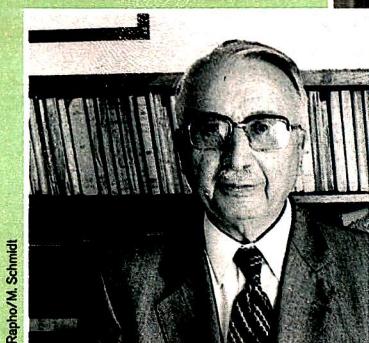
C'est pour son apport au renouveau de la géométrie algébrique (voir encadré) que Grothendieck reçoit la médaille Fields. Mais, si tous les projecteurs l'éclairent, lui brille déjà par son absence : il refuse de se rendre au Congrès international de ►

► mathématiques de Moscou pour y recevoir la médaille, « en protestation contre les traitements infligés par les Soviétiques aux écrivains Siniavski et Daniel ». Le monde découvre le génie et l'enfant terrible au même moment. Mais chaque « attitude déplacée » de Grothendieck (et il y en aura beaucoup) répond à une profonde blessure personnelle, et l'enfant terrible cède la place à l'enfant victime. Le refus de Grothendieck s'expliquerait par son attachement à un père (juif lituanien) qui fut compagnon de Lénine lors de la révolution d'octobre 1917, mais qui tomba en disgrâce et dut s'exiler en Allemagne, avant de périr dans le camp de concentration de Dachau en 1942.

André Magnier, ancien inspecteur général des mathématiques, évoque ce jeune homme fraîchement débarqué de Montpellier (où sa mère et lui avaient trouvé refuge, fuyant l'Allemagne nazie). Il voulait poursuivre ses études de mathématiques à Paris et cherchait une bourse. « A l'époque, en 1948, je faisais partie de l'Entraide universitaire de France. Comme Grothendieck était dans une situation de dénuement total, nous lui avons proposé de présenter un projet d'études. Je le reçus chez moi. Je fus stupéfait. Au lieu d'un entretien de vingt minutes, il passa deux heures à m'expliquer comment il avait reconstruit, « avec les moyens du bord », des théories qui avaient mis des siècles à se construire. Il montrait une sagacité extraordinaire. Je lui accordai immédiatement la bourse et le mis en contact avec Henri Cartan, qui l'admit à son cours de l'Ecole normale supérieure (ENS). Grothendieck donnait l'impression d'un jeune homme extraordinaire mais déséquilibré par la souffrance et la privation. »

Grothendieck suivra pendant un an le séminaire d'Henri Cartan, pépinière des futurs talents mathématiques. D'après ce dernier, « il avait, sur l'intégration, des idées très générales, de nature abstraite, contre lesquelles Jean Dieudonné et moi-même nous le mîmes en garde. Dieudonné lui indiqua des problèmes d'analyse fonctionnelle que ni lui ni Laurent Schwartz n'avaient pu résoudre. [...] Grothendieck resta alors silencieux puis, au bout de deux mois, il vint apporter la solution de ces problèmes. » Il ne s'arrêtera pas là, en six mois le jeune Grothendieck résoudra quatorze problèmes qui auraient fait chacun un bon sujet de thèse !

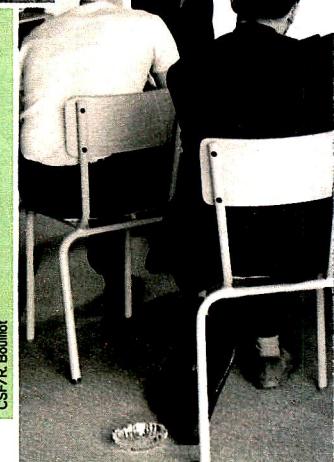
Pour ceux qui le fréquentèrent entre 1950 et 1970, ce qui le caractérisait était son intuition géniale, sa puissance de travail, sa passion et son ta-



Reph/M. Schmidt

### Henri Cartan, le maître

Professeur à l'Ecole normale supérieure de 1940 à 1965, il a formé l'élite mathématique d'aujourd'hui. En dirigeant, Grothendieck vers Dieudonné, il eut un rôle déterminant dans l'avenir du génie.



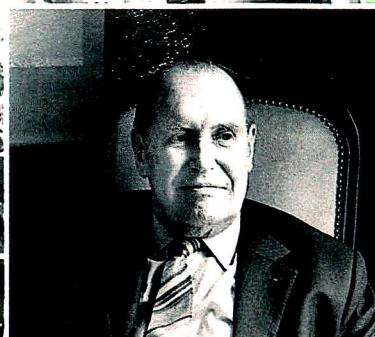
CSF/R. Bouillot

lent d'animateur. Il travaillait les mathématiques de seize à dix-huit heures par jour. Michel Demazure, actuel directeur du palais de la Découverte et ancien élève thésard de Grothendieck, s'en souvient : « Grothendieck avait une vision très forte qui en imposait, et un rythme infernal. Pour lui tout était lié dans les mathématiques, le chemin était donc aussi important que le but. La démonstration d'un théorème n'était qu'un sous-produit de la démarche suivie qui devait, elle, répondre à une vision globale et harmonieuse.

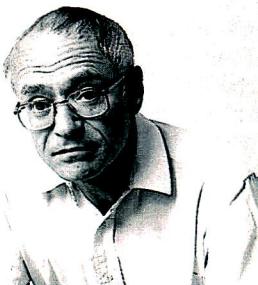
Sa devise était : « Pas de concession, pas d'économie, pas de faux semblants, pas de raccourcis ! »

Luc Illusie se souvient que Cartan l'a orienté vers Grothendieck : « C'était le pape, j'étais terrifié ! [...] Je le voyais tous les deux mois. Il corrigeait mon travail de la semaine sur le fond et la forme, en noircissant mes pauvres feuilles. Vers 19 heures on dinait, puis il improvisait des mathématiques jusqu'à 23 heures et me raccompagnait au métro. Il était une telle source d'intuitions que, par peur de perdre des idées, je l'enregistrais sur

## En six mois, il résoud quatorze sujets de thèse



Rapho/M. Schmidt



Rapho/M. Schmidt

## Avec Dieudonné et Serre, le trio des as

Leur fructueuse collaboration permet aux *Eléments de géométrie algébrique* de voir le jour, valant ainsi, en 1966, la fameuse médaille Fields à Grothendieck. A noter que Serre a lui aussi été lauréat du même prix, douze ans plutôt, alors qu'il était âgé de 28 ans...

## Grothendieck, le génie au faîte de sa gloire

Il enseigne alors la géométrie algébrique à l'Institut des hautes études scientifiques. Mais, en 1970, lorsqu'il apprend que celui-ci est financé par le ministère de la Défense, il renonce à poursuivre ses cours. Premier acte de dissidence.

bande magnétique. A l'époque il était gai, optimiste, joyeux, généreux et chaleureux. »

Grothendieck était alors un volcan en éruption, chaque jet de lave montait plus haut dans le ciel de l'abstraction mathématique. Pour pouvoir exploiter toutes ses intuitions, il avait besoin de l'armée des plus brillants mathématiciens. Elèves et professeurs, tous "mettaient la main à la pâte".

La collaboration Grothendieck-Dieudonné-Serre restera l'une des plus fructueuses de l'histoire des mathématiques, c'est elle qui a conduit à la rédaction des *Eléments de géométrie algébrique*. Une œuvre colossale. L'image un peu caricaturale de cette collaboration est celle d'un Grothendieck geyser – explosant d'idées et d'intuitions –, d'un Dieudonné encyclopédie – canalisant l'explosion – et d'un Serre provocateur – cherchant le contre-exemple –, trois visages pour une même création.

Et ce fut la rupture. La source qui semblait intarissable implosa. En 1970, ayant appris que l'IHES (où il travaillait depuis dix ans) recevait des subventions du ministère de la Défense, Grothendieck démissionna sans autre forme de procès. Il se mit à prêcher la nécessité d'arrêter immédiatement toute recherche en mathématiques, car elles conduisaient inévitablement à des applications militaires. Toujours en 1970, au Congrès international de mathématiques qui avait lieu à Nice, il vint faire de la propagande anti-mathématique et distribuer des exemplaires du bulletin écologiste qu'il avait créé, *Survivre et vivre*. Dieudonné, qui présidait le congrès, expulsa Grothendieck. La brouille entre les deux amis était inévitable.

Serre, qui sait que depuis sa démission de l'IHES Grothendieck est "au chômage", lui obtient un poste de professeur temporaire au Collège de France. Grothendieck prévient qu'il fera aussi de la propagande écologiste : son contrat ne sera pas renouvelé. C'est la rupture Grothendieck-Serre...

Petit à petit, Grothendieck se coupe de plus en plus des mathématiciens et surtout des mathématiques : il n'en fait quasiment plus. Revenu à Montpellier, il enseigne mais le cœur n'y est plus. Toute sa force se concentre maintenant dans l'action mi-►

► litante, avec l'enthousiasme et la naïveté qui le caractérisent. Malheureusement, si la naïveté était un des moteurs de son efficacité mathématique, en politique elle fera son malheur. L'action tourne court.

Cependant, le « fils prodige et mal aimé des mathématiques » ne peut rien contre son génie... Il produit, entre la fin des années 70 et le milieu des années 80, trois textes visionnaires et quasiment non encore exploités : *A la poursuite des champs*, *la Longue Marche vers Galois* et surtout *Esquisse d'un programme*, où il indique le chemin que les mathématiciens devraient emprunter pour continuer le mouvement de synthèse de la géométrie algébrique. Ce texte lui servira de dossier de candidature pour une réintégration au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) en 1984. « Dans des conditions humiliantes », d'après Pierre Cartier.

Mais Grothendieck est fatigué, seul et de plus en plus amer. Il vit isolé dans un petit village du Vaucluse, partageant son temps entre le soin à ses vignes et la rédaction d'un plaidoyer pour sa réhabilitation intitulé *Récoltes et Semailles, Réflexions et témoignage sur un passé de mathématicien*. Cette œuvre de plus de 1 000 pages mélange autobiographie et griefs contre ses anciens collègues et amis qu'il accuse de l'avoir trahi. La trahison est double : on lui a volé ses idées et on a abâtarde les voies qu'il avait tracées pour les générations futures de mathématiciens. Luc Illusie, qui a voulu lui rendre

## Y-a-t-il un « trésor » de Grothendieck ?

hommage en publiant, en 1990, *The Grothendieck Festschrift*, se souvient du dernier coup de fil qu'il ait reçu de son ancien professeur : « Je t'ai écrit une lettre qui ne te fera pas plaisir », sa voix était calme et douce, la lettre, elle, sera très dure.

Depuis son entrée au CNRS, Grothendieck ne fait plus de mathématiques (ou du moins il ne fait plus circuler de textes). Il continue à écrire *Récoltes...* et pratique aussi la méditation nocturne. De mathématiques, ses visions sont devenues mystiques puis religieuses, prophétisant la fin du monde pour octobre 1996. « Et puis, un jour, à l'occasion de la réimpression de ses ouvrages, on s'est rendu compte qu'on avait totalement perdu sa trace », se souvient Cartier : on était en 1991, Grothendieck avait 63 ans. Depuis, plus rien...

Au-delà de la supposée folie de Grothendieck, Michel Demazure tente d'expliquer le phénomè-

## LA CONTRIBUTION DE

C'est sur la géométrie algébrique qu'a porté l'essentiel du travail de Grothendieck. Lorsqu'il s'intéresse à cette discipline, celle-ci est en pleine stagnation, à peine a-t-elle été secouée par quelques assauts rénovateurs de deux mathématiciens, André Weil, en 1946, et Jean-Pierre Serre, en 1955 (nous en reparlerons plus loin).

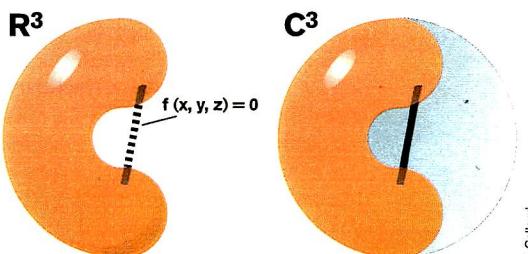
Pour saisir la portée de sa contribution, il faut revenir sur quelques notions fondamentales. Chaque courbe est caractérisée par une équation. Ainsi, dans le plan (noté  $\mathbf{R}^2$ ), si on repère la position d'un point par ses coordonnées, l'abscisse "x" et l'ordonnée "y", un cercle de rayon "a" aura pour équation  $x^2 + y^2 - a^2 = 0$ , une ellipse  $ax^2 + by^2 + c = 0$ . Dans l'espace (noté  $\mathbf{R}^3$ ), on ajoute, à l'abscisse et l'ordonnée, une troisième coordonnée, la cote "z". Ainsi, l'équation de l'ellipsoïde (ballon de rugby) s'écrira  $ax^2 + by^2 + cz^2 + d = 0$ .

La géométrie algébrique tente de caractériser ces objets (comme les courbes) par des propriétés qui leur sont intrinsèques, c'est-à-dire qui ne vont pas varier lorsqu'on fera subir à ces objets des transformations (un déplacement par exemple). On appelle l'ensemble de

ces propriétés l'ensemble des invariants de l'objet. Chaque type d'objet dans un espace donné est donc entièrement défini par son ensemble des invariants. Cette caractérisation semble superficielle dans les exemples précédents, car notre intuition suffit. Ça ne sera plus le cas lorsque l'on travaillera sur d'autres espaces.

Il arrive qu'une équation n'ait pas de solution réelle, comme  $x^2 = -1$  ou  $x^2 + y^2 + 1 = 0$ . C'est ainsi qu'au XIX<sup>e</sup> siècle, les mathématiciens ont inventé un nouveau corps appelé corps des complexes (noté  $\mathbf{C}$ ), où toutes les équations ont des solutions, il est dit "algébriquement clos". On a créé le plan complexe  $\mathbf{C}^2$  et l'espace complexe  $\mathbf{C}^3$ .

Puis, au début du XX<sup>e</sup> siècle, on s'est senti à l'étroit dans le plan et l'espace, qu'il soit réel ou complexe. L'école allemande de mathématiques a alors développé la théorie des "ensembles algébriques de dimension quelconque de l'espace affine  $\mathbf{K}^n$ ", un espace à  $n$  dimensions où  $\mathbf{K}$  est un corps algébriquement clos. Comme le dit justement Christian Houzel, professeur d'histoire des sciences à Paris VII, « pour le profane, cet appareil mathématique peut sembler bien loin de l'intuition géométrique. »



Une équation  $f(x, y, z) = 0$  peut avoir une partie de ses solutions en dehors de l'ensemble  $\mathbf{R}^3$ , mais jamais en dehors de l'ensemble  $\mathbf{C}^3$  qui le contient.

# GROTHENDIECK

Souffrant sans doute de claustrophobie mathématique, on s'est encore senti à l'étroit dans  $K^n$  et c'est à ce moment que l'histoire moderne de la géométrie algébrique commence. En 1946, André Weil ouvre le feu en définissant la notion de "variété algébrique" qui remplace celle de "courbe" lorsque le corps algébriquement clos de base est abstrait. Une définition plus simple des variétés algébriques sera établie par Serre en 1955 dans un article fondateur intitulé "Faisceaux algébriques cohérents".

Nous en arrivons à Grothendieck. S'inspirant des idées de Serre, celui-ci va généraliser la notion de variété algébrique à des corps de base abstraits non algébriquement clos, puis à des ensembles encore plus "pauvres" comme des anneaux. L'exemple type de l'anneau est l'ensemble des entiers positifs et négatifs (noté  $\mathbb{Z}$ ). Alors que, dans l'ensemble des réels, tout élément non nul possède un inverse (pour la multiplication), ceci n'est pas le cas dans  $\mathbb{Z}$ . Nous voyons comment la géométrie algébrique a rejoint la théorie des nombres (qui travaille sur  $\mathbb{Z}$ ).

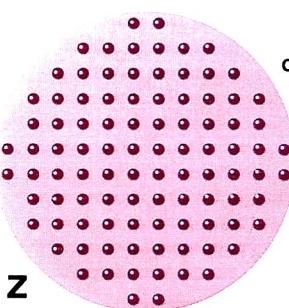
Grothendieck renouvellera le concept d'"espace topolo-

gique" en l'étendant à  $\mathbb{Z}$ . La topologie est l'étude "du terrain" sur lequel on va mener les expériences mathématiques (équations, etc.). Sur le corps des réels le terrain est intuitivement dense, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de trous entre deux réels quelconques. On pourra y mener toute sorte d'expérience. En revanche, l'ensemble  $\mathbb{Z}$  est plus troué que le gruyère ! Les expériences seront plus hasardeuses mais bien plus intéressantes. Grothendieck, en munissant  $\mathbb{Z}$  d'une topologie, rend possible l'étude des invariants (par exemple : la dimension) de leurs variétés algébriques (c'est ce qu'il appelle la "cohomologie étale").

Grothendieck a donc créé une théorie globale de l'étude des invariants, généralisant le cas particulier "réel". Ainsi, il a audacieusement regroupé les deux grandes théories, celle des groupes (théorie de Galois) et celle de la topologie classique (théorie de Poincaré).

L'autre apport de son travail a été de "transporter" la notion de géométrie dans l'arithmétique, permettant ainsi la résolution de problèmes jusque-là insolubles (comme le théorème de Fermat) avec la théorie classique des nombres.

**Contrairement à  $R$  et à  $C$  qui sont denses, l'ensemble  $\mathbb{Z}$  est plus troué que le gruyère, car il est composé uniquement de nombres entiers.**



Raphaël Schmidt

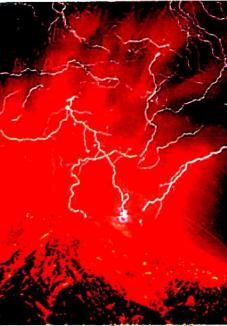
## Deligne, l'élève

Lorsque Grothendieck se fut retiré de la scène mathématique, il continua son travail et paracheva l'édifice de la géométrie algébrique. Il reçut la médaille Fields en 1978

ne de rejet qui a pu heurter l'hypersensibilité de Grothendieck jusqu'à le jeter dans la paranoïa : « Comme dans les autres sciences, les avancées en mathématiques suivent des phases alternatives. Il y a d'abord une phase d'accumulation d'éléments ponctuels disparates (théorèmes, conjectures, etc.) qui peuvent paraître parfois contradictoires. Puis arrive le moment de la synthèse où il ne sert plus à rien de cumuler des nouveaux "faits". C'est là qu'interviennent de grands esprits comme Grothendieck, ils vont construire des systèmes englobant, reliant et expliquant tous ces événements isolés. Mais, si Grothendieck allait toujours plus haut dans le degré de synthèse, nous, nous n'avions pas d'éléments "concrets" pour apprécier ces visions... Aujourd'hui, hélas, nous manquons cruellement d'un Grothendieck ».

Son génie a créé des "objets" mathématiques qui aujourd'hui encore trouvent des "débouchés" imprévisibles. Précisons par exemple que le théorème de Fermat, récemment démontré par l'Anglais Wiles, n'aurait pas pu l'être sans la géométrie arithmétique (sous-produit de la géométrie algébrique). Bien d'autres problèmes intervenant dans notre vie de tous les jours font appel à ses mathématiques, comme le codage des voix. Enfin, la physique elle-même fait de plus en plus appel à la géométrie algébrique pour tenter de résoudre les grandes énigmes de notre Univers.

Aujourd'hui, une chasse risque de s'ouvrir : celle du trésor caché de Grothendieck. « Il a peut-être dans ses tiroirs des manuscrits inconnus », entend-on souvent. Le "trésor" fait rêver plus d'un mathématicien. Mais il se pourrait aussi que celui-ci soit enfoui non pas sur une île déserte mais au fin fond de l'esprit de Grothendieck. Nul ne le sait. On ignore même s'il est encore vivant... ■



# ÉVOLUTION Un Français découvre l'origine de la vie

**Par quel miracle la vie est-elle apparue sur notre planète ? Des chercheurs de Montpellier viennent de décrire la réaction chimique par laquelle tout a commencé... Cette découverte intéresse de très près l'industrie : un brevet international est en cours de dépôt.**

PAR PHILIPPE CHAMBON

**E**n bon scientifique, Auguste Commeiras aime bien se coltiner avec des problèmes difficiles : comment la nature a-t-elle produit la vie ? Comment de l'inerte jaillit le vivant ? Vieille question des origines de l'homme, toujours en quête de lui-même, de la matrice dont il est issu et, avant lui, ses ancêtres, aussi infimes soient-ils.

Il y a une vingtaine d'années, ce n'était qu'un simple jeu de l'esprit pour ce chimiste à l'accent chantant. Aujourd'hui, ces interrogations fondamentales ont conduit Auguste Commeiras à un travail acharné, qui mobilise une bonne partie de ses collaborateurs et des étudiants du laboratoire qu'il dirige à l'université Montpellier II. Les résultats sont à la hauteur de l'effort : rien moins que la découverte du "moteur" chimique à partir duquel se sont formées les protéines et les acides nucléiques (ARN et ADN), les deux polymères à partir desquels la vie peut exister et proliférer.

L'histoire de la vie sur Terre nous apprend que, avant d'être incarné par des organismes complexes, le vivant s'est manifesté dans des formes plus simples, les procaryotes (unicellulaires, dé-

pourvus de noyau). D'où viennent ces premières cellules ? Mystère. Tenter de remonter le cours de l'évolution pour retrouver les formes qui ont précédé paraît impossible : la science n'explique pas encore toutes les subtilités de l'organisation et du fonctionnement des cellules primitives.

« Non, s'est dit notre Auguste chercheur, ce n'est pas en remontant le fil du temps que l'on comprendra ce qu'il s'est passé. Il faut prendre l'affaire au début, à partir de l'apparition des éléments chimiques les plus primitifs, et découvrir les voies les plus naturelles pour obtenir les macromolécules essentielles de la vie, ARN et ADN, supports de l'information génétique, et les protéines permettant le fonctionnement des cellules. »

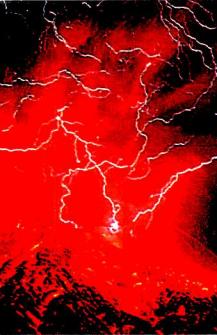
Commeiras s'inscrivait ainsi dans la droite ligne de la théorie avancée par le Soviétique Alexandre Oparine dans les années vingt. Ce dernier faisait en effet précéder l'évolution biologique imaginée par Darwin par une période d'évolution chimique. Une démarche qui fait aujourd'hui l'unanimité des chercheurs dans ce domaine.

L'origine naturelle de la vie pose deux pro-



## Dans ce flacon, la clé du vivant

Auguste Commeiyras, directeur du laboratoire de chimie organique de l'université Montpellier II (CNRS), a trouvé la clé de l'apparition de la vie sur Terre. Dans le ballon de verre (ci-contre) se déroule une étape décisive de cette évolution chimique.



## ORIGINE DE LA VIE

► blèmes majeurs, du type "l'œuf ou la poule ?" Premièrement, comment des composés complexes à base de carbone, d'azote et d'oxygène (les acides aminés et les nucléotides) ont-ils pu apparaître avant que la vie existe, alors qu'ils ne se forment que dans les organismes vivants ? Deuxièmement, comment, à partir de ces éléments en vrac, de longues molécules ont-elles pu s'assembler et se répliquer hors du vivant, alors que, justement, ce sont les êtres vivants qui détiennent l'information pour les produire ? Autrement dit, comment les protéines, enchaînements d'acides aminés, ont-elles pu exister sans acides nucléiques pour en coder la composition ; et comment ces acides nucléiques, enchaînement de nucléotides, ont-ils pu voir le jour et se répliquer sans les protéines nécessaires à leur reproduction ?

Le premier problème a reçu un début de solution – au moins pour les acides aminés – grâce à l'Américain Stanley Miller. En 1953, il a l'idée géniale d'enfermer dans un ballon de verre des mélanges gazeux contenant de l'ammoniac, du méthane, de l'hydrogène et de la vapeur d'eau. Des éléments réputés avoir constitué l'atmosphère de la Terre il y a plus de 4 milliards d'années, alors qu'elle venait à peine de prendre forme. Car, au premier abord, rien ne laissait prévoir que cette planète surchauffée, dépourvue d'oxygène, deviendrait un jour une petite boule bleue peuplée de mille formes de vie dans ses moindres recoins...

La Terre était alors un enfer. Pour reproduire ce monde effroyable dans son labo de San Diego, en Californie, Stanley Miller soumet le mélange gazeux de l'atmosphère primitive à des décharges électriques de 60 000 volts simulant les éclairs qui zébraient le ciel chaotique de la planète. L'analyse chromatographique des produits des réactions engendrées par cet apport d'énergie révèle la présence de multiples substances indispensables à la chimie de la vie, en particulier des acides aminés et des acides organiques simples, eux aussi présents chez les êtres vivants. Au cœur de l'appareil de Miller, la nature refait ses premiers pas vers la vie.

La découverte défraie la chronique : on a enfin percé le mystère de l'origine du vivant... enfin, presque. Car, dans l'expérience de Miller, si l'on trouve bien les radicaux qui caractérisent chaque acide aminé, ils ne sont pas complètement finis et restent isolés les uns des autres. On a les "briques" mais pas le "ciment". Comment se sont-ils assemblés pour former les protéines, ces longues molécules semblables à des colliers dont les perles se-

raient des acides aminés ? Personne ne sait. De plus, le produit des réactions chimiques mises en œuvre par le dispositif de Stanley Miller n'apparaît que dans des proportions infimes.

Parmi ces réactions, il en est une qui fascine Auguste Commeyras. Elle met en jeu trois substances clés : le formaldéhyde, l'acide cyanhydrique et l'ammoniac. Dans l'eau, avec un apport énergétique négligeable, ces trois produits réagissent pour former, d'une part, de la cyanhydrine, un composé sans intérêt pour la vie, et, d'autre part, de l'α-aminonitrile, un précurseur des acides aminés, ou peut-être un précurseur de l'attache qui permet aux acides aminés de s'assembler en protéines. On a donc bien le point de départ naturel de l'évolution chimique.

Le reste devrait aller de soi. Seulement, voilà qu'un géochimiste américain du nom de Chang vient jouer les trouble-fête. Pour lui, dans l'océan primitif, l'ammoniac produit en continu, n'est présent qu'en très faibles quantités – de simples traces. Du coup, on ne voit pas comment la nature aurait pu utiliser un précurseur aussi rare...

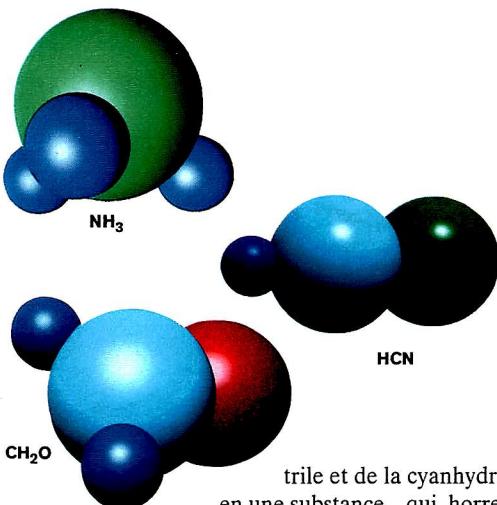
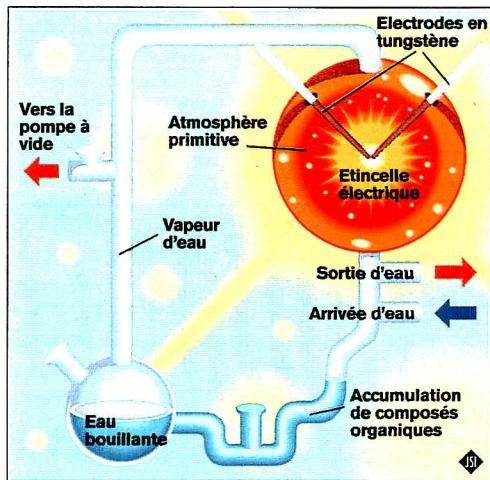
Auguste Commeyras et ses collègues, Jacques Taillades, Hélène Collet, Louis Mion et Sylvie Bénefice, ne veulent pas en rester là. Il faut trouver un moyen simple qui permette, dans le contexte prébiotique, d'exploiter ces traces d'ammoniac. Or, la fameuse réaction fondatrice est équilibrée. Autrement dit, la concentration des constituants reste constante : 0,1 % d'α-aminonitrile pour 99,9 % de cyanhydrine. Reste à savoir comment l'α-aminonitrile a évolué vers une forme plus intéressante pour la chimie du vivant...



## Les premières membranes

Photo X : tous droits réservés

La chimie de la vie a gagné en efficacité en se déroulant dans un milieu protégé – par exemple, à l'abri d'une membrane cellulaire rudimentaire, comme ces microsphères réalisées en laboratoire par l'Américain Stanley Fox et qui préfigurent les premières cellules. Egalemennt capables de se diviser, elles possèdent parfois une double membrane semblable à celles des bactéries.



Photos A. Devouard

## La vie selon Miller

En 1953, déjà, l'Américain Stanley Miller obtint des acides aminés, molécules essentielles de la vie, dans des conditions prébiotiques (d'avant la vie). Son expérience (dessin ci-dessus) consistait à soumettre un mélange gazeux semblable à celui de l'atmosphère primitive à des décharges électriques simulant les éclairs. Aujourd'hui, Commeyras réussit lui aussi à reconstituer l'évolution chimique vers la vie en faisant réagir entre elles des molécules d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), d'acide cyanhydrique ( $\text{HCN}$ ) et de formaldéhyde ( $\text{CH}_2\text{O}$ ).

Pendant plusieurs années, Commeyras multiplie les expériences. Il tente d'abord de tirer profit du caractère basique (pH 8) de l'océan primitif. Mais l'ion hydroxyle ( $\text{OH}^-$ ) qui le caractérise ne modifie pas l'équilibre dans le bon sens. La transformation a bien lieu, donnant des précurseurs d' $\alpha$ -aminoacides, mais en quantité désespérément faible. Finalement, c'est avec le formol que les choses basculent. La réaction est très rapide. Le formol transforme les traces d' $\alpha$ -aminonitrile en  $\alpha$ -aminoamide (presque un acide aminé), puis il est libéré ; l'équilibre de la réaction initiale se rétablit et produit de nouvelles traces d' $\alpha$ -aminonitrile, qui sont, elles aussi, transformées en  $\alpha$ -aminoamide, etc.

Auguste Commeyras et son équipe sont fiers de leur coup ; ils imaginent alors une deuxième voie pour "pomper" le précurseur vital. Outre le formol, il y avait beaucoup de gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ) sur cette planète toute neuve. Ce serait dommage de ne pas lui trouver un rôle dans ce Grand Œuvre cosmique.

Là, c'est la surprise. Un petit coup de  $\text{CO}_2$ , et tout va mieux ! Beaucoup mieux et beaucoup plus vite qu'avec le formol : en quelques heures, la réaction transforme la quasi-totalité de l' $\alpha$ -aminoni-

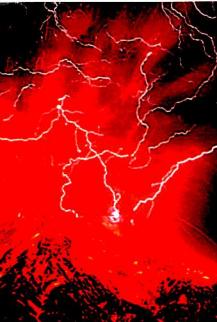
trile et de la cyanhydrine en une substance... qui, horreur, n'est qu'une forme "bloquée" des acides aminés ! La réaction produit ce qu'on appelle des acides hydantoïques, des molécules réputées très stables : « Du béton ! » commente le chercheur. Voici nos chimistes enfermés dans une impasse. D'autant plus qu'ils découvrent une autre voie prébiotique très naturelle qui, à partir des produits de la réaction avec le formol, conduit également aux acides hydantoïques ! Doivent-ils retourner à la première formule et se contenter de quantités plus faibles mais d'une substance utile ? A moins que...

Auguste Commeyras est persuadé que la voie "acide hydantoïque" ne doit pas être abandonnée, qu'elle se trouve peut-être sur le chemin de l'évolution chimique. Les vacances d'été arrivent, et Commeyras part avec son énigme à l'esprit. Il explore toutes les possibilités théoriques, jouant avec les multiples combinaisons qu'offre la chimie du carbone. Comment la nature aurait-elle pu se servir de ce fichu acide hydantoïque ? Soudain, la solution lui saute aux yeux. Une évidence ! Il se précipite sur son clavier et aligne une série de réactions d'une logique inébranlable. En quelques jours, il construit un modèle qu'il ne reste plus qu'à valider par l'expérience.

« La clé, c'est un gaz prébiotique biatomique ! » annonce-t-il à ses collègues. Il suffirait de mettre dans une même éprouvette l'acide hydantoïque et ce mystérieux gaz biatomique pour que la réaction conduise directement à l'assemblage des acides aminés en protéines. L'idée paraît audacieuse, mais, qui ne risque rien...

Une ingénier du groupe, passionnée par l'aventure, se met au travail et vérifie dans les éprouvettes l'intuition du patron. Le résultat est saisissant. Sous l'effet du gaz, l'acide hydantoïque

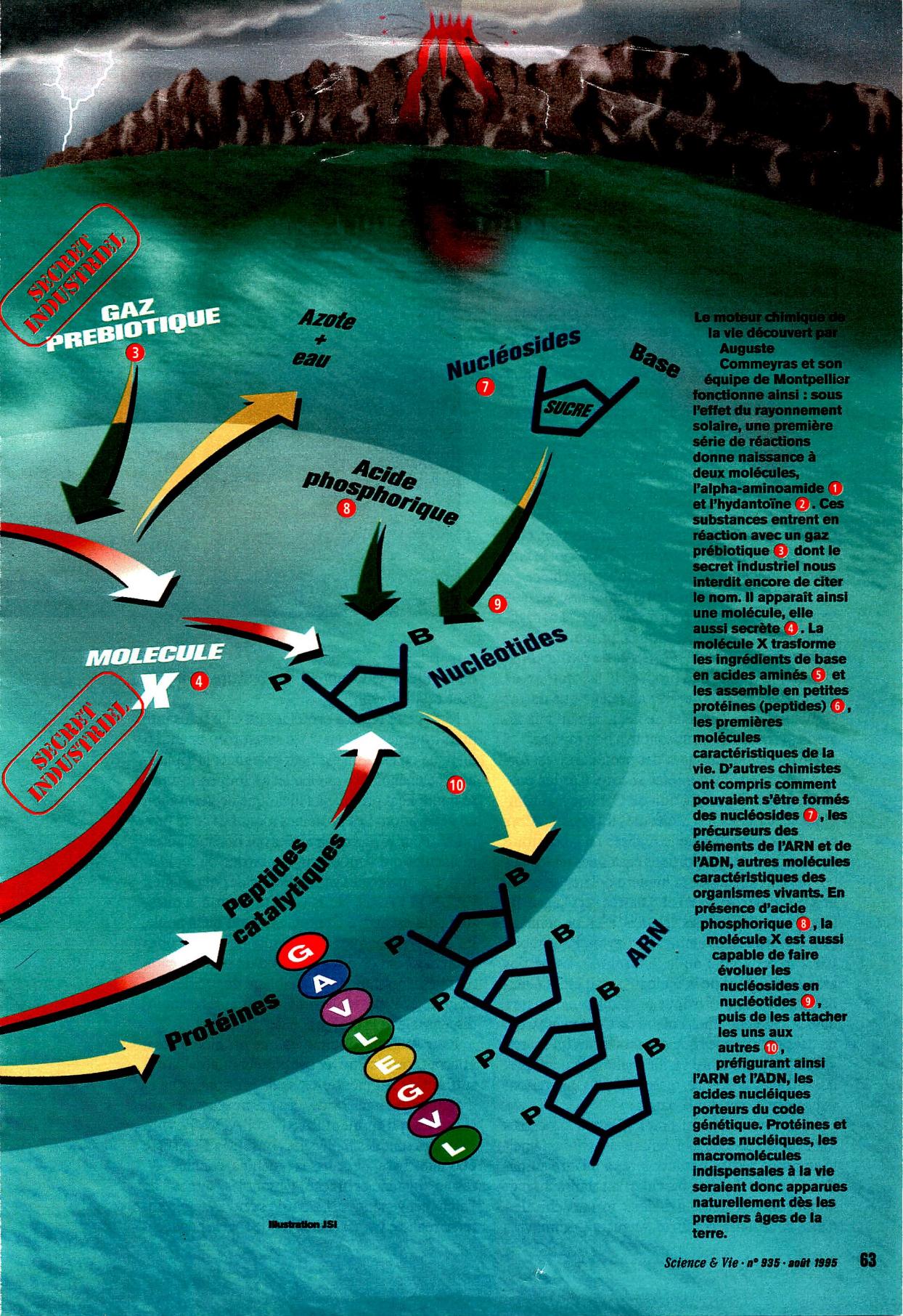
## Rekräer l'enfer de la soupe primitive

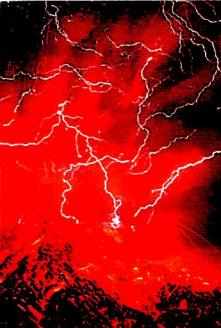


ORIGINE  
DE LA VIE



# LE MOTEUR CHIMIQUE DE LA VIE





## ORIGINE DE LA VIE

*suite de la page 61*

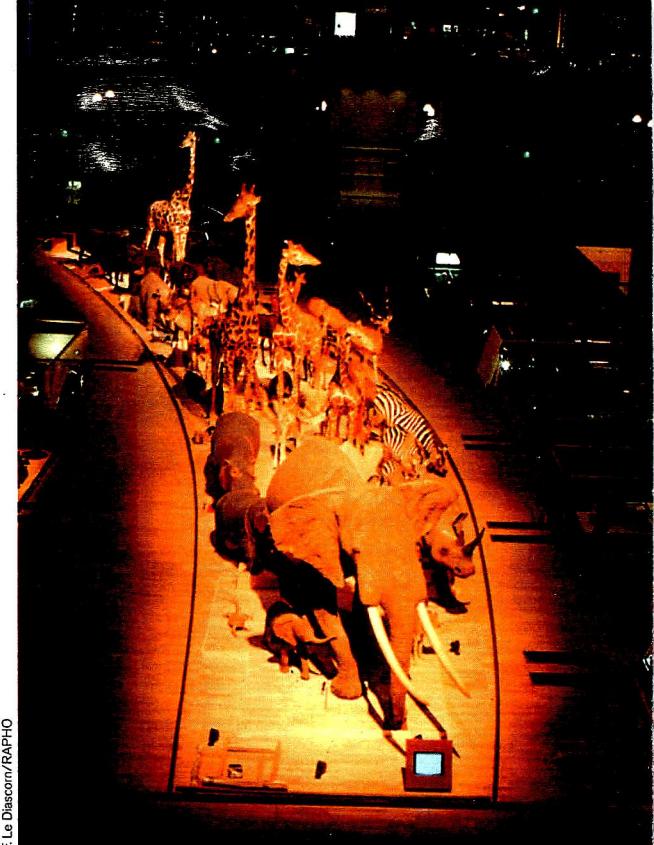
► perd sa fameuse stabilité et se transforme en une molécule qui réagit avec les acides aminés libres restant dans le milieu. Une boucle qui se répète sans fin et produit les substances tant attendues, des peptides – autrement dit, de courtes protéines. Sur sa paillasse, elle tient les molécules les plus caractéristiques de la vie.

Auguste Commeyras avait vu juste. Non seulement il a découvert ce qui se présente comme le "moteur chimique" à l'origine des protéines, mais il a ainsi mis au point un système de production de ces macromolécules qui devrait faire un malheur dans l'industrie ! L'enjeu devient très sérieux. Le chimiste s'est adressé au service de valorisation de la recherche de l'université de Montpellier, qui l'a aidé à déposer un brevet – que veut acquérir un des plus grands industriels du secteur. C'est pour cette raison que nous ne pourrons pas dévoiler le nom du gaz biatomique en question, ni le nom de la molécule qu'il permet d'obtenir : le brevet est confidentiel jusqu'en octobre prochain.

La production de protéines intéresse au plus haut point l'industrie pharmaceutique et agroalimentaire, dont les techniques posent des problèmes importants de réactifs et de purification. De plus, la chimie que propose le laboratoire de Montpellier est propre. Elle ne rejette que du gaz carbonique, de l'azote et de l'eau. Quant aux ingrédients nécessaires, ils sont très bon marché.

Un moteur à fabriquer des protéines, c'est formidable, mais il y a mieux encore. Car les protéines issues de la réaction de Commeyras semblent spécifiques des molécules du vivant. Alors que, en général, la chimie réalisée en laboratoire produit dans des proportions égales des molécules qui dévient le plan de la lumière polarisée vers la droite (ou dextrogyres) et d'autres vers la gauche (lévogyres), les cellules vivantes, elles, ne connaissent que les acides aminés lévogyres. Pourquoi ? C'est le problème de la "chiralité". L'une des grandes énigmes de la biologie serait enfin élucidée. La réponse se trouve probablement encore dans le "moteur" moléculaire de Commeyras, qui ne devrait fabriquer que des molécules lévogyres. « Ce n'est pas encore vérifié matériellement, précise-t-il avec prudence, mais c'est plus que raisonnable – au moins, sur le papier. »

Le raisonnement est simple. Dans le processus initial de la réaction, une infime disparité originelle au profit des formes lévogyres a pu être amplifiée au point de faire basculer la totalité du mélange vers une seule des deux formes chirales. Cette cohérence conforte Auguste Commeyras

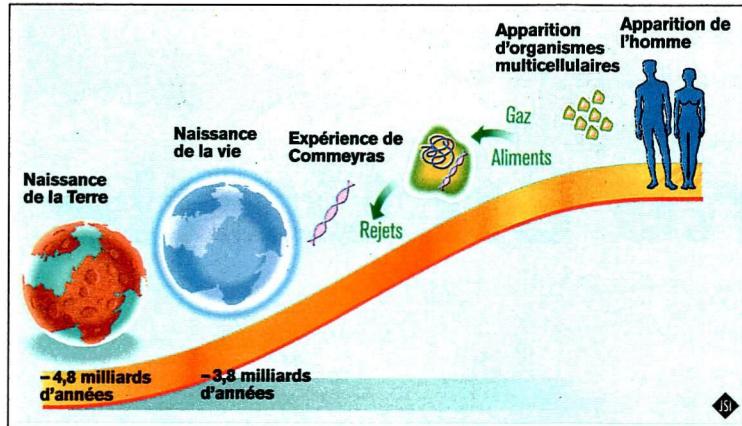


F. Le Diascon/RAPHOTO

dans l'idée que le moteur moléculaire qu'il propose est pertinent.

Mais cette usine à protéines est-elle suffisante pour qu'émerge la vie ? Ce serait trop beau... Il manque en effet un élément essentiel : la réplication, ce phénomène par lequel les formes vivantes se multiplient presque à l'identique de génération en génération. Les protéines n'ont pas cette propriété. Pour se reproduire, elles ont besoin d'autres molécules qui vont servir de matrice de réplication. Ces molécules se sont les acides nucléiques, l'ADN et l'ARN. Nous voilà revenus à la question : qui est arrivé en premier, l'œuf ou la poule, les acides nucléiques ou les protéines ? Certaines protéines sont en effet douées d'un pouvoir catalytique nécessaire à l'assemblage des acides nucléiques et à leur réplication, eux-mêmes étant indispensables à la réplication des protéines...

Pour Auguste Commeyras, ce problème aussi pourrait être résolu avec son moteur moléculaire. Il suffirait de l'alimenter en acide phosphorique et d'ajouter des nucléosides, les précurseurs des nucléotides qui forment l'ARN et l'ADN. Les nucléosides sont des molécules constituées d'un sucre et d'une "base". Les bases (adénine, guanine, cytosine, thymine et uracile) (1) sont les "lettres" de l'alphabet génétique. La partie sucre a été récemment réalisée par un chercheur de l'école polytech-



## La continuité de l'évolution

Dès que l'atmosphère primitive s'est formée, des réactions chimiques ont évolué pour donner les éléments de base d'une cellule : les protéines et les acides nucléiques. Ensuite, l'évolution (au sens darwinien du terme) s'est chargée du reste. Les cellules ont coévolué en se répartissant les tâches, et des organismes complexes ont vu le jour. Cette évolution se poursuit encore de nos jours.

nique de Zurich, Albert Eschenmoser, tandis que la partie base a été synthétisée par les Américains Leslie Orgel et Juan Oro. « Personne n'arrive encore à lier sucre et base pour obtenir des nucléosides, remarque Auguste Commeyras, mais cela ne devrait pas tarder. »

En admettant que ses confrères y parviennent, le Français leur propose de résoudre d'autres problèmes ardu : la création des nucléotides à partir des nucléosides et, ensuite, l'assemblage des nucléotides en chaîne d'acide nucléique. Rien moins que la formation de l'ARN

(l'ADN est un peu plus complexe à obtenir).

L'astuce ? Toujours la même : sa fameuse usine à protéines. L'un des produits de cette réaction, la mystérieuse molécule protégée par le secret du brevet et qui sert de vecteur énergétique, devrait réaliser les nucléotides à partir des nucléosides et de l'acide phosphorique introduits dans le moteur. L'assemblage serait assuré par le pouvoir catalytique des protéines produites par le procédé de Commeyras. Et pas n'importe comment : ces protéines étant lévogyres, l'ARN ainsi synthétisé serait, lui, dextrogyre, comme c'est le cas chez les

organismes vivants !

Le prochain travail (parmi d'autres) du laboratoire de Montpellier sera donc de vérifier cette hypothèse. Au bout du compte, Auguste Commeyras devrait obtenir, dans un même micro-environnement, les acides nucléiques et les protéines – tout cela à partir des mêmes ingrédients. Si cela se vérifie, on aura la preuve que les deux molécules clés sur lesquelles repose la vie sont apparues presque en même temps, éliminant ainsi la question de l'œuf et de la poule.

L'élégance de la démarche et sa simplicité (au moins pour les chimistes avertis !), ainsi que l'économie de moyens qu'elle met en œuvre, ne peuvent que séduire. Reste cependant une question épique : il faut bien que les substances en jeu puissent se rencontrer dans ce qui pourrait préfigurer les premières cellules. Plusieurs travaux ont déjà permis de réaliser, dans les conditions prébiotiques, des structures sphériques qui fonctionnent un peu comme des membranes cellulaires rudimentaires.

Commeyras pense que son moteur a commencé à fonctionner très lentement, dans un milieu homogène dilué dans le vaste océan primitif, la première cellule ayant ainsi été la planète elle-même. Puis, le processus s'est accéléré, en se concentrant, pour des raisons d'affinité, dans des microsphères. Le reste est une affaire d'évolution. Fruits de réactions indéfiniment reproduites, des macro-molécules de plus en plus complexes et organisées ont pu voir le jour et donner vie à ce que l'on peut considérer comme les premières cellules dotées des prémisses d'un code génétique.

Nos chimistes montpelliérains ne sont pas encore parvenus au terme de leur quête. Il leur reste un certain nombre de théories à soumettre à l'épreuve du tube à essai. Mais réussiraient-ils à confirmer leur pertinence (dont ils ne doutent pas) que le mystère des origines ne serait pas épousé pour autant. Personne ne pourra prétendre un jour avoir été le témoin, sur place, de cette chimie prébiotique. Et, même si la vie parvenait à sortir d'un improbable laboratoire de science-fiction, nos enfants ne cesseraient pas pour autant de se demander d'où ils viennent et d'où viennent les ancêtres de leurs ancêtres. La bonne réponse n'est pas dans les manuels de chimie. ■

## La vie surgira-t-elle d'une usine à protéines ?

(1) Miller vient de publier dans la revue *Nature* la découverte d'une nouvelle voie prébiotique pour obtenir des composés du type uracile. Elle nécessite une solution assez concentrée d'urée, qui aurait pu se rencontrer dans les lagons en cours d'évaporation ou sur des plages en voie d'assèchement.

# VACANCES

# Flânerie en Gaule



## Un peuple prospère

Les Gaulois sont majoritairement des ruraux, vivant dans des fermes isolées ou des hameaux. Autour de l'habitation se répartissent des silos, des greniers sur pilotis, des ateliers, des remises, le tout encadré d'une palissade... Tout est construit de la même façon : murs de torchis (mélange Isotherme de terre et de paille) et toit de chaume sur armature de bois. Les Gaulois cultivent des céréales (froment, orge, millet, épeautre, avoine, seigle), des raves, des choux et des légumineuses (pois, fèves, lentilles) – des vignes et des oliviers dans le Midi –, greffent des arbres fruitiers, soignent leurs animaux (vaches, moutons, chèvres, chevaux, volailles, porcs). Avec le sel qu'ils produisent, ils fabriquent des salaisons, notamment de porc, une des spécialités gauloises. Une grande partie de l'artisanat domestique se fait à la ferme. Bref, les Gaulois vivent dans une certaine prospérité.

**Depuis toujours, "nos ancêtres les Gaulois" ont nourri les images d'Epinal : nos vieux livres d'histoire les présentaient comme un peuple inculte et belliqueux. En vous proposant cette flânerie d'été au milieu de vestiges récemment mis au jour, vous pourrez constater que c'était, en fait, un peuple dont la richesse n'avait rien à envier à celle de l'envahisseur romain.**

**PAR CATHERINE CHAUVEAU**



Depuis une vingtaine d'années, les connaissances sur nos ancêtres gaulois ont fait un bond extraordinaire. De nombreux sites sont découverts, d'autres aménagés pour le public, et les objets exhumés (armes, monnaies, bijoux...) vont enrichir les collections des musées ou même entrent dans de nouveaux musées ou salles construits exprès pour eux (six de ces lieux ont ouvert cette année).

Pourquoi tant de nouveauté ? La récente multiplication des fouilles de sauvetage – c'est-à-dire les fouilles précédant l'aménagement d'une autoroute ou d'un lotissement – permet aux archéologues d'étudier non seulement un grand nombre de vestiges, mais aussi des types de vestiges inédits. L'archéologie aérienne joue aussi un grand rôle en repérant dans leur ensemble des installations invisibles au sol. Les plans de bâtiments et d'agglomérations, les voies, l'occupation du territoire sont ainsi mieux connus.

Lorsqu'on parle des Gaulois, les clichés font florès. « Les Gaulois étaient demi-barbares, incapables de s'organiser politiquement, presque ignorants de ce qui est l'essentiel de la civilisation : les lettres, les sciences, les arts. » « Ils aimait se parer de bijoux et vivaient dans des huttes. Ils aimait beaucoup faire la guerre, mais ils n'obéis-

saient pas bien à leurs chefs. » Entre l'irréductible village d'Astérix et les lieux communs qui ont émaillé les manuels scolaires, l'image d'un peuple inculte et belliqueux ne colle pas à la réalité.

La réalité complexe que les archéologues recomposent à chaque vestige analysé, c'est que la Gaule était formée de plusieurs peuples, d'importance variable, dont la diversité culturelle est particulièrement notable en ce qui concerne les pratiques funéraires et les parures. Il se dégage quand même une unité fondamentale dans les domaines de la langue, de la religion, de l'organisation sociale, des techniques agraires, des savoir-faire artisanaux, du cadre de vie. Et, comme point d'orgue, les vestiges donnent l'image d'une contrée florissante aussi bien avant qu'après la conquête romaine.

Les Gaulois construisaient de grandes villes protégées par des fortifications savantes et colossales, ils faisaient des armes efficaces et somptueuses, des bijoux raffinés, des chars légers et so- ►

## D'HABILES ARTISANS

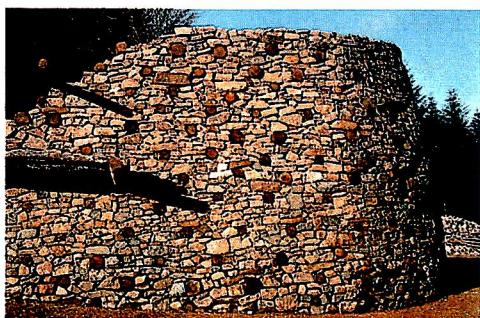
- Le sud de la Gaule se distingue par l'utilisation de la pierre dans la construction et par la formation précoce de villes sur des sites perchés progressivement fortifiés : les oppida, modèle qui se développera dans toute la Gaule à partir du I<sup>e</sup> av. J.-C.

Divisé en quartiers par des rues, l'oppidum rassemble maisons privées, monuments publics et quartiers artisanaux spécialisés. Mais les Gaulois sont avant tout des paysans aux techniques agraires fort développées (labourage avec une araire perfectionnée, fumure et marnage des champs...).

Les Celtes ont toujours été d'habiles artisans. Les Gaulois tissent des étoffes teintes à bandes ou à car-

reaux qui étonnent les Romains, habitués aux tissus unis écrus ou pourpres, font du verre (bijoux, émaux) et excellent dans le travail du bois (charpente, charronnage) – ils ont inventé le tonneau – et surtout dans celui des métal, or, bronze, fer. Ils exploitent des mines (comme les fameuses mines d'or du Sud-Ouest qui attiraient la convoitise des Romains, mais aussi des mines de cuivre, de plomb argentifère, de fer, d'étain) et installent leurs "camps" métallurgiques à l'écart.

Quant à leurs outils, ce sont pratiquement ceux que l'on trouvait dans le catalogue Manufrance avant 1914 !



Bibracte

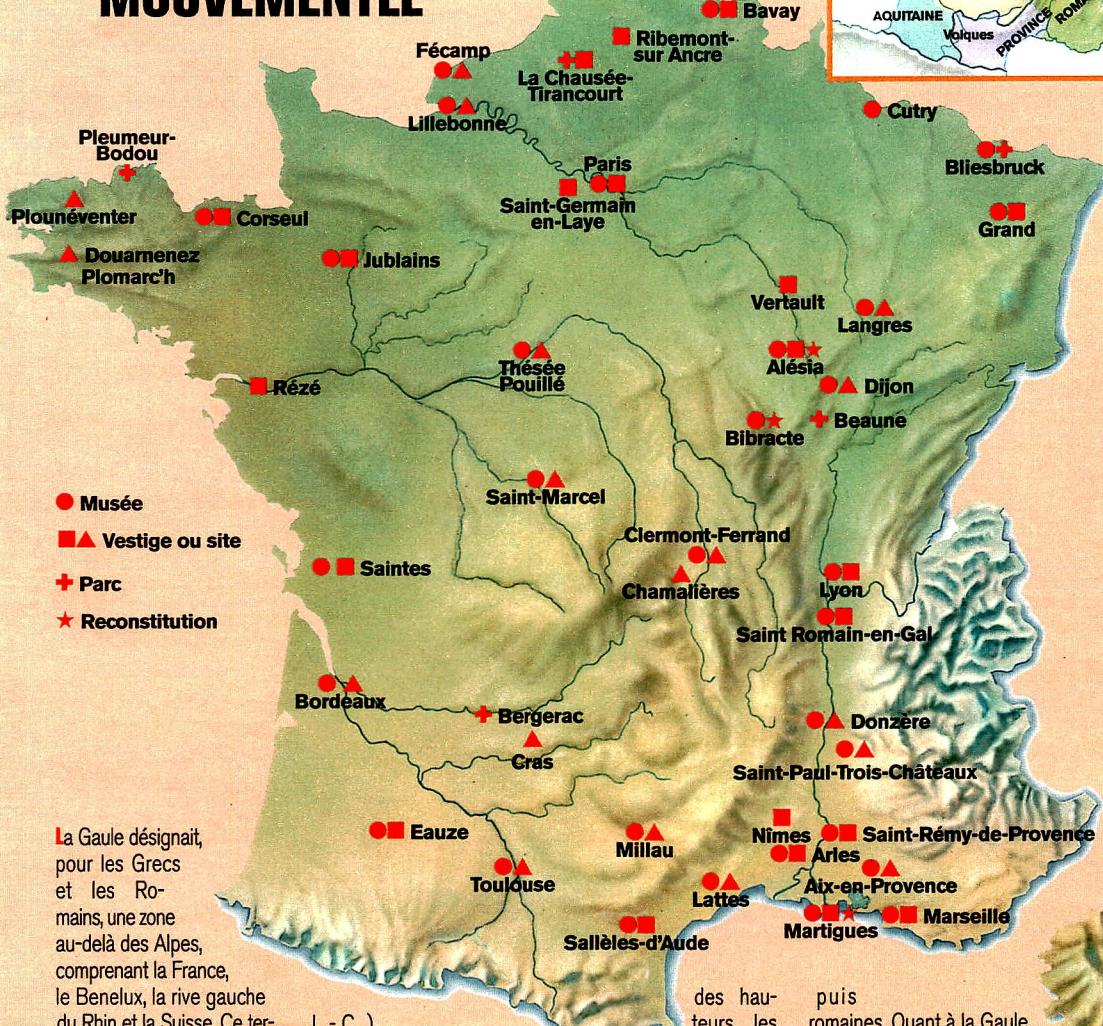


Parc archéologique de Beynac

## UNE ARCHITECTURE TYPIQUEMENT GAULOISE

La porte monumentale de l'oppidum de Bibracte, au cœur du Morvan, est construite selon la méthode typiquement gauloise : de grandes poutres de bois transversales viennent renforcer très efficacement l'épais mur de pierre. En dessous, dans le parc archéologique de Beynac, en Dordogne, une reconstitution des fermes gauloises.

# À NE PAS MANQUER : LES SITES TEMOINS D'UNE HISTOIRE MOUVEMENTÉE



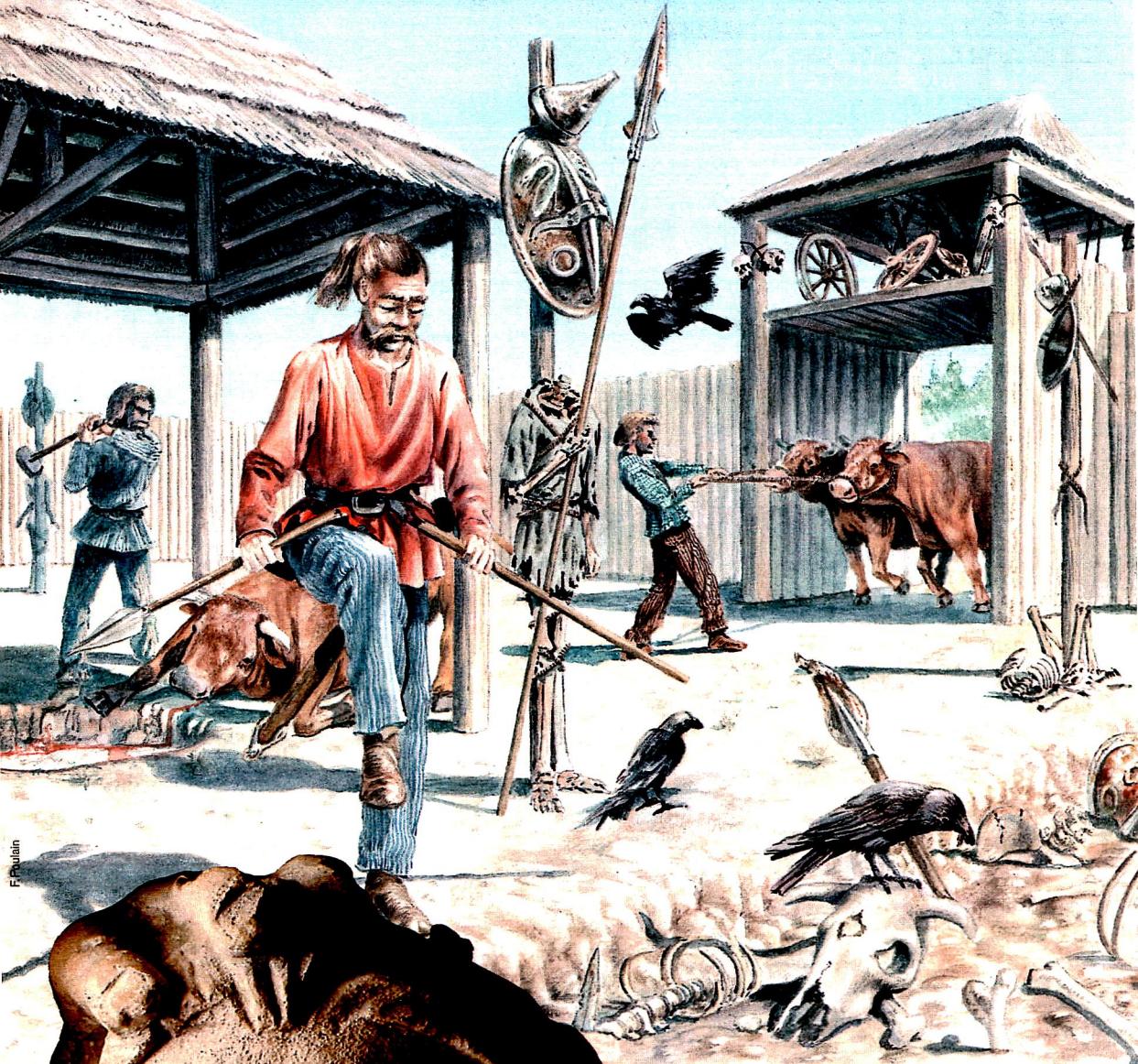
La Gaule désignait, pour les Grecs et les Romains, une zone au-delà des Alpes, comprenant la France, le Benelux, la rive gauche du Rhin et la Suisse. Ce territoire formera d'ailleurs la Gaule romaine. Délimitée selon des frontières naturelles, et surtout par opposition à d'autres peuples voisins (les Germains au Nord de l'actuelle Allemagne, les Ibères au-delà des Pyrénées), la Gaule correspond à la partie occidentale de la Celtique, vaste contrée qui s'étend des îles Britanniques aux confins de l'Ukraine. Les Gaulois sont les peuples qui se sont succédé sur ce territoire à partir du II<sup>e</sup> siècle av. J.-C.,

époque où arrivent de l'Est de nouvelles populations celtes. Même si elle fait partie du monde celtique, la Gaule n'est pas entièrement peuplée de Celtes et ne forme donc pas un ensemble culturel homogène. Cependant, il semble que les différences s'amenuisent peu à peu, et, au I<sup>er</sup> siècle av. J.-C., signe d'une transformation générale des systèmes socio-économiques précédents, la Gaule se couvre de grandes villes fortifiées, édifiées sur

des hauteurs, les oppida. Le pourtour méditerranéen, soumis aux influences grecques depuis plusieurs siècles (fondation de Marseille par les Grecs en 600 av. J.-C.), devient province romaine en 125 av. J.-C., à la suite d'expéditions que mène Rome dans le Sud de la Gaule pour mater les voisins vindicatifs de son allié Marseille. L'Aquitaine, peu pénétrée par les courants celtiques, s'ouvre très tôt aux influences grecques,

puis romaines. Quant à la Gaule celtique – celle appelée Gaule "chevelue" par les Romains –, elle est formée de nombreux peuples plus ou moins puissants entretenant entre eux et avec leurs voisins des relations politiques et des échanges commerciaux intenses (denrées et objets "exotiques", comme le vin et les services à boire, venus d'Italie, contre du sel, des métaux, des esclaves...) au fil des cours d'eau et le long de bonnes routes entretenues.

VISITEZ LA GAULE



F. Poulain



## Sanctuaires et rituels macabres

D'après les données issues de fouilles de nombreux sites, on a pu reconstituer un sanctuaire gaulois (ci-dessus). Divers rituels s'y déroulaient : sacrifices d'animaux, offrandes de vases et d'aliments, et exposition des "restes" des vaincus, ainsi, sans doute, qu'un culte à des ancêtres héroïsés. La porte d'entrée était ornée de crânes décharnés puis remodelés à l'argile et/ou, au Sud de la Gaule, de statues de guerriers tenant des têtes coupées, comme l'impressionnante tête (ci-contre) trouvée à Entremont, dans les Bouches-du-Rhône.

E. Blisard/Gamma

# HOMMAGE AUX DIEUX

On a longtemps cru que la religion gauloise se limitait à des cérémonies en pleine nature, type cueillette du gui, et à des sacrifices humains. Les archéologues ont mis en évidence qu'existaient au contraire des sanctuaires structurés et des pratiques rituelles différentes.

Le sanctuaire gaulois est un espace quadrangulaire, ceint de murs et de fossés et ouvrant, toujours vers l'est – on ne sait l'expliquer –, par une porte monumentale ornée d'armes, d'éléments de char, de crânes humains (ceux des ennemis ou ceux des héros ?) ou bovins (animaux sacrifiés). Autour s'étendent plusieurs aires et une enceinte circulaire formant un vaste ensemble. Situé dans l'oppidum ou à la frontière de plusieurs tribus unies, il servait à de grands rassemblements religieux, mais aussi politiques, judiciaires et, probablement, commerciaux.

Dans le sanctuaire proprement dit, une grande fosse centrale recevait les animaux domestiques sacrifiés, le temps qu'ils s'y décomposent. Certains spécialistes pensent qu'il s'agit là d'une offrande à des divinités de la terre, divinités liées à la fertilité et à la mort. L'autre rituel à avoir laissé des traces est l'exposition des biens des vaincus. Les corps harnachés, sans têtes (les têtes sont coupées pendant la bataille), sont liés à des poteaux ou rassemblés dans des bâtiments de bois jusqu'à ce qu'ils s'écroulent. Les armes sont alors tordues, brisées et jetées dans un fossé avec les os ou bien tout est laissé sur place et remblayé. En même temps qu'elle affirme la puissance du peuple vainqueur, cette macabre exposition a-t-

elle la vertu de détourner à son profit la force hostile de l'ennemi ?

Les sanctuaires-enclos ne comportent parfois que quelques fosses à offrandes, ou même aucune installation repérable, et sources, grottes, lacs et rivières étaient aussi des lieux de culte importants.

Le Sud-Ouest de la Gaule est le seul endroit où l'on trouve des puits à offrandes creusés spécialement pour recevoir des dépôts successifs d'armes, outils, vases, bijoux, présentant souvent des traces volontaires de dégradation. Le sommet des puits était obturé par une chape d'argile sur laquelle on allumait un feu et jetait des monnaies. Un rituel peut-être aussi lié au culte des puissances de la terre.

L'absence de dédicaces et de représentations rend plus difficile l'identification des divinités gauloises. C'est en retenant les moins classiques des dieux gallo-romains que les spécialistes dressent une liste des dieux gaulois, souvent associés à des animaux, voire animalisés eux-mêmes. Cernunnos, assis en tailleur, coiffé de bois de cerf et associé à un serpent à tête de bœuf, représente la prospérité pour les Gallo-Romains, mais avant ? Si Teutates est considéré comme le dieu protecteur de la tribu et Taranis, celui du tonnerre, de la guerre et du ciel, on hésite sur Esus, le dieu "bûcheron", et sur Sucellus, le dieu au maillet. Epona, la déesse cavalière, est-elle protectrice des chevaux, des cavaliers, des voyageurs ou des âmes des morts ?

lides, et ils s'adaptèrent aux mœurs romaines tout en gardant leur originalité.

Impossible d'évoquer ici toute la richesse des vestiges de la civilisation gauloise ! Nous vous laissons le plaisir de découvrir au coin d'un chemin ou d'un trottoir le site, le monument, le musée qui vous enthousiasmera. Ils sont, en général, bien indiqués ; pour les trouver, il suffit souvent de suivre les flèches. Beaucoup sont reportés sur les cartes au 1/25 000e de l'IGN. Vous pouvez faire une pittoresque ballade en y repérant, par exemple, les portions de voies romaines encore existantes, d'autant mieux que nombre d'entre elles sont incluses dans les itinéraires des chemins de grande randonnée (les GR).

Le voyage au temps des Gaulois commence par une flânerie dans les rues de leurs villes, abandonnées ou transformées après la conquête romaine (52 avant J.-C.) ; par exemple, dans l'opulente ville marchande d'Aléria (Corse), que les Romains, prenant ombrage de son rayonnement, contrainirent à devenir colonie militaire. L'urbanisme d'une ville gauloise est particulièrement facile à saisir dans le très bel oppidum d'Entremont (au nord d'Aix-en-Provence, dans les Bouches-du-Rhône), capitale des Salyens détruite par les Romains. Non loin de là, à Martigues, on assiste à la naissance d'un modèle urbain. Vous pourrez même entrer dans des maisons gauloises autrefois situées dans un îlot fortifié

sur l'étang de Berre et reconstruites après les fouilles. Ces habitations exiguës, au toit en terrasse, serrées les unes contre les autres le long d'étroites ruelles encombrées de jarres, s'organisent plutôt comme des resserres, et nombre d'activités domestiques, comme la cuisine, avaient lieu dans la rue, très convivialement.

Bibracte (sur le mont Beuvray, dans la Nièvre) est l'éclatant exemple d'une grande cité celte, visible sur 200 ha : architecture monumentale et complexe, ateliers artisanaux variés (émailleurs, métallurgistes, orfèvres, potiers...), places publiques, maisons passant peu à peu du type gaulois (espace quadrangulaire compartimenté) au type romain (diverses pièces assemblées autour d'une cour centrale). C'est une balade enthousiasmante, où les

E. Bissaud/Gamma



## VISITEZ LA GAULE

► vestiges se dévoilent au cœur d'une splendide forêt. Le 14 juillet, a ouvert à Bibracte le musée de la Civilisation celtique, musée du site mais également présentation synthétique d'une civilisation qui s'étendit sur toute l'Europe. Les activités artisanales gallo-romaines s'exposent au musée de site de Sallèles-d'Aude (dans le département de l'Aude). Cet étonnant musée est constitué, en fait, d'une aérienne structure moderne qui, comme un oiseau, protège de ses ailes les vestiges dégagés d'un grand centre quasi industriel de fabrication de tuiles, d'amphores, de céramiques... regroupant maisons des potiers, ateliers spécialisés, carrières d'argile et entrepôts.

Et comment ne pas se prendre pour un authentique Gaulois en participant aux animations organisées dans les parcs archéologiques ! Dans celui de Beynac, en Dordogne, accompagnés par les moutons et les poules de la ferme gauloise, vous verrez, entre autres, fonctionner un atelier de bronzier et une forge du fer, tout en croquant les galettes de blé que vous aurez préparées.

Les dieux gaulois se rencontrent en leurs sanctuaires ; près de la source des Roches à Chamaillères (Puy-de-Dôme) ; sous les vestiges gallo-romains à Ribemont-sur-Ancre (Picardie) ; sur l'oppidum de Vertault (Côte-d'Or), où furent sa-

crifiés des dizaines de chevaux, chiens, bœufs et bœufs. Mais leurs rares statues et les dons qui leur étaient faits trônent dans les musées. L'étonnante statuaire gauloise (notamment les guerriers tenant des têtes coupées) des sanctuaires du Midi – les seuls à avoir une architecture de pierre et des éléments de décoration sculptés ou peints – est conservée au musée de la Vieille-Charité à Marseille, au musée Granet à Aix-en-Provence

et au musée de site de Saint-Rémy-de-Provence. Le musée archéologique de Dijon présente des séries d'ex-voto offerts aux divinités guérisseuses

des sources : parties du corps malades et divinités sculptées le plus souvent dans du bois. Fin juillet, c'est autour d'Epona, déesse des chevaux, qu'ouvre la nouvelle présentation du musée archéologique de Saintes (Charente-Maritime) à l'occasion de la mise en valeur d'un char gallo-romain et d'un harnachement de cheval découverts dans la ville récemment.

Le monde des morts est, lui aussi, à l'abri derrière les vitrines des musées. C'est dans les tombes et les urnes funéraires que sont retrouvés les objets les plus fastueux. Armes, bijoux et objets de prestige témoignent du goût décoratif des Gaulois, de la virtuosité des artisans indigènes et des liens existant entre les différents peuples. Dans le ►

## Mangez des galettes cuites à la gauloise

## L'offrande aux morts

Ce dépôt de céramiques a été retrouvé dans une tombe de la nécropole de Bibracte. Ces récipients contenaient sans doute des aliments pour le mort ou les dieux.



## DES RITES

C'est sans doute le domaine où les disparités sont les plus flagrantes, variant selon les régions et les époques et selon les déplacements et les arrivées de populations.

Inhumation et incinération coexistent ou alternent, à part dans le Midi où l'incinération est prédominante. Les os brûlés sont déposés dans des fosses en pleine terre, mais de plus en plus dans

## FUNÉRAIRES DISPARATES

des urnes. Ils sont même parfois lavés ! Les rites d'inhumation sont très divers. Les morts sont enterrés isolément, par groupes familiaux ou en nécropole, sous des tumulus ou, au contraire, dans des tombes dites "plates", et parfois au sein d'enclos délimités par des fossés. L'emplacement des tombes est donc en général bien marqué par tous ces aménagements

spécifiques. Le mort est accompagné des objets qu'il avait sur lui (ceinture, bijoux), auxquels peuvent s'ajouter des objets personnels (armes, outils) et/ou des récipients ayant contenu de la nourriture : traces d'un banquet funéraire ou offrandes aux dieux, ou encore nourriture pour le défunt.

Les tombes à char, tombes aristocratiques caractéris-

tiques de l'époque précédente (1<sup>er</sup> âge du fer, du VII<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> siècle av. J.-C.), n'ont pas disparu. En Champagne, au V<sup>e</sup> siècle av. J.-C., le mort est déposé sur un char à deux roues avec des armes et des objets de luxe. On a trouvé aussi de riches tombes, plus tardives, dans le Nord-Est et le Centre-Ouest, où le char est démonté, parfois brûlé, et le mort incinéré, ou absent !

## VISITEZ LA GAULE

► petit musée de Cutry, près de Longwy, en Meurthe-et-Moselle, qui présente les résultats de fouilles d'une nécropole utilisée du II<sup>e</sup> siècle av. J.-C. jusqu'au haut Moyen Age, sont mis en évidence les changements de pratiques funéraires dus à l'évolution des croyances (morts brûlés ou incinérés, accompagnés ou non d'offrandes) jusqu'à l'apparition du christianisme à la fin de l'époque gallo-romaine. Vous pourrez visiter une reconstitution d'une nécropole celtique, particulièrement une grande tombe aristocratique, au parc archéologique européen de Bliesbruck (Moselle), réalisée d'après les fouilles menées sur ce site. Ce sera l'occasion de vous promener parmi les vestiges de l'agglomération gallo-romaine qui s'y étendait, dont certains ont été aussi reconstitués, et de voir des artisans répéter devant vous les gestes des artisans antiques : forgerons, potiers... Les deux grands musées nationaux consacrés aux Gaulois et aux Gallo-Romains sont le musée des Antiquités nationales de Saint-Germain-en-Laye et le musée de la Civilisation gallo-romaine de Lyon. Lyon qui, comme Paris et de nombreuses autres grandes villes, a conservé d'impressionnants vestiges de son passé gallo-romain.

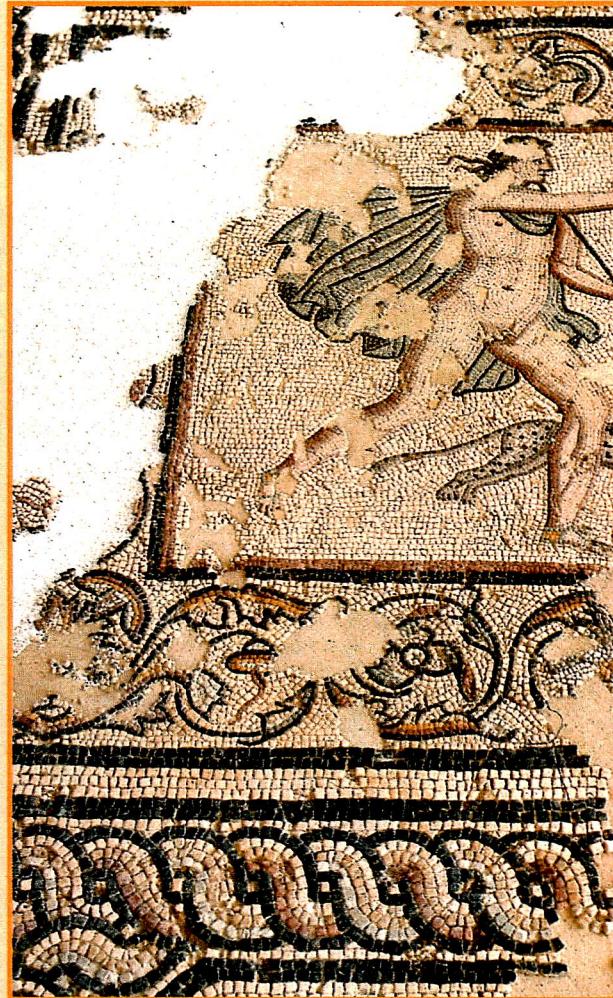
C'est sans conteste le Sud de la France qui re gorge de vestiges gallo-romains. Un musée y a ouvert ce printemps : le musée de l'Arles antique, celle que l'on appelait la "petite Rome des Gaules". Tout près du cirque gallo-romain, un grand bâtiment ultra-moderne et coloré abrite les collections retracant l'évolution de la ville. Remontez jusqu'à Saint-Romain-en-Gal (Rhône) pour admirer les mosaïques et peintures murales qui ornaient les maisons de cet antique quartier de Vienne.

Dans le Nord, vous découvrirez l'urbanisme original et le forum presque intact de Bavay, un

## A Rézé, un Gaulois raconte sa vie

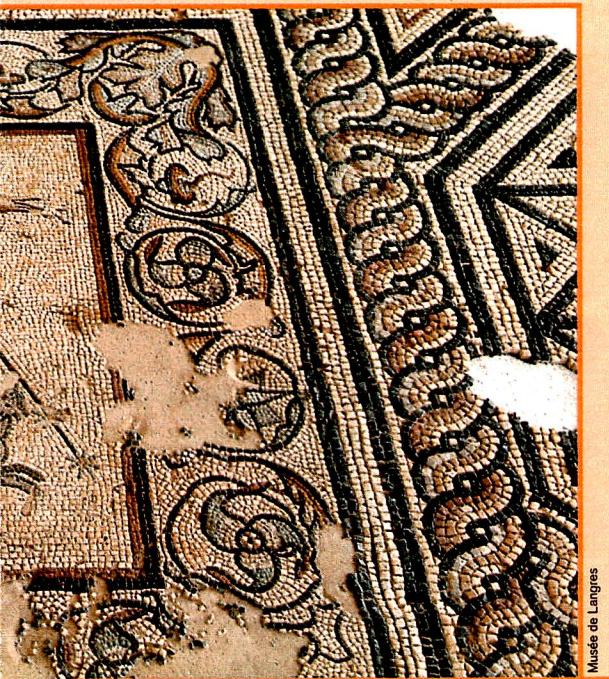
choc, car les vestiges architecturaux sont souvent plus ruinés. En Haute-Marne, rendez-vous au nouveau musée de Langres, qui a ouvert début juillet avec la présentation des vestiges de la villa gallo-romaine découverte lors des travaux de restructuration du musée ! Remarquable, une mosaïque représentant Bacchus, le dieu de la vigne, sur un fond géométrique où alternent fruits et coupes à boire. Le reste de la collection est constitué de sculptures gallo-romaines. Sur la route de l'ouest, arrêtez-vous donc à Jublains

## ET ROME CONQUIT LA GAULE



Les archéologues constatent qu'avant la date fatidique de la défaite d'Alésia (52 avant J.-C.), Rome s'est insinué en Gaule. L'intensification des échanges commerciaux a entraîné la propagation de produits, mais aussi de modèles romains, ainsi que la création d'alliances politiques et l'installation de marchands romains en Gaule. On y consommait notamment du vin, on y adoptait la tuile et la maçonnerie en ville, on y battait des monnaies alignées sur le cours de Rome ou de Marseille.

Après la conquête, la langue officielle devient le latin, parlé surtout dans les villes nouvelles tracées au cordeau qui ont remplacé les oppida, ou qui ont surgi dans la plaine. S'implantent alors de nouveaux monuments et de nouvelles coutumes, comme les thermes, de nouveaux cultes, de nouveaux rapports sociaux. Le réseau routier est développé, et la campagne passe aux mains de gros propriétaires qui édifient des villae (domaines agricoles à la romaine) où travaillent des esclaves.



Explorer

## L'art témoigne

La magnifique mosaïque de la villa gallo-romaine (II<sup>e</sup> siècle après J.-C.) découverte à Langres représente Bacchus, dieu de la vigne. Il existe en France de nombreux vestiges des villae – exploitations agricoles – et surtout des monuments publics et privés, comme la maison du "buste en argent" à Vaison-la-Romaine.

(Mayenne) où temple, fort, thermes, théâtre se dressent dans les rues du village. Son musée de site a ouvert au début de l'été pour présenter les résultats des fouilles dans cette bourgade gauloise devenue fort gallo-romain. Allons ensuite à Corseul (Côtes-d'Armor), la capitale des Coriosolites, dont les fouilles révèlent chaque année l'importance : riches demeures, thermes, temple, grand sanctuaire... La ville de Rézé (Loire-Atlantique) propose un parcours découverte dans ce qui fut un quartier portuaire gallo-romain de l'agglomération antique. L'expérience est très originale et amusante. Les vestiges ont été restaurés, et l'espace architectural tout entier a été reconstitué grâce à des images de synthèse fixes. Un personnage surgi des temps gallo-romains vous raconte la vie du quartier : bruits, odeurs, ambiance, anecdotes. Une cassette didactique est aussi mise à votre disposition. Et, enfin, ne manquez pas le musée d'Eauze (Gers), inauguré cette année pour accueillir le fabuleux dépôt monétaire qui y a été découvert lors de fouilles en 1985 : plus de 280 000 monnaies, de splendides bijoux d'or et pierres précieuses et de riches couverts sont majestueusement mis en scène. A l'éta-

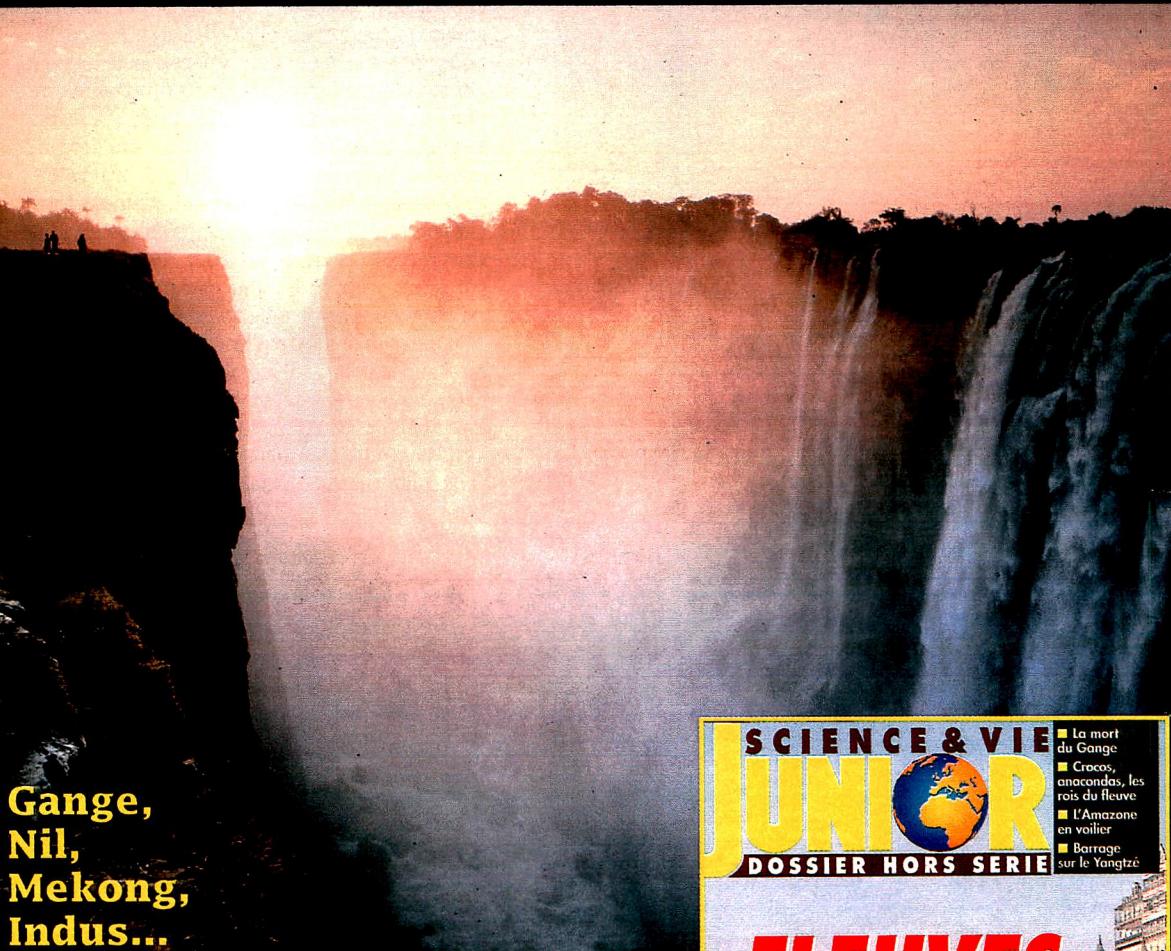
ge, de grandes scènes peintes font face aux autres objets issus des fouilles pour que nous puissions, d'un côté, admirer ces objets et, de l'autre, comprendre à quoi ils servaient. Une visite bien agréable dans ce petit musée lumineux et chaleureux.

Dans la plupart des sites, les fouilles continuent. Il est indispensable, pour que les archéologues tirent des renseignements du sol, que vous ne pénétriez pas sur les zones de fouilles et, pour éviter les accidents, que vous respectiez les consignes

de sécurité. Enfin, les vestiges archéologiques sont fragiles, veillez à ne pas les dégrader. Et, si vous voulez partager avec les archéologues les émotions – et les déceptions ! – que procure la fouille archéologique, sachez que de nombreux chantiers acceptent les bénévoles l'été. Le service de documentation de la sous-direction de l'archéologie, au ministère de la Culture, vous fournira toutes les informations.

**Explorez  
les plus beaux fleuves du monde  
et laissez-vous porter  
par le courant...**

FOTOGRAM-STONE

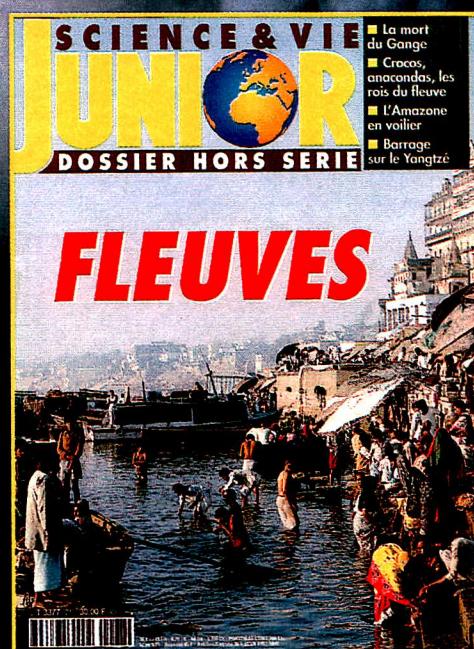


**Gange,  
Nil,  
Mekong,  
Indus...**

...Les plus beaux fleuves du monde ont chacun leurs mystères, leurs secrets, leurs fureurs et surtout leurs pouvoirs. Alors partez en Chine à la découverte du futur barrage des Trois gorges sur Le Yang-tsé kiang, le "Fleuve Bleu", qui représente un des plus grands projets du XXI<sup>e</sup> siècle. Apprenez qu'au Moyen-Orient, l'eau fait couler plus de sang que le pétrole. Descendez l'Orénoque et l'Amazone à la recherche de l'Eldorado des conquistadors. Emerveillez-vous devant le splendide spectacle des chutes d'eau du Zambèze.

Le DOSSIER HORS SÉRIE de SCIENCE & VIE JUNIOR vous invite à naviguer sur les plus grands fleuves dans le sillage des grands explorateurs du XIX<sup>e</sup> siècle et des ingénieurs d'aujourd'hui...

**Alors vous êtes prêt à larguer  
les amarres ?**



**EN VENTE PARTOUT**

# DOSSIER

# Hiroshima 8 h 15 - 6 août 1945



Depuis que deux bombes atomiques lâchées sur Hiroshima et Nagasaki ont tué plus de deux cent mille personnes, nous vivons à l'ère nucléaire. Même si, à l'époque, elle a aussi signifié la fin de la guerre et un incroyable exploit scientifique, l'horreur d'Hiroshima marque à jamais le jour où l'humanité a acquis le pouvoir de sa propre destruction.

## L'atome au service de la guerre

PAR HÉLÈNE GUILLEMOT

## Les ravages de la bombe A

PAR PHILIPPE CHAMBON



8 h 15  
6 AOÛT 1945

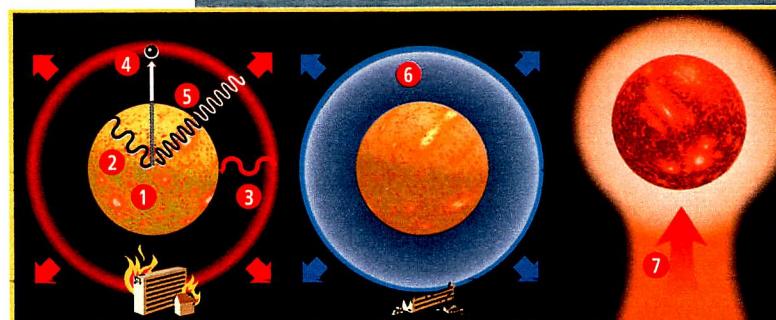
# L'atome au service de la guerre

**Jamais une découverte  
scientifique n'a été  
si rapidement appliquée,  
jamais de tels moyens  
financiers et humains  
n'ont été mis au service  
d'une aventure techno-  
scientifique. Tout  
cela dans un seul but :  
la bombe atomique.**

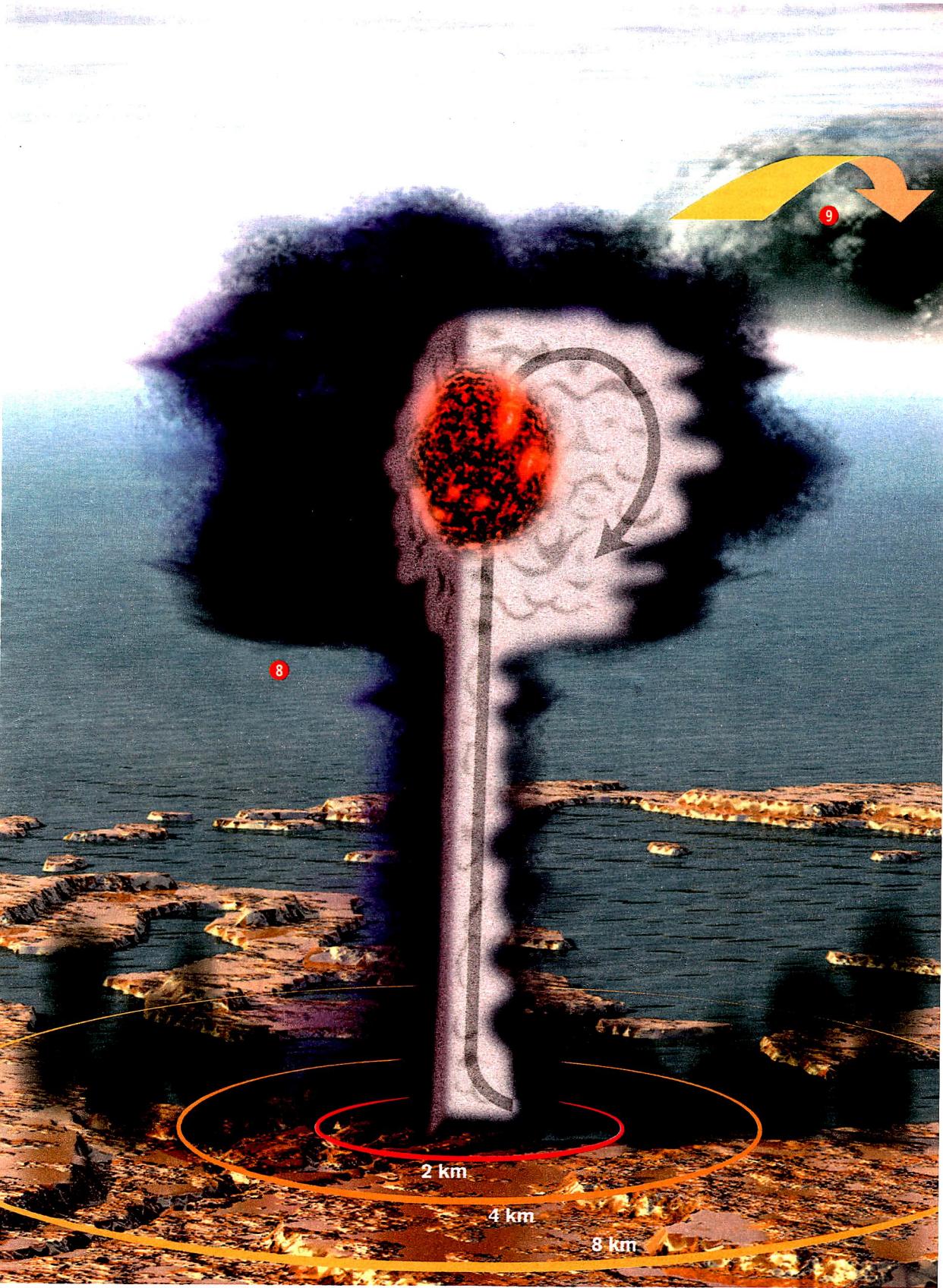
PAR HÉLÈNE GUILLEMOT

**C**e 6 août 1945 à 2 heures 30 locale, la météo sur Hiroshima étant satisfaisante, le bombardier B 29 *Enola Gay* décolle de l'aéroport militaire américain de Tinian, dans les îles Mariannes. Le commandant Tibbets, qui s'entraîne depuis des mois à cette mission, est le seul de l'équipage à connaître la nature de la bombe de quatre tonnes qu'il transporte dans ses soutes.

A 8 h 15, la bombe est larguée sur Hiroshima ; elle explose quarante-cinq secondes plus tard, à 600 m d'altitude au-dessus du centre de la ville. Les deux blocs d'uranium 235 qu'elle contient sont violemment projetés l'un contre l'autre par l'explosif ; la masse critique de combustible nucléaire étant atteinte, la réaction en chaîne se propage en un éclair (voir encadré pages suivantes). Les premiers noyaux d'uranium éclatent, projetant des neutrons qui vont casser les noyaux voisins, qui émettent à leur tour des neutrons qui déclenchent de nouvelles fissions... La puissance nucléaire s'emballe :  $10^{24}$  noyaux d'uranium fissionnent en une cascade de



Illustrations P. Mouche





80 "générations", soit en moins d'un millionième de seconde. Pour la première fois dans l'histoire humaine, la matière se métamorphose en une colossale énergie. La destruction d'un peu plus d'un kilogramme d'uranium libère 60 000 joules, l'équivalent de 13 000 tonnes de TNT concentré dans un tout petit espace. La température atteint plusieurs centaines de millions de degrés, la pression plusieurs millions d'atmosphères. La première bombe atomique, que les Américains ont baptisé *Little Boy* (petit garçon), a recréé les conditions qui règnent à l'intérieur du Soleil. Mais c'est un soleil de mort.

L'énergie née de la fission nucléaire se libère de trois façons : 35 % sous forme d'énergie thermique, 50 % emporté par l'onde de choc et le souffle, et 15 % émis sous forme de radiations nucléaires (voir dessins page précédente). Dès le premier millionième de seconde, l'énergie thermique est emportée, dans un flash de lumière blanche éblouissante, par des rayons X qui transforment l'air en une boule de feu – d'environ un kilomètre de rayon et de plusieurs millions de degrés – planant quelques secondes sur Hiroshima, et par une onde thermique qui se propage à la vitesse de la lumière, brûlant tout sur son passage. Au sol, la température atteint plusieurs milliers de degrés sous le point d'impact ; dans un rayon de 1 km, tout est instantanément vaporisé et réduit en cendres. Jusqu'à 4 km de l'épicentre, bâtiments et humains prennent feu spontanément ; les personnes situées dans un

rayon de 8 km souffrent de brûlures du 3<sup>e</sup> degré.

Engendrée par la phénoménale surpression due à l'expansion des gaz chauds, une onde de choc se forme et progresse à près de 1 000 km/h, semblable à un mur d'air solide de forme sphérique. Accompagnée de vents d'une violence inouïe qui projettent les débris et entretiennent des tempêtes de

Sigma/Matsuura

**Nous venons de lâcher sur le Japon la force d'où le Soleil tire sa puissance.**  
**Nous avons maîtrisé l'énergie fondamentale de l'Univers.**  
Déclaration radiophonique de la Maison Blanche.  
6 août 1945.

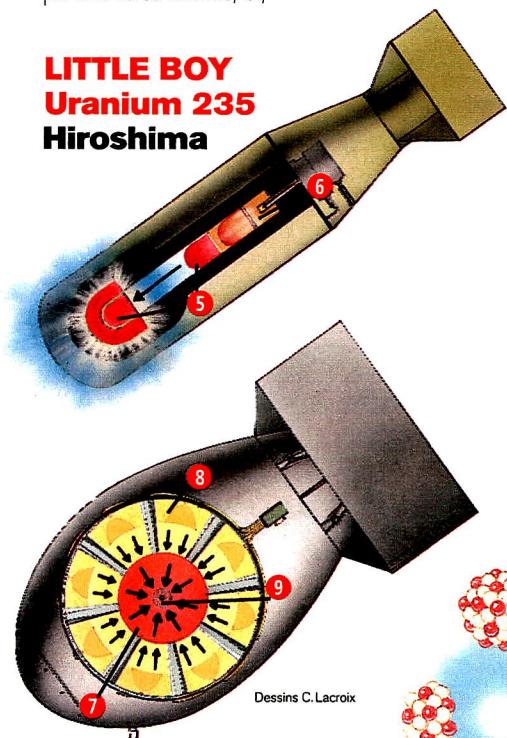
lorsque celui-ci se brise, c'est une partie de cette énergie de liaison qui est ainsi libérée.

## RÉACTION EN CHAÎNE : DU

l'énergie des bombes d'Hiroshima et de Nagasaki provient de la fission de noyaux d'uranium 235 ou de plutonium. Ces noyaux atomiques lourds sont en effet si instables qu'ils ne peuvent accepter de neutrons supplémentaires : s'ils en absorbent un ①, ils se déforment ② jusqu'à se scinder en deux fragments, en éjectant simultanément deux ou trois neutrons ③. Cette fission nucléaire libère une énergie considérable. En effet, les neutrons et les protons qui constituent le noyau sont liés par une force énorme, et,

les neutrons éjectés dans la fission, s'ils sont absorbés à leur tour par d'autres noyaux d'uranium, ou de plutonium, peuvent les faire fissionner en émettant d'autres neutrons, qui provoquent de nouvelles fissions, et ainsi de suite ④. Cette réaction en chaîne, dite "divergente", se propage très rapidement, le nombre de fissions doublant à peu près à chaque "génération", pour abou-

**LITTLE BOY**  
**Uranium 235**  
**Hiroshima**



Dessins C. Lacroix

**FAT MAN**  
**Plutonium**  
**Nagasaki**



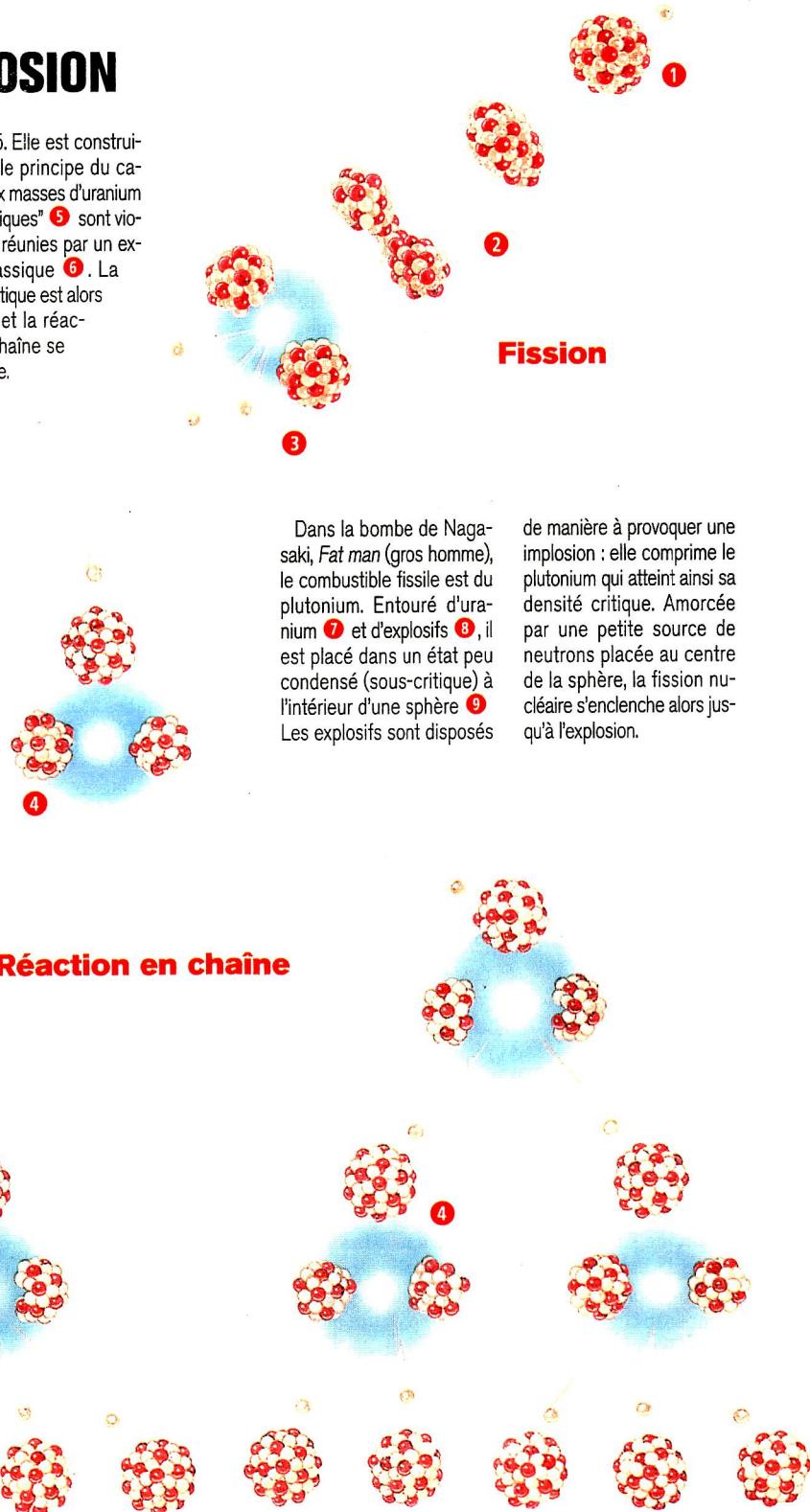
# NEUTRON A L'EXPLOSION

tir, en 80 générations, à la fission de  $10^{24}$  noyaux qui provoque l'explosion.

A une condition toutefois : les neutrons libérés doivent servir effectivement à engendrer des fissions, donc rencontrer d'autres noyaux et ne pas s'échapper à l'extérieur. Il faut pour cela disposer d'une quantité minimale de matière fissile, appelée "masse critique". Celle de l'uranium 235 est de 52 kg, celle du plutonium de 16 kg. On peut toutefois réduire ces quantités en entourant la matière fissile d'un matériau capable de réfléchir les neutrons.

La bombe lâchée sur Hiroshima, surnommée *Little Boy* (petit garçon), utilise comme combustible de l'ura-

nium 235. Elle est construite selon le principe du canon : deux masses d'uranium "sous-critiques" ⑤ sont violemment réunies par un explosif classique ⑥. La masse critique est alors atteinte, et la réaction en chaîne se déclenche.



## Fission

Dans la bombe de Nagasaki, *Fat man* (gros homme), le combustible fissile est du plutonium ⑦ et d'explosifs ⑧, il est placé dans un état peu condensé (sous-critique) à l'intérieur d'une sphère ⑨. Les explosifs sont disposés de manière à provoquer une implosion : elle comprime le plutonium qui atteint ainsi sa densité critique. Amorcée par une petite source de neutrons placée au centre de la sphère, la fission nucléaire s'enclenche alors jusqu'à l'explosion.



8 h 15  
6 AOÛT 1945

feu, elle réduit tout en poussières dans un rayon de 2 km. Sur les 90 000 bâtiments de la ville, 62 000 sont entièrement détruits.

Le troisième effet de l'explosion nucléaire, le plus spécifique mais pas le moins meurtrier, est le rayonnement. Les radiations issues directement des fissions nucléaires sont constituées principalement de neutrons et rayons gamma. Outre leurs redoutables effets sur les organismes vivants (voir p. 86), ils contaminent différents éléments – tels que l'iode, le sodium, le strontium – qui deviennent eux-mêmes radioactifs. Ce rayonnement secondaire, très peu connu il y a cinquante ans, est d'autant plus terrifiant que ses effets (cancers, leucémies...) n'apparaissent que des jours, des mois, voire des années après l'explosion.

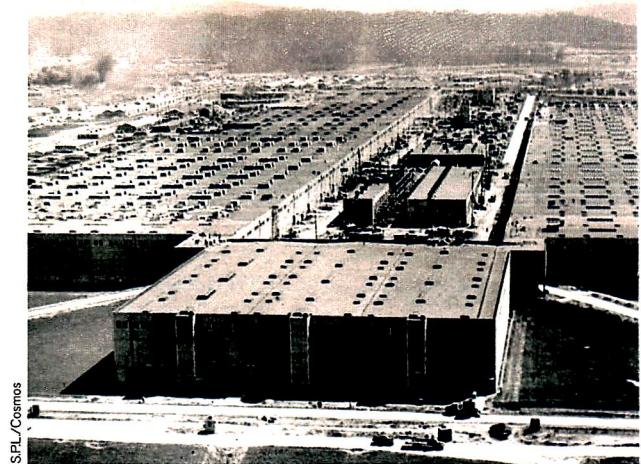
Le 9 août 1945, une deuxième bombe nucléaire, au plutonium cette fois (voir encadré pages précédentes), écrase la ville de Nagasaki. Le lendemain 10 août, l'empereur du Japon Hiro Hito capitule sans conditions. Selon les estimations, à la fin de l'année 1945 la bombe d'Hiroshima avait tué 140 000 personnes, celle de Nagasaki 70 000. Des dizaines de milliers de blessés devaient succomber au cours des années suivantes.

Les premières réactions de l'opinion, révélées par la presse de l'époque, ont parfois de quoi surprendre, voire choquer l'homme

d'aujourd'hui. La population américaine est en liesse. "Une révolution scientifique" titre *Le Monde* du 8 août ; "Une révolution stratégique" annonce *Le Parisien libéré* du même jour. Mais il faut se replacer dans le contexte : la bombe atomique, c'est d'abord la fin de la guerre et la victoire sur les Japonais. L'horreur atomique n'apparaîtra qu'ensuite. En août 1945, on ne dispose que des informations américaines, on ignore encore l'effet des radiations et surtout on sort à peine de six années de guerre, de privations, d'atrocités et de bombardements parfois terriblement meurtriers : l'aviation britannique, en détruisant Dresde, avait fait environ 200 000 victimes en une nuit. Le bombar-

Sigma/Matsumoto

*La civilisation mécanique vient de parvenir à son dernier degré de sauvagerie...*  
Albert Camus,  
*Le Figaro*, 1945.



SPL/Cosmos

## Pour quelques grammes d'uranium 235 de plus

Dans un effort industriel sans précédent, les Américains ont, durant l'année 1943, construit en quelques mois plusieurs usines de séparation isotopique pour obtenir, à l'été 1945, quelques kilogrammes d'uranium 235. Ici, à Oak Ridge, dans le Tennessee, l'usine K25 de séparation par diffusion gazeuse.

dement de Tokyo avait tué près de 100 000 personnes, et le gouvernement japonais refusait toujours de capituler. Officiellement, la décision d'utiliser les bombes atomiques, prise par le Président américain Truman seul, était motivée par le souci d'épargner les vies humaines qu'aurait coûté l'invasion du Japon. D'autres raisons, moins avouables, s'y sont bien entendu ajoutées : faire une démonstration à l'URSS de la puissance militaire américaine, et aussi utiliser ces armes si révolutionnaires et si efficaces qui avaient coûté deux milliards de dollars aux Etats-Unis.

"Une révolution scientifique", la bombe d'Hiroshima fut sans doute également cela, « aussi importante que l'invention du feu », dira même le physicien Louis de Broglie. Le plus impressionnant est qu'il a fallu moins de six ans pour domestiquer ce feu nucléaire. Treize ans avant Hiroshima, la structure du noyau de l'atome était inconnue ; sept ans avant, on ignorait tout de la fission nucléaire ! La construction de bombes à l'échelle industrielle, quelques mois seulement après la découverte de la réaction en chaîne, constitue un exploit technique inégalé, qui ne fut probablement réalisable, hélas, qu'au nom d'un enjeu militaire majeur.

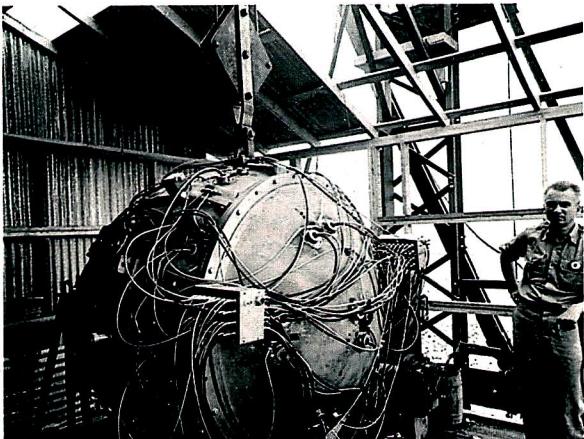
Le compte à rebours commence en 1932, avec la découverte, par l'anglais James Chadwick, du neutron, qui dévoile la structure du noyau atomique : celui-ci est composé de deux types de particules, les protons et les neutrons. En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie s'aperçoivent qu'en bombardant des noyaux avec des particules on peut en fabriquer de nouveaux, plus lourds et instables : c'est la radioactivité artificielle. L'Italien Fermi se

met alors à bombarder systématiquement tous les noyaux jusqu'au plus lourd connu, l'uranium. Ce faisant, Fermi est, sans le savoir, le premier à faire fissionner l'uranium !

Il faut attendre décembre 1938 pour que la physicienne allemande Lise Meitner et son neveu Otto Frisch, réfugiés en Suède, comprennent que le noyau d'uranium, bombardé de neutrons, se casse en deux en libérant une énergie considérable : l'énergie nucléaire. L'effet produit par cette découverte chez les physiciens est non moins énorme ! Et, immédiatement, apparaît la possibilité d'une réaction en chaîne (voir encadré pages précédentes), avec ses deux usages possibles : la production d'énergie – si cette réaction est contrôlée – et la bombe – si on ne la maîtrise pas. Dès mai 1939, Joliot et ses collaborateurs déposent des brevets sur la production d'énergie à partir de l'uranium. Mais le physicien hongrois Léo Szilard, émigré aux Etats-Unis, pressent aussitôt le pouvoir dévastateur de ces découvertes et, conscient de la menace nazie et du haut niveau scientifique de l'Allemagne, persuade Einstein d'alerter le Président des Etats-Unis. Dans sa fameuse lettre datée du 2 août 1939, Einstein informe Roosevelt de l'existence d'une nouvelle forme d'énergie utilisable dans des bombes, et lui conseille de chercher à se procurer de l'uranium et d'encourager les recherches.

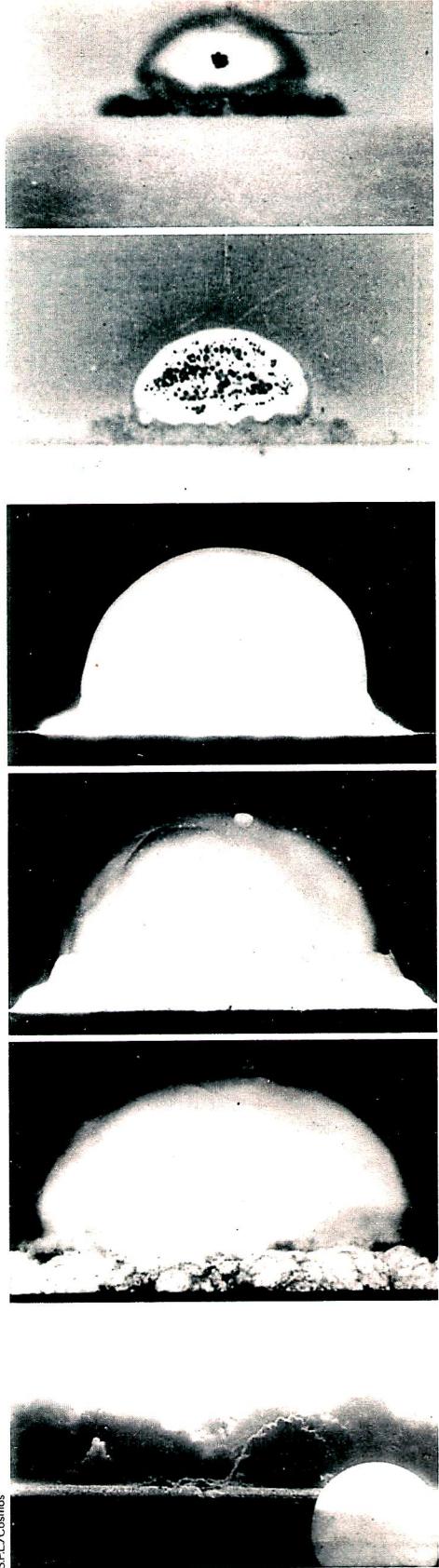
Roosevelt est convaincu : il faut fabriquer la bombe avant l'Allemagne. Un Comité de l'uranium est constitué, et les recherches se poursuivent dans plusieurs laboratoires américains. Deux ▶

SPL/Cosmos



## Répétition générale

Testée dans le plus grand secret le 16 juillet 1945, dans le désert Alamogordo, au Nouveau-Mexique, la toute première bombe au plutonium, baptisée *Trinity*, est identique à celle qui détruira Nagasaki quelques semaines plus tard. Son explosion, d'une puissance équivalente à 20 000 tonnes de TNT, a été filmée par les scientifiques.



SPL/Cosmos

8 h 15  
6 AOÛT 1945

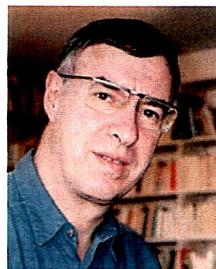
voies se dessinent pour la fission nucléaire. Tout d'abord, celle de l'uranium : le danois Niels Bohr a calculé qu'un seul isotope (1) relativement rare, l'uranium 235, fissionne ; par conséquent il faut séparer celui-ci du reste de l'uranium. Mais comment séparer des isotopes chimiquement identiques ? L'obstacle paraît presque infranchissable. L'autre piste est celle du plutonium : ce nouvel élément, qui n'existe pas dans la nature, vient d'être obtenu en bombardant de l'uranium 238 (l'isotope le plus abondant), et s'avère fissionner très facilement. Reste à le produire en quantité suffisante.

Les événements s'accélèrent à la fin de 1941.

Entre temps, en effet, les travaux des physiciens ont montré que quelques kilogrammes d'uranium 235 suffisent pour fabriquer une bombe et qu'il est possible de séparer les isotopes de l'uranium par différentes méthodes physiques. La recherche atomique est totalement réorganisée et, en août 1942, la fabrication de l'arme atomique est confiée à un département placé sous le contrôle de l'armée, avec à sa tête le colonel Groves. Son nom de code : projet Manhattan. D'énormes crédits sont engagés, un programme et un calendrier établis, et on recrute des milliers d'ingénieurs, techniciens et scientifiques, parmi lesquels de nombreux émigrés d'Europe.

Dès le 2 décembre 1942, à Chicago, Fermi

## « POUR LA PREMIÈRE FOIS, LA SCIENCE MENACE L'EXISTENCE DE L'HUMANITÉ »



Photos X/tous droits réservés

**DOMINIQUE LECOURT,**  
professeur de  
philosophie à  
l'université de Paris VII

**Science & Vie** : La bombe d'Hiroshima marque-t-elle une rupture dans la perception de la science ?

**Dominique Lecourt** : Il s'agit, sinon d'une rupture, du moins d'un tournant irréversible. Pour la première fois, Hiroshima impose l'idée que la science, par ses applications, peut menacer l'existence même de l'humanité, qu'elle est capable d'engendrer une catastrophe de dimension mythologique. En outre, la bombe a été mise au point en secret entre les scientifiques et le pouvoir politico-militaire, ce qui suscite

forcément une certaine défiance chez les citoyens. Ce qui est frappant également, c'est que cette bombe est issue de la physique la plus abstraite, celle de l'univers subatomique gouverné par la mécanique quantique et son "principe d'incertitude". Qu'une science aussi abstraite ait engendré une puissance si terriblement concrète, cela est apparu presque démoniaque !

**S & V** : Quel impact l'événement d'Hiroshima a-t-il eu dans la communauté des physiciens ?

**D. L.** : Les physiciens ont eu tendance, après 1945, à endosser la culpabilité de la bombe. Cela a été un traumatisme très profond, alors qu'avec le recul on voit que l'essentiel de la responsabilité a d'abord été politique. Mais ce sont les plus grands physiciens du temps qui, par engagement politique ou, en tout cas, antinazi, ont décidé de s'impliquer dans un programme à finalité militaire. C'est Einstein, le plus notoirement pacifiste, qui a poussé en ce sens, par sa lettre

au Président Roosevelt.

Durant l'été 1944, quelques-uns de ces physiciens ont tenté d'alerter le pouvoir politique sur le danger qu'allait courir l'humanité si on mettait au point cette bombe. Mais le pouvoir politique n'en a tenu aucun compte, et la décision a été prise pour des raisons politiques et militaires. Si bien que les scientifiques sont apparus comme des apprentis sorciers, déchaînant des forces considérables dont ils avaient perdu le contrôle au profit des militaires. Tout cela a radicalement modifié la perception de la science, qui était considérée jusque-là comme devant apporter une amélioration aux conditions de vie, ou à tout le moins capable de compenser les inconvénients passagers qu'elle entraînait.

Je pense que la crainte des manipulations génétiques, au début des années soixante-dix, et la décision des biologistes d'interrompre provisoirement les recherches pour réfléchir sont un écho direct

de ces interrogations-là : c'est la peur d'un "Hiroshima dans nos cellules" ; d'ailleurs, des physiciens qui avaient travaillé au projet Manhattan participaient aux discussions des biologistes.

**S & V** : La manière de faire de la physique a-t-elle changé ?

**D. L.** : C'est là une conséquence, non de la bombe en elle-même, mais du projet Manhattan. Effectivement, l'organisation du laboratoire de Los Alamos, qui poussait très loin la division du travail scientifique et la hiérarchie des tâches, s'est avéré si efficace (les scientifiques eux-mêmes étaient "bluffés") qu'elle s'est imposée comme un modèle pour la recherche scientifique. Ce qui est paradoxal, puisqu'il s'agissait alors d'une recherche strictement appliquée ! C'est de Los Alamos qu'est issue, pour une part, l'organisation d'une certaine recherche fondamentale, par exemple celle de la physique des grands accélérateurs – ce qu'on appelle la "big science".



Gamma/Kurita

## In memoriam

Les habitants de Hiroshima commémorent la destruction de leur ville en laissant dériver des lanternes sur le fleuve.

construit la première pile atomique du monde, en superposant des briques d'uranium et de graphite, et la première réaction en chaîne produit un demi-watt d'énergie ! Trois grandes piles, industrielles celles-là, sont alors mises en chantier pour la production de plutonium, ainsi que trois usines chimiques pour séparer ce plutonium. Ces constructions emploient 45 000 personnes.

L'autre grand but – la séparation de l'uranium 235 – est poursuivi de front. En 1943, on construit dans le Tennessee des dizaines d'unités de séparation électromagnétique, une usine de diffusion gazeuse (voir photo page précédente) et une installation de diffusion thermique comprenant plus de 2 000 colonnes de 15 m de haut. Mais c'est à Los Alamos (Nouveau-Mexique) que sont calculées et conçues les futures bombes. Dans cet immense laboratoire construit de toutes pièces au milieu du désert travailleront, dans l'urgence et le plus grand secret, des centaines de physiciens dont plus de 20 prix Nobel ou futurs prix Nobel,

(1) On dit que deux noyaux sont des isotopes quand ils ont le même nombre de protons, et pas le même nombre de neutrons.

sous la direction de J.R. Oppenheimer.

Le 16 juillet 1945, la première bombe au plutonium est expérimentée à Alamogordo, en plein désert ; c'est la réplique de celle qui sera lâchée sur Nagasaki. Il n'y aura pas de "répétition" pour la bombe à uranium, les stocks d'uranium 235 sont tout juste suffisants pour la bombe d'Hiroshima.

Depuis le début de 1944, il était évident que, la défaite de l'Allemagne étant proche, la bombe changeait de destination : le Japon devenait sa cible. Certains scientifiques, comme Léo Szilard, exprimèrent leur opposition à son utilisation ; d'autres, tel Niels Bohr, tentèrent de convaincre Churchill et Roosevelt d'instaurer un contrôle international. Un conseil scientifique, constitué d'Oppenheimer et de trois prix Nobel, Fermi, Compton et Lawrence, est au contraire d'avis d'utiliser la bombe contre le Japon, pour convaincre le monde du danger qu'elle représente. Mais les sentiments des scientifiques importent peu ; la décision du Président Truman (qui vient de succéder à Roosevelt) est prise. A partir de février 1945, les éléments des deux bombes sont acheminés secrètement vers l'île de Tinian. On connaît la suite.

Depuis le 9 août 1945, il n'y a plus eu d'attaque nucléaire. Est-ce l'effet de la dissuasion – cette stratégie de l'absurde qui veut que l'on accumule une force terrible pour ne pas oser s'en servir, tout en persuadant l'adversaire qu'on l'utilisera en cas d'attaque ? La menace, elle, n'a jamais cessé. Dès 1954, la première bombe H thermonucléaire (fondée sur la fusion) explose sur l'atoll de Bikini, avec une puissance de 15 mégawatts, 1 000 fois supérieure à celle d'Hiroshima. Depuis, les armes se sont multipliées, diversifiées, perfectionnées, et les vecteurs aussi. Après la fin de la guerre froide, le nombre de pays détenteurs de l'arme nucléaire s'est accru, et la situation stratégique est devenue confuse et instable, si bien que la lutte contre la prolifération est plus urgente que jamais. Même si les arsenaux ont un peu diminué grâce aux accords de désarmements, l'espèce humaine a encore très largement les moyens de se suicider. Saura-t-elle maîtriser ce pouvoir-là, comme elle a su maîtriser la puissance de l'atome ?



Keystone/Sygma

*La guerre est gagnée, mais pas la paix...*  
Albert Einstein, 1945.

8 h 15  
6 AOÛT 1945

# Les ravages de la bombe A

Selon les estimations officielles, 350 000 personnes étaient présentes à Hiroshima le 6 août 1945. La quasi-totalité de celles qui se trouvaient dans un rayon de 1 km autour du point d'explosion sont décédées, sur le coup ou dans les quatre mois qui ont suivi. La bombe aurait fait quelque 140 000 victimes jusqu'en décembre 1945. Un chiffre très approximatif, étant donné le désordre qui régnait alors. Après cette date, les recensements sont plus délicats à établir, et le nombre total des victimes ne sera jamais connu.

**De la mort immédiate aux cancers, la diversité des effets de la bombe ne permet toujours pas de dénombrer les victimes avec précision. "Little Boy" tue encore...**

PAR PHILIPPE CHAMBON

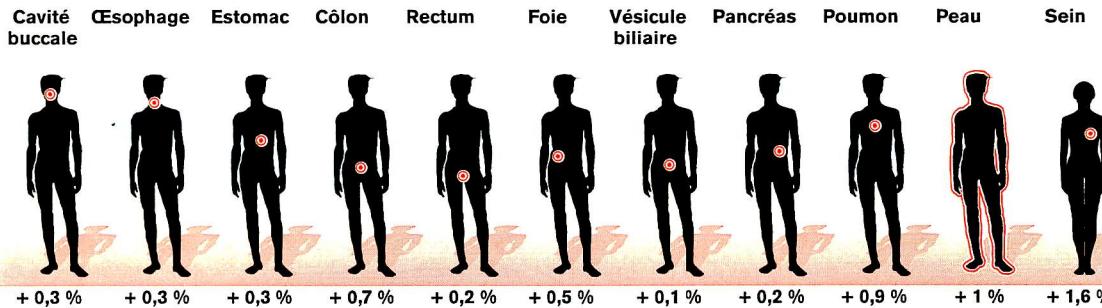
## Des effets à court terme...

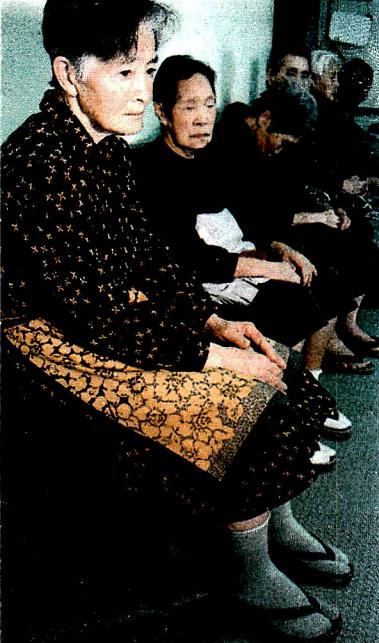
La première manifestation de l'explosion : un éclair qui rend aveugle (au moins temporairement) jusqu'à plusieurs kilomètres à la ronde ceux qui regardent dans sa direction. L'onde thermique qui se propage ensuite entraîne la vaporisation immédiate des corps humains non protégés les plus proches de l'hypocentre. Un peu plus loin, c'est la carbonisation intégrale, l'évaporation des viscères, et enfin des brûlures plus ou moins graves, essentiellement limitées aux endroits du corps exposés à la chaleur radiante. Les autres brûlures surviennent au cours des incendies et tornades de feu qui se déclenchent dans les secondes qui suivent : l'embrasement de la ville est total dans la demi-heure. La destruction par le feu s'étend sur 13 km<sup>2</sup>.

L'effet de souffle est la principale cause de décès à courte distance, éliminant à coup sûr ceux qui auraient survécu à l'onde thermique ou au rayonnement nucléaire initial (voir plus loin). Les effets les plus importants sont dus à la chute des bâtiments. Viennent s'y ajouter les effets directs qui lèsent les poumons soumis à l'effet de compression et d'aspiration caractéristique du souffle. Plus loin, l'effet de souffle cause des lésions du thorax et de l'abdomen et des fractures. Jusqu'à 3 km de l'hypocentre, le souffle provoque la rupture des tympans.

Au voisinage de l'hypocentre, le rayonnement ionisant initial provoque un choc immédiat et mortel. Jusqu'à 1 km de distance, les victimes souffrent du "mal des rayons", qui se manifeste

## QUARANTE ANS APRÈS, UN SURCROÎT DE CANCERS





J.-P. Daude/Cosmos

## Elle avait 19 ans

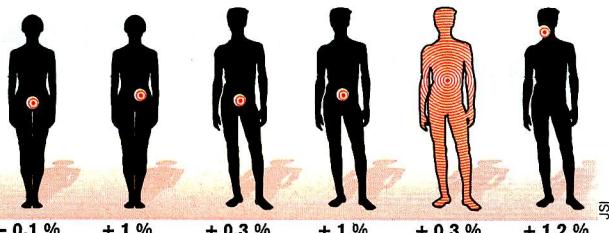
Sumiko Ishida vit aujourd'hui dans un centre de soins réservé aux victimes de la bombe. Elle ne veut pas se souvenir.

La production de plaquettes est aussi compromise, ce qui perturbe la coagulation. Autres symptômes caractéristiques : la calvitie et le purpura (hémorragie cutanée), qui commencent entre une et quatre semaines plus tard chez les personnes les moins touchées. Ces symptômes sont ressentis jusqu'à 5 km de distance et plus. La fièvre commence au cours des cinq premiers jours et peut durer plusieurs semaines. L'irradiation peut aussi, à des doses plus faibles, provoquer la stérilité et des ulcérations de la peau. L'ingestion de particules radioactives (iode 131) entraîne une hypothyroïdie qui peut évoluer vers un cancer de la thyroïde.

Enfin, le chaos qui suit l'explosion provoque une stupeur et une incapacité à prendre des décisions.

## CHEZ LES SURVIVANTS

Uterus      Ovaire      Prostate      Vessie      Système nerveux      Thyroïde



par des vomissements, des nausées, une anorexie et des diarrhées sanguinolentes. Un état de malaise général s'ensuit. La mort survient en moins de dix jours. De nombreuses victimes sont atteintes de troubles cérébraux, convulsions et délires. Les hémorragies sont fréquentes. L'irradiation de la moelle osseuse, en détruisant les cellules productrices des globules blancs, entraîne un déficit immunitaire important, qui laisse la porte ouverte à de nombreuses infections (les globules blancs sont en effet les "éboueurs" de notre système sanguins). La

sions. La plupart des survivants ne pensent qu'à fuir. Le sentiment d'être un mort vivant, la honte d'avoir survécu sont des handicaps sérieux à la réinsertion d'un grand nombre de survivants.

### ... et à long terme

Les effets à long terme sur la santé, mis à part les problèmes psychologiques que nous venons d'évoquer, sont essentiellement liés à l'irradiation et aux retombées radioactives. Car les conséquences de la bombe se font encore sentir aujourd'hui. Cependant, leur évaluation n'est pas simple. En effet, les survivants ont été atteints de façon très hétérogène. Ainsi, selon que certains se sont baignés dans des eaux contaminées ou en ont ingurgité, les doses reçues et les organes touchés ne sont pas les mêmes. Une corrélation précise dose-effet reste donc difficile à établir.

On sait cependant que l'irradiation crée des anomalies chromosomiques directement proportionnelles à la dose. Mais les techniques de génie génétique n'étaient pas connues à l'époque ; de plus, les anomalies en question sont autoréparées par les cellules, ce qui interdit de les mesurer à long terme. Enfin, les anomalies chromosomiques qui pourraient subsister ne provoquent pas nécessairement des maladies ; et ces maladies ne sont pas directement prévisibles.

Plutôt que de prendre en compte les doses, les chercheurs ont préféré s'appuyer sur l'épidémiologie, c'est-à-dire le suivi d'une partie des survivants et la comparaison de leur état de santé avec une population qui n'a pas été irradiée. Une comparaison parfois biaisée par des facteurs d'environnement mineurs, qui peuvent pourtant modifier les données. Ainsi, le mode de vie entre en jeu ; par exemple, la consommation de tabac, qui fausse les résultats sur les cancers du poumon, ou l'irradiation des personnes vivant dans des sites naturellement pollués par le radon.

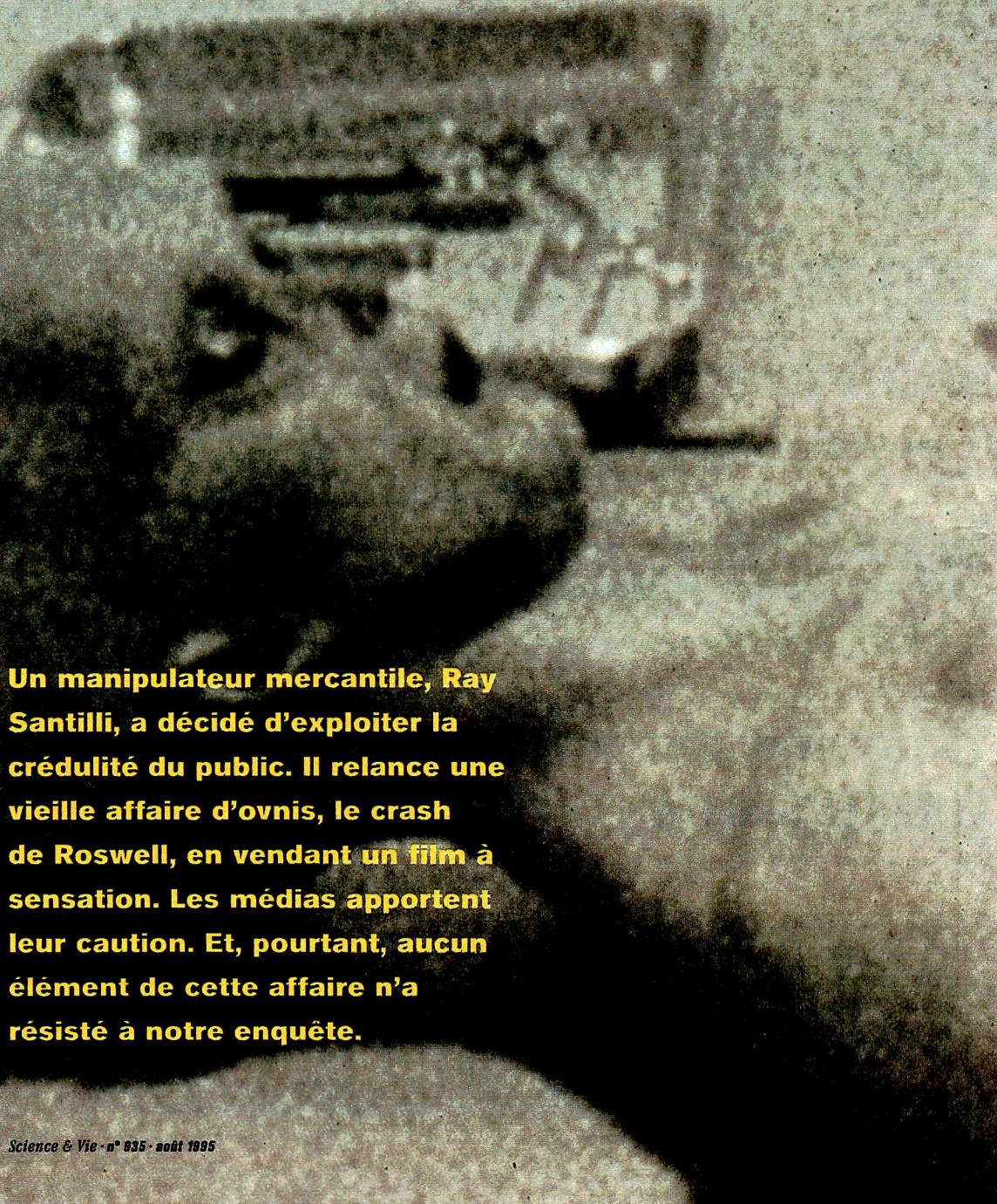
Quelques certitudes se dégagent cependant. Dans les dix ans suivant l'explosion, on observe un pic de leucémies et de myélomes (cancers de la moelle osseuse) significatif. Ce n'est que trente ans après l'explosion que se manifeste un surcroît de tumeurs solides, en particulier du sein, de la peau, des poumons, de la vessie, de la thyroïde, des ovaires (voir dessin ci-contre).

L'irradiation a-t-elle causé des anomalies génétiques héréditaires ? Il est pratiquement impossible de répondre à cette question. En effet, les femmes enceintes en août 1945 se sont presque toutes fait avorter, et les jeunes d'alors, considérées comme des pestiférées, ont rarement trouvé un conjoint – et encore moins eu un enfant.

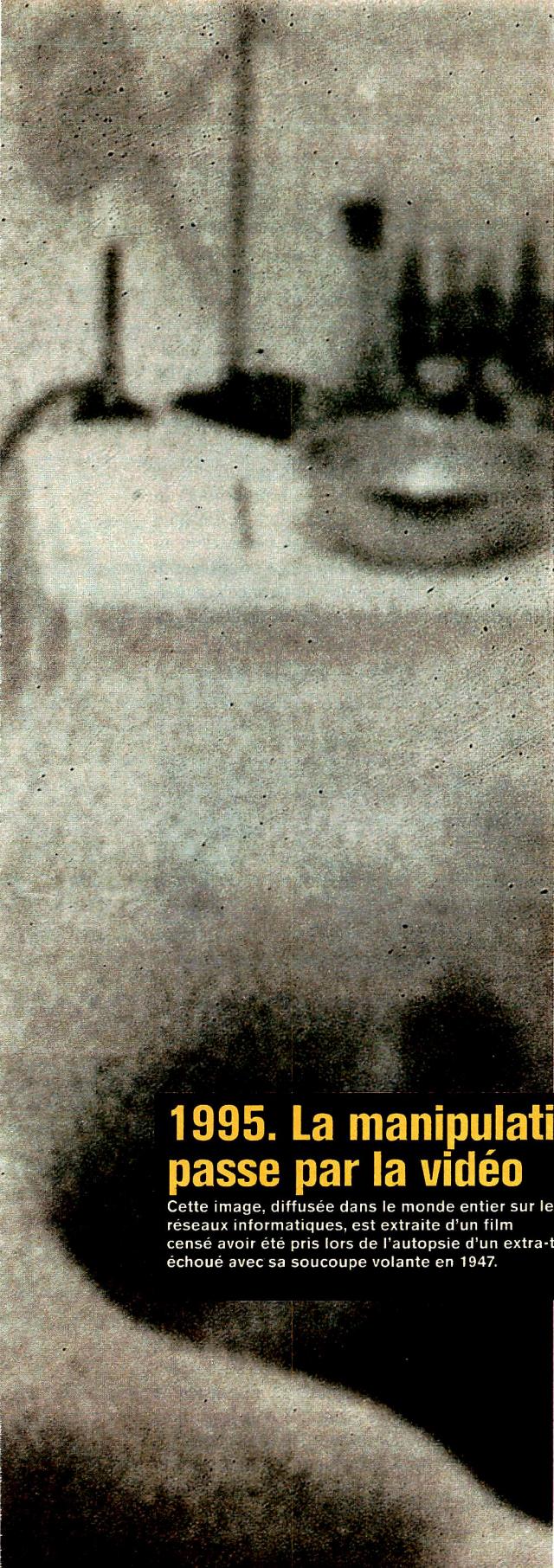
# EXTRA-TERRESTRES

# La grande arnaque

PIERRE LAGRANGE



**Un manipulateur mercantile, Ray Santilli, a décidé d'exploiter la crédulité du public. Il relance une vieille affaire d'ovnis, le crash de Roswell, en vendant un film à sensation. Les médias apportent leur caution. Et, pourtant, aucun élément de cette affaire n'a résisté à notre enquête.**



Copyright 1995 Roswell autopsy footage LTD first publishing 1947

## 1995. La manipulation passe par la vidéo

Cette image, diffusée dans le monde entier sur les réseaux informatiques, est extraite d'un film censé avoir été pris lors de l'autopsie d'un extra-terrestre échoué avec sa soucoupe volante en 1947.

Toujours en avance d'un scoop, *VSD* et *TFI* (bientôt rejoints par une publication scientifique majeure, *le Nouveau Détective*) ont présenté récemment à leurs lecteurs et téléspectateurs des photos d'un extra-terrestre dont le vaisseau se serait écrasé dans le désert du Nouveau-Mexique en 1947. Extraites d'un film dont quelques passages ont été montrés lors de conférences sur les ovnis (en Angleterre et en Italie), ces photos ont, certes, été présentées avec les précautions d'usage, mais surtout avec l'argument selon lequel elles annoncent peut-être de fracassantes révélations. En fait, ce film est le nouvel avatar d'une longue série de révélations qui se sont multipliées depuis la fin des années soixante-dix au sujet de ce qu'il est convenu d'appeler "l'affaire de Roswell".

Rappelons les faits. Le 8 juillet 1947, une dizaine de jours après que les premières observations de soucoupes ont fait l'objet de discussions dans la presse, une dépêche surprenante, émise par la base de Roswell dans le Nouveau-Mexique (où est stationnée la seule escadrille de bombardiers atomiques), parvient aux journaux américains : l'armée a capturé une soucoupe volante. Celle-ci s'est disloquée au-dessus d'un ranch administré par William Mac Brazel. Ayant découvert les débris de l'engin mystérieux, le fermier a prévenu le shérif de Roswell puis, sur les conseils de ce dernier, la base militaire. L'officier chargé des Renseignements, le major Jesse Marcel a été dépêché sur les lieux. Il a aussitôt procédé à la collecte des restes de la "soucoupe". C'est sur ordre du colonel de la base que la nouvelle a été annoncée aux journaux. Les débris sont transportés par avion à la base de Fort Worth, au Texas, qui diffuse bientôt une nouvelle dépêche. Celle-ci explique toute l'affaire comme le résultat d'une lamentable méprise : on a confondu les

restes d'un ballon sonde avec ceux d'une soucoupe volante ! Des journalistes venus spécialement de Washington pour voir les débris de la soucoupe repartent après avoir vu ceux d'un ballon. Les quotidiens donnent un large écho à cette seconde dépêche. L'explication satisfait tout le monde. On n'entend plus parler de la soucoupe de Roswell pendant trente ans.

L'affaire ressurgit en 1978 lorsque Stanton Friedman, un physicien nucléaire devenu conférencier sur les ovnis, est mis en relation avec Jesse Marcel. Avec l'aide d'un autre ufologue (c'est-à-dire un spécialiste des ovnis), William L. Moore, Friedman enquête. Ils retrouvent d'autres témoins des faits. La rumeur prend

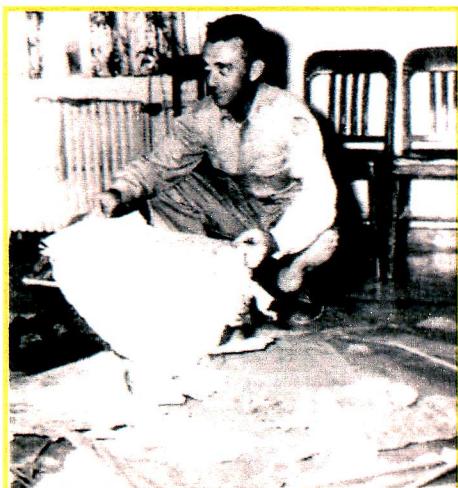
# Comment un événement banal

► corps. En 1980, Moore publie un livre sur l'incident de Roswell.

Au fil des années, les révélations de Moore et Friedman sont "confirmées" par d'autres découvertes. Un ufologue prolifique, Léonard Stringfield, publie de nombreux récits de soucoupes écrasées et récupérées par l'armée que lui ont faits d'anciens militaires. Des photos circulent qui sont censées représenter des cadavres d'ET au milieu des débris de leur engin interplanétaire. Un scientifique, Robert Sarbacher, qui avait déjà tenu des propos similaires dans les années cinquante, affirme que l'armée détient des engins ET et les corps de leurs occupants. Des rumeurs commencent à circuler sur d'étranges appareils que l'on pourrait voir voler dans le ciel de certaines bases militaires américaines. En 1987, des documents au contenu extraordinaire sont rendus publics par

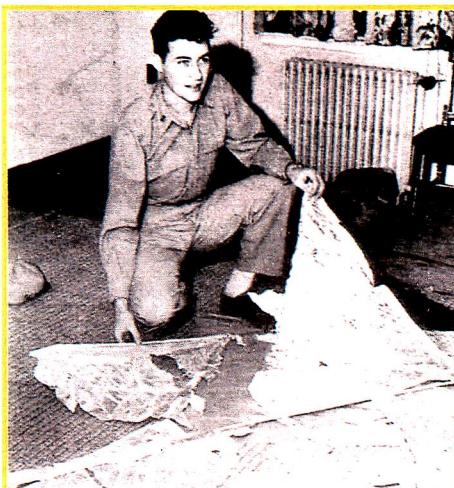
journaliste du *New York Times* publie un ouvrage sur les avatars de ce groupe secret d'étude des ovnis depuis 1953. De nouveaux témoins se manifestent auprès des ufologues. Certains affirment avoir vu les restes de la soucoupe et les corps de ses occupants en 1947.

Les principaux groupes ufologiques américains multiplient les démarches pour consolider le dossier de Roswell et mettre le gouvernement et l'armée devant les faits qu'ils ont voulu camoufler. Comme l'affaire ne cesse d'agiter les esprits – des manifestations sont même organisées devant la Maison Blanche – le représentant du Nouveau-Mexique décide, au début de 1994, de porter l'affaire devant le Congrès et de demander qu'une enquête soit effectuée pour lever le mystère sur les agissements de l'armée. Laquelle répond par un rapport de plus de 800 pages.



## Une soucoupe dans la tête

Le 8 juillet 1947, à Fort Worth, au Texas, le major Jesse Marcel présente à la presse les débris d'un objet volant. Ne reconnaissant pas les débris d'un ballon militaire, il pense avoir affaire à une soucoupe volante. Une hypothèse lourde de conséquences.



## Un ballon dans le ciel

Irving Newton, officier météo, face aux mêmes débris défend un point de vue radicalement différent. Pour lui, il s'agit des restes d'une cible radar accrochée à un ballon atmosphérique. Il a presque raison : cet engin ultra-secret est un détecteur d'essai nucléaire aérien.

Photos : UPI

William Moore. Préparés à l'intention du Président Eisenhower en 1953, ils affirment que des crashs de soucoupes ont bien eu lieu et que le dossier est classé à un niveau de secret supérieur à celui de la bombe atomique. Un groupe de douze scientifiques, politiques et militaires de haut rang serait dans le secret. Son nom de code : Majestic 12 (MJ12). A quelques temps de là, un ancien

Elle reconnaît que la solution qu'elle avait donnée à l'époque des faits était incomplète. L'ovni n'était pas un ballon météorologique ordinaire, explique le rapport, c'était un ballon stratosphérique développé dans le cadre d'un programme "top secret" : le projet Mogul. But de ce Projet : détecter en haute atmosphère les ondes de choc produites par les explosions atomiques sovié-

# devient un mythe soucoupique

tiques. En 1947, en pleine guerre froide, le secret sur ce genre d'expérience devait être maintenu à tout prix. Il ne fallait pas que les Soviétiques puissent se douter que, d'autant plus loin, leurs progrès dans le domaine nucléaire étaient suivis d'autant près. Et les cadavres d'extra-terrestres mentionnés par certains témoins présents sur les lieux du crash en 1947 ? Réponse brutale de l'armée : ils n'ont jamais existé. Il n'y a pas de cadavres d'extra-terrestres dans les placards – ni dans les congélateurs – de l'US Air Force. La

Et voici qu'après cette longue série de révélations, on nous présente maintenant un film censé avoir été pris lors des événements, à Roswell en 1947. La preuve ultime ? Encore faudrait-il que les preuves précédemment avancées soient convaincantes. Or, aucune n'a vraiment résisté. Les militaires cités par Stringfield demeurent anonymes, rendant toute vérification impossible. Les diverses photos d'ET ont été expliquées soit comme le résultat de trucages, soit comme des photos de pilotes humains. Les documents du MJ 12 sont des faux avérés (et Bill Moore semble ne pas être étranger à leur fabrication). L'ouvrage du journaliste du *New York Times* s'est révélé être un tissu de rumeurs récoltées sans esprit critique. La plupart des nouveaux témoignages ont été écartés comme frauduleux. Aux dernières nouvelles, peu d'ufologues ont été convaincus par les extraits du film qu'ils ont vus. Seul événement dont on est sûr : quelque chose a bien été ramassé par Marcel en juillet 1947 dans le désert du Nouveau-Mexique. Question : de quoi s'agissait-il ?

Pour comprendre l'affaire de Roswell, il faut moins attendre de nouvelles révélations (qui, certes, ne manqueront pas de survenir) que de se replonger dans le contexte de l'époque afin de la replacer dans sa juste perspective. Elle prend alors une tout autre signification.

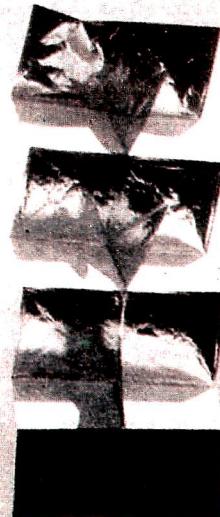
La nouvelle de la découverte d'une *flying saucer* ►



## La "vérité" militaire

Le général Roger Ramey et le colonel Thomas DuBose donnent la version officielle et incomplète... C'est un ballon sonde tout à fait ordinaire comme il en retombe de temps en temps n'importe où. Ils "oublient" de préciser l'utilisation de cet engin par les services de renseignements.

nouvelle de la publication du rapport de l'Air Force fait la une du *New York Times* et déclenche un débat nourri au sein des groupes ufologiques. De son côté, le Congrès poursuit son investigation. Ses conclusions sont très attendues, elles doivent paraître à la mi-juillet. Vont-elles confirmer les découvertes des ufologues et désavouer l'armée ? Certains y croient.



## La réalité, enfin

L'objet trouvé à Roswell est un détecteur radar semblable à celui qui équipe ce ballon militaire.

# Aujourd'hui la manipula

► *cer* (soucoupe volante) à Roswell prend place en juillet 1947, quelques jours à peine après la première observation de soucoupes par un pilote de l'Idaho, Kenneth Arnold. L'expression *flying saucer* vient tout juste d'être inventée par les journalistes pour désigner ces engins aux performances étonnantes que des témoins, toujours plus nombreux, signalent voir traverser le ciel. Pour jauger convenablement l'affaire de Roswell, on doit tenir compte de la nouveauté des soucoupes. Sinon, gare aux anachronismes. Rien ne garantit en effet que l'expression soucoupe volante ait, en 1947, exactement la même signification extra-terrestre pour tout le monde comme aujourd'hui après cinquante ans de controverses.

Pour le colonel Richard Weaver, rédacteur du rapport de l'Air Force, ce terme a été utilisé par les militaires de Roswell dans un sens différent du nôtre, non marqué par l'idée d'extra-terrestres.

En 1978, Jesse Marcel affirme que la soucoupe de Roswell n'était pas un ballon mais un ovni – au sens où l'on entend ce terme en 1978. Mais en 1947, au moment où il recueille les débris dans le champ de Brazel, que pense Marcel ? On sait simplement qu'il est suffisamment intrigué par les débris pour réveiller sa famille en pleine nuit pour les leur montrer. Un autre militaire présent sur les lieux, Irving Newton, raconte que, tandis qu'ils observaient les débris de l'engin, Marcel ne cessait d'en désigner telle ou telle partie en demandant si elle pouvait appartenir à un ballon sonde. Pour Newton, qui reconnaissait sans l'ombre d'une hésitation un ballon, Marcel lui donnait l'impression d'être mal à l'aise, pris entre son sentiment d'avoir affaire à quelque engin étrange et l'opinion de ses supérieurs qui affirmaient que c'étaient les restes d'un ballon. Dans un autre entretien cité par le rapport de l'Air Force, Newton déclare que Marcel essayait de le convaincre qu'une sorte d'écri-

ture apparaissant sur certains des débris était extra-terrestre, thèse que Newton ne partageait évidemment pas.

Ces détails livrés par Newton, s'ils sont exacts, sont extrêmement importants. Ils montrent que les soucoupes avaient déjà pour certaines personnes, et notamment pour Marcel, une signification proche de la nôtre. Certains ufologues, devant la contradiction des premiers témoignages ont émis l'hypothèse d'une conspiration : les débris de la soucoupe auraient été remplacés par un ballon. En fait, ces contradictions émanent plus d'une différence d'interprétation devant les débris que d'une éventuelle substitution pour protéger un secret militaire



## Les preuves : six doigts...

Dans quelques jours, l'armée des ufologues et autres amateurs d'étrangetés vont pouvoir assister à l'autopsie d'un extra-terrestre. La cassette vidéo, dont certaines images circulent déjà librement sur le réseau Internet (photos ci-dessus), sera mise sur le marché au même moment dans le monde entier. On y voit, par bribes mal filmées, l'autopsie de plusieurs "cadavres" soi-disant trouvés à la suite du crash de Roswell. Au programme, une main à six doigts présentée comme une preuve de l'origine extra-terrestre des pantins.

Photos X : tous droits réservés

Mais la thèse de la substitution est tenace : des témoins des événements affirment que, pendant que les militaires montraient les restes d'un ballon à la presse, les restes de la soucoupe étaient transférés en grand secret à la base de Wright Field. Un argument qui ne tient pas, et ce, pour plusieurs raisons.

En effet, dans ses premiers témoignages, Jesse Marcel a expliqué que les débris montrés sur une des photos où il apparaît étaient ceux de la

# tion passe par Internet

vraie soucoupe, et non ceux d'un ballon. Mais, à l'évidence, c'étaient les débris d'un ballon. Le témoignage de Marcel aurait-il été déformé par l'ufologue qui l'a interrogé en 1978 ? Invérifiable, Marcel est décédé depuis. Mais était-il capable de faire la différence entre un ballon scientifique ultra secret et une soucoupe volante ? Un autre témoin, le général DuBose, également présent à la séance de photos, a lui aussi affirmé dans un entretien que les débris photographiés étaient ceux de la soucoupe. Seulement, au cours d'autres entretiens, le même général a modifié son témoignage, sur l'insistance d'enquêteurs pro-ovnis, affirmant que les débris photographiés étaient ceux d'un ballon, substi-

un ruban adhésif rose avec des sortes de dessins ou de hiéroglyphes ; tout cela est assez éloigné de la belle soucoupe en métal inconnu sur Terre. Encore faut-il se replacer dans le contexte : des détails, peu futuristes pour nous, pouvaient très bien l'être en 1947.

La substitution des vrais débris contre ceux d'un ballon n'a pu avoir lieu parce que les débris que montrent les photos proviennent de ballons du projet Mogul, démontre l'ufologue Robert G. Todd. Or, ce projet – top secret rappelons-le – était inconnu des militaires stationnés à Roswell et à Forth Worth. Comment auraient-ils donc pu se procurer des débris de ballons Mogul pour donner le change aux journalistes ? Todd rajoute qu'en outre, une fois lancés, les ballons n'étaient pas recherchés. Ils s'écrasaient ici ou là dans le désert et personne ne partait à leur recherche. Comment s'en procurer des débris pour les besoins de la photo sachant que, selon les déclarations d'un des responsables du projet, le professeur Charles B. Moore (aucun lien avec William Moore), les débris sur les photos sont ceux d'un ballon qui a été exposé quelques semaines au soleil ? La thèse de la substitution complique les choses plus qu'elle ne les clarifie.

Les ufologues ont-ils cru à une substitution parce qu'ils ont trop fait confiance à l'interprétation de Marcel, la prenant pour le reflet de la réalité alors qu'il s'agit du reflet de ses souvenirs et de son opinion personnelle ? La mémoire peut-elle altérer le souvenir d'événements à un tel point ? C'est bien l'explication qu'il semble falloir retenir. Avec tout de même une précision. On ne peut réellement en vouloir aux militaires d'avoir cru tenir entre leurs mains les restes d'un engin très étrange puisqu'ils ignoraient tout du projet Mogul, tout comme les propres hommes de la base d'Alamogordo qui procédaient au lancement de ces ballons espions ! La légende de Roswell apparaît moins comme le résultat d'un délire que comme celui du fonctionnement de l'armée et de sa règle du secret.

Le professeur Moore a aussi contribué à lever le voile sur l'éénigme que constituait pour beaucoup d'ufologues une sorte d'écriture hiéroglyphique décrite par Marcel et par d'autres témoins. Moore explique que certaines des parties des ballons étaient assemblées avec un Scotch de couleur portant des dessins. Lui-même s'était à l'époque étonné de ce détail curieux, lié au fait qu'une partie des ballons étaient fabriqués par



## ... et du sang vert

Le film de l'autopsie est diffusé par un obscur producteur anglais, Ray Santilli. Il prétend avoir acheté ce "document" à Jack Barnett qui l'aurait tourné pour le compte de l'armée. Mystification obligé : Santilli n'a donné à expertiser que des amorces de pellicules, pas d'images de ce film où rien n'est épargné aux mannequins de latex.

tués à ceux de la soucoupe. Ces différences illustrent la fragilité d'un témoignage qui s'appuie sur des souvenirs vieux de quarante ans.

On peut, bien sûr, s'étonner que les militaires de 1947 aient pu à ce point hésiter et prendre pour les restes d'une soucoupe ce qui nous apparaît comme les restes d'un ballon. En outre, la description qu'ils en donnent nous semble assez peu soucoupique : des baguettes, un matériau ressemblant à du balsa, des feuilles d'aluminium,

# Les vraies images des fau

► un firmé de jouets de New York ! *Exit* donc l'écriture extra-terrestre.

Et les fameux cadavres que nous ont obligeamment fait découvrir *VSD* et Jacques Pradel, sur *TF1* ? Un autre ufologue, Karl Pflock, pense aussi que les débris découverts par le fermier Brazel provenaient certes d'un ballon Mogul, mais il estime que cela n'explique pas tout, notamment la présence de corps d'êtres de petite taille, soi-disant retrouvés dans les environs, comme si une soucoupe volante s'était disloquée en vol et écrasée en deux endroits. Pflock insiste notamment sur un témoignage, celui de Glenn Dennis qui affirme avoir discuté avec une infirmière qui aurait participé aux autopsies.

En effet, à partir de la fin des années soixante-dix, le récit de Marcel se double d'autres récits qui évoquent un second lieu de crash et la présence de corps d'extra-terrestres. Que faut-il en penser ? Au sein de la communauté ufologique, les avis sont partagés. Pour certains, il y a eu un second site. Pour d'autres non. Mais un problème surgit aussitôt parmi les partisans de second site : ils ne sont pas d'accord entre eux sur sa localisation, sur ce qu'on y aurait découvert, et sur les personnes qui s'y sont trouvées. Pour Stanton Friedman, le second site est localisé dans les plaines de San Augustin, à plus de deux cents kilomètres du ranch de Brazel ; pour Kevin Randle et Don Schmitt, deux autres ufologues qui ont publié deux livres sur l'affaire, le second site est beaucoup plus proche du ranch de Brazel. Comment expliquer ces divergences ? Sont-elles dues à des défaillances de la mémoire, au caractère frauduleux d'une partie des témoignages ? La découverte de documents militaires sur l'affaire permettrait de répondre.

Depuis la clôture de Blue Book, le programme officiel de recherche sur les ovnis de l'US Air Force, et surtout depuis que les ufologues se servent de la loi sur la liberté d'accès aux documents administratifs, des milliers de pages de documents officiels ont été déclassifiées par le FBI, l'armée et la CIA. Certains de ces documents ont été utilisés par les ufologues dans le but de prouver que l'armée de l'air "savait". Déductions guère convaincantes : aucun de ces documents ne mentionne de près ou de loin Roswell, et certains insistent même sur l'absence de toute preuve matérielle (même s'ils concluent parfois à l'existence des soucoupes). Seuls deux documents, issus des archives du FBI, évoquent des affaires de crash. Le premier date des années cinquante et rap-

## DES CANULARS À LA PELL

L'affaire de Roswell est peut-être l'affaire de crash qui a rencontré, sur le tard, le plus de succès, elle n'est pas la seule à avoir défrayé la chronique. De même, les photos extraites du film de Santilli ne sont pas les premières qu'on nous présente comme étant celles d'ET capturés lors de la chute de soucoupes volantes.

Dans les années cinquante, les magazines populaires parlent souvent de soucoupes qui seraient tombées au sol. Personne ne prend ces affaires au sérieux et les spécialistes des ovnis encore moins. Seul un livre publié par le journaliste Frank Scully en 1950 suscite un temps un certain intérêt. Il révèle que, selon un scientifique anonyme, l'armée aurait récupéré une soucoupe et ses occupants près d'Aztec, au Mexique. Tout s'effondre lorsqu'un re-

porter du magazine *True* démontre, à la suite d'une enquête minutieuse, que le scientifique cité par Scully est un escroc condamné à plusieurs reprises : avant la soucoupe d'Aztec, il a inventé une version américaine des avions renifleurs.

L'ufologue Bill Moore lui-même revient sur le crash d'Aztec popularisé par Scully. Il confirme les conclusions du journaliste de *True* : l'histoire a été inventée par des escrocs au caissier judiciaire fourni.

Dès lors, les révélations sur les crashes de soucoupes volantes qui continuent parfois de parvenir aux groupes ufologiques sont classées sans qu'aucune suite ne leur soit donnée.

Dans les années quatre-vingts, des livres et articles paraissent qui mentionnent de nouveaux cas de crashes ou qui reviennent sur celui



### Une fiction qui ose l'avouer

Il y a un an et demi, Paul Davids a produit un téléfilm pour la télévision américaine. La ressemblance entre ces images et celles de Santilli est assez instructive.

# sses preuves

d'Aztec. Bientôt, on a l'impression qu'une armada de soucoupes s'est écrasée aux quatre coins des Etats-Unis. L'ufologue Léonard Stringfield publie une série de monographies qui décrivent de nombreuses affaires similaires. Malheureusement, ses informateurs refusent de témoigner à découvert.

Des photos montrant des cadavres d'ET carbonisés et les restes de leur engin circulent dans la presse et parmi les ufologues. Enfin des preuves ? Les analyses conduites montrent qu'il s'agit de corps de pilotes humains.

Moore et Berlitz reproduisent aussi dans leur livre une photocopie d'une photo de deux membres de la police militaire qui escortent un ET de petite taille. Son visage est recouvert d'un masque respiratoire : on ap-

prendra plus tard qu'il s'agit d'un montage (voir photos ci-contre).

Il y a quatre ans, une photo d'un extra-terrestre de Roswell avait déjà circulé. On s'est aperçu qu'il s'agissait d'une maquette.

Une remarque s'impose à propos de l'argument défendu par certains ufologues selon lequel ces rumeurs, photos et documents serviraient au gouvernement américain pour préparer le public à la révélation de la vérité sur les "petits hommes verts". Cette révélation est, en fait, "imminente" depuis les années soixante... Ce qui illustre à quel point les ufologues ont la mémoire courte !

Les photos révélées récemment ne sont que le dernier avatar d'une série de preuves qui s'écroulent toutes les unes après les autres.



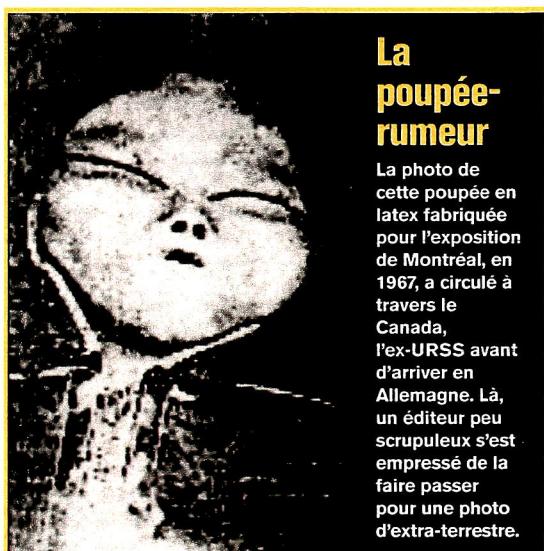
## Un poisson d'avril qui a bien pris

Un canular journalistique du 1<sup>er</sup> avril 1950 est devenu, dans un ouvrage publié en 1980, l'un des éléments de démonstration de la véracité du crash de Roswell.



## La poupée-rumeur

La photo de cette poupée en latex fabriquée pour l'exposition de Montréal, en 1967, a circulé à travers le Canada, l'ex-URSS avant d'arriver en Allemagne. Là, un éditeur peu scrupuleux s'est empressé de la faire passer pour une photo d'extra-terrestre.



# Le mensonge continue

► porte plusieurs crashes d'ovnis. Mais William Moore, lui-même, a établi que ce texte ne rapporte que des rumeurs propagées à la même époque. Conclusion : quand le FBI mentionne une histoire de soucoupe écrasée, cela confirme l'existence de cette histoire et non celle de la soucoupe ! Seul un autre document du FBI mentionne Roswell explicitement. Il s'agit d'un message de télex (téléscripteur) diffusé le 8 juillet 1947, à la suite de la dépêche de presse de la base de Roswell. Mais la description de l'engin qui y est donnée rappelle celle d'un ballon. Et, bien sûr, aucun cadavre n'est mentionné.

Pourquoi une telle affaire, si elle a effectivement eu lieu, n'a-t-elle pas mobilisé des bureaux d'études, des commissions d'experts et engendré des milliers de rapports ?

Pour certains ufologues, la documentation existe, mais elle ne sera pas divulguée avant longtemps. Mais les rares documents officiels obtenus de sources non officielles, comme ceux du MJ-12, sont des faux. Instruit par l'exemple du MJ-12, dont il s'était méfié très tôt, l'ufologue Barry Greenwood, spécialiste des documents officiels sur les ovnis, rappelle cette évidence : un document n'est fiable que s'il provient directement d'une source fiable. Et Barry Greenwood sait de quoi il parle : il a obtenu du gouvernement la déclassification de plusieurs milliers de pages de documents sur les ovnis (1), pages qu'il analyse patiemment et avec beaucoup de sérieux.

L'ufologue Karl Pflock estime, lui, que si l'incident de Roswell a bien eu lieu, toutes ses traces en ont été perdues à la suite d'erreurs de gestion liées à la nouveauté radicale de la chose découverte. Mais cette hypothèse est-elle nécessaire ? A moins que l'absence de documents ne soit ici la preuve de l'absence d'événement.

On peut d'ores et déjà éliminer comme second site les plaines de San Augustin. Cette hypothèse reposait sur un témoignage exploité par Friedman et convaincu de faux par d'autres enquêteurs. Ce qui

n'a pas empêcher cet auteur de rééditer son livre !

Quant au second site défendu par Randle et Schmitt, il pose lui aussi toute une série de problèmes, les témoins sur lesquels ils s'appuient ne paraissant guère plus fiables que celui de Friedman. L'un d'eux, Jim Ragsdale, affirme avoir vu, en compagnie de sa petite amie, l'engin et les corps de ses occupants au matin du 4 juillet 1947. Mais son témoignage est remis en question par Karl Pflock dans son rapport de juin 1994 (2). Le témoin avait expliqué qu'il se trouvait sur

les lieux en 1947 dans le cadre de la construction d'un pipeline. Mais Pflock a découvert qu'en fait, ce pipeline ne fut pas installé avant les années cinquante. Interrogé par Karl Pflock, le témoin a affirmé qu'il travaillait en fait à l'installation d'un autre pipeline à plus de 110 km au sud de Roswell. Enfin, Ragsdale a indiqué à Pflock un lieu tout à fait différent de celui qu'il avait men-

tionné à Randle et Schmitt. Un témoignage à géométrie très variable.

D'autres témoignages évoquent, bien sûr, les cadavres, mais ils sont de seconde main. Aux problèmes posés par la détérioration de la mémoire des témoins des événements viennent donc s'ajouter ceux posés par sa transmission à d'autres qui n'ont pas vécu les événements. Du coup, c'est l'interprétation extra-terrestre et l'idée d'un camouflage gouvernemental qui est finalement remise en question par certains ufologues.

Un dernier argument joue en défaveur de l'affaire de Roswell, c'est son caractère incroyable. Le problème avec les histoires de soucoupes, c'est qu'elles renvoient à quelque chose que les hommes peuvent imaginer – précisément parce que ces histoires relèvent de l'imaginaire ! Les soucoupes et leurs pilotes nains rappellent trop la science-fiction populaire, les "petits hommes verts" ("les petits gris", pour les Américains). A croire que la vie dans les autres mondes a emprunté exactement le chemin tracé par les romanciers... ■



Photo X tous droits réservés

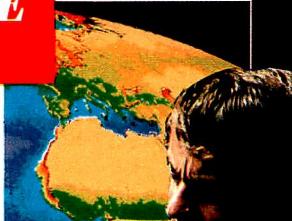
(1) Greenwood récuse aussi l'idée selon laquelle un document faux a forcément été concocté par le gouvernement dans le but de décréditer les ufologues : « Vu le faible niveau de crédibilité atteint par l'ufologie, on peut se demander pour quelle raison le gouvernement devrait accorder aux ufologues de l'importance ! » *Just Cause*, le bulletin du CAUS, n° 30, décembre 1991, Box 176, Stoneham, MA 02180.

(2) *Roswell in Perspective*, Fund for UFO Research, PO Box 277, Mount Rainier, MD 20712.

# DECOUVREZ LE PANORAMA DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE...

## SCIENCE & VIE

Tous les mois,  
**SCIENCE & VIE** vous informe  
parfaitement sur les derniers  
développements de la recherche,  
dans tous les domaines  
scientifiques et techniques.  
**SCIENCE & VIE**, le magazine  
d'information scientifique  
de référence.



## SCIENCE & VIE

HORS SÉRIE

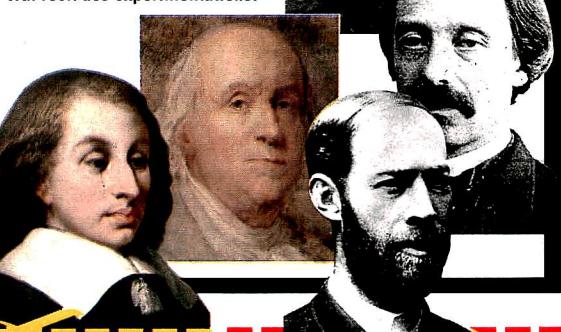
Tous les trois mois,  
**LES HORS SÉRIE** de **SCIENCE & VIE**  
traitent de façon exhaustive un grand sujet  
de notre temps. Chaque **HORS SÉRIE**  
fait le tour complet d'une question  
d'actualité scientifique.



TOUS DROITS RESERVÉS

## LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

Tous les deux mois,  
**LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE**  
vous font vivre l'Histoire des  
sciences comme on ne vous l'a  
jamais racontée. En 1995,  
**LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE**  
vous font entrer dans le secret  
des laboratoires et découvrir le  
vrai récit des expérimentations.



PHOTOS ROGER-VIOLLET

TOUS DROITS RESERVÉS

ET ABONNEZ-VOUS  
DES AUJOURD'HUI  
A L'UNE DE CES DEUX FORMULES :

### FORMULE N° 1

ABONNEMENT D' 1 AN  
AU PANORAMA  
DE LA SCIENCE  
12 N°s de SCIENCE & VIE  
6 N°s des CAHIERS  
DE SCIENCE & VIE

**349** francs  
seulement au lieu de 468 francs \*

### FORMULE N° 2

ABONNEMENT D' 1 AN  
AU MAXI PANORAMA  
DE LA SCIENCE  
12 N°s de SCIENCE & VIE  
6 N°s des CAHIERS DE  
SCIENCE & VIE  
4 N°s HORS SÉRIE DE  
SCIENCE & VIE

**405** francs  
seulement au lieu de 568 francs \*

### BULLETIN D'ABONNEMENT A TARIF PRIVILÉGIÉ

à compléter et à retourner avec votre règlement à l'ordre de **SCIENCE & VIE** sous enveloppe affranchie à :  
**SCIENCE & VIE** - Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.

**OUI** je m'abonne pour un an  
et à tarif privilégié à la formule suivante  
que je coche ci-dessous :

**FORMULE N°1 : PANORAMA DE LA SCIENCE (18 N°)**  
C43A **349 francs** seulement au lieu de 468 francs \* / **119 francs** d'économie

**FORMULE N°2 : MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE (22 N°)**  
C43Z **405 francs** seulement au lieu de 568 francs \* / **163 francs** d'économie

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Conformément à la loi Informatique et Liberté du 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez 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.

OFFRES VALABLES JUSQU'A FIN 1995 ET RESERVÉES A LA FRANCE  
METROPOLITAINE.ETRANGER: NOUS CONSULTER Tel (33-1) 46 48 47 08

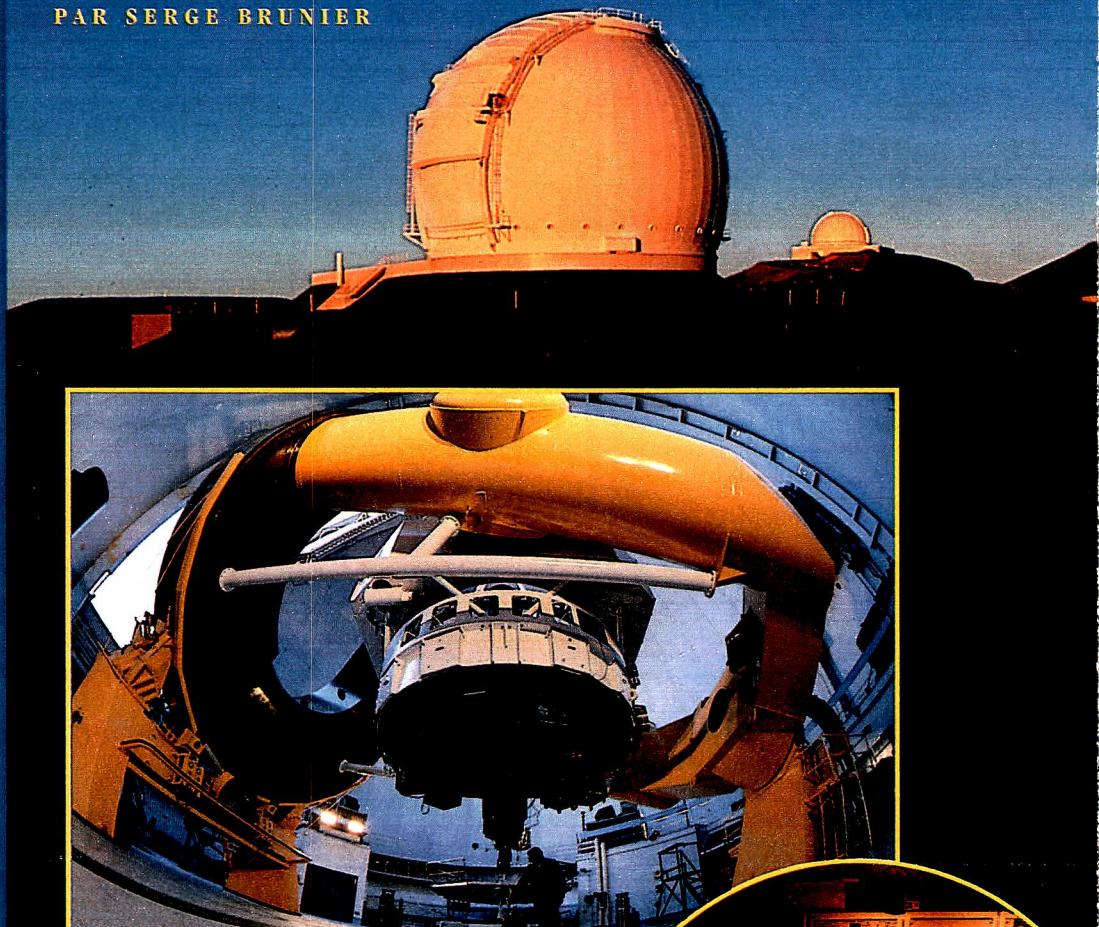
**Vous pouvez aussi vous abonner par Minitel en tapant 3615 ABON**

(\* Prix de vente normal chez votre marchand de journaux)

# Astronomie au-

**Pour installer leurs télescopes ultrasensibles, les astronomes recherchent les plus beaux ciels au sommet de montagnes désertiques. A Hawaii, sur le volcan Mauna Kea, à 4 200 m d'altitude, le ciel est parfaitement pur. Là se trouve le plus formidable rassemblement d'instruments astronomiques de la planète.**

PAR SERGE BRUNIER

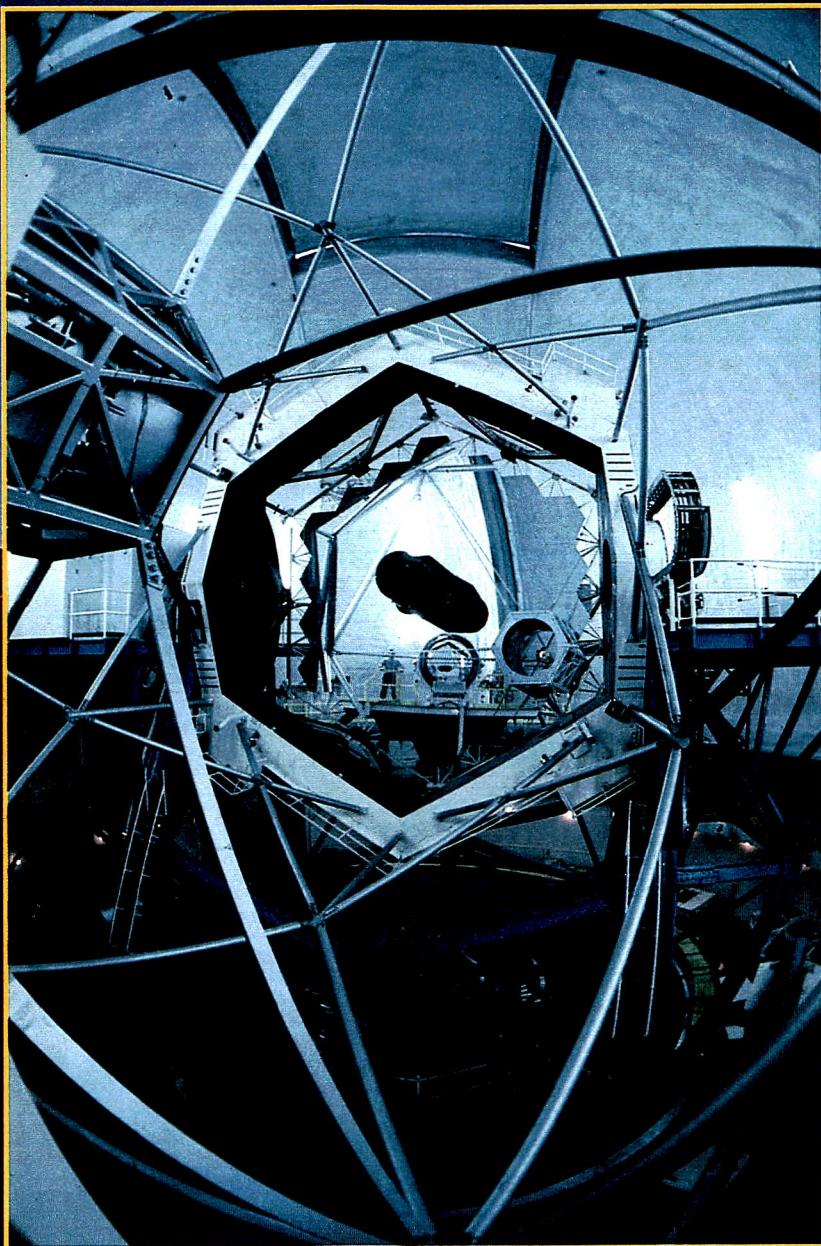


## Plus près du ciel

En 1980, les Français et les Canadiens ont construit à Hawaii leur télescope de 3,60 m de diamètre, l'un des meilleurs instruments actuels. Il peut percevoir des astres de magnitude 28, cinq cents millions de fois plus faibles que la plus pâle étoile visible à l'œil nu. Sa spécialité : l'étude de l'évolution des galaxies, qu'il peut percevoir jusqu'à plus de dix milliards d'années-lumière de distance. Ci-contre, la salle de pilotage du télescope.



# dessus du volcan

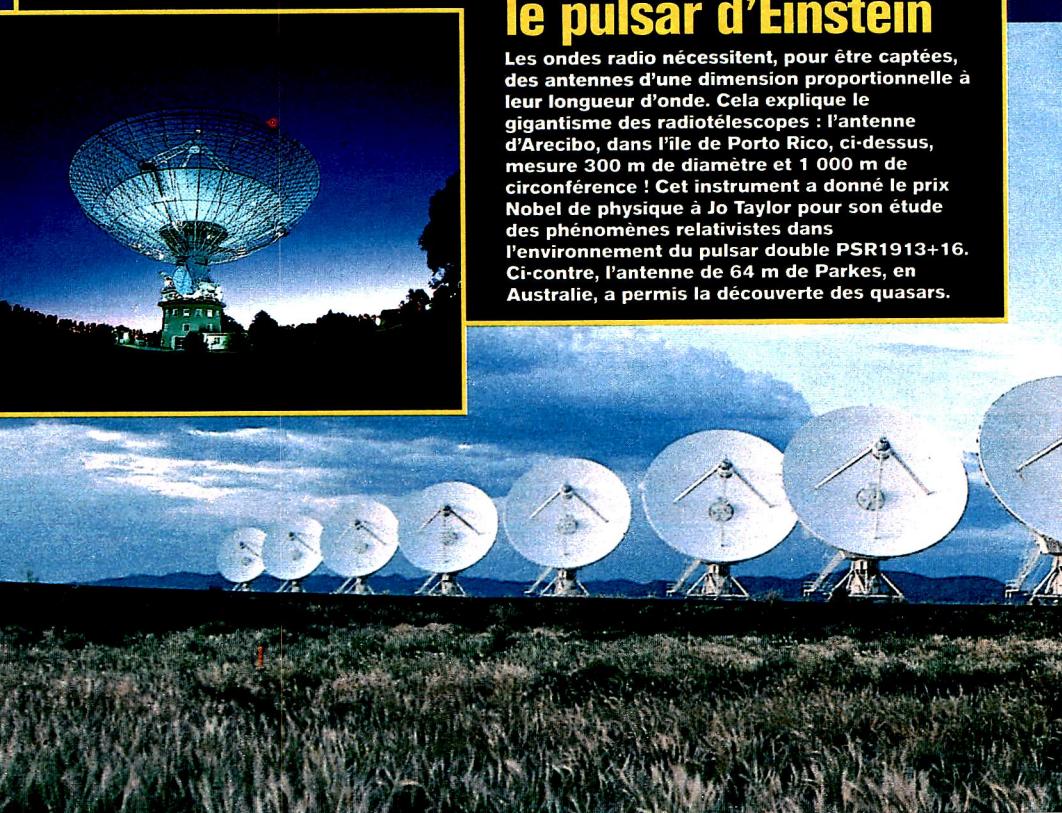


Photos : S. Brunier/Ciel et Espace

## Le plus grand télescope du monde

Le télescope californien Keck est le plus puissant instrument d'optique jamais construit. Sa monture métallique de 300 tonnes soutient un miroir hexagonal de 10 m de diamètre. Cette optique est révolutionnaire : il s'agit d'une mosaïque constituée de 36 petits miroirs de 1,4 m chacun. La forme globale de la surface de 78 m<sup>2</sup> du miroir géant, contrôlé et asservi en temps réel par un ordinateur, est précise à une centaine de nanomètres près. Cet instrument est surtout utilisé dans l'infrarouge, domaine de longueur d'onde où s'observent les plus lointaines galaxies, car la lumière "visible" a été décalée vers le rouge par l'expansion de l'Univers. Cent milliards de galaxies seraient ainsi accessibles. En 1996, un second télescope identique, le Keck 2, va entrer en service au côté du géant californien.

# CAHIER PHOTOS : LES TEMPLES DU CIEL

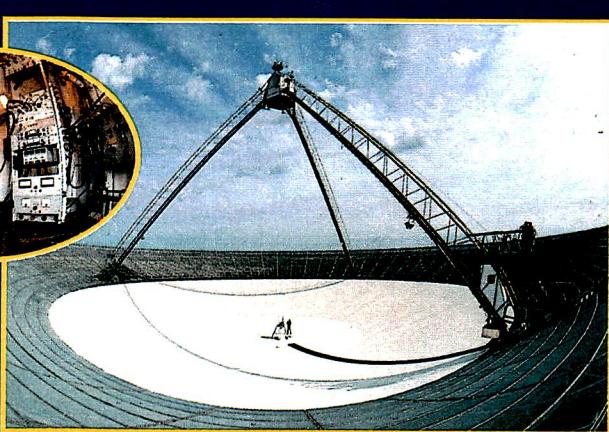


## Un prix Nobel pour le pulsar d'Einstein

Les ondes radio nécessitent, pour être captées, des antennes d'une dimension proportionnelle à leur longueur d'onde. Cela explique le gigantisme des radiotélescopes : l'antenne d'Arecibo, dans l'île de Porto Rico, ci-dessus, mesure 300 m de diamètre et 1 000 m de circonférence ! Cet instrument a donné le prix Nobel de physique à Jo Taylor pour son étude des phénomènes relativistes dans l'environnement du pulsar double PSR1913+16. Ci-contre, l'antenne de 64 m de Parkes, en Australie, a permis la découverte des quasars.

# Ecouter l'Univers

La lumière des étoiles ne suffit plus aux astronomes. Les astres les plus étranges de l'Univers, comme les quasars et les pulsars, ne sont observables que dans le domaine radio du rayonnement électromagnétique.



Photos : S. Brumfitt/Oie et Espace

## Grand comme un stade

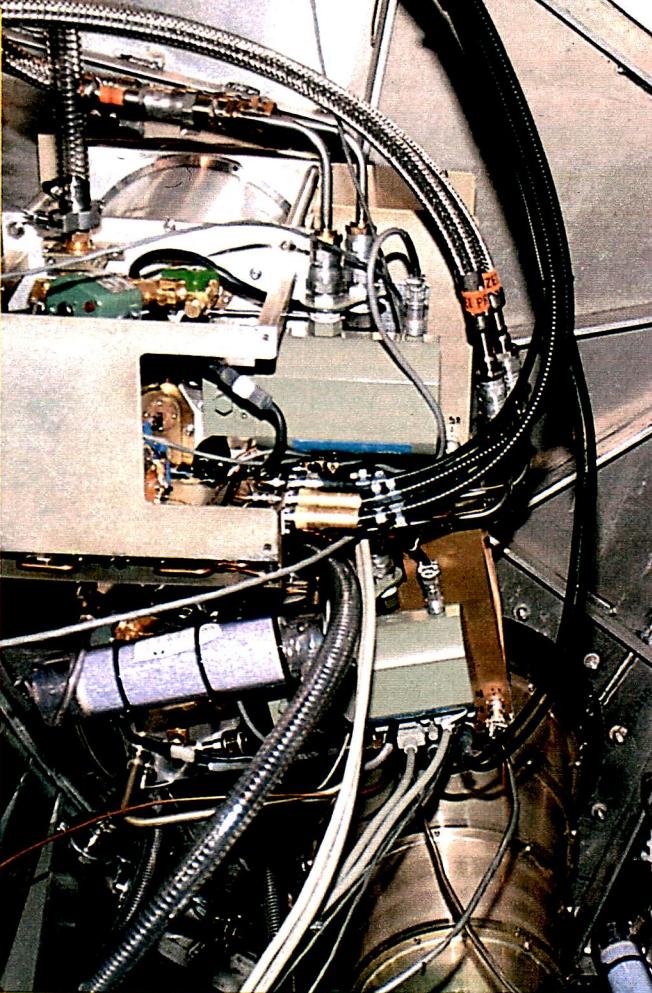
Il existe trois solutions pour construire un radiotélescope puissant. La première consiste à installer une antenne fixe, dont le foyer seul est mobile : c'est l'instrument d'Arecibo (page de gauche). Les antennes complètement mobiles sont des répliques des télescopes optiques : le miroir de verre est remplacé par une surface métallique. Les plus grandes antennes mobiles sont installées à Effelsberg (100 m), Jodrell Bank (76 m) et Parkes (64 m), ci-dessus. La dernière méthode est dite interférométrique et consiste à coupler de nombreuses antennes qui synthétisent un radiotélescope virtuel pouvant atteindre plusieurs milliers de kilomètres de diamètre.



## Les mégalithes modernes du Nouveau-Mexique

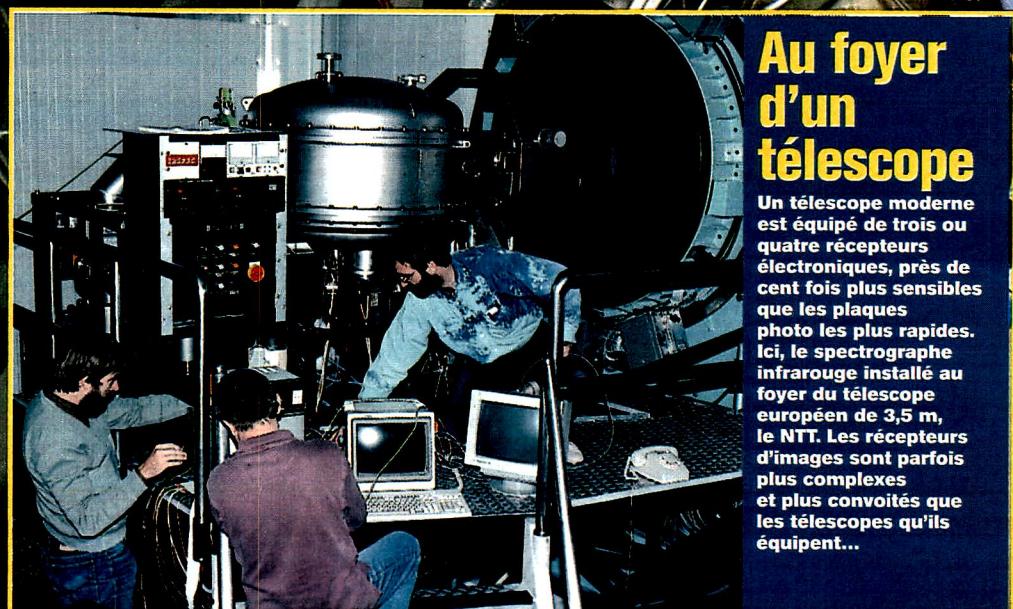
Le radio-interféromètre VLBA (Very Large Baseline Array) américain est utilisé pour faire de véritables "photographies" radioélectriques, aussi nettes que celles des télescopes optiques. Les astronomes mélangeant les signaux radio enregistrés par ses 27 antennes, qui dessinent un Y géant dans le désert.

# La face cachée



## Le plus petit

Certaines recherches ne nécessitent pas d'instruments géants. Voici le plus petit télescope de l'observatoire du Mauna Kea. Son miroir de 60 cm – à peine plus grand que celui d'un télescope d'amateur – permet aux planétologues d'étudier les astres brillants du système solaire.



## Au foyer d'un télescope

Un télescope moderne est équipé de trois ou quatre récepteurs électroniques, près de cent fois plus sensibles que les plaques photo les plus rapides. Ici, le spectrographe infrarouge installé au foyer du télescope européen de 3,5 m, le NTT. Les récepteurs d'images sont parfois plus complexes et plus convoités que les télescopes qu'ils équipent...

# de l'observation

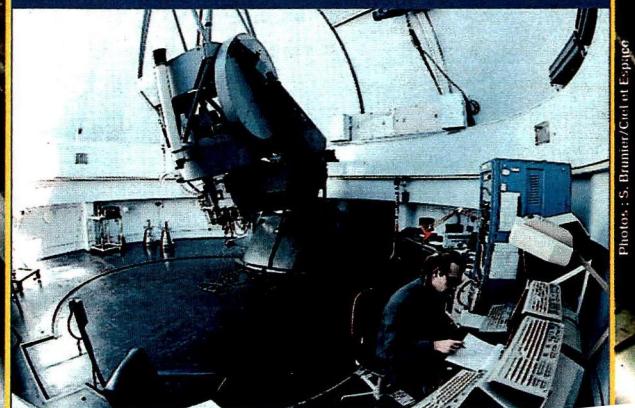
Au foyer des télescopes,  
le récepteur  
d'images  
électronique  
la caméra  
infrarouge et le  
spectrographe ont  
remplacé l'œil de  
l'astronome.

## Le cœur du réseau

Au foyer de l'une des dix antennes du réseau américain VLBA, qui s'étend sur 5 000 km, entre Hawaï et Porto Rico, un ingénieur vérifie l'acheminement des signaux radio, qui sont concentrés dans un "cornet", amplifiés électroniquement, datés précisément par une horloge atomique et enfin enregistrés sur une bande magnétique. Les dix bandes seront décodées par un calculateur rapide (750 milliards d'opérations par seconde !).

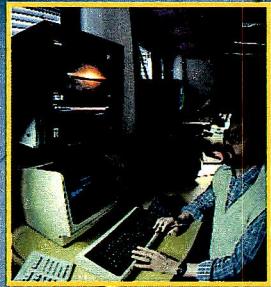
## Les étoiles en plein jour

A l'observatoire de La Silla, au Chili, les astronomes européens vont dresser cette année la carte du ciel infrarouge. Un programme très ambitieux, qui utilise un petit télescope de 1 m. Il offrira, entre autres, la première image globale de notre galaxie, la Voie lactée.



# CAHIER PHOTOS : LES TEMPLES DU CIEL

Photos : S. Brunier/Ciel et Espace



## Le dernier-né est un surdoué

Le New Technology Telescope (NTT) européen, installé à La Silla, au Chili, est un surdoué : plus petit, moins massif, moins coûteux que les autres instruments de sa génération, il est aussi plus performant. Son secret ?

l'optique active. Piloté par un ordinateur, son miroir de 3,5 m de diamètre voit sa forme parabolique corrigée en permanence par une batterie de servomoteurs, et ce quelle que soit l'inclinaison de l'instrument, dont la masse en mouvement avoisine tout de même 230 tonnes. En outre, le NTT peut être utilisé indifféremment par un astronome au Chili ou, via un satellite, par un autre astronome en Allemagne, où se trouve le centre scientifique européen.

# L'avenir des étoiles

**Les chercheurs développent de nouveaux instruments pour leurs observatoires terrestres. Point commun à tous les projets : les ordinateurs rapides et les optiques adaptatives, capables de supprimer la turbulence de l'atmosphère. Objectif : faire mieux que Hubble dans l'espace.**



## Un télescope pour après-demain ?

Le principe de l'interférométrie à deux ou plusieurs télescopes, qui fonctionne remarquablement dans le domaine radio, est plus difficile à mettre en œuvre en optique, où la précision requise est cent mille fois plus grande ! L'enjeu ? Voir enfin en détail la surface des étoiles... Pionniers de l'interférométrie optique, les Français et les Australiens - ici, Susi, à Narrabri en Australie - espèrent aboutir au début du troisième millénaire.

## Les étoiles artificielles

Ce faisceau laser qui jaillit dans le ciel du Nouveau-Mexique dessine une étoile artificielle, dans le champ de la planète, de l'étoile ou de la galaxie étudiée par les astronomes. Cette étoile laser leur permet de mesurer la turbulence atmosphérique et de la corriger en temps réel, à l'aide d'un ordinateur couplé à un miroir déformable, installé dans le télescope. Objectif : réaliser au sol des images aussi nettes que celles que réalise le télescope spatial Hubble hors de l'atmosphère.

# SCHENGEN

# Le fiasco informatique



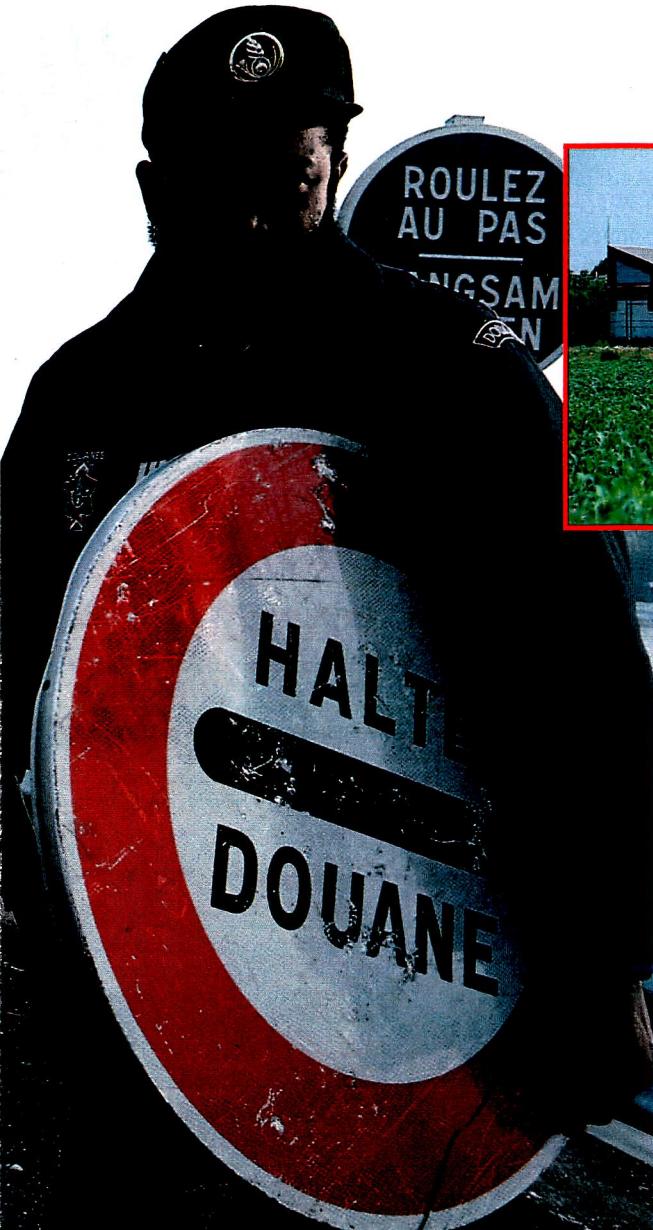
**Suite à  
la convention de  
Schengen, l'ouverture des  
frontières s'accompagne de la  
mise en place d'un réseau de contrôle  
informatique. Sur une période probatoire de trois  
mois, ce système s'est révélé inadapte. La France a  
décidé de proroger de six mois la période d'essai.**

PAR HENRI-PIERRE PENEL

Personne ne s'étonne d'aller de Paris à Marseille sans avoir à subir de contrôle douanier, ni même de contrôle d'identité. L'idée de Schengen est d'appliquer cette règle à un groupe de pays (la France, l'Allemagne, les Etats du Benelux, l'Espagne et le Portugal). Une fois les formalités administratives effectuées lors de son arrivée sur le territoire de l'un de ces pays, s'il vient d'une nation différente, le voyageur pourra circuler librement dans tous ceux-ci. L'espace Schengen devient alors une sorte de "super-pays". Pour être cohérent il était logique que les informations concernant les citoyens de cette communauté soient accessibles depuis n'importe quel point de ce "nouveau territoire". Il devenait donc indispensable d'intercon-

necter les bases de données de chaque pays pour que les informations, tout comme les citoyens, puissent circuler librement.

Dès le départ le choix s'est porté vers une base de données centrale, basée à Strasbourg, et non pas vers l'interconnexion pure et simple des centres existant dans chaque pays. Cette centralisation possède plusieurs avantages. En premier lieu, elle devrait permettre d'éliminer les informations qui doublent et qui, ainsi, encombreraient inutilement les mémoires du système. D'autre part, grâce aux dispositifs de traduction automatique qui équipent l'ordinateur central, toute nouvelle donnée est automatiquement traduite de manière à ce que les utilisateurs des bases



RE-A/V. Macon

## Discretion avant tout

Depuis le 26 mars 1995, les contrôles aux frontières intérieures des sept Etats qui constituent l'«espace Schengen» sont supprimés. Le centre serveur informatique (en haut à droite), clé de voûte du système, s'est vu attribuer un nom bien modeste : le Centre informatique interdépartemental de Strasbourg.

nationales reçoivent l'information dans leur langue propre. Néanmoins, dans la pratique et à l'issue des trois mois d'«observation» du fonctionnement de ce dispositif, quelques redoutables rats ont été observés...

En ce qui concerne la base de données elle-même – en fait, les ordinateurs –, plusieurs gros



P. Bouchet

problèmes sont apparus. Certains pays, tels que l'Allemagne, l'ont littéralement inondée de fiches incomplètes. Dès lors, le système n'a pas été en mesure d'éliminer les fiches faisant double emploi, chacune d'entre elles ne comportant pas les mêmes «trous» et présentant donc, pour l'informatique, des différences par rapport aux autres fiches concernant la même affaire. D'autres pays semblent faire preuve d'un certain laxisme quant à la mise à jour des informations. L'Espagne, par exemple, n'a signalé que deux véhicules volés sur son territoire. La Belgique et le Portugal, pour leur part, n'ont pas signalé le moindre vol de papier d'identité. En bref, il semble donc que l'intérêt des informations contenues par les machines strasbourgeoises ne soit pas du tout à la hauteur de ce qu'il était convenu d'en attendre.

Enfin, il était originellement prévu, pour que cette infrastructure informatique soit officiellement considérée comme opérationnelle, que le centre serveur fonctionne durant au moins soixante jours d'affilée sans panne. Or, en partie à cause de sa saturation, cette contrainte n'a pas été respectée.

De plus, le système de transmission a, lui aussi, présenté des faiblesses. Il est bien évident que tous les suspects ne sont pas déjà répertoriés dans l'ensemble des bases locales de la communauté Schengen. Il arrive qu'il soit nécessaire de diffuser le signalement d'un individu, d'un véhicule ou d'un objet aussi rapidement que possible afin, par exemple, de pourvoir démanteler un réseau. En théorie, le réseau Schengen a été construit autour de critères de rapidité de réponse draconiens. Il doit s'écouler moins de cinq minutes entre l'instant où une nouvelle fiche est introduite et celui où elle peut être consultée par l'ensemble des services raccordés au dispositif. Or, une seule ligne informatique spécialisée est allouée au centre strasbourgeois. Il peut, d'ailleurs, paraître

► inquiétant qu'en cas de coupure, il ne soit prévu aucune liaison de secours, si ce n'est de classiques modems (modulateurs-démodulateurs) utilisant le réseau téléphonique France Telecom et n'offrant qu'une capacité de transmission comparable à celle de n'importe quel micro-ordinateur grand public. Dans la pratique, il s'est avéré que l'unique ligne de transmission, à la suite de sa surcharge, avait bien du mal à répondre au critère de rapidité de réaction imposé.

D'autre part, si cette infrastructure informatique reste la clé de voûte du système Schengen, encore faut-il qu'il existe des moyens d'accès et de contrôle "sur site" et qu'ils soient efficaces. Quel serait l'intérêt d'une telle infrastructure si, dans un aéroport par exemple, elle ne permettait pas d'assister efficacement les contrôles douaniers ? Or, sur le terrain justement, l'efficacité de ce dispositif est des plus variable.

Pour la gendarmerie française, par exemple, il semble que le dispositif fonctionne de manière plutôt satisfaisante, bien que la section "objets recherchés" ne soit pas encore accessible. Le système Schengen aurait permis de doubler l'efficacité des contrôles de routine ; le taux d'interpellation suivant un contrôle étant passé de 7 pour 1 000 à 14 pour 1 000.

Dans les aéroports, en revanche, les résultats sont nettement moins satisfaisants. Ce manque d'efficacité est lié à deux points. D'une part, nombre d'aéroports ont hésité à investir dans le matériel nécessaire et, d'autre part, le mélange, tant des voyageurs que des marchandises, ne facilite pas les contrôles.

Ainsi, en raison de sa structure architecturale, il est impossible, à l'aéroport d'Amsterdam-Schipol, de séparer le flux des "passagers

## Une seule ligne de transmission

Schengen" de celui des autres voyageurs. Le gouvernement néerlandais avait mis en place un dispositif de tri basé sur des portillons équipés de lecteurs de carte magnétique. Ainsi seuls ceux des passagers ayant une destination "non Schengen" devaient se présenter à un poste de la Maréchaussée royale pour un contrôle de leurs documents. Cependant, de très nombreux passagers Schengen abandonnaient leur carte immédiatement après usage, ce qui fit le bonheur de certains. Une fois récupérées, ces cartes

permettaient d'éviter les contrôles douaniers. Ainsi plus de 300 cartes en sept jours ont été retrouvées abandonnées et des dizaines de personnes en possession de cartes "irrégulières" ont été interpellées.

Dans le même ordre d'idée, le droit de poursuite au niveau des frontières n'est pas encore en place, ce qui pose bien des problèmes aux polices des divers pays. Le 9 juin, par exemple, des policiers belges n'ont pu passer la frontière française tandis qu'ils étaient à la poursuite de malfaiteurs, alors que dans la convention ce droit de poursui-

## Aéroport d'Amsterdam, un "raté" exemplaire

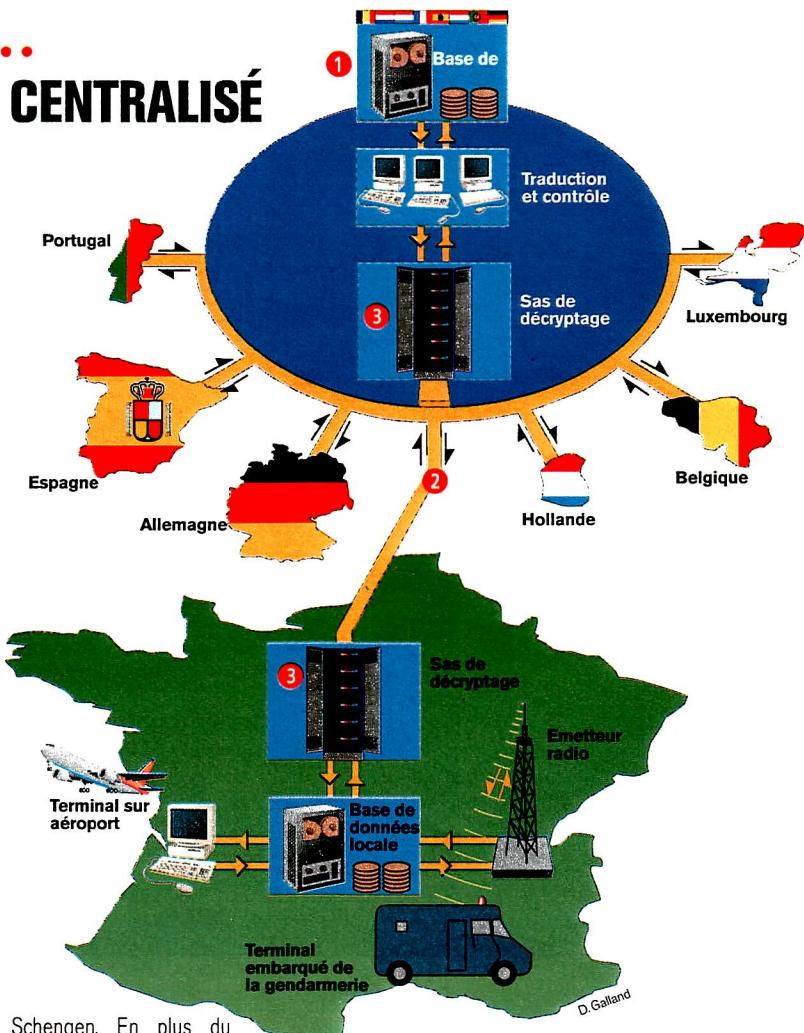
La structure de l'aéroport d'Amsterdam ne permettant pas la séparation des flux de voyageurs, une carte magnétique fut délivrée aux passagers de l'espace Schengen. Mais, de nombreuses cartes, abandonnées après usage dans la zone internationale, ont fait le bonheur d'autres voyageurs qui ont pu échapper ainsi à toute vérification. Les autorités hollandaises ont rétabli les contrôles d'identité dès le 1<sup>er</sup> mai.



ZEP/Schiphol Air

# UN RÉSEAU CENTRALISÉ

Le centre de Strasbourg est équipé de machines Siemens fonctionnant sous Unix ①. Il est, en quelque sorte, le notaire du système. Ainsi sont archivés plus de trois giga-octets (trois milliards d'octets) correspondant à plus de 10 millions de fiches. Les liaisons entre ce centre principal et les bases nationales sont réalisées par câble. C'est la norme de transmission téléphonique X400, norme bien connue des amateurs d'informatique, qui a été retenue. En ce qui concerne les lignes il s'agit, pour la France par exemple, d'une liaison dite spécialisée louée à France Telecom ②. Pour l'Allemagne, on trouve le même type de communication sur le réseau Deutsche Telekom, et il en est de même pour l'ensemble des états membres. Pour des raisons de confidentialité, il pourra sembler surprenant à certains que de telles données empruntent ainsi des réseaux "publics". Pour la sécurité des communications, il existe un "sas" ③ entre chaque centre et le réseau téléphonique. Ce sas est, en fait, un ensemble informatique chargé de crypter les transmissions. Ce cryptage est réalisé suivant des clés et des algorithmes propres au réseau



Schengen. En plus du "brouillage" qu'il introduit, chaque sas peut immédiatement vérifier que la transmission qu'elle reçoit est bien une transmission de type Schengen. Les sas ont donc une fonction double : coder et décoder les données, et

les identifier.

Globalement, le réseau informatique Schengen est donc un réseau en étoile ; structure où chaque base n'a qu'un interlocuteur : le système central. Les bases na-

tionales n'échangent jamais de données directement entre elles. Toute information transite par le centre strasbourgeois avant d'être rediffusée sur l'ensemble de l'espace Schengen.

te existe. Incident qui fit le bonheur des délinquants, puisqu'il leur permit de s'"évaporer" dans la campagne française.

Pour les bagages, ou les marchandises sous fret, le problème est identique. En effet, dans les soutes d'avions, sont embarqués dans les conteneurs des colis de toute provenance et pour toute destination. Il est donc loin d'être évident d'en extraire un "lot Schengen".

Autant d'"accrocs" qui ont conduit le gouvernement français à déclarer « prématurée » la fin de la

période probatoire. Si les autres pays sont favorables à l'abolition définitive des frontières à partir du 1<sup>er</sup> juillet 1995, la France a invoqué la clause de sauvegarde qui lui permet de maintenir unilatéralement les contrôles à ses frontières : la période "de rodage" du dispositif sera donc prolongée de six mois. Même si Paris a autorisé sur son territoire le droit de suite par les polices des pays de l'espace Schengen, les multiples déboires du système sont autant de "grains de sable" qui risquent bien de gripper la machine Schengen... ■

# TECHNOLOGIE

Dirigé par Gérard Morice

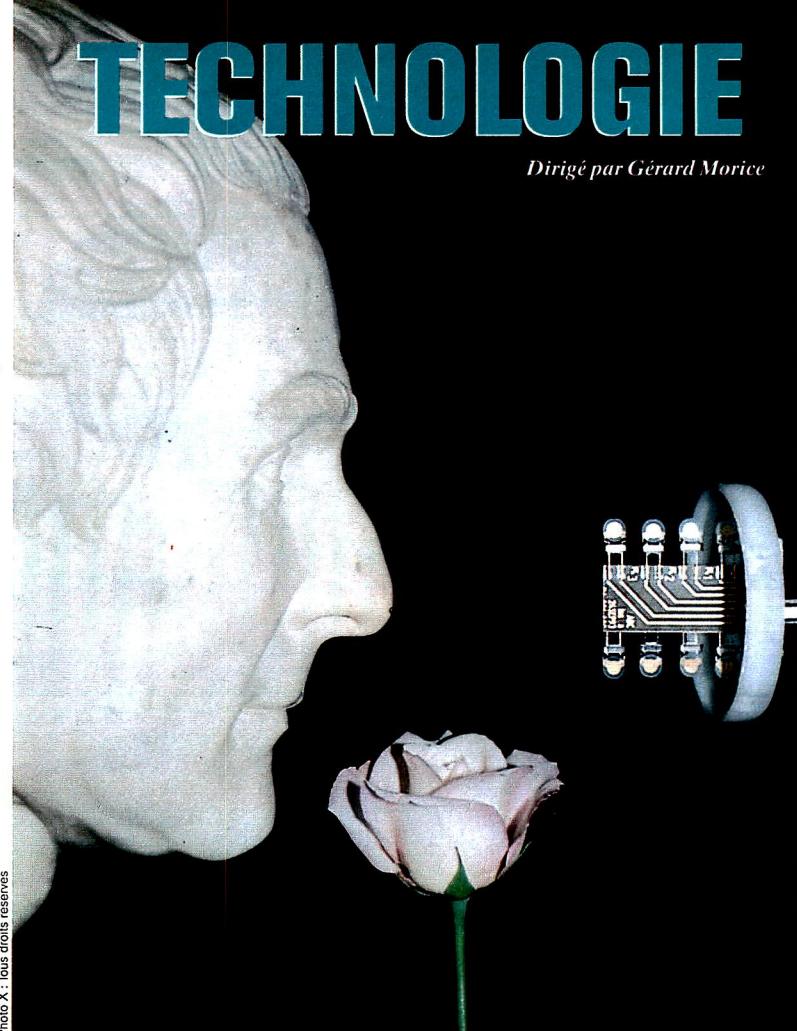


Photo X : Tous droits réservés

J'aime la rose et le lilas... Mais, les yeux fermés, aurai-je autant de... nez que les petits capteurs piézo-électriques de ce nouveau nez électronique ?

## Olfaction

### Le nez électronique suisse préfère le quartz

Différents "nez" électroniques sont apparus ces derniers temps sur le marché. Ils fonctionnent généralement sur le même principe : à l'instar des récepteurs du nez humain (qui sont des protéines spécialisées), des capteurs électroniques différents, dotés d'une sélectivité particulière, produisent chacun un signal électrique spécifique. A ce signal correspond sur un écran d'ordinateur une représentation graphique donnée. Cette dernière est comparée à des représentations graphiques-références de "vraies odeurs" jusqu'à correspondre parfaitement à l'une d'elles.

Or, ces capteurs, lorsqu'il s'agit d'oxydes métalliques, risquent d'exploser et ne sont donc pas utilisables dans une chaîne de production ; ou bien, lorsqu'il s'agit de conducteurs polymères, ils ne sont pas encore assez fiables, car ils ne produisent pas toujours les mêmes images des odeurs. La firme suisse Firmenich (l'un des leaders mondiaux des arômes et des parfums) s'est donc associée avec le géant britannique de l'électronique, General Electric, pour tenter de mettre au point un nouveau "nez".

Le résultat apparaît aujourd'hui : les capteurs sont piézo-électriques. Il s'agit de petits disques de quartz

(de quelques millimètres de diamètre) qui vibrent à une fréquence bien précise. Ces capteurs s'alourdissent lorsqu'ils absorbent les molécules volatiles présentes dans l'air. Pour donner à chaque capteur sa "personnalité", ces disques sont recouverts de matériaux aussi divers que du polysiloxane ou de l'éthyle de cellulose. Ces nouveaux capteurs d'odeurs ont, en outre, l'avantage d'être bon marché.

Laurent Wünsche, responsable du développement des nouveaux nez artificiels chez Firmenich, est satisfait des résultats des premiers tests effectués sur des groupes de parfums. «Ce qui compte dans

notre domaine, c'est la reproductibilité des mesures», explique le chimiste. «Il faut que notre nez électronique puisse nous dire si le parfum qui sort aujourd'hui de notre usine est le même que celui qui est sorti l'année dernière.»

Avec son nez électronique, Firmenich compte affiner, non seulement la qualité des produits finis, mais aussi celle des matières premières – substances pures ou mélanges – avant qu'on les introduise dans la cuve de brassage. Il faut savoir en effet qu'une dizaine de litres de parfum concentré suffit à produire plusieurs milliers de flacons : il est donc préférable ne pas se tromper !

Qu'est-ce qui nous distingue d'un simple nez électronique ? Lorsque nous humons une tasse de café, ce sont plus de 500 substances volatiles distinctes que nous respirons d'un seul coup. Au contraire des nez électroniques, nous sommes incapables de discerner les constituants de cet arôme, car notre muqueuse nasale possède un nombre limité de récepteurs olfactifs, qui sont conçus, non pour détecter chacun telle ou telle substance volatile, mais pour réagir de préférence avec certaines familles de molécules. Ils engendrent ainsi des signaux nerveux qui permettent à notre cerveau de se faire une "image mentale" de l'odeur du café, que nous ne confondons avec aucune autre.

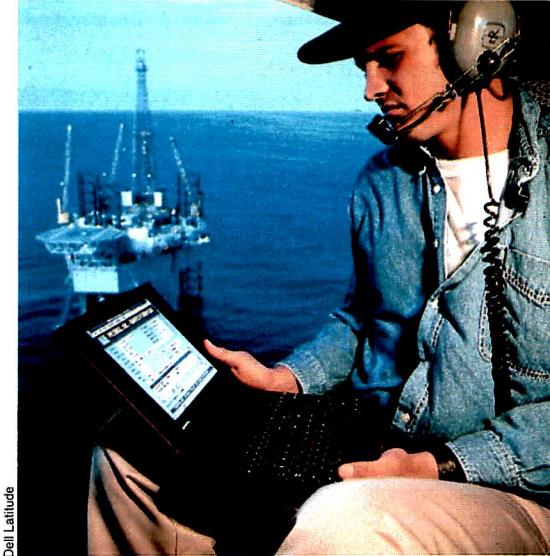
Aussi rassurez-vous : les fameux "nez", ces personnes capables d'identifier des centaines d'odeurs, ne sont pas appelés à disparaître. Le domaine des nez électroniques semble, en effet, devoir se limiter au contrôle de qualité.

#### Créativité

## Supprimez les bureaux !

Les cadres passent presque la moitié de leur temps à l'extérieur de leur bureau et c'est là qu'ils sont les plus productifs, les plus imaginatifs et les plus créatifs. Telle est la conclusion de deux enquêtes menées sur l'ensemble des Etats-Unis pour la firme Dell, à l'occasion du lancement de "Latitude", un nouveau micro-ordinateur du type *note-book* (équipé du processeur Pentium). La première enquête, effectuée auprès des responsables de 350 des plus grandes firmes américaines, indique que 45 % des cadres effectuent le plus important de leur travail loin de leur bureau. Mieux : 58 % d'entre eux affirment que leurs meilleures idées professionnelles leur viennent quand ils se trouvent ailleurs que sur leur lieu de travail.

Une autre étude, menée par Bis, auprès de 300 professionnels qui ont des décisions stratégiques à



C'est dans le bus, le métro, voire l'hélicoptère, que le cadre américain est le plus productif... Merci les micro-ordinateurs !

prendre, montre que la moitié des cadres qui se déplacent utilisent leur micro-ordinateur, principalement lorsqu'ils se rendent d'une réunion à l'autre, parfois tout simplement dans le métro. Mais 8 % seulement travaillent couramment sur leur *note-book* lorsqu'ils voyagent d'une ville à l'autre.

«La technologie déplace la productivité hors du bureau, constate Michael Dell, le président de Dell. Les outils sont maintenant là qui permettent, ailleurs que dans un bureau, non seulement de développer la créativité mais d'exécuter aussi le travail courant de gestion.»



## DES PLANTES DÉTERGENTES

● Plus de 1 000 hectares d'une variété de colza transgénique, créée par la société française Calgene, seront récoltés en Géorgie (Etats-Unis) en mai prochain. L'huile de ces graines, qui contient 40 % d'acide laurique (absent dans les variétés ordinaires et dont la source principale est actuellement le coprah) est destinée à la fabrication de savons et de détergents par le géant américain Procter & Gamble.

## Agriculture

# Un robot dans le verger

**A** près la cueillette automatique des pommes, les robots mobiles s'attaquent à la récolte des oranges et des mandarines. En partenariat avec la firme espagnole Fomesa, le Français Pellenc présente ainsi "Citrus", une machine autonome qui comprend 4 bras, deux pour

chaque côté de l'allée du verger, et dessert de manière coordonnée deux nacelles de collecte. Ces bras vont chercher les fruits (optiquement détectés jusqu'à l'intérieur du feuillage) et les détachent par un mouvement de traction-rotation.

Les premiers essais réalisés *in situ* prouvent que Citrus est capable de récolter au moins 80 % des fruits présents sur les arbres, y compris ceux qui sont masqués par les feuilles, à raison d'un fruit toutes les 2 à 3 secondes en moyenne. Les fruits qui sont totalement visibles sont, eux, cueillis en 0,5 seconde.

Citrus apparaît comme la solution au problème de la cueillette des oranges : une main-d'œuvre trop coûteuse pour un prix de vente des fruits en baisse constante sur les marchés depuis quinze ans. La machine devrait être commercialisée en 1997.

L'un des quatre bras de Citrus en action : les fruits sont détectés par rayon optique, détachés et déposés dans une nacelle.



Photo X : Tous droits réservés

**36 15  
SCV**

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

## Les pirates chinois à l'abordage du CD-ROM

- Les pirates de logiciels s'attaquent aux CD-ROM, qui représentent 50 % du marché des logiciels. La copie est très facile : 10 000 FF de matériel suffisent pour réaliser une production à petite échelle. Mais la plupart des contrefaçons sortent de 29 usines chinoises, qui produisent 25 fois plus que la demande intérieure du pays... On trouve dans les boutiques de Hong-Kong des CD pirates à des prix plus qu'attractifs et au contenu aussi fiable que celui des originaux. On peut même faire réaliser, en quelques heures, des compilations sur commande. Les officiers des douanes de Hong-Kong ont trouvé l'encyclopédie multimédia de Microsoft dans sa version 1995 pour moins de 150 FF, alors qu'elle n'était même pas encore en vente ! Le contrôle de ce trafic est difficile : les CD-ROM sont peu encombrants (chacun contient l'équivalent de 400 disquettes). Plus besoin de containers : un sac de voyage de CD-ROM remplace une cargaison de disquettes...

## Répertoire

## Le "qui fait quoi" des matériaux avancés

**L**e Répertoire des compétences en matériaux avancés couvre l'ensemble des matériaux (plastiques et polymères techniques, composites, métaux, céramiques, verres, textiles, bois, papiers-cartons) et des technologies qui les concernent (mise en œuvre, découpe, assemblage, traitement de surface). Il est conçu comme un outil d'aide à la recherche de partenaires capables d'accompagner les entreprises, et notamment les PME, dans la conception de nouveaux produits.

L'ouvrage rassemble plus de 300 centres de compétences dans les matériaux avancés ; plus de 1 500 experts sont cités, appartenant à des laboratoires universitaires, des entreprises de recherche et développement, des centres techniques, des organismes d'études, des entreprises industrielles, etc.

En vente dans les librairies scientifiques ou à l'AFNOR, tél. : 1 42 91 55 55, 820 pages + disquette informatique de consultation, le tout pour 265 F TTC.

## Batteries

# Le tout électrique pour les autobus californiens

**S**aft America Inc (filiale américaine du groupe Alcatel Alsthom) va fournir les batteries nickel-cadmium qui équiperont les autobus tout électriques fabriqués par le constructeur californien APS Systems. Les collectivités locales américaines montrent un intérêt croissant pour ce nouveau mode de transport. Ainsi, cinq autobus APS seront prochainement intégrés à la flotte du Metropolitan Transit District de Santa Barbara et quatre à celle de la société de transport de Burbank. Ces deux villes sont situées en Californie, Etat très à l'avant-garde du développement du véhicule électrique aux Etats-Unis : 10 % des véhicules californiens immatriculés ne devront plus, en 2003, émettre aucun rejet polluant.

Les autobus peuvent accueillir 37 passagers. Leur propulsion est as-



**En 2003,  
10 % des véhicules  
californiens n'émettront plus  
aucun rejet polluant.**

surée par deux batteries montées en parallèle. L'utilisation de matériaux composites allège ces véhicules et les protège de la corrosion.

Le contrat entre Saft et APS prévoit un minimum de 1 000 cycles de charge : les batteries nickel-cad-

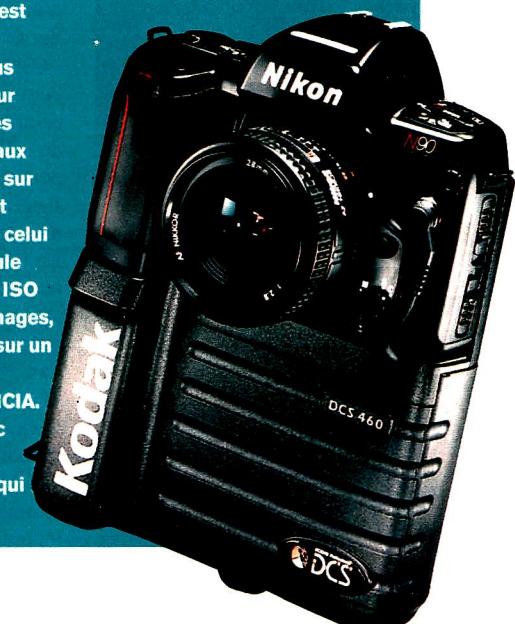
mium peuvent supporter jusqu'à 2 000 cycles. Elles permettent une autonomie supérieure de 25 % à celles d'un véhicule similaire équipé de batteries au plomb (160 km environ contre 130 km).

## VERS L'ULTRA-HAUTE RÉSOLUTION

● Pour les applications professionnelles telles que les prises de vue pour CD Rom, banque d'images ou création artistique, Kodak propose un nouveau capteur d'images. Le DCS 460 est composé d'une matrice CCD à très haute résolution (3 060 x 2 036 pixels), placée au dos d'un boîtier Nikon N 90 modifié pour cet usage. La numérisation de l'image est particulièrement soignée puisqu'elle s'effectue sous 36 bits (12 bits par couleur primaire). Le stockage des données correspondant aux photographies s'effectue sur carte PCMCIA. Le résultat obtenu est comparable à celui que donnerait une pellicule argentique de sensibilité ISO de 100. Pour traiter les images, il suffit de les transférer sur un PC en insérant, dans l'ordinateur, la carte PCMCIA. Ce dispositif permet donc d'éliminer totalement la phase film (le document qui doit être ordinairement

scanné) de la chaîne de traitement des images numériques. Actuellement, le boîtier n plus le capteur d'images sont proposés au prix de 169 000 F HT, et Kodak travaille avec des firmes telles que Hasselblad ou Mamyia pour adapter le capteur à leurs boîtiers. H.-P. P.

Photo X : Tous droits réservés



## La revanche de l'analogique sur le numérique

● Voici la nouvelle vague des produits qui parlent. Le premier est un pense-bête électronique de 170 grammes. Il est doté d'une puce, développée par la société californienne ISD, qui stocke jusqu'à 20 secondes de son de façon analogique et non pas numérique : plus de conversion analogique-numérique ni de compression, moins de composants et un prix inférieur à 250 F. Des cartes de vœux parlantes utilisent déjà la puce ISD.

## Chimie

# Des diesels plus propres

**R**hône-Poulenc teste actuellement sur un ensemble de véhicules – bus, fourgonnettes et voitures –, une nouvelle technologie, permettant de supprimer de 80 à 90 % des émissions de particules de carbone des moteurs Diesel. Elle offre une solution efficace et peu coûteuse à ce problème de pollution, particulièrement sensible en milieu urbain.

Cette technologie utilise un additif, "EOLYS TM", qu'on mélange au carburant et qui, associé au filtre métallique ou en céramique placé sur la ligne d'échappement, permet d'éliminer les particules.

**Un filtre à particules – installé ici sur un bus Renault Express – et l'ajout d'un composé catalytique dans le carburant permettent de supprimer 80 % des émissions de carbone des moteurs Diesel.**



Photo X : Tous droits réservés

Elle est adaptable à tous les types de véhicules, quelles que soient les caractéristiques du carburant Diesel employé. L'originalité de l'approche de Rhône-Poulenc a été de mettre au point un composé catalytique qui, à raison d'environ 150 grammes par tonne de carburant, permet d'obtenir une température de combustion des particules dans une fourchette comprise entre 200 ° et 400 °C. Les particules accumulées dans le filtre sont alors brûlées périodiquement du fait de la température atteinte par les gaz d'échappement ; le filtre peut donc s'autorégénérer.

La société 3 Suisses et la RATP ont décidé de tester cette technologie dans des conditions d'exploitation commerciale et technique. 3 Suisses l'expérimente sur des véhicules utilitaires en vue d'équiper, à brève échéance, l'ensemble des véhicules de livraison des colis en région Rhône-Alpes. De même, une collaboration a été engagée entre Rhône-Poulenc et la RATP : un bus est en cours d'essai depuis le début de l'année, l'objectif à court terme étant d'équiper un parc d'une vingtaine d'autobus parisiens, soit l'équivalent d'une ligne.

Ces expérimentations préparent l'équipement de véhicules en circulation et, à l'horizon 2000, celui de véhicules neufs. C'est dans cette perspective que Rhône-Poulenc a signé avec Renault, en octobre dernier, un accord de développement. La technologie EOLYS TM permettrait de répondre dès à présent aux réglementations sévères que prépare l'Union européenne pour l'an 2000 : la réduction des émissions de particules de carbone devrait être de l'ordre de 70 % par rapport aux normes actuelles.

Chaque année, en Europe, 3,5 millions de véhicules équipés de moteurs Diesel sont mis sur le mar-

## Micro-organismes contre pétrole

● Plus de 400 km<sup>2</sup> de terres sont encore pollués au Koweit par le pétrole répandu lors de la Guerre du golfe. La décontamination des sites a commencé avec des procédés chimiques, jugés très onéreux par les autorités locales. Ces dernières se sont donc tournées vers une entreprise japonaise de biodépollution, utilisant des micro-organismes présents dans le sol, et qui, au bout de trois ans, doivent avoir fait "place nette". Afin de réduire des deux tiers le coût de la dépollution, les chercheurs japonais et koweitiens ont isolé les micro-organismes les plus performants, et ont optimisé les paramètres influant sur leur activité. Simultanément, le ministère japonais de l'Industrie et du Commerce extérieur, le MITI, a lancé un programme de recherche pour accélérer l'application des micro-organismes à la dépollution des sols. On comprend mieux pourquoi les Japonais ont obtenu le contrat...

ché. Le diesel représente 20 % des immatriculations européennes de voitures particulières. Cette tendance à la "diéselisation" du parc automobile devrait se poursuivre du fait de la moindre consommation d'énergie, de la fiabilité, de la conduite équivalente à celle des véhicules à essence et de la longévité des moteurs Diesel.

En offrant une solution au problème des émissions de particules, EOLYS TM permet de tirer pleinement parti des avantages du moteur Diesel, et d'en faire le moteur automobile à la fois le plus propre et le plus économique.

## Le design à l'assaut des lignes haute-tension

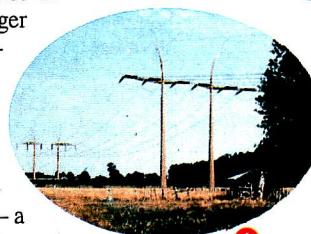
Pass question pour EDF d'enfouir les pylônes qui véhiculent la très haute tension, 400 000 volts, sauf «dans les zones où cela se justifie : zones péri-urbaines ou à proximité des sites historiques, par exemple. Cela coûterait 20 fois plus cher qu'une ligne aérienne», affirme l'entreprise. Mais qui décide, et selon quels critères ?

Pour ne pas être taxée d'immobilisme et de mépris à l'égard du public (pour lequel, reconnaît EDF, «cette dégradation est une préoccupation majeure»), l'entreprise a lancé un concours de design. Il s'agit de concevoir de nouveaux pylônes très haute tension – c'est une première mondiale...

Nous publions les photos des pylônes conçus par les 2 lauréats de ce concours international (auquel 121 candidats ont participé), Ian Ritchie et Marc Mimram.

lônes conçus par les 2 lauréats de ce concours international (auquel 121 candidats ont participé), Ian Ritchie et Marc Mimram.

Nous laissons nos lecteurs libres de juger si l'objectif recherché – intégrer les pylônes dans les paysages pour qu'ils disparaissent quasiment – a été atteint et, mieux, si on pouvait réellement l'atteindre. Ou si EDF ne tente pas, en faisant grand bruit autour de ce concours, d'échapper par un coup d'ésbrouffe à cet épique problème... Inutile de dire que notre avis est fait.



1

2

Marc Mimram a conçu les pylônes de la photo 2, Ian Ritchie, auteur de ceux de la photo 1, justifie son travail : «Le projet pour les pylônes à très haute tension est fondé sur la hiérarchie structurelle adaptée, les échelles de lecture offerte et la continuité du traitement de ligne déclinée.» Si, par extraordinaire, certains lecteurs comprennent, qu'ils nous écrivent...

M. Mimram / La photothèque EDF



**3617  
AUToselect**  
**Achat/Vente  
d'Automobiles  
SELECTionnées**

Plus de 1000  
véhicules  
Plus de 100  
concessionnaires

**COLLECTIONNEZ  
LE SAVOIR  
AVEC  
LES RELIURES  
SCIENCE & VIE**

**BON DE COMMANDE**  
à compléter et à retourner païement 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 francs - Etranger : 100 F \*\*

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

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

ADRESSE \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_

CODE POSTAL \_\_\_\_\_

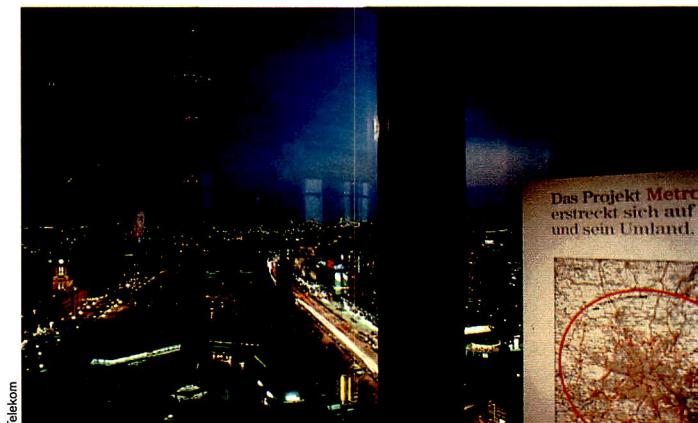
(\*) Chaque reliure est conçue pour classer 6 numéros. (\*\*) Dans la limite des stocks disponibles

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 31/12/95

RC Paris B 572 134 773

## Télécommunications

## Berlin, fleuron des technologies du futur



Telekom

Le gouvernement allemand a décidé de rendre à Berlin son statut de métropole des télécommunications : dès 1997, la ville disposera d'un réseau numérique à haut débit, où transiteront communications téléphoniques, données informatiques, images, sons et textes...

**B**erlin a longtemps été une métropole privilégiée en matière de télécommunication. Là, se développèrent télégraphe, téléphone, radio et télévision. En 1881, Berlin était déjà équipée d'un réseau téléphonique opérationnel.

La Seconde Guerre mondiale et l'enclavement de la ville ont cassé cette suprématie. La plupart des infrastructures de communication sont restées inchangées durant plus d'un demi-siècle. Mais, en même temps que le Mur, la réunification allemande a fait tomber les frontières technologiques : Deutsche Telekom ne put alors que constater l'énorme écart, tant de qualité que de couverture, qui existait entre les secteurs est et ouest de la ville. Si la partie ouest de Berlin était équipée d'un réseau comparable à celui des autres métropoles européennes, la ville est présentait un gigantesque retard. Par exemple, le taux de raccordement des habitants au réseau téléphonique n'y était que de 30 %. Le projet Telekom 2000 a alors consacré 7 milliards de DM à la mise à jour du réseau de l'agglomération berlinoise,

auxquels il faut ajouter 4 milliards de DM pour le raccordement de la ville elle-même.

Cependant, Berlin ayant retrouvé son statut de capitale, le souhait du gouvernement allemand fut mais de lui rendre son image de métropole fleuron des technologies de télécommunications et, par la même occasion, d'en faire un site d'accueil privilégié pour les entreprises travaillant sur les technologies de pointe. Cela impliqua la mise en place d'un réseau ultra-performant, avec une qualité de service irréprochable et des coûts d'exploitation très raisonnables.

C'est donc sur des bases totalement nouvelles, voire futuristes, que le réseau berlinois est reconstruit. Ainsi a-t-il été décidé de mettre en place un réseau en fibre optique à structure en anneau, capable d'acheminer des communications numériques à haut débit. OPAL (Optische Anschlubleitung), ATM (Mode de transfert asynchrone) et SDH (Synchron Digital Hierarchy : hiérarchie numérique synchrone) seront des protocoles de communication qui

rendront le nouveau réseau opérationnel, avec une tarification qui devrait être avantageuse.

L'objectif a moyen terme de Deutsche Telekom est de mettre en place un réseau numérique à intégration de services (RNIS) à large bande, aussi universel "qu'intelligent", dont la clé de voûte sera la transmission par fibre optique. Sur cette autoroute de l'information à très haut débit pourront transiter données informatiques, images, sons ou textes. Les industriels ne seront pas les seuls bénéficiaires de cette infrastructure : de nombreuses applications "grand public" multimédias vont également voir le jour. Très prochainement, télévision à la carte, télé-achat, télétravail, accès à des banques d'images ou de son seront des services accessibles aux foyers berlinois.

En 1997, Berlin disposera d'une infrastructure de télécommunications numérisée, souple et d'utilisation "confortable". La ville aura alors toutes ses chances de reconquérir son statut de métropole internationale des télécommunications.

### Innovation technologique et Union européenne

- Un diplôme de 3<sup>e</sup> cycle à finalité professionnelle unique en Europe est proposé par l'université d'Angers pour la rentrée d'octobre 1995. Objectif : former des spécialistes de l'innovation technologique particulièrement adaptés aux impératifs et perspectives de l'Union européenne.



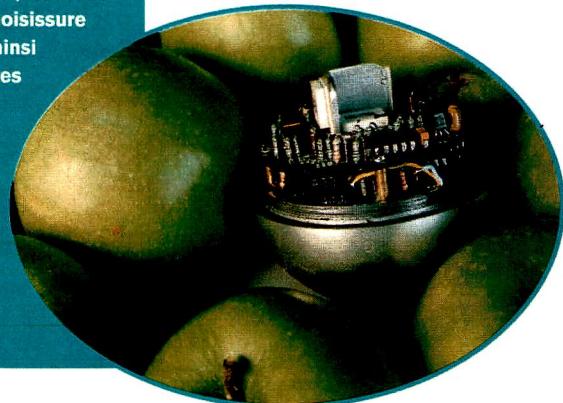
## LA POMME ESPION

● Entre la récolte et la consommation, les fruits passent par une étape à

haut risque : le conditionnement. Durant cette phase, en effet, les fruits se cognent et s'entrechoquent, préparant ainsi le nid de la moisissure qui s'étale ensuite sur tous les fruits. Pour éviter les pertes ainsi occasionnées, le CTIFL (Centre technique d'information sur les fruits et légumes) propose un outil pour établir un véritable diagnostic de la chaîne de conditionnement. Il s'agit d'une sphère électronique (de diamètre 80 mm), qui contient 3 accéléromètres orientés dans les 3 directions de l'espace. Les mesures prises pendant le conditionnement sont enregistrées ; puis, après ouverture de la sphère par le milieu, elles sont chargées sur un micro-ordinateur. Celui-ci en tire des informations pratiques, telles que l'énergie et la direction des chocs encaissés. D. D.

● Ont collaboré à cette rubrique : Didier Dubrana, Henri-Pierre Penel et Yann Verdefroy.

Moschetti/REA



### Bâtiment

## Des portes et fenêtres posées de l'extérieur

Un système qui permettrait de poser toutes les ouvertures (portes et fenêtres) d'un pavillon en une demi-journée – alors qu'il faut environ une quinzaine de jours habituellement – aurait de quoi faire rêver les maîtres d'œuvre, chefs de chantier, et les utilisateurs eux-mêmes. C'est pourtant ce que permet désormais le procédé mis au point par l'entreprise FIJ, implantée en région lyonnaise. Un automate et deux opérateurs assurent ainsi la pose par l'extérieur d'une quinzaine d'ouvertures dans la même journée, et ce, avec une qualité irréprochable.

Le système comprend, d'une part, la fenêtre ou la porte (entièvement assemblées) et, d'autre part, un automate articulé au bout d'un bras hydraulique de 13,50 mètres, monté lui-même sur un engin de chantier tout terrain. Le bloc est prêt à poser : il réunit la fenêtre (ou porte) en bois, aluminium ou PVC (avec les vitres), le bâti, les volets (traditionnels ou à roulements électriques), les grilles de protection et, éventuellement,

des éléments de domotique, alarme, interphone, etc.

L'automate, installé sur un bras télescopique, est équipé d'une caméra vidéo qui offre une vision panoramique au conducteur avec un contrôle des axes par niveau à bulle. Un deuxième homme, situé à l'intérieur de la construction et relié par une radio "mains libres" au pilote, assure la mise en place du bloc. Après positionnement, serrage par vérins et injection de mousse polyuréthane, il ne reste plus qu'à

procéder aux finitions classiques, elles-mêmes facilitées par l'ingénieuse conception du bloc.

L'opération dure un quart d'heure par ouverture ! Le marché de ce surprenant système est évidemment très important : plus de 300 000 logements sont construits par an en France... ■



Une demi-journée pour poser toutes vos portes et fenêtres... Qui dit mieux ?

# GAZ HALON

# France, poubelle de

**Composants des systèmes anti-incendie, les halons sont dix fois plus nuisibles à la couche d'ozone que les chlorofluorocarbones (CFC) classiques. Leur usage a été réglementé en 1987. Ils sont pourtant l'objet d'un marché fructueux favorisé par la France.**



PAR LOÏC CHAUVEAU

**A** peine née ce printemps, l'Association des installateurs et utilisateurs des systèmes de protection incendie pour le respect de l'environnement (Aspire) jette déjà un certain froid dans le petit monde industriel de l'extincteur et du sprinkleur (aspergeur). Cette association, regroupant moins d'une demi-douzaine de spécialistes de ce secteur, reproche aux pouvoirs publics de ne pas appliquer correctement le protocole de Montréal, qui vise à la suppression des gaz halons utilisés dans les systèmes anti-incendie.

Ces industriels affirment même que la France est devenue pour ses voisins une décharge commode pour ces produits, qui sont des combinaisons de chlore, de brome et de fluor nuisibles à la

couche d'ozone et accélérateurs de l'effet de serre. En 1994, la France a enregistré une hausse de 15 % du commerce et de l'usage de halons.

Ces produits servent à étouffer les flammes d'un incendie sans pour autant tout noyer sous l'eau. Précieux quand il s'agit de protéger du matériel craignant autant l'eau que le feu, comme, par exemple, les ordinateurs. Dès 1965, des chercheurs mirent en évidence les incidences de ces gaz sur la couche d'ozone. Il s'ensuivit une polémique scientifique qui ne prit fin qu'en 1977. S'ils représentent 2 % seulement de la quantité totale de chlorofluorocarbones (CFC) utilisés, les halons ont un effet destructeur de la couche d'ozone dix fois supérieur aux CFC moyens. D'interminables

# L'Europe



Fourni/RÉA

négociations internationales débutèrent alors, qui ne déboucheront qu'en 1987 avec la signature du protocole de Montréal.

Les 90 pays signataires, dont la France, décident d'interdire la production et l'importation des halons, et de limiter l'usage des gaz récupérés. Ils s'engagent dans un moratoire visant à la disparition progressive de ces gaz. Et, effectivement, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1994, les gaz halons ne sont plus fabriqués dans les pays signataires. La quantité mondiale de halons était d'environ 140 000 tonnes en 1991, dont 43 000 tonnes en Europe. A la suite d'émissions intempestives ou de sinistres, 112 000 tonnes se sont évaporées dans l'atmosphère.

Le protocole signé, les Etats ont eu des attitudes

très différentes. L'Allemagne a adopté la position la plus radicale. Les stocks de halons ont été détruits. Une décision courageuse pour l'Etat fédéral, et onéreuse pour les industriels : la destruction d'un kilogramme de ces gaz coûte 40 francs. Les industriels allemands en ont mis 3 000 tonnes "à la casse". Les pays européens, pour la plupart, ont seulement décidé d'interdire l'implantation de nouvelles installations anti-incendie à base de halons. Sauf la France et le Portugal. Résultat : tout les halons récupérés en Europe finissent dans les systèmes anti-incendie français.

Comme le protocole de Montréal ne propose que de "limiter" l'usage des halons récupérés, on s'en tient donc à une vague surveillance du secteur : « C'est la porte ouverte à tous les excès, s'insurge Jacques Lafon, le président d'Aspire. Personne ne contrôle sérieusement les flux de ce produit et la France a même une autorisation internationale d'importation de 2 000 tonnes par an. L'affaire est d'autant plus juteuse pour les récupérateurs que, les halons n'étant plus produits, les prix flambent : jusqu'à 400 francs le kilogramme ».

Est-il, dès lors, raisonnable de continuer à s'équiper avec ces gaz ? « Les industriels français ne sont pas conscients du problème, assure-t-on à Aspire. L'investissement en matériel anti-incendie n'est pas directement productif. Et comme l'Assemblée plénière des sociétés d'assurance dommage (APSAD), qui délivre les autorisations pour ces matériels, ne s'intéresse qu'à l'efficacité des systèmes et pas du tout aux conséquences sur l'environnement, les halons ne sont pas condamnés ». Pire, disent les membres d'Aspire, arrivent sur le marché des succédanés dont les effets sont tout aussi néfastes. Fabriqués par des multinationales américaines, le FM200 ou le 3M ne contiennent plus ni brome, ni chlore, mais possèdent seulement du fluor, un gaz qui a une influence sur l'effet de serre. L'agence de l'environnement des Etats-Unis a averti les industriels de la dangerosité de ces ersatz. L'Angleterre, la Suisse et la Suède préparent leur interdiction. En France, un avis de la Commission d'évaluation de l'écotoxicité des substances chimiques recommande de n'utiliser ces substituts « que lorsqu'il n'existe pas d'alternative ». Publié le 27 janvier 1994, cet avis n'a été suivi d'aucun effet.

Si Aspire fait aujourd'hui pression sur les pouvoirs publics, c'est au nom de l'environnement, mais aussi pour défendre ses propres intérêts. Car les entreprises regroupées au sein de cette association produisent des gaz inertes, une solution de remplacement propre. Mais ces derniers ont du mal à s'imposer parce que leur coût d'installation est de 10 % supérieur à celui des halons et de leurs substituts.



**A**vec le Remora 2000, la flotte des sous-marins de recherche haut de gamme s'agrandit. Mais, si ce nouveau submersible ose rivaliser avec les sous-marins les plus sophistiqués, c'est qu'il présente des atouts de taille : sa petite dimension, son excellente maniabilité, sa puissance et sa simplicité d'utilisation ne l'empêchent pas d'être un outil de travail performant. Jusqu'à présent, les sous-marins du même type se caractérisaient par une mise en œuvre particulièrement lourde et onéreuse, concernant autant les équipements de surface que l'engin lui-même. De petites unités existaient également, mais elles étaient dotées d'équipements beaucoup plus rudimentaires :

le mariage de la technologie et de la simplicité n'avait pas encore eu lieu. Avec le Remora 2000, c'est désormais chose faite.

La firme marseillaise Comex, qui a mis au point cet appareil, a aujourd'hui entre les mains un formidable outil de prospection, d'une autonomie de travail de dix heures en conditions normales.

Le Remora 2000, par sa capacité à manœuvrer dans un mouchoir de poche, s'apparente finalement davantage à un hélicoptère qu'à un sous-marin. Il est doté de cinq propulseurs, d'une poussée de 100 kg chacun : deux verticaux, deux horizontaux, et un transversal. Ceux-ci sont alimentés par des batteries embarquées dans ses flancs.

# REMORA 2000

## L'hélicoptère des mers

**Nouveau venu dans le monde du silence, le sous-marin Remora 2000 fait ses premières armes à Marseille. D'une grande maniabilité, piloté au moyen d'une simple manette, cet outil révolutionnaire de prospection promène ses cinq tonnes avec aisance jusqu'à 610 mètres de fond.**

PAR ISABELLE CROIZEAU

Photos : A. Rosenfeld

Le constructeur a choisi d'utiliser la propulsion hydraulique : la puissance produite par les batteries entraîne une pompe hydraulique, dont l'énergie est répartie à travers des distributeurs proportionnels vers les moteurs. A partir du boîtier de commande, le pilote peut concentrer toute la puissance disponible sur un ou plusieurs propulseurs, et diriger ainsi l'engin au millimètre près.

Un système de gestion automatique, appelé "load sensing", permet également de réguler en permanence la consommation d'énergie. Si, par exemple, le pilote ne veut utiliser que deux moteurs à moyenne puissance, la pompe fournira plus d'énergie que nécessaire. Pour éviter ce gas-

pillage, le système enregistre la pression de travail des moteurs utilisés, et renvoie l'information à la pompe hydraulique, qui n'enviera alors que la force strictement nécessaire à leur fonctionnement. C'est une économie substantielle, qui permet d'utiliser au mieux les réserves contenues dans les batteries et d'augmenter l'autonomie du sous-marin.

Le boîtier de pilotage, qui a la taille et l'apparence d'une console de jeu vidéo, regroupe sous une seule main toutes les commandes, même les commandes de communication avec la surface. Ce concept de console avait déjà été expérimenté sur le sous-marin *Seabus*, lui aussi construit par

► la Comex, mais dans un but touristique. Ce qui donne la faculté au pilote d'observer tranquillement son environnement, sans avoir les yeux rivés sur une foule d'instruments.

Ceux-ci peuvent aussi choisir l'option du pilotage automatique, en sélectionnant un ou plusieurs paramètres : le cap, la profondeur, ou l'altitude par rapport au fond sont alors gérés par l'ordinateur de bord. Les stocks en énergie, en oxygène, les paramètres de route et les signaux de surveillance apparaissent également de façon automatique.

Et pour faciliter un peu plus le pilotage de l'engin, le poids du sous-marin est préajusté en surface, en fonction des hommes et du matériel embarqué : il peut ainsi s'adapter à une variation de charge de 300 kilogrammes. Sa flottabilité peut aussi naturellement être ajustée en plongée, en variant simplement le rapport entre l'air et l'eau contenus dans le ballast-régleur.

Le pilote et son passager sont en liaison constante avec le bateau de surface, au moyen de deux téléphones à ultrasons, de 8 et 25 kHz de puissance, et d'une radio VHF. La haute fréquence, d'une meilleure qualité d'écoute, est utilisable sur de petites distances. La basse fréquence, est diffusée, en revanche, beaucoup plus loin.

Et en cas d'avarie, si, par exemple, le sous-marin restait coincé dans les tôles d'une épave, les réserves en oxygène permettraient d'attendre soixante-douze heures l'arrivée des secours.

Enfin, le sous-marin est doté d'un lest largable de sécurité de 105 kg, et de deux chaînes de flotteurs souples gonflables, logées dans les patins : au cas où le bateau, par forte mer, ne parviendrait pas à récupérer le sous-marin, les flotteurs rendraient possible l'évacuation de l'équipage en surface. Même si la coque se remplissait entièrement d'eau, le Remora serait alors insubmersible.

Afin de mener à bien sa mission de prospection, le Remora est doté de moyens à la fois mécaniques et électroniques. Il est ainsi capable de saisir un objet à remonter, ou de s'arrimer à une structure, grâce à un bras anthropomorphique : ce que l'on appelle le bras "maître" est dirigé depuis la console de pilotage qui est posée sur les genoux de son utilisateur. Il est l'exacte réplique, à échelle réduite, du bras extérieur, le bras "esclave", et lui impose de se déplacer en correspondance spatiale, c'est à dire dans la même direction et à la même vitesse.

L'équipage est également secondé par des moyens vidéo conséquents. Trois caméras remplies chacune une fonction précise : la première, une caméra couleur haute définition et haute sensibilité, est la plus couramment utilisée. Mais en cas de très faible luminosité, c'est-à-dire pratiquement dans l'obscurité, il existe une caméra infrarouge qui fonctionne avec un filtre à 850 nm.

## UN NAVIRE SUPPORT TAILLE SUR MESURE

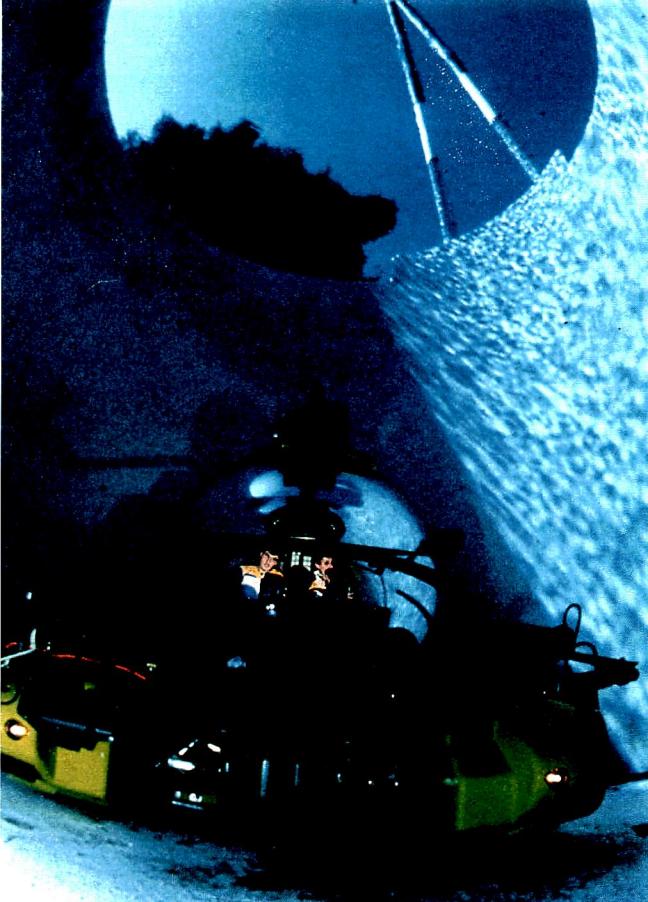
Le Remora est actuellement utilisé sur le Minibex, un navire de 30 mètres de long et sept mètres de large. Un portique placé sur le pont arrière assure la mise à l'eau de l'engin : son système hydraulique lui permet de soulever 5,5 tonnes en mode basculant, et huit tonnes en mode fixe.

Et dès qu'un plongeur ou qu'un engin, sous-marin ou ROV (robot téléopéré) est à l'eau, les hélices sont arrêtées. Le Minibex se déplace alors à l'aide de deux propulseurs Schottel "pumpjets" : orientables à 360 degrés, c'est-à-dire dans tous les sens, ils assurent une poussée de 500 kg, sans danger pour les hommes et les engins immergés autour du navire. On peut, en fait, les comparer simplement à un jet d'eau à forte puissance, qui serait orientable dans toutes les directions, et pousserait le bateau dans le sens voulu. Leur puissance et leur direction peut soit être déterminée en fonction du GPS (Global

positioning System), soit en fonction d'une balise placée sur le sous-marin, un transpondeur, pour rester à son aplomb exact. C'est ce que l'on appelle le système de positionnement dynamique. Lorsque le sous-marin évolue sur des fonds de plusieurs centaines de mètres, il serait de toute façon illusoire d'espérer utiliser un mouillage. Et si, au contraire, la plongée se fait dans quelques dizaines de mètres d'eau, le mouillage peut alors gêner l'évolution du sous-marin.

Le Minibex est prévu pour accueillir un équipage de huit personnes, qui peuvent utiliser simultanément la palette des équipements. Malgré l'importance des moyens embarqués, sa taille réduite et sa mobilité en font un navire support facile à utiliser, à des coûts réduits par rapport à d'autres navires dotés des mêmes outils technologiques : il devrait ainsi permettre de mener à bien des opérations ambitieuses, mais sans budget colossal.





## Une bulle de Plexiglas pour mieux voir

Si les sous-marins d'investigation sont longtemps restés de lourdes structures métalliques, percées de minuscules hublots, l'heure est aujourd'hui à la transparence : le Remora 2000 ne déroge pas à la règle, bien au contraire. C'est l'habitat tout entier qui prend la forme d'une bulle entièrement transparente, offrant ainsi tous les avantages d'une vision à 360°. La sphère, réalisée en polyméthacrylate de méthyle, matière à la fois légère et résistante, a 1,69 mètre de diamètre, et 95 mm d'épaisseur. La firme britannique Stanley Plastics a d'abord réalisé deux demi-coques semblables, puis a coulé une deuxième couche de méthacrylate sur l'ensemble. La bulle a ensuite été testée en caisson, sous contrôle du Bureau Veritas, à 763 mètres de profondeur, selon une procédure simple : elle est entièrement remplie d'eau, et reliée à l'extérieur par un tuyau. Lorsqu'elle subit la pression, elle se déforme légèrement, et une partie de l'eau est évacuée vers l'extérieur. A la décompression, si l'eau est réaspirée en totalité vers l'intérieur et si la variation de volume s'inscrit dans les normes préétablies, l'expérience est concluante.

quement dans l'obscurité complète, elle est relayée par une caméra noir et blanc capable de réagir à une diffusion lumineuse à peine perceptible, de l'ordre de 0,001 lux. Enfin, la troisième, placée sur l'arrière, permet au pilote de contrôler en permanence ce qu'il a derrière lui. Elle est particulièrement utile lors d'une exploration d'épave, là encore dans un souci de sécurité.

Les ingénieurs de la Comex ont porté une attention particulière à l'éclairage extérieur : le sous-marin est équipé de six projecteurs. Quatre ont une puissance de 150 watts, et quatre autres (deux à l'avant et deux sur les côtés), une puissance de 400 watts : en tout 2 200 watts, qui s'avèrent indispensables à grande profondeur.

A bord, un écran couleur extra-plat retranscrit les informations données par les sonars, et dessine le profil du fond qui défile sous le sous-marin. L'équipage peut ainsi repérer certaines irrégularités de terrain, anomalies annonciatrices d'une éventuelle épave. Un sondeur donne également en permanence l'altitude du sous-marin par rapport au fond. Mais il dépend toujours du bateau de surface pour connaître sa position : une balise, placée sur le Remora, est interrogée à partir du Minibex, le navire accompagnateur (voir encadré ci-dessus), qui renvoie ensuite les informations

par téléphone, et aide ainsi le submersible à suivre une route préétablie. Une liaison constante entre le fond et la surface est donc indispensable.

Son utilisation première devrait consister à rechercher les épaves englouties au cours des derniers siècles, et à exploiter leurs éventuels chargements. Mais la recherche archéologique n'est pas la seule utilisation possible de l'engin. Il pourrait être également affecté à la recherche biologique, dans la mesure où il constitue pour les scientifiques un fabuleux site d'observation : au sec, et sans subir les contraintes de la pression, il leur permettrait d'observer à loisir la faune et la flore, tout en prenant tranquillement des notes ou en faisant des croquis.

Il permettrait aussi, par exemple sur les chantiers pétroliers, d'assurer certaines inspections de plate-formes : elles se font généralement par l'intermédiaire d'un ROV (*Remote Operated Vehicle*), robot qui retransmet les images à la surface. Mais des inspections délicates doivent parfois être faites *de visu* : c'est là que le Remora trouverait une utilisation supplémentaire.

Le Remora, qui cumule tant d'atouts, a devant lui de formidables possibilités de développement : il ne lui reste plus qu'à se montrer à la hauteur des espérances de son constructeur.

# ARNAQUE

## L'invasion de la truffe chinoise

**Les truffes chinoises sont arrivées cet hiver en France par centaines de kilos. Leur morphologie est très proche de celle de la truffe du Périgord mais leur prix est huit fois moins élevé. Inconvénient de taille : elles ne sont pas parfumées...**

PAR GUY FOURRÉ



**L**a truffe, c'est l'arlésienne de la gastronomie. Tout le monde en a entendu parler, mais, en dehors des régions de production, très rares sont les consommateurs qui en ont vu une entière.

Rien qu'en Europe, on trouve une vingtaine d'espèces, dont quatre ont de la valeur sur le plan gastronomique. En France, la plus cotée est la truffe à spores noires (*Tuber melanosporum*) dite "du Périgord". Elle existe en fait dans une quarantaine de départements, ainsi qu'en Italie - le premier pays producteur - et en Espagne.

Du fait de sa rareté, cette truffe est très chère. En décembre dernier, une mauvaise récolte a fait monter les cours jusqu'à 4 000 F le kg sur les lieux de production. Des prix qui ont déjà suscité maintes supercheries. Les services de répression des fraudes ont engagé des procès retentissants, voici quelques années, contre des conservateurs qui transformaient des truffes blanches (sans valeur) en truffes noires, en les faisant bouillir dans du brou de noix. La fraude était relativement facile à découvrir, car les spores de la truffe blanche (*Tuber aestivum*) sont très différentes de celles de la truffe du Périgord : un fragment gros comme un confetti suffit (même après cuisson) pour reconnaître, au microscope, l'espèce.

Bien qu'elles appartiennent à une espèce différente (*Tuber himalayense*), les truffes qui arrivent de Chine sont beaucoup plus difficiles à distinguer de celles du Périgord.

Comment peut-on toutefois distinguer la truffe de l'Himalaya de notre truffe du Périgord ? Avant brossage, c'est-à-dire dans l'état où elles sont habituellement apportées sur les marchés des régions de production, il est impossible de

repérer l'étrangère

si elle a été mélangée aux vraies dans un panier.

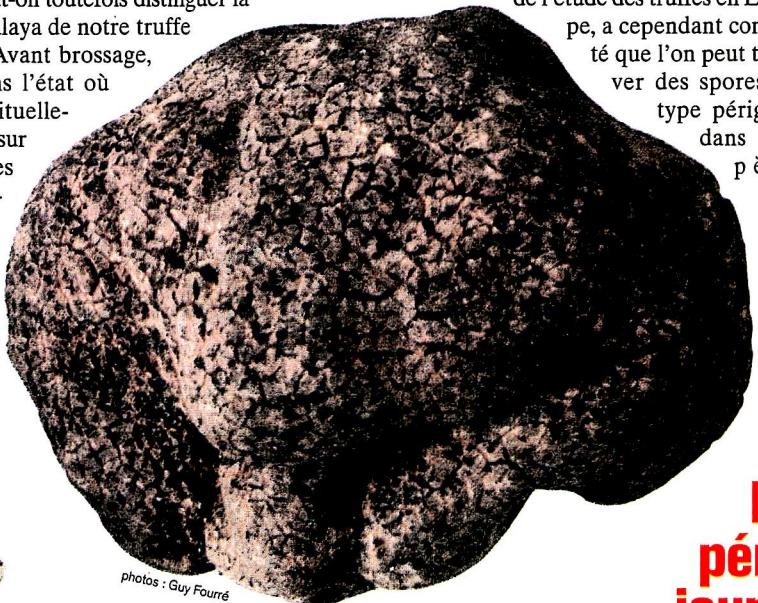
Après brossage, la truffe chinoise a la "peau" (le péridium) ornée de verrues très aplatis lui donnant un aspect lisse, alors que notre truffe noire a des verrues pyramidales, en forme de "pointe de diamant". Mais nous avons vu, parmi les échantillons provenant de Sichuan, quelques exemplaires dont les verrues étaient moins aplatis : dans ce cas, une bonne loupe binoculaire est nécessaire pour faire la distinction !

Quant à la couleur de l'enveloppe de la truffe chinoise, si elle est souvent plus claire que celle de la nôtre, elle est aussi parfois très semblable !

L'aspect à la coupe est habituellement l'un des principaux éléments permettant aux spécialistes de différencier la truffe à spores noires d'autres espèces européennes. Mais la chair (la gleba) d'une truffe chinoise, assez variable, est souvent tout à fait identique à celle d'une "Périgord".

La différence morphologique qui semble la plus constante n'est visible qu'avec un bon microscope (x 1 000) : les spores himalayennes ont des épines peu nombreuses, espacées et reliées entre elles par des sortes de cloisons, de hauteurs inégales, provenant de l'élargissement de leur base (les spores immatures présentent de ce fait un aspect alvéolé qui serait la principale caractéristique de l'espèce), tandis que les épines des spores de type périgord sont serrées mais isolées.

L.-J. Riousset, l'un des meilleurs spécialistes de l'étude des truffes en Europe, a cependant constaté que l'on peut trouver des spores de type périgord dans l'espèce



## Le péril jaune

Cette truffe himalayenne ne déparerait pas le panier d'un trufficulteur du Périgord, mais elle n'a aucun parfum...

# Impossible de distinguer au premier coup d'œil la truffe chinoise...

Après brossage, toutefois, la forme des verrues de leurs "peaux" respectives permet, souvent, de faire la différence : aux verrues aplatis des premières s'opposent les pyramidales des secondes. Mais, dans certains cas, la peau des truffes chinoises ressemble pourtant comme une sœur à celle des françaises, le microscope peut alors aider à les reconnaître. Les spores des truffes de l'Himalaya ont des épines peu nombreuses et reliées entre elles, alors que, dans le *mélanosporum* périgourdin, les épines sont serrées mais isolées. Attention ! là encore certaines spores chinoises peuvent ressembler aux périgourdinnes. Si donc le doute persiste, l'unique solution sera d'apprendre à humer les truffes pour pouvoir déceler le parfum incomparable de notre truffe nationale.



LE MICROSCOPE  
DEVOILE LA  
SUPERCHERIE

► chinoise, mais que l'inverse n'est pas vrai.

La seule différence, rédhibitoire celle-là, c'est que la truffe chinoise est pratiquement dépourvue de ce parfum suave et puissant qui fait toute la valeur gastronomique de la truffe du Périgord. Pour un odorat exercé, il n'est pas nécessaire d'examiner la truffe au microscope. Encore faut-il avoir eu fréquemment l'occasion de humer de vraies truffes, fraîches, pour en mémoriser le parfum, et ce n'est pas donné (c'est le cas de le dire !) à tout le monde.

La truffe chinoise est arrivée cet hiver en Fran-

ce, par avion, par colis quotidiens de plusieurs centaines de kg au plus fort de la saison. Les expéditions étaient faites par une société du Sichuan (République populaire de Chine).

Ces truffes seraient récoltées dans la province du Yunnan, limitrophe du Sichuan et proche du Viêt nam, de la Birmanie et du Tibet. Elles poussent là-bas entre 2 000 et 3 000 m d'altitude. Sur les contreforts de l'Himalaya, et la récolte est effectuée, comme nous jadis, avec l'aide des porcs.

Comment éviter l'invasion de nos marchés par ces truffes ? Les barrières douanières ne peuvent

## LA TRUFFE DU PÉRIGORD... CHEZ LES KIWIS

► C'est bien la vraie truffe du Périgord (*Tuber melanosporum*) qui commence à être récoltée en Nouvelle-Zélande. Un biologiste, le Dr Ian Hall, travaillant pour un institut de recherche néo-zélandais, est en effet venu en Europe étudier les conditions de production de la truffe à spores noires, pour les reproduire ensuite dans son pays.

Il avait remarqué que la la-

titude (par rapport à l'équateur) d'une partie de la Nouvelle-Zélande est identique à celle de la moitié sud de la France, de même que son climat. Et son idée était de profiter de l'inversion des saisons entre les deux pays pour expédier dans l'hémisphère nord des truffes fraîches au mois de juillet.

Vingt-deux plantations d'arbres truffiers, mycorrhizés avec le mycélium de la

truffe à spores noires, ont déjà été effectuées en Nouvelle-Zélande depuis 1987. La première récolte de ces truffes du Périgord a été effectuée le 29 juillet 1993 près de Gisborne, dans le nord du pays.

Déjà des essais d'expéditions vers l'Allemagne et le Japon ont été effectués avec des champignons plus fragiles que la truffe, et ceux-ci sont arrivés à desti-

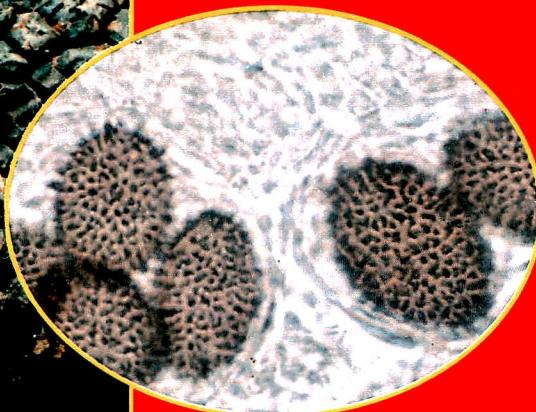
nation en excellent état dans les deux jours suivant la récolte.

Lorsque les truffes de Nouvelle-Zélande parviendront en Europe, en plein été pour nous, il ne s'agira pas cette fois d'une tromperie du consommateur, puisque la qualité devrait être, en principe, équivalente.

Et, même si leur prix sera vraisemblablement beaucoup plus élevé que celui



## ...de la truffe du Périgord



guère être efficaces en pareil cas. A partir du moment où la denrée arrive à un prix dérisoire – on a parlé de 400 F le kg –, même avec un droit de douane maximum en pourcentage, le coût de la marchandise sera encore de 6 à 8 fois moins élevé que celui des véritables truffes du Périgord ! Et il sera bien tentant pour des intermédiaires peu scrupuleux de faire passer les truffes chinoises pour des françaises auxquelles elles ressemblent si fort...

Les trufficulteurs français ont de quoi être inquiets. Depuis une dizaine d'années, ils ont fait d'énormes efforts pour relancer une production

très déficitaire, descendue à 50 t dans les bonnes années (contre 1 000 au début du siècle). Alors que les quantités nécessaires pour répondre à la demande avaient été estimées, il y a quelques années à 240 t par an. Dans le Périgord, le Quercy, en Provence, en Poitou-Charente, et même dans la Meuse, l'Yonne, et le sud de la Touraine, des passionnés ont investi dans les plantations, dans la mise en place de systèmes d'irrigation, mais aussi dans la recherche et la formation.

La trufficulture demande une grande patience. Il faut attendre de cinq à dix ans après la plantation pour voir apparaître les premières récoltes. Et voici qu'au moment où ces planteurs pourraient espérer recueillir les dividendes de leurs investissements, ces importations massives font planer le spectre de la chute des cours. Les consommateurs ne peuvent d'ailleurs s'en réjouir puisqu'ils seront, eux aussi, floués : il leur manquera le parfum qui fait toute la valeur gastronomique des truffes.

On ne peut pas empêcher les Chinois de vendre leurs truffes en Europe. Et, en face des énormes intérêts que représente la construction d'une centrale nucléaire, la trufficulture ne pèse pas bien lourd. La seule solution est, sans doute, la mise en place de labels, assortis de mesures de contrôle, pour empêcher la vente des produits chinois sous le nom de truffes du Périgord. Encore faudra-t-il trouver des experts pour effectuer ces contrôles, et ceux qui sont capables actuellement de reconnaître les truffes chinoises ne sont pas très nombreux... ■

des truffes chinoises, elles pourraient constituer, en revanche, une redoutable concurrence pour nos conserveries.

De véritables truffes du Périgord ont déjà été récoltées aux Etats-Unis depuis 1991, dans le nord de la Californie et en Caroline du Nord. Sans l'avantage de l'inversion des saisons. Les Américains avaient acheté les plants mycorhizés en

France. Les Néo-Zélandais, eux, se sont interdit de faire venir des plants d'Europe, de peur d'importer des maladies cryptogamiques n'existant pas sur leur île. Ils ont donc appris la technique et préparé eux-mêmes leurs plants associés au mycélium de la truffe.

Légale ou illégale, la concurrence étrangère met aujourd'hui en péril la trufficulture française.

# JEU

# Testez vos connaissances

**Bientôt la rentrée... Pour vous aider à faire le point sur vos connaissances, voici, préparé par l'équipe de *Science & Vie*, un questionnaire couvrant les divers domaines dont nous traitons à longueur d'année. Attention, il y a quelques pièges... Bonne chance !**

SOUS LA DIRECTION DE THIERRY PILORGE



## Archéologie

### 1. Les manuscrits de la mer Morte ont été écrits :

- a- vers 3000 av. J.-C.
- b- aux II<sup>e</sup> et I<sup>r</sup> siècles av. J.-C.
- c- en 1947

### 2. Alexandre le Grand mourut :

- a- de la malaria à Babylone
- b- de la malaria à Alexandrie
- c- assassiné par son fils adoptif à Athènes

### 3. Dans la grotte Chauvet, découverte en Ardèche, il y a :

- a- des peintures bicolores
- b- seulement des peintures noires
- c- des peintures noires et des peintures rouges

### 4. La découverte de la grotte de Pedra Furada fait remonter le peuplement des Amériques à :

- a- 12 000 ans
- b- 20 000 ans
- c- 48 500 ans

### 5. Le Solutréen (Paléolithique supérieur) se caractérise par :

- a- des lames d'outil en forme de feuille de laurier
- b- des "vénus callypiges"
- c- la maîtrise du feu

## Paléontologie

### 6. Le *Deinosuchus* était :

- a- un ancêtre des crocodiles actuels
- b- un poisson cuirassé
- c- un arbre primitif

### 7. Les premiers primates ont vu le jour :

- a- en Amérique
- b- en Afrique
- c- en Asie

### 8. Les traces des premiers micro-organismes fossiles connus datent de :

- a- 3,5 milliards d'années
- b- 1,5 milliard d'années
- c- 600 millions d'années

### 9. On a découvert en septembre dernier un fossile qualifié d'ancêtre de "Lucy". Son nom scientifique est :

- a- *Australopithecus afarensis*
- b- *Pilorgus erectus*
- c- *Australopithecus ramidus*

### 10. Les poules descendent :

- a- des insectes
- b- des dinosaures
- c- des œufs

## Botanique

### 11. Ce gaz provoque la maturation d'un certain nombre de fruits, comme les tomates, les bananes et les avocats. C'est :

- a- le radon
- b- l'éthylène
- c- le méthane

## 12. La tomate transgénique

**Flavr Savr a un grave défaut :**

- a- elle ne résiste pas aux chocs
- b- elle mûrit trop lentement
- c- elle ne supporte pas le soleil

**13. Chez les plantes, la couleur bleue est produite naturellement par des pigments nommés :**

- a- flavoprotéines
- b- anthocyanes
- c- mélanine

**14. La photosynthèse est un processus qui permet :**

- a- la transformation d'énergie lumineuse en chlorophylle
- b- la transformation d'énergie lumineuse en sucres
- c- la transformation de l'azote de l'air en sucres

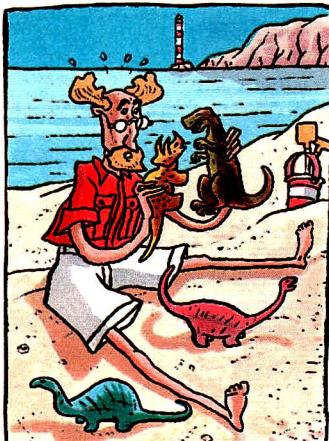
**15. Certaines plantes sont dites sempervirentes parce que :**

- a- leurs feuilles sont imperméables à l'eau
- b- leurs feuilles sont disposées selon une ellipse
- c- elles gardent un feuillage vert toute l'année

## Zoologie

**16. Les insectes ailés les plus primitifs ont :**

- a- une paire d'ailes
- b- deux paires d'ailes indépendantes



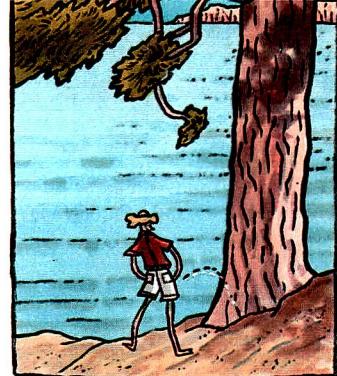
- c- deux paires d'ailes couplées

**17. Le phoque de Weddell peut rester en plongée :**

- a- cinq minutes
- b- environ une heure
- c- plus de trois heures

**18. La Grande Galerie de l'évolution du Muséum national d'histoire naturelle :**

- a- a rouvert en juin 1965
- b- a rouvert en juin 1994
- c- vient de fermer



- b- la surface de l'hologramme
- c- elle n'est pas limitée, car on peut projeter l'hologramme

**24. Pour se connecter sur le réseau Internet, il faut :**

- a- posséder un centre serveur Internet
- b- faire partie d'une entreprise raccordée à ce réseau
- c- un simple micro-ordinateur et un modem suffisent

**25. Le système de guidage GPS fonctionne grâce à :**

- a- des satellites à orbite polaire
- b- des satellites géostationnaires
- c- des radiobalises terrestres

**20. Le saola, animal récemment découvert (vivant) au Viêt-nam, est :**

- a- un bœuf préhistorique
- b- un survivant des dinosaures
- c- une chèvre archaïque

## Haute technologie

**21. En vidéo, la couleur jaune est obtenue :**

- a- par addition du vert et du bleu
- b- par addition du vert et du rouge
- c- directement, car c'est l'une des couleurs primaires

**22. L'atout principal du CD-Rom est :**

- a- sa très grande capacité de stockage d'informations
- b- son temps d'accès extrêmement bref
- c- la possibilité de mélanger images, sons et autres données

**23. L'holographie permet la restitution d'images animées en relief. Mais elle est limitée, en ce qui concerne leurs dimensions, par :**

- a- le fait qu'il faut utiliser un laser comme source de lumière

## Environnement

**26. L'ozone est :**

- a- un gaz qui nous protège des rayons ultraviolets du soleil
- b- un gaz polluant qui s'accumule au-dessus des villes
- c- un gaz utilisé pour désinfecter l'eau et la rendre potable

**27. Qu'est-ce qu'un gaz à effet de serre ?**

- a- une molécule dont la structure atomique rappelle celle du verre
- b- un gaz qui s'accumule au-dessus de la planète en piégeant la chaleur du soleil
- c- un nouveau combustible utilisé dans les chaudières à gaz

**28. Qu'est-ce que la biodiversité ?**

- a- une ville construite dans le respect des règles environnementales
- b- l'ensemble des êtres vivant

## TESTEZ VOS CONNAISSANCES

- sur la Terre  
c- une nouvelle technique du génie génétique appliquée à la biologie de la reproduction

### 29. Qu'appelle-t-on El Niño ?

- a- le fils de Dieu le Père, pour les Péruviens  
b- un courant marin chaud léchant les côtes péruviennes  
c- le vrai nom du premier principe de la thermodynamique

### 30. La canopée est :

- a- une petite pirogue utilisée par les Sarawaks  
b- une rivière souterraine en forêt tropicale  
c- le tapis de feuilles formé par la cime des arbres en forêt tropicale

## Astronomie

### 31. Les taches du Soleil sont :

- a- des illusions d'optique  
b- des régions froides de la surface  
c- des éruptions violentes de matière



### 32. Quelle est la treizième constellation du zodiaque ?

- a- le Sagittaire  
b- le Moine  
c- Ophiucus

### 33. Combien y a-t-il d'étoiles dans la Voie lactée ?

- a- 200 milliards  
b- 60 milliards  
c- 1 000 milliards

### 34. Quelle est la principale composante des comètes ?

- a- l'alcool  
b- l'eau  
c- l'hydrogène

### 35. Quelle est l'étoile la plus proche du Soleil ?

- a- l'étoile du Berger  
b- Sirius  
c- Proxima du Centaure

### 36. Qu'est-ce qu'une nébuleuse planétaire ?

- a- une planète qui a explosé  
b- une étoile qui a explosé  
c- une comète en formation

- a- 83,6 kg  
b- 89,5 kg  
c- 804 kg

### 42. Le premier satellite français d'observation de la Terre s'appelle :

- a- SPOT  
b- ROBRED 1  
c- ERS



## Cosmologie

### 37. Jusqu'où peut-on remonter vers l'origine de l'Univers ?

- a-  $10^{-43}$  seconde  
b- l'instant zéro  
c- l'infini

### 38. Dans l'histoire de l'Univers, qu'est-ce qui s'est formé en premier ?

- a- les étoiles  
b- les galaxies  
c- on n'en sait rien

### 39. Où a eu lieu l'explosion du big bang ?

- a- au centre du Soleil  
b- partout  
c- nulle part

### 40. Combien y a-t-il de galaxies dans l'Univers ?

- a- 200 milliards  
b- 60 milliards  
c- 1 000 milliards

### 43. La fusée la plus puissante du monde pour une satellisation en orbite basse est :

- a- Energia  
b- Ariane 5  
c- Saturn 5

### 44. Depuis la Terre, la vitesse de libération est de :

- a- 1,202 km/s  
b- 11,180 km/s  
c- 110,320 km/s

### 45. La ceinture de radiation autour de la Terre a été découverte par la sonde :

- a- MIR  
b- Explorer 1  
c- Pioneer 4

## Génétique-médecine

## Espace

### 41. Quelle était la masse du premier Spoutnik ?

### 46. Les arbovirus sont des virus transmis par :

- a- la piqûre d'un arthropode  
b- la sève des arbres  
c- les graines d'arachide

**47. Le podologue est un spécialiste :**

- a- des sols
- b- des enfants
- c- des pieds

**48. Si un homme aux yeux bleus épouse une femme aux yeux bleus, les enfants auront :**

- a- des yeux bleus
- b- des yeux noirs
- c- des yeux marrons

**49. La molécule d'ADN contient dans le noyau des cellules humaines, une fois dépliée, mesure approximativement :**

- a- 1 micromètre
- b- 2 m
- c- 3 cm

**50. Le virus du sida se transmet :**

- a- par voie sexuelle uniquement
- b- par voie sanguine et par voie sexuelle
- c- par la salive

## Chimie

**51. Si on verse de l'acide sulfurique sur du fer, on obtient :**

- a- de la rouille
- b- un sulfate et de l'hydrogène
- c- un trou

**52. Le plus célèbre des plastiques, le nylon, sert aussi bien à faire des petites culottes que des engrenages. Pour un chimiste, le nylon est :**

- a- un corps simple
- b- une résine végétale
- c- un polymère du carbone

**53. En principe, l'azote est un gaz inerte qui ne réagit pas avec les corps qui nous entourent. Il existe toutefois un métal très banal qui brûle aussi bien dans l'oxygène que dans l'azote. C'est :**

- a- le fer
- b- le magnésium
- c- l'argent

**54. Les savons sont fabriqués à partir d'un sel métallique d'acides gras organiques. Quel est le métal qui est présent dans le savon de toilette ?**

- a- l'aluminium
- b- le sodium
- c- l'iridium

**55. Les explosifs sont des composés organiques à base de carbone, oxygène, hydrogène, et d'un quatrième élément indispensable à la détonation. C'est :**

- a- le soufre
- b- l'azote
- c- le phosphore

## Géophysique

**56. Quelle est l'origine du champ magnétique terrestre (celui qui oriente l'aiguille des boussoles) ?**

- a- les mouvements du fer en fusion dans le noyau de la Terre
- b- l'aimantation de certaines roches du manteau et de la croûte
- c- on ne le sait pas

**57. Le réchauffement climatique global, dû au rejet dans l'atmosphère de grandes quantités de gaz à effet de serre, a déjà commencé de se manifester :**

- a- vrai
- b- faux
- c- il n'y a pas de consensus scientifique à ce sujet

**58. Qu'est-ce que la subduction ?**

- a- le passage d'une plaque tectonique sous une autre
- b- la conduction thermique des métaux à très basse température
- c- une différence de pression créée par des courants marins profond

**59. Qui affirma, le premier, que la Terre est ronde ?**

- a- Platon (428-348 av. J.-C.)
- b- Ptolémée (190-168 av. J.-C.)
- c- Galilée (1564-1648)

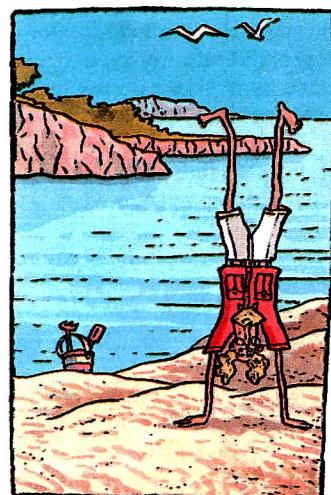
**60. La "ceinture de feu" du Pacifique désigne :**

- a- une ceinture de chasteté utilisée par les Aborigènes d'Australie
- b- l'ensemble des volcans répartis autour de l'océan Pacifique
- c- les vents dominants à l'équateur dans le Pacifique

## Physique

**61. Le quark top est une particule découverte en 1994 au cyclotron du laboratoire Fermi, près de Chicago. Dans la nature, où se trouve-t-il ?**

- a- c'est le sixième constituant du noyau atomique
- b- il a existé brièvement peu après le big bang
- c- il est abondant dans les rayons cosmiques



**62. La célèbre équation  $E = mc^2$ , qui traduit l'équivalence entre masse et énergie, a été établie par :**

- a- H. Lorentz
- b- A. Einstein
- c- H. Poincaré

## TESTEZ VOS CONNAISSANCES

► **63. Les micro-ondes, utilisées dans les fours du même nom, sont des rayonnements électromagnétiques de même longueur d'onde que :**

- a- les rayons infrarouges
- b- les rayons gamma
- c- les ondes radar

**64. Tous les corps ne conduisent pas la chaleur de manière égale. Quel est le meilleur conducteur de la chaleur ?**

- a- le diamant
- b- le cuivre
- c- l'eau

**65. Sur les factures d'EDF figure toujours la consommation en kilowatts-heure. Il s'agit de :**

- a- une unité générale d'énergie
- b- une unité de courant électrique
- c- une unité ordinaire de puissance

## Mathématiques

**66. Le nombre  $\pi$ , qui exprime le rapport entre la longueur du cercle et son rayon, a été calculé avec plus d'un milliard de décimales.  $\pi = 3,141592\dots$  est :**

- a- un nombre décimal
- b- un nombre algébrique
- c- un nombre transcendant

**67. Les nombres imaginaires, dont on parle souvent en algèbre et en analyse, sont :**

- a- des nombres dont la base est  $\sqrt{-1}$
- b- des nombres proches de l'infini, imaginés par Fermat
- c- des nombres qui n'existent que dans l'imagination de ceux qui ont monté le canular

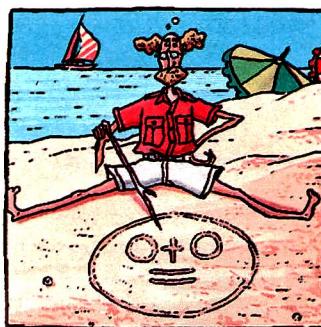
**68. Il existe des triangles de toute sorte – isocèles, rectangles, équilatéraux... Qu'est-ce qu'un triangle scalène ?**

- a- un triangle dont les trois côtés sont inégaux
- b- un triangle à la fois rectangle

et isocèle  
c- un triangle tracé sur une sphère

**69. Entre les hyperboïdes, les ennées et les cycloïdes, les mathématiques ne manquent pas de vocabulaire... Qu'est-ce, par exemple, qu'un icosaèdre ?**

- a- un solide limité par vingt faces planes
- b- un espace vectoriel à vingt dimensions
- c- un polygone ayant vingt angles droits



**70. Eratosthène est un mathématicien grec de l'Antiquité, célèbre pour avoir inventé un crible qui porte son nom. Ce dernier lui servait à trier :**

- a- les triangles semblables
- b- les racines carrées
- c- les nombres premiers

## Toutes sciences confondues

**71. La nutation est :**

- a- un transfert de propriété mobilière ou immobilière
- b- un processus biologique propre à la fécondation
- c- un phénomène gyroscopique

**72. On appelle angle de dépouille :**

- a- l'angle d'attaque d'un outil de coupe
- b- l'angle que faisait une momie par rapport au sarcophage

c- l'angle sous lequel on doit enlever la fourrure d'un animal tué à la chasse

**73. Sur un graphique, la droite de régression représente :**

- a- la direction moyenne d'un relevé statistique de points
- b- la ligne de plus grande pente suivie par les eaux de ruissellement en montagne
- c- le relevé point par point d'un phénomène de dégénérescence

**74. Une fonction holomorphe n'est autre que :**

- a- une fonction d'onde liée à la formation d'un hologramme
- b- une fonction mathématique d'une variable complexe dérivable autour d'un point  $z$
- c- une fonction grammaticale propre aux langues holophrastiques

**75. La science fourmille d'unités propres à chaque discipline. Ainsi, le stéradian mesure :**

- a- le pourcentage de stéarine contenu dans une cire organique
- b- un angle solide en trois dimensions
- c- l'intensité d'une radiation

## LES SOLUTIONS

72a, 73a, 74b, 75b.

Toutes sciences confondues : 71c,

matinées : 66c, 67a, 68a, 69a, 70c,

série : 61b, 62c, 63c, 64a, 65a. Maths -

série : 56a, 57c, 58a, 59a, 60b. Phys -

parties (c), 25c, 33c, 54b, 55b. Géophy -

47c, 48a, 49c, 50b. Chimie : 51b (et

44b, 45c. Génetique-médecine : 46a,

38c, 39b, 40a. Espace : 41a, 42a, 43c,

33a, 34b, 35c, 36b. Cosmologie : 37a,

29a et b, 30c. Astro nomie : 31b, 32c,

Envir onnement : 26a, b et c, 27b, 28b,

Technologie : 21b, 22a, 23b, 24c, 25a,

logie : 16b, 17b, 18b, 19c, 20c. Haute

taulière : 11b, 12a, 13b, 14b, 15c. ZOO -

éthnologie : 1b, 2a, 3c, 4c, 5a. Pa -

Archéologie : 1b, 2a, 3c, 4c, 5a. Pa -

SPECIAL  
ETE

# SCIENCE & VIE HIGH TECH

LE MAGAZINE DE L'IMAGE ET DU SON

TOUT SUR LES  
SIMULATEURS DE VOL

## SPECIAL VACANCES

### PARTIR :

- Objectifs 24 x 36 : le guide complet
- Un poste CB dans votre autoradio

### REVENIR :

- Tour de France des laboratoires photo
- 10 titreurs de films vidéo à la loupe
- Photo numérique : les prix baissent !



T 4320 - 16 - 30.00 F-RD

N°16 - 30 F - 219 FB - 8.20 FS - 4.200 Dr  
Pengal Cont 800 ESC - 45 Dh - 3 Con 5.55 - Réunion/Anses/Guyane 24f

*La mer,  
la plage  
et...*  
**Science & Vie  
High Tech.**

LE MAGAZINE DE L'IMAGE ET DU SON

Par Henri-Pierre Penel et Jean-Luc Glock

**R**egarder le dernier film de Spielberg, ou participer à une course de formule 3 000 dans le métro avec un confort visuel et sonore proche de celui d'une salle de cinéma, c'est maintenant possible. Le Lookman arrive. De la taille d'un baladeur lecteur de CD audio, il est capable de lire aussi bien ceux-ci que les CD interactifs de jeu, les CD-I vidéo (PAL ou NTSC), mais aussi les Vidéo-CD aux normes japonaises, les CD-Photo et, bientôt, les CD-Rom. Le casque est remplacé par un ensemble audiovisuel stéréoscopique. Pour réussir ce tour de force technologique, la société NBS a réalisé une forte miniaturisation de

l'électronique, ce qui a pu être

occupé déjà un volume important. Ici, le décodeur se limite à quelques puces logées, au même titre que les autres composants électroniques, sur le circuit principal du lecteur. Les autres éléments indispensables à la lecture ont subi le même traitement. Ce lecteur peut être relié à un téléviseur et à une chaîne haute-fidélité exactement comme un lecteur de salon et offre une qualité identique tant pour l'image que pour le son. Cependant, afin de conférer à ce produit l'autonomie totale qu'il visait, NBS a mis au point un ensemble de vision binoculaire particulièrement évolué.

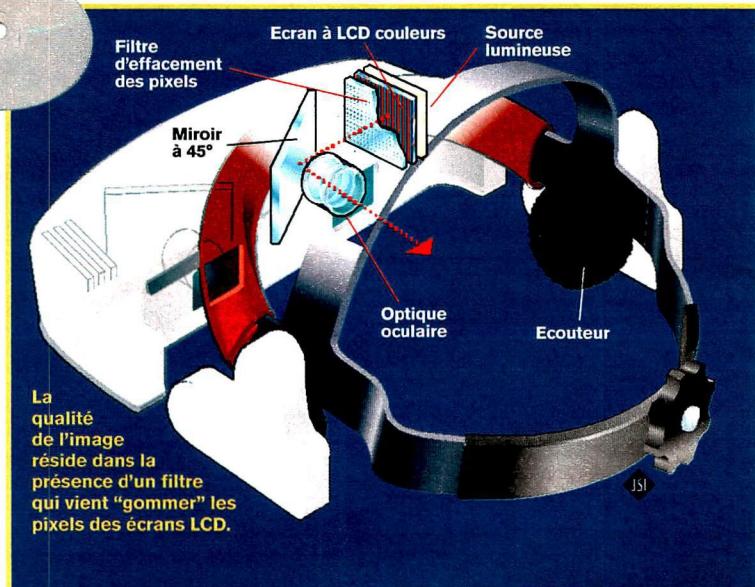
En effet, de nombreuses visières vidéo existent déjà. Cependant, leur "pixellisation" relativement grossière n'offre pas un confort visuel suffisant pour regarder un film. La visière proposée est directement dérivée d'une visière

professionnelle utilisée dans le milieu médical. Toute l'astuce consiste dans l'"effacement" des pixels. En fait, sur cette visière, l'opération consiste à rendre les pixels flous afin de les rendre invisibles tout en conservant une image nette. Pour cela, un filtre est intercalé entre les matrices à LCD (afficheurs à cristaux liquides) utilisées pour former l'image et l'optique que comporte chaque oculaire. Ce filtre est extrêmement particulier, puisque, par l'intermédiaire d'une commande électrique, il est possible de lui faire plus ou moins dévier l'image. L'électronique de ces lunettes vidéo joue simultanément sur deux commandes. D'une part, elle commande la déviation du filtre et, dans un parfait synchronisme, décale dans les proportions adéquates l'image formée sur les matrices LCD. Au total, l'image vue sans le filtre semble

"vibrer" sur les afficheurs. Cependant, comme ces vibrations sont parfaitement synchrones des déviations commandées au filtre, l'image se stabilise dès qu'elle est observée par son intermédiaire. Les pixels qui, eux, en revanche,



obtenu par l'utilisation systématique de composants électroniques ultra-spécialisés. N'oublions pas que, sur un lecteur de CD-I traditionnel, la cartouche électronique FMV (Full Motion Video), indispensable au décodage des films enregistrés au format MPEG sur le disque,





# un baladeur pour se faire son cinéma

180 000.  
Mais, si le Lookman se veut grand public par les possibilités qu'il offre, il ne l'est pas encore tout à fait par son prix. En effet, il faudra débourser **6 000 F** pour acquérir le lecteur auquel il faut ajouter ... **16 000 F** pour le casque vidéo. Néanmoins, NBS a promis de faire des efforts sur ce dernier élément afin d'en faire baisser le prix.

H.-P.P.

## AUDIOVISUEL

## Lecteur de CD-Rom en balade

Il ressemble à un baladeur CD, mais il lit aussi les CD-Rom. Si le KXL-D720 de Panasonic est effectivement capable de lire tout disque compact audio, une fois connecté sur un ordinateur il se transforme en lecteur de CD-Rom double vitesse. C'est donc l'accessoire indispensable à tout ordinateur portable pour le transformer en machine multimédia. Prix : 3 290 F.



## Donnez du nerf à vos films vidéo

Les utilisateurs de caméscopes ont souvent le défaut de tourner des plans trop longs. Ce qui aboutit à un enregistrement traînant en longueur et qui paraît ennuyeux. Pour remédier à ce problème, le CC 875 de Blaupunkt est équipé d'un dispositif qui limite la durée de chaque plan à cinq secondes et procure ainsi un résultat particulièrement vivant. Bien entendu, cette option est débrayable. Dès lors, ce caméscope devient comparable aux autres appareils haut de gamme. Son stabilisateur d'image permet d'éliminer les "bougés". Pour ses autres atouts, notons un générateur d'effets numériques, sa compatibilité 16/9 et un système de compensation des contre-jours. Prix : 7 990 F. K. L.



## Objectif luxe

Le Leica Minilux, c'est avant tout un objectif : le Summarit 2,4/40 mm. Très lumineux, et spécialement étudié pour cet appareil, il est constitué de six lentilles en quatre groupes ; un traitement spécial de leur surface a permis d'obtenir une image chromatiquement neutre. Pour assurer une parfaite planéité du film, nécessaire à grande ouverture, les rails de guidage du film ont été usinés au 1/100° de millimètre près.

Les autres caractéristiques de ce compact sont plus classiques : mise au point autofocus infrarouge, débrayable, à système actif (de 0,70 m à l'infini) et mémorisation de la mise au point et du temps de pose par pression sur le déclencheur ; mode programme et priorité diaphragme ; mesure de l'exposition intégrale à prépondérance centrale ; temps de pose de 1 s à 1/400 s et pose B. Le flash se déclenche



automatiquement en faible lumière. Correction d'exposition + 2 à - 2 IL, codage DX de 25 à 5 000 ISO et entraînement du film motorisé. Un écran à

cristaux liquides, sur le dessus du boîtier, indique la fonction sollicitée, le nombre de vues exposées et la charge de la pile. Prix : environ 7 000 F.



## Un phénomène sous-marin

Le Formaplex est connu des amateurs de photographie sous-marine depuis une vingtaine d'années pour sa légendaire robustesse. A l'origine en format 126, il existe aussi en format 135 (24 x 36). Seul le compartiment du film est étanche, la partie mécanique fonctionnant dans l'eau. Avec son boîtier en plastique, son objectif mono lentille 8-22/35 mm, sa mise au point rapprochée par bonnettes montées sur glissières, le Formaplex descend à 70 mètres ! Son inventeur (l'unique constructeur français d'appareils photographiques !) vient de le doter d'un complément optique qui réduit la focale et élargit le champ de visée d'un facteur 1,5. Le gain de luminosité est de 1 diaphragme. Un flash électronique adaptable est disponible. Prix : 1 895 F avec dos 24 x 36. Complément optique grand angle : 1 800 F.

## Une bande de jeunes

La société 3M a créé la cassette Scotch Kids pour éviter aux enfants (et aux parents) le drame des cassettes qui rendent l'âme à force d'être regardées. Ici ce n'est pas la qualité d'enregistrement qui a été recherchée, mais plutôt sa stabilité au fil des passages. Bande, bobines et mécanisme

de guidage ont été renforcés : les cassettes peuvent ainsi supporter jusqu'à 2 000 passages sans perte de qualité ni du son ni de l'image. Habillées de couleurs vives, l'enfant peut facilement les identifier. Vendues par lot de deux au rayon vidéo des grandes surfaces. Prix : 85 F.



## Les jetables s'exhibent

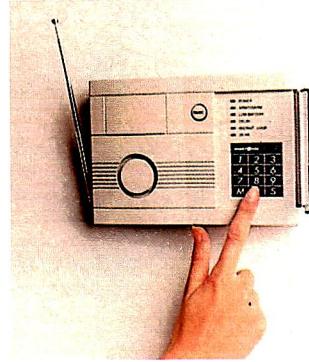
Finis les appareils jetables, ou PAP (prêt à photographier), en carton : Kodak propose le luxe pour tous avec ses deux jetables à base de polystyrène léger qui ont des allures de compacts. L'un est pourvu d'un flash et ils sont équipés tous deux du film Gold II 400 ISO qui possède une très grande latitude d'exposition. Lorsque la touche flash située sur le devant du boîtier est activée, le flash conserve la charge plusieurs heures, et un indicateur lumineux, près du viseur, signale lorsqu'il est disponible. L'optique, 10/32,8 mm et l'obturateur à 1/100 s permettent une exposition de 1,20 m à l'infini. Enfin, ces jetables sont recyclables. Prix : 59 F le Fun Gold et 89 F le Fun Gold Flash.

## MAISON ET JARDIN

## Alarme sans fil pour moins de 2 000 F

A participé  
à la rédaction  
de ces  
informations :  
Kooka  
Latombe.

Simple à poser (en moins de trente minutes), l'antivol Metronic est constitué d'une centrale, d'un détecteur de présence à infrarouges, d'un contact magnétique de détection d'ouverture et d'une télécommande de la taille d'un porte-clés. Tous ces éléments "convergent" entre eux par liaison radio, agréée France Telecom, ce qui évite la pose de fils de liaison. De plus, ces émissions comportent un codage évitant toute interférence avec l'équipement d'un voisin. Il est possible d'augmenter le nombre de points de contrôle avec des capteurs optionnels dont le prix varie de 99 F à 699 F en fonction de leur type (contact d'ouverture, second détecteur infrarouge, etc.). Prix : 1 950 F.



## Strictement confidentiel

Les communications du téléphone sans fil Gigaset 910 de Siemens ne peuvent pas être écoutées par des oreilles indiscrètes, grâce au codage numérique de la transmission qui utilise la norme DECT. Six combinés peuvent être reliés sur la même base connectée au réseau France Telecom, chaque combiné s'identifiant par échange de codes avec la base. Un tel dispositif limite sérieusement les risques de piratage de ligne. Les possibilités de

chaque appareil peuvent être restreintes : il est, par exemple, possible d'interdire le 16 ou le 19 sur un combiné tout en les laissant accessibles sur un autre. L'autonomie est de quarante heures en veille et de plus de six heures en conversation continue, et la portée en extérieur de 400 mètres. La recharge des batteries s'effectue sur la base ou au moyen d'un chargeur secteur indépendant. Prix : 1 990 F (base plus combiné). Appareil supplémentaire : 990 F.

## SANTÉ

## Un zoom et un grand angle pour mieux entendre

La prothèse auditive PiCS, de Phonak, grâce à son processeur de traitement du son, avait déjà permis une amélioration de l'audition de nombreux malentendants. Elle se dote maintenant d'un "zoom acoustique" qui permet d'isoler une conversation du bruit ambiant, grâce à plusieurs micros. Le processeur acoustique, en analysant simultanément les sons fournis par les micros, peut "trier" le message utile du bruit parasite. Une télécommande très discrète, utilisable depuis une poche, permet d'activer cette fonction zoom. Il devient ainsi possible de suivre, par exemple, une conversation durant un repas animé ou, plus simplement, dans la rue. Le passage en grand angle auditif assure une prise de son panoramique, restituant l'ensemble d'un "paysage" sonore. Prix : entre 18 000 F et 22 000 F selon les modèles.



## SPORTS ET LOISIRS



### ◀ La trottinette à moteur

Elle fait un malheur en Californie et débarque maintenant en France. Idéale pour les beaux jours, avec son moteur de 28 cm<sup>3</sup> la Go-Ped roule à 35 km/h. Pliable, elle entre très facilement dans le coffre d'une voiture et peut ainsi faire office de véhicule d'appoint. Prix : 4 690 F.



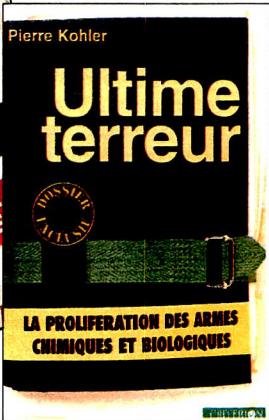
### ▲ Atelier peinture dans les embouteillages

Le Pinc'eau de MB recèle une réserve d'eau logée dans son corps en plastique : les enfants peuvent ainsi réaliser leurs œuvres sans tache et sans risquer de renverser le gobelet d'eau de rinçage. Deux boutons permettent d'augmenter le débit de l'eau pour diluer la couleur. Et pour changer de couleur, une petite éponge nettoie la plume. C'est l'instrument parfait pour aider les plus jeunes à supporter les "bouchons" des vacances. A partir de 5 ans. Prix : 80 F. K.L.

### De l'eau potable partout

De la taille d'une petite valise, léger (23 kg), alimenté en 12 volts par la fiche allume-cigares de tout véhicule, ce désalinisateur peut fournir 30 litres/heure d'eau douce à partir d'eau de mer. Il est capable de filtrer toute eau non potable. Son système de préfiltre avec sa membrane à osmose inverse retient les bactéries les plus petites, la pureté de l'eau obtenue excédant les normes internationales. Lorsqu'il filtre l'eau issue de fleuves ou de lacs, son débit se trouve augmenté et atteint 60 litres/heure. Prix : 29 980 F. Il existe d'autres modèles, qui filtrent l'eau non salée, à moins de 10 000 F.





## Les dangers du xxi<sup>e</sup> siècle

Pierre Kohler

**APOKALYPSE ROUGE**  
Enquête au cœur de la Russie nucléaire

**ULTIME TERREUR**  
La prolifération des armes chimiques et biologiques

Critérium, 208 p., 98 F et 276 p., 98 F.

**E**crits dans la foulée, ces deux ouvrages traitent de deux grands problèmes auxquels seront confrontés les peuples et les nations à l'aube du xxi<sup>e</sup> siècle : la prolifération des armes nucléaires, chimiques et biologiques. Ils décrivent, avec force détails souvent inédits, la réalité pitoyable du nucléaire en ex-URSS, ainsi que les recherches et travaux menés dans le monde sur les armes bactériologiques et chimiques, ces armes nucléaires du pauvre.

**Science & Vie** : « Pourquoi avez-vous publié coup sur coup ces deux livres sur des thèmes proches ? »

**Pierre Kohler** : « J'ai eu l'occasion de faire un voyage avec quelques journalistes

scientifiques français au moment de la glasnost. Les Soviétiques voulaient nous montrer le cycle complet du nucléaire : des installations minières au stockage des déchets. J'ai été l'un des tout premiers journalistes occidentaux à mettre les pieds à Tcheliabinsk, cette ville fermée de Sibérie où sont stockés les déchets de haute radioactivité. J'ai donc complété ces informations de base par de nombreux voyages en Russie qui m'ont permis de réunir une extraordinaire masse de données. En ce qui concerne l'ouvrage sur les armes chimiques et bactériologiques, c'est mon éditeur qui me l'a demandé après l'affaire de Tokyo. »

**S & V** : « Quelle analyse faites-vous du nucléaire russe ? »

**P. K.** : « Les Russes ne sont pas préoccupés par ce problème. Par ailleurs, ils ont une fierté légitime et ne veulent pas recevoir de leçons des Occidentaux.

Jamais ils n'oublient de rappeler qu'ils ont eu le nucléaire avant nous. Ce qu'ils veulent, c'est notre argent et décider

# MÉDIATHÈQUE

## LIVRES

eux-mêmes, alors que nous, ce que nous souhaitons, à travers les programmes de sauvegarde que nous leur proposons, c'est faire fonctionner nos sociétés d'ingénierie. Ils le savent bien, et cela ouvre la porte à toutes sortes de chantages. La sûreté nucléaire est notre souci à nous, Occidentaux, parce que nous savons très bien qu'un pépin important en Russie remettrait en cause irrémédiablement nos propres programmes nucléaires. »

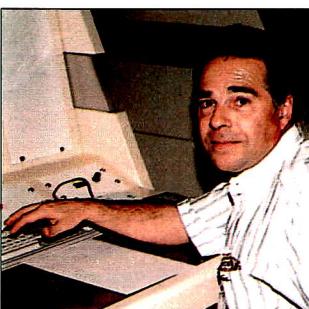
**S & V** : « Et les armes chimiques ? »

**P. K.** : « La question est fondamentalement différente. Alors que le nucléaire demande des installations, un savoir-faire coûteux, un va-et-vient de matières fissiles difficiles à contrôler, les armes chimiques et biologiques peuvent être fabriquées par n'importe quel pays qui disposerait d'une industrie pharmaceutique avec des produits en vente libre. Après tout, le sarin n'est qu'un insecticide. Le danger, nous l'avons vu à Tokyo, est grand et indiscutables. Au cours de mon enquête, notamment en Russie, j'ai pu apprendre que 12 000 tonnes de gaz innervant provenant de la dernière guerre mondiale étaient immergés en mer Baltique, hors de tout contrôle. Que va-t-il se passer lorsque les fûts se mettront à fuir ? »

» En ce qui concerne plus particulièrement la secte Aum, l'affaire de Tokyo va bien au-delà de ce qui a été dit. Certains y voient l'action indirecte de lobbies militaro-industriels qui cherchent à réamer le Japon. Ils auraient jeté leur dévolu sur Aum en raison d'une proximité idéologique. Les yakuzas auraient servi d'intermédiaire en fourniant argent et assistance technique. Pourquoi le chimiste de la secte – le seul qui aurait pu parler en connaissance de cause – a-t-il été assassiné, dans un scénario à la Oswald ? Il n'est pas indifférent de savoir que cet homme habitait un immeuble, justement propriété des yakuzas. Ces derniers fournissent également la clé permettant de comprendre pourquoi d'importants personnages appartenant au gouvernement russe (on parle même de Gorbatchev), ont pu assurer moyens et blanchiment d'argent grâce à l'implantation de la secte en Russie. La formule de préparation du sarin est une formule chimique russe. Pourquoi des responsables de la secte sont-ils allés s'entraîner en Russie chez les spetsnaz, ces commandos de choc de l'armée russe ? »

» Toute l'affaire Aum aurait été un chantage exercé sur le gouvernement japonais. Avec la quantité de sarin utilisée, ils auraient pu tuer un million de personnes. Or, il n'y en a eu que 12. Il s'agit donc d'un message. »

Propos recueillis par Jean-René Germain



## Vive les illusions !

*Laurent Nottale*

**L'UNIVERS  
ET LA LUMIÈRE**

Flammarion, 288 p., 140 F.

**L'Univers et la lumière** est le premier ouvrage d'un jeune astrophysicien prometteur de l'observatoire de Paris-Meudon, Laurent Nottale. L'ouvrage

ge, publié il y a quelques mois, vient tout juste de recevoir le Prix 1995 du Livre d'astronomie décerné par la région haute Maurienne-Vanoise et la Maison de l'astronomie. Cette distinction, qui récompense le livre d'astronomie le plus intéressant de l'année, est aussi une première consécration pour celui qui, dès 1987, se distinguait par ses travaux sur les "mirages gravitationnels". Son livre retrace

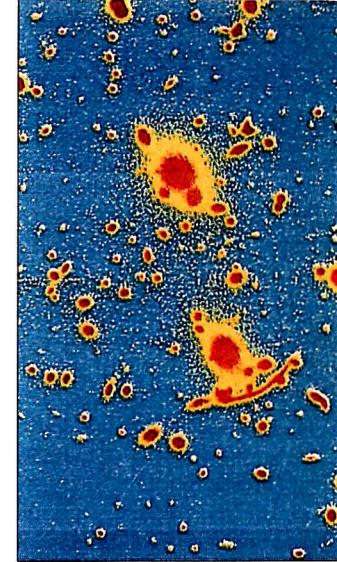
l'histoire de cette "découverte", de son interprétation et de ses implications majeures pour la cosmologie.

De quoi s'agit-il ? Grâce à la théorie de la relativité nous savons deux choses très importantes pour l'observation de l'Univers. D'une part, la vitesse de la lumière étant finie (300 000 km/s), plus on regarde loin, plus on remonte dans le passé. D'autre part,

la lumière est soumise à l'in-

fluence de la force de gravitation, ou, en d'autres termes, ses rayons suivent les déformations de l'espace que provoquent les corps pesants. Si, pour exploiter la première propriété de la lumière, les astronomes construisent des télescopes de plus en plus puissants, pouvant, de fait, remonter de plus en plus loin dans le temps, pour exploiter la seconde il a fallu remarquer des déformations d'images lointaines perturbées par des corps se trouvant sur notre ligne de visée. C'est ce qu'on appelle les "mirages de l'Univers".

Ainsi, Laurent Nottale a analysé, au milieu des années quatre-vingts, certaines galaxies lointaines invisibles normalement, mais dont la lumière a été amplifiée et l'image déformée par des effets de lentilles gravitationnelles. Depuis, de nombreux exemples dans le ciel sont répertoriés. Laurent Nottale en retrace dans son livre les principaux, ainsi que leurs conséquences cosmologiques majeures ; sur la répartition de matière dans l'Univers, la masse manquante



ou l'origine des galaxies. Un livre dense, parfois complexe mais d'une culture scientifique et d'une richesse tout à fait exceptionnelles.

*Jean-François Robredo*

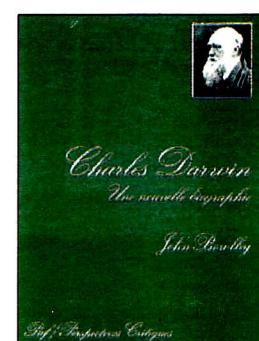
## Darwin sur le divan de Freud

*John Bowlby*

**CHARLES DARWIN**  
*Une nouvelle biographie*

Editions PUF, coll. Perspectives Critiques, 510 p., 298 F.

Le psychanalyste John Bowlby, qui est mort en 1990, était un spécialiste mondiallement connu pour ses travaux sur l'attachement, la séparation et la perte. Ce sont ces mêmes thèmes qu'il étudie dans cette étonnante et remarquable biographie, inspirée par la propre



## Cro-Magnon aux fourneaux

*Gilles Delluc, Brigitte Delluc, Martine Roques*

**LA NUTRITION  
PRÉHISTORIQUE**

Pilote 24, 223 p., 150 F.

En analysant les excréments des soldats romains déposés dans les tinettes creusées autour d'Alésia, les préhistoriens étaient parvenus à établir que leur nourriture était essentiellement composée de galettes, additionnée de quelques olives et d'un peu d'huile. Mais comment faire lorsqu'il ne subsiste plus aucune trace d'excréments, comme c'est le cas pour les hommes de Néandertal et de Cro-Magnon ? Pour en avoir un aperçu, les auteurs ont eu l'ingénieuse idée de faire leurs recherches chez les peuples actuels qui ignorent l'agriculture, comme les Aborigènes d'Australie, les Inuits et les Alakalufs de la Terre de Feu.

Ils ont ainsi établi que ces peuples se nourrissent de produits de la chasse, de la pêche et d'un éventail de plantes bien plus large que celui des plantes cultivées. Ils ont aussi montré que la variété et la quantité de plantes entrant dans la ration quotidienne sont fonction des conditions climatiques, des saisons, mais aussi de l'environnement culturel.

A partir de ces données, ils ont pu, par extrapolation et par des calculs compliqués, dresser le régime type de l'homme préhistorique et avoir un aperçu des techniques utilisées pour la cuisson.

Un livre passionnant, bien que parfois un peu ardu, et surtout très original par son sujet. Espérons que le fait d'avoir été édité chez un éditeur de Périgueux ne nuira pas à sa diffusion.

*Pierre Rossignol*

autobiographie que Charles Darwin écrivit à la fin de sa vie à l'intention de ses enfants et petits-enfants. Il faut dire que les événements affectifs qui jalonnèrent la vie du savant anglais se prêtent on ne peut mieux à une telle analyse. John Bowlby se penche notamment, à la lumière des connaissances modernes en médecine et en psychologie, sur les maladies psychosomatiques qui gâchèrent une bonne partie de la vie de Darwin.

Bien sûr, on ne trouvera pas ici l'explication de la genèse de la théorie de l'évolution ou des autres travaux du grand savant. S'attachant particulièrement à sa petite enfance, l'auteur recherche en quoi ses complexes psychologiques ont pu influer sur le cours de ses recherches. Un portrait peu ordinaire pour un homme exceptionnel. Pourquoi, alors, avoir attendu cinq ans avant d'en éditer une traduction en français ?

Thierry Pilorge

## Des médecines différentes

*Tobie Nathan et Isabelle Stengers*

### MÉDECINS ET SORCIERS

Les Empêcheurs de penser en rond, 161 p., 60 F.

Deux livres en un par deux auteurs complices autour d'un sujet brûlant : la médecine "officielle" face aux autres médecines. Tobie Nathan nous offre, sous la forme d'une conversation avec un candidat, un exposé impressionnant sur les thérapeutiques exotiques (africaines, surtout) contre ce qu'on appelle chez nous maladies mentales. On découvre que ce qui nous semble, *a priori*, n'avoir d'autre fondement que des superstitions, est en réalité à la fois efficace et construit avec une rationalité remarquable.

Partant de là et du constat que les "psy" de toutes sortes ne sont pas des sciences, il dessine le projet de fonder une psychopathologie véritablement scientifique qui pourrait bâtrir ses propres théories sur l'études des thérapeutes et de leurs pratiques, et non plus sur les malades et leurs symptômes.

Non moins passionnant, le texte d'Isabelle Stengers s'interroge sur ce qu'est notre médecine dès lors qu'elle se veut rationnelle. On y apprend comment elle s'oppose au charlatanisme qui la hante aujourd'hui autant

qu'hier. Elle s'inquiète aussi du devenir de cette médecine qui évite de penser pour continuer d'agir.

L'ensemble apporte un regard original sur la médecine et son rôle dans la cité. On ne peut que regretter de ne pas trouver dans ce petit ouvrage des développements plus détaillés et plus approfondis.

Philippe Chambon

pensée des innombrables découvertes du savant et des multiples programmes de recherches qu'il a contribué à lancer. Elle met aussi en évidence la méthode qui a guidé le savant toute sa vie. En ce sens, elle est précieuse pour les chercheurs qui y trouveront une source inépuisable d'inspiration.

Moins philosophique, mais

## Visite d'un monument

*René Dubos*

### LOUIS PASTEUR FRANC-TIREUR DE LA SCIENCE

La Découverte, 453 p., 150 F.

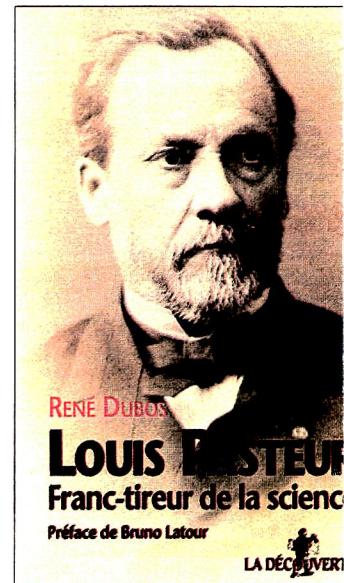
*Patrice Debré*

### LOUIS PASTEUR

Flammarion, 559 p., 145 F.

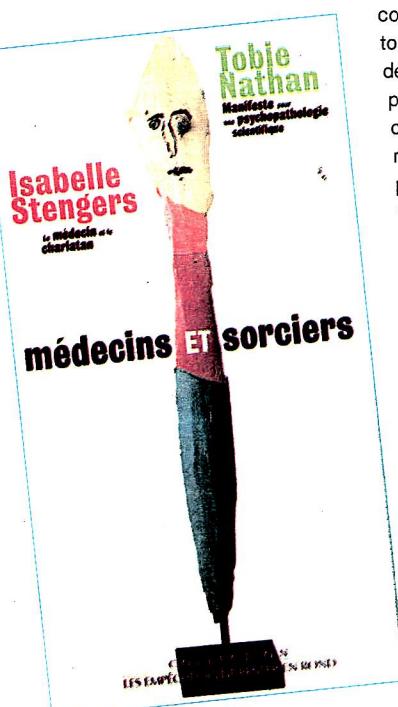
Après la biographie de René Vallery-Radot, qui établissait une chronologie détaillée de la vie de son beau-père, et la publication par Louis Pasteur-Vallery-Radot des écrits et de la correspondance de son grand-père, que pouvait-on apprendre de plus sur l'illustre savant ? Pour le commun des mortels, beaucoup de choses, parce que, d'une part, ces livres ne se trouvent plus que dans les bibliothèques, et parce que, de l'autre, depuis leur publication, les travaux de Pasteur ont été considérablement approfondis et mis en perspective.

La biographie de René Dubos, chercheur américain d'origine française, est la traduction de *Louis Pasteur, Free-Lance of Science*, publiée pour la première fois en France en 1955. Elle s'attache à démontrer l'unité de



plus didactique, le livre de Patrice Debré nous amène au cœur des grandes découvertes du savant. Ainsi, quand il aborde le problème de la génération spontanée, il commence à se pencher sur les nombreuses définitions et controverses qui l'ont précédé. Puis, faisant fi de tout ce qui a été fait et dit, il conçoit une stratégie expérimentale originale qui le conduira à démontrer, de manière irréfutable, que la génération spontanée n'existe pas.

Grâce à cet esprit rigoureux et inventif, il est ainsi parvenu à découvrir ce qui était, selon



lui, le principe même de la genèse de la vie, à savoir l'asymétrie des corps chimiques. Découverte qui lui fit pressentir que « toutes les espèces vivantes sont primordialement, dans leur structure, dans leur forme extérieure, des fonctions de la dissymétrie cosmique. » Cependant, Pasteur ne put aller au-delà de sa découverte et dut s'avouer vaincu : il touchait à la source même de la vie, hors de sa portée.

Deux livres passionnantes, agréables à lire, même si parfois ils disent forcément les mêmes choses. De plus, ils se complètent utilement. Si on devait en choisir un, on pencherait quand même pour celui de Patrice Debré, à cause des photos qui l'agrémentent. Certaines sont des reproductions de pastels exécutés par Pasteur enfant.

P.R.

## Le concurrent du Rolleiflex

**Patrice-Hervé Pont**

### SEM ET LES SEMFLEX

Foto Saga, 140 p., 210 F.

Aujourd'hui, le matériel photo est à 90 % japonais, mais en 1960 on fabriquait en France des caméras, des 24 x 36, des 6 x 9, et des 6 x 6 reflex qui venaient concurrencer le célèbre Rolleiflex. Le plus perfectionné était le Semflex que nos anciens lecteurs ont bien connu et qui fut fabriqué à plus de 170 000 exemplaires.

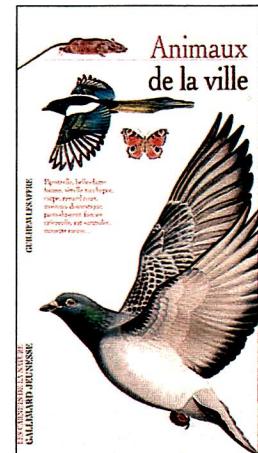
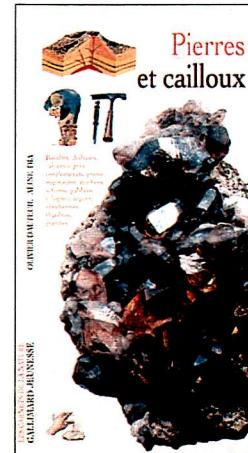
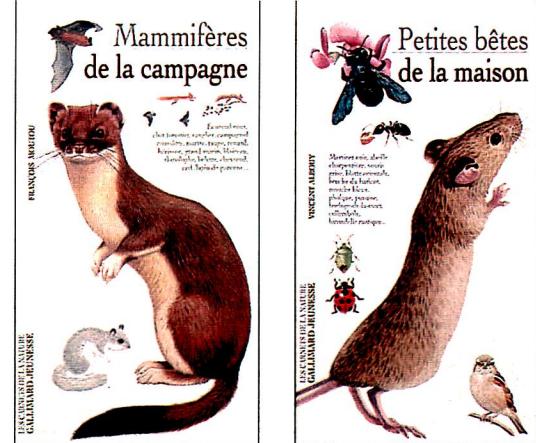


plaires. L'ouvrage de P.-H. Pont s'adresse à tous les nostalgiques de cet appareil, aux collectionneurs, et même aux simples amateurs, car il décrit non seulement les nombreuses variantes du Semflex, mais aussi l'histoire de la firme SEM, l'évolution du matériel ou l'ambiance de l'industrie française qui était florissante à cette époque, qui va de 1950 à 1965.

Signalons aussi, à l'intention des amateurs, que Photo Saga (Fassy, 58420 Neuilly, Tél. 86 29 63 13) a déjà publié nombre d'autres livres ou brochures consacrés au matériel photo ou ciné : Foca, Leica, Rectaflex et autres Zeiss Ikonta viennent y côtoyer le guide des caméras françaises.

Renaud de La Taille

Deux livres passionnantes, agréables à lire, même si parfois ils disent forcément les mêmes choses. De plus, ils se complètent utilement. Si on devait en choisir un, on pencherait quand même pour celui de Patrice Debré, à cause des photos qui l'agrémentent. Certaines sont des reproductions de pastels exécutés par Pasteur enfant.



## De merveilleux "devoirs de vacances"

### LES CARNETS DE LA NATURE

Gallimard Jeunesse, 6 volumes, 48 p., 78 F l'un.

A signaler dans la collection "Gallimard jeunesse", une nouvelle série de guides consacrée à la nature : « Connaître, reconnaître et éduquer notre regard » en sont les mots d'ordre. Véritables fenêtres ouvertes sur les domaines les plus inattendus (les six premiers ouvrages ont pour sujet : "Animaux de la ville", "Pierres et cailloux", "Marée haute, marée basse", "Oiseaux de la campagne", "Mammifères de la campagne", "Petites bêtes de la maison"), ces petits livres, très illustrés, cartonnés et avec de nombreux dépliants sont un régal pour les yeux et pour l'esprit. Les aspects pratique et découverte sont particulièrement bien mis en avant : où regarder ? comment reconnaître ? que faut-il en savoir ? et parfois, comment les protéger ? A signaler un numéro particulièrement bien réussi sur les marées, phénomène naturel complexe idéal à étudier pendant les vacances...

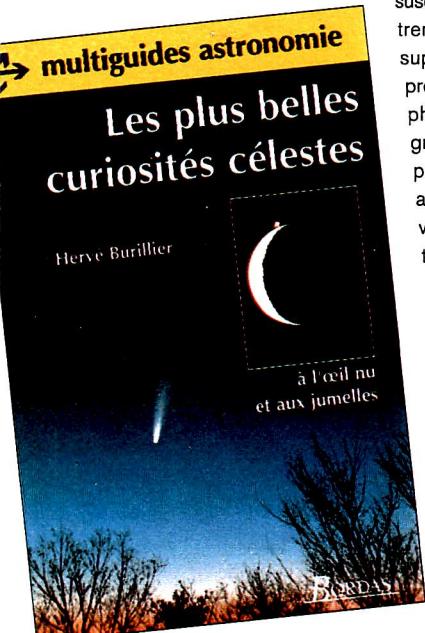
J.-FR.

## Un ton Camille Flammarion

Hervé Burillier

### LES PLUS BELLES CURIOSITÉS CÉLESTES

Bordas, 192 p., 139 F.



Les bons guides pour débutants en astronomie sont trop rares pour ne pas les saluer. C'est le cas de celui-ci, qui emmène doucement par la main ceux qui n'ont jamais observé le ciel, et qui n'ont aucune idée de ce qui les attend. La principale qualité de cet ouvrage est tout simplement son honnêteté, qui accompagne souvent les bons pédagogues : non, vous ne verrez rien sur Mars avec une lunette de 60 mm de diamètre ! En revanche, la lune sera pour vous une inlassable source d'étonnement...

Passées les indispensables notions de base, très bien présentées, l'ordre des chapitres est d'une clarté et d'une lo-

gique implacables : du plus facile au plus dur, c'est-à-dire de la Lune jusqu'aux galaxies. Non, vous n'êtes pas prêts de voir les bras spiraux de M 51, il faut pour cela l'instrument et le ciel noir nécessaires ! En revanche, l'émotion que peut susciter une faible image tremblotante est bien supérieure à celle que procure une photographie en couleurs des grands observatoires professionnels. Là aussi, le ton de l'ouvrage lui procure toute sa pédagogie.

A travers une façon d'écrire qu'on pourrait trouver un peu démodée de nos jours, l'auteur essaie d'exciter la curiosité et la fibre poétique de son lecteur : « Ce splendide ensemble stellaire est l'un des joyaux des cieux

d'automne ». On peut en sourire, mais ce ton un peu Camille Flammarion est très agréable à lire, et sa fraîcheur d'esprit totalement en phase avec les interrogations philosophiques qui résultent le plus souvent de l'observation du ciel.

De même, le côté essentiellement pratique de l'ouvrage permet de visualiser ce qu'on peut voir réellement à l'observation. Beaucoup de clichés et de dessins, le plus souvent de l'auteur lui-même, parsèment le livre, avec des légendes indiquant à quelle distance il faut le tenir pour avoir une image équivalente à celle procurée par un télescope 115/900 (le télescope des débutants par excellence). Le lecteur est, en quelque sorte,

« déçu d'avance » par certains objets du ciel, mais aussi excité par une foule d'autres qu'il n'aurait pas soupçonnés.

Hervé Burillier a longtemps observé le ciel, et, en tant que libraire spécialisé en astronomie, il a dû maudire pas mal d'ouvrages... Il a su prendre sa revanche sur eux en écrivant un merveilleux petit livre que beaucoup d'amateurs confirmés auront aussi grand plaisir à parcourir.

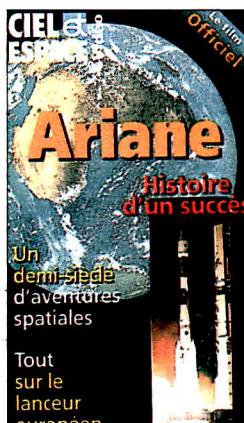
Gilles Moine

l'Europe tentent de se construire un avenir spatial : il prendra le nom d'Ariane. Malgré des débuts en demi-teinte (le second lancement sera un échec retentissant) et peu encourageants, l'aventure continuera pour devenir, notamment au niveau des lancements commerciaux, le leader mondial que l'on connaît aujourd'hui.

Cette cassette retrace cette histoire qui s'entrecroise avec celle de l'aventure spatiale mondiale, depuis le premier Spoutnik jusqu'à l'avènement des navettes spatiales en passant par la conquête de la Lune. Beaucoup d'images connues, un survol en 50 mn assez honnête mais peut-être pas assez critique (le film qui se dit « officiel » a été produit par les maîtres d'œuvre du lanceur). J.-F. R.

## VIDÉO

### La revanche de l'Europe



### ARIANE Histoire d'un succès

Ciel et Espace Vidéo, 50 mn, 129 F.

C'est aujourd'hui un fait incontestable de l'histoire de la conquête spatiale : la fusée européenne Ariane est un succès majeur. Coincées entre les États-Unis et l'URSS, au sortir de la Seconde Guerre mondiale et en pleine guerre froide, la France et

## CD-ROM

### Géophysique écologique

#### 3D ATLAS

Electronic Art éditeur, 599 F.

Comme son nom l'indique, nous avons affaire à un atlas mondial (encore !), mais en relief cette fois. Le niveau de zoom sur les images de la Terre étant assez faible, l'utilisateur de ce CD-Rom s'apercevra rapidement que seules sont présentes les plus grosses structures, villes, rivières, etc., de notre globe. Passé un strict intérêt pédagogique global, on ne peut vraiment pas s'en servir comme d'une base de données géographiques.

En fait, au travers d'une description géophysique de la Terre, ce CD possède une teinte très nettement écologiste : passées les séquences sur la tectonique des plaques, les reliefs du fond des mers, les échanges atmosphériques, les auteurs insistent sur l'effet de serre, le trou d'ozone du pôle Sud et les menaces sur la biodiversité. Tout y passe, même les pluies acides. Les animations en sont presque un peu agaçantes de simplicité. On n'avait jamais vu, par exemple, que le trou d'ozone coïncidait aussi bien avec l'accumulation de chlorofluorocarbones... Sans nier les conclusions de la NASA, qui sont d'ailleurs moins formelles sur l'effet de serre, on aurait pu se dispenser d'une aussi belle concordance... Soyons chics, on apprend tout de même que 3 % des terres émergées sont des réserves naturelles, ce qui n'est pas si mal !

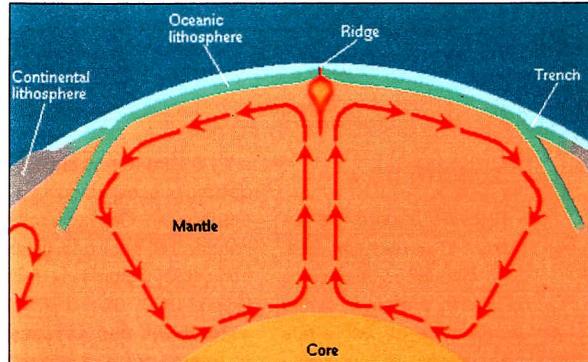
Les séquences animées (dites "QuickTime"), sans lesquelles il ne saurait y avoir de bon CD-Rom, sont attrayantes et très pédagogiques pour ce qui est de la géophysique. Les autres le sont un peu moins, un peu empreintes de cette bonne vieille "naïveté" américaine (tigre sautant majestueuse-

ment dans une mare, antilope au coucher du soleil, fond musical en rapport...). Au fait, la maîtrise de la langue de Shakespeare est obligatoire, il n'y a pour l'instant pas de traduction en français. Le problème est d'ailleurs général sur ce support.

La véritable base de données contenue dans cet atlas consiste en une série de statistiques sur tout un ensemble de thèmes : niveau de vie, exportations d'énergie, malnutrition des différents pays du monde. L'ensemble des chiffres n'étant pas disponibles pour tous les pays. On y constate, par exemple, que l'Irak fut le plus grand importateur d'armes pendant les années 80. De quoi transformer tout un chacun en petit futu-rologue ! Toute cette partie statistique est remarquablement faite, et fait un peu oublier la relative pauvreté des images de l'atlas lui-même.

Au final, il se dégage de ce CD-Rom un petit parfum "prise de conscience globale" des problèmes planétaires. Serait-ce dû au fait que, d'après les astronautes, quand on regarde la Terre "d'en haut", on ne voit plus de frontières ? *G.M.*

► **Configuration requise :** Mac, 4 Mo de RAM.



Eventually, the material cools and begins to sink back into the mantle.

## Finalement, vive la lecture !

### THE THEORY OF PLATE TECTONICS INTRODUCTION TO TOPOGRAPHIC MAPS

Tasa Graphic Arts, Inc.

re de CD-Rom donne en effet l'impression qu'on feuille un livre page par page (un clic de souris sur une case et on tourne...). On a pris des textes, qu'on a présenté avec une petite photo appropriée par-ci par-là et quelques animations pour rappeler de temps en temps au lecteur qu'il consulte bien un CD-Rom. Malheureusement ce genre de "recette", assez répandu il faut bien le dire, ne suffit pas à faire un bon CD ! Et puis, un livre permet des retours en arrière instantanés de plusieurs pages, des flâneries au hasard qui peuvent suivre le cheminement capricieux de la pensée. Ici, il faut attendre la fin de la "leçon" pour avoir le "droit" de changer de chapitre... Même si on apprend des choses, somme toute, intéressantes, un CD-Rom n'est définitivement pas, et à ce prix là, un simple "livre électronique" ! *G.M.*

► **Configuration requise :** Mac, 4 Mo de RAM. ■



# 36 15 SCV

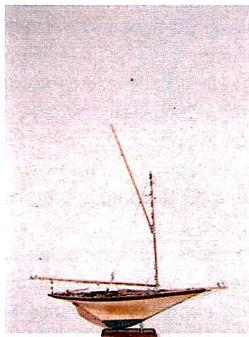
Questions / réponses  
à la rédaction  
(sous 24 ou 48 heures,  
selon complexité).

# AGENDA

## Expositions

### • CHEFS-D'ŒUVRE DE LA ROYALE ET AUTRES MARINES.

Cent maquettes, merveilles de minutie, présentent la mer en miniature du XVII<sup>e</sup> à nos jours, jusqu'au 16 août au musée de la Marine, palais de Chaillot, 17 place du Trocadéro, 75116 Paris. Tél. : (1) 45 53 31 70.



### • IMAGES DE LUNE, IMAGES DE TERRE.

Une soixantaine de photos très récentes, prises par les satellites *Clementine*, *Spot* et *ERS*, dressent une cartographie précise de la Terre et de la Lune. Jusqu'au 24 septembre au palais de la Découverte, salle 12. Dans le cadre de **LA NUIT DES ÉTOILES**, il sera également ouvert (et l'entrée gratuite) le 4 août, de 20 h à 1 h 30. Des séances de planétarium *non stop*, des exposés... Le public disposera aussi de quatre télescopes pointés sur Jupiter et ses satellites, sur la Lune et sur d'autres objets célestes. Avenue Franklin Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : (1) 40 74 81 04.

### • AQUITAINE, TERRE D'OCÉAN.

Le littoral atlantique, les esturgeons, l'or noir sous le sable. Bassin de contact avec les poissons, animations au

petit théâtre des sciences et des techniques, jusqu'au 10 octobre, au Cap sciences, hangar 16, quai des Chartrons, 33000 Bordeaux. Tél. : (16) 56 01 07 07.

### • POISSONS DES ABYSSES, UN AVENIR POUR LA PÊCHE ?

Dans les profondeurs de la mer, un monde où l'homme n'a pas accès, jusqu'au 10 septembre, au CCSTI, 1 av. de la Marne, 56100 Lorient. Tél. : (16) 97 84 87 37.

• DEMAIN LA TERRE. Exposition ludique sur les phénomènes naturels de la Terre et sur son avenir. Le planétarium propose également quatre spectacles d'astronomie utilisant un système laser unique. Jusqu'au 15 septembre, à l'Espace Mendès-France, 1 place de la Cathédrale, 86000 Poitiers. Tél. : (16) 49 50 33 08.

• ALLÉES SANS RETOUR. L'historique des recherches et le point sur les connaissances actuelles des allées couvertes et autres monuments funéraires du Néolithique. Jusqu'au 14 janvier 1996 au musée archéologique départemental du Val-d'Oise, place du Château, 95450 Guiry-en-Vexin. Tél. : (1) 34 67 45 07.



## Conférences

### • LA MAIN ET L'OBJET DANS LA PRÉHISTOIRE.

Comment les hommes préhistoriques travaillaient-ils les différents matériaux, comment fabriquaient-ils leurs outils, armes et vêtements, comment les utilisaient-ils ? Les 31 août, 1<sup>er</sup> et 2 sep-

tembre, à Sireuil-Les-Eyzies-de-Tayac. Tél. : (1) 46 69 66 99.

### • REGARDS SUR LES MATHÉMATIQUES DU XX<sup>e</sup> SIECLE.

Colloque et université d'été sur de nombreux thèmes comme les fractals, l'informatique, les attracteurs étranges, la géométrie, la théorie des nombres, le théorème de Fermat... Les 28, 29 et 30 août à Noisy-le-Grand (93160), ADCS. Tél. : (16) 22 95 56 60.

### • XI<sup>e</sup> FESTIVAL DE L'ASTRONOMIE

en haute Maurienne-Vanoise. Les très hautes énergies dans l'Univers. Conférences, observations du Soleil, stages fusées, divers ateliers et festival astro junior. Du 12 au 19 août. Tél. : (16) 79 05 91 57.

## Télévision

### • La Cinquième

### • E.T. TÉLÉPHONE PLANÈTE TERRE.

Les recherches de la NASA pour tenter d'entrer en relation avec les extra-terrestres, le 4 août à 10 h 30.

• LE CERVEAU. Les dernières recherches sur notre esprit et ses réactions, les 11, 18, 25 août, 1<sup>er</sup> et 8 septembre à 10 h 30.

### • Arte

• LA LOGIQUE DE LA TERREUR, la vie et l'œuvre d'Edward Teller. Portrait d'un physicien extrêmement controversé qui a participé au développement et à la construction de la première bombe atomique et de la bombe à hydrogène, le 2 août à 20 h 45.

### • HALF LIFE, LES COBAYES DE L'ÈRE NUCLÉAIRE.

Une enquête étonnante sur le premier essai de la bombe atomique à hydrogène américaine et les radiations auxquelles ont été soumis les habitants des îles Marshall, le 5 août à 21 h 30.

## France 3

### • C'EST PAS SORCIER, à 10 h.

### • MA POUBELLE VAUT DE L'OR, le 30 juillet.

### • A FOND DE TRAIN, le 13 août.

### • LES BÉBÉS, l'histoire d'une naissance, le 20 août.

• HOMO-ORBITUS, comment aller dans l'espace et y vivre, le 27 août.

## Paris Première

• A QUOI SERT LA GÉOGRAPHIE ? Champ de savoir à la fois vivant, lié à l'histoire et aux enjeux politiques, Y. Lacoste raconte cette discipline passionnante, le 13 août à 10 h.

• LES CHAMPS DE L'ETHNOLOGUE. Ethnographie, ethnologie, anthropologie sociale expliquées par F. Héritier, professeur au Collège de France, le 27 août à 10 h.

• L'ART PARÉTAL. L'étude de l'art des grottes où *Homo sapiens sapiens* exerçait son talent, le 3 septembre à 10 h.

## Radio

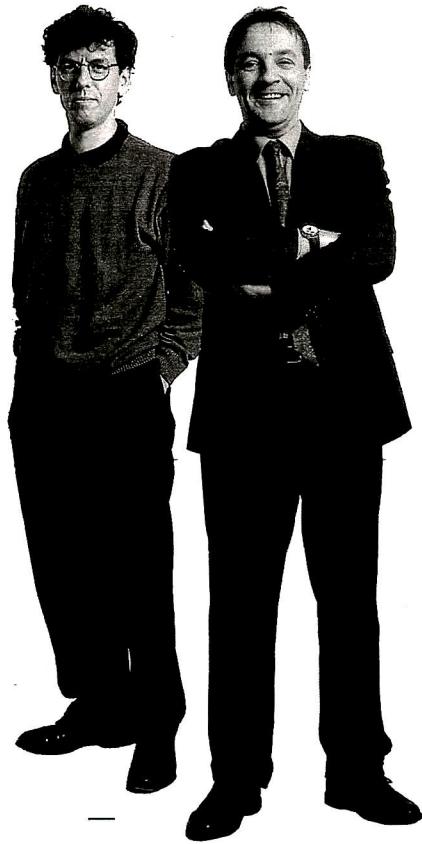
### France Culture

• L'ŒUF DE COLOMB. Brèves histoires de la science contées en forme de fable à l'usage du monde contemporain par J. Meunier et P. Caro, du lundi au vendredi, du 31 juillet au 1<sup>er</sup> septembre, de 13 h 30 à 13 h 40.

• L'HOMME ET LA NATURE. Rediffusion de cette leçon de choses sur cinq thèmes : le feu, l'air, l'eau, la terre et le vivant, du lundi au vendredi, de 13 h 40 à 15 h 10.

• AU CŒUR DES TÉNÈBRES, cinq jours de voyage sous-marin à bord du *Triomphant*. L'odyssée d'une équipe de radio qui a accompagné les 110 hommes de ce bateau hypercomplexe, par S. Deligeorges, le 27 août, de 15 h 30 à 18 h 30.

**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 ?**



## **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 METROPOLITAINE.

étranger 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 06/01/1978, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous tenir en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et, si possible, votre référence client.

RC PARIS B 572 134 773

S&V 935

# Le disque laser

*La musique "en conserve" a débuté avec le gramophone et s'est affirmée avec le disque 78 tours ; vinrent ensuite le microsillon et la bande magnétique, lesquels ont été supplantés, il y a douze ans, par une alliance curieuse entre le microphone et la calculatrice, et d'où est sorti le disque compact à lecture par laser.*

**A**ussi mélomane soit-il, un physicien ne peut oublier que la plus belle symphonie n'est qu'une suite d'ondes sonores, autrement dit une succession périodique de pressions et dépressions de l'air ambiant. Or celles-ci se mesurent très bien avec un baromètre, ou tout autre manomètre un peu sensible, qui indiquera des valeurs en millibars. La musique peut donc être convertie en une suite continue, et de ce fait même infinie, de nombres.

Le disque laser est né de cette traduction numérique traitée par l'informatique. Car, s'il n'y a pas de musique sans orchestre, il n'y aurait pas non plus de disque laser sans calculatrice. Enregistrer la musique, ou la voix, on savait le faire depuis longtemps : les variations de pression, quand elles atteignent une membrane, la font vibrer. Il ne reste plus alors qu'à mettre un stylet sur la membrane et à faire défiler une cire devant pour que s'y inscrivent les ondulations de la pression ambiante.

En regardant un microsillon ou, mieux, un vieux 78 tours au compte-fils, on voit très bien ce dessin ondulé qui n'est autre que l'onde musicale étirée en spirale sur le disque. L'ennui du procédé vient de ce que l'aiguille qui va suivre cette spirale à la lecture restituera aussi les aspérités du matériau, les poussières tombées au fond du sillon, les rayures et autres défauts de surface. De là un bruit de fond qu'il n'est pas possible d'éliminer totalement.



Dans son principe, le disque microsillon ne fait appel qu'à l'enregistrement mécanique avec aiguille et membrane ; en pratique, les variations de pression acoustique sont d'abord tra-

duites en variations de courant électrique par un microphone, puis reconvertis en déplacement d'un stylet de gravure par un montage électro-mécanique. Mais on peut aussi convertir ces variations de courant en variations de champ ma-

gnétique et les stocker sur bande. Mais il reste que cette dernière, elle aussi, présente un bruit de fond. Le problème ne fut surmonté qu'il a douze ans avec le disque compact, qui part d'un principe tout différent : au lieu d'enregistrer en continu les variations de pression qui constituent les ondes sonores, on se contente de mémoriser une succession de valeurs prises au fil du temps. On se retrouve alors avec une suite de valeurs numériques, soit une suite de nombres, que toute calculatrice permet de stocker, de traiter et de restituer. Mais les variations de pression dues

aux ondes sonores se reproduisant des milliers de fois par seconde, il faut faire des mesures très serrées dans le temps pour avoir un relevé un peu fidèle de l'onde initiale – en fait, on remplace le dessin ondulé des sillons d'un disque classique par un dessin en pointillé ; il ne reste plus qu'à joindre les points entre eux pour retrouver la courbe primitive.

En un sens, on fait avec la musique ce que le cinéma fait avec l'image : enregistrer une succession d'instantanés dont le défilement rapide suffira à recréer la sensation d'un mouvement continu. Mais là où le film peut se

contenter de 24 images par seconde, il faut aller beaucoup plus loin pour l'oreille, qui est très fine : considérant que la haute fidélité musicale doit reproduire les sons jusqu'à 20 000 Hz, on fait un échantillonage au double de cette fréquence, soit 44 100 Hz ; autrement dit, on enregistre chaque seconde 44 100 instantanés de la pression acoustique.

On est ainsi passé de la musique aux nombres. En pratique, le point de départ est le microphone, qui convertit les variations continues de pression en variations continues de tension électrique. Cette dernière est mesurée par un circuit intégré 44 100 fois par seconde, et la valeur relevée est enregistrée chaque fois selon une échelle allant de 0 à 65 535. La tension, variant de manière continue, peut rendre n'importe quelle valeur comprise entre, par exemple, 0 et 6 volts. Comme il est impossible, et inutile, de noter chaque valeur au milliardième près, on utilise un voltmètre dont la précision s'arrête à cinq chiffres.

Notons d'ailleurs que 65 536 n'est autre que  $2^{16}$  : on voit déjà apparaître la numération binaire propre aux calculatrices. Ce codage numérisé remplace donc la courbe continue de l'onde sonore par un profil en marches d'escalier. L'avantage du courant électrique, qui aura pour tâche, si l'on peut dire, de relier ces marches pour en faire une pente à peu près continue, c'est qu'il ne procède pas en ligne droite : il lui faut le temps de monter pour atteindre sa pleine valeur, et il lui faut ensuite un temps équivalent pour redescendre. Autrement dit, il va d'un point à l'autre en courbe, ce qui est un atout pour adoucir des marches.

Ces marches représentent pour l'instant la symphonie transformée en une masse de chiffres enregistrés sous forme binaire (chaque nombre est écrit unique- ►

## Qui n'a pas encore son lecteur CD ?

De salon ou de poche, le lecteur de disque compact fait aujourd'hui partie de la panoplie de l'homme moderne. Peu encombrant, maniable, esthétique, on n'en finit plus de le perfectionner...



ment avec des 0 et des 1) car ils sont alors très commodes à mettre sous forme électrique (absence de courant = 0 et passage du courant = 1), magnétique (champ nord-sud = 0 et champ sud-nord = 1) ou optique (lumière = 1 et ombre = 0).

Ce vaste ensemble de nombres peut être enregistré sur bande magnétique, ce qui donne la cassette DAT, ou sur disque optique, et on a le disque compact 12 cm, dit aussi disque laser (à ne pas confondre avec le Laserdisc 30 cm, qui est un enregistrement vidéo analogique, de type modulation de fréquence à lecture optique). Pour faire un disque laser, on commence par utiliser chaque nombre binaire fait d'une suite de 0 et 1 pour commander un laser dont le très mince faisceau va impressionner une couche photosensible déposée sur un disque mis en rotation.

Le point de convergence du laser se déplace de façon à décrire une spirale dont le pas est de 1,6 µm pour une longueur totale de 5 km. Chaque 1 commande l'allumage ou l'extinction du laser, et correspond donc à un changement éteint/allumé ou allumé/éteint ; pour les 0, il reste, ou allumé, ou éteint. Après développement, on aura donc une succession de points, soit impressionnés, soit vierges. Un traitement approprié va dissoudre les zones impressionnées, laissant à la place un petit creux, une alvéole réellement microscopique.

Ces microcuvettes font entre 0,9 et 3,3 µm de long pour 0,6 µm de large. Ce disque de départ sert ensuite à faire des matrices métalliques de pressage. A leur tour, celles-ci serviront à estampier des disques de plastique transparent, faits d'une résine extrêmement fine et stable, et sur lesquels on retrouvera évidemment toutes les microcuvettes du

disque original. Le côté où sont ces alvéoles est recouvert d'un dépôt d'aluminium fait sous vide, après quoi une fine couche protectrice transparente est plaquée sur cette face métallisée.

La suite de nombres binaires correspondant au codage numérique de la musique est donc ainsi enregistrée sur le disque, les plateaux et les cuvettes correspondant aux 0 alors que les pentes, qui font passer d'un plateau à une vallée, et réciproquement, sont les 1. Pour des raisons de fiabilité à la lecture, les



chiffres binaires d'origine sont recomposés sur une plus grande longueur pour qu'il n'y ait jamais deux 1 côte à côte, jamais plus de dix 0 entre deux 1, et toujours au moins deux 0 côte à côte.

Il reste maintenant à lire ce disque pour retrouver la suite de chiffres qui y est enregistrée, et pour cela on va encore utiliser un laser, car seul son faisceau est assez fin pour aller identifier sans erreur les transitions entre plateaux et cuvettes, et la longueur de chaque zone uniforme. D'autre part, le laser est indispensable ici du fait qu'il émet une lumière cohérente – toutes les ondes sont en

phase – sur une seule longueur d'onde, donc sur une seule couleur : la lumière naturelle comprenant toutes les longueurs d'onde de l'arc-en-ciel, du violet au rouge, un signal de retour multicolore ne permettrait pas de séparer les creux des plateaux.

Pour décoder la piste gravée sur le disque, on va envoyer à travers un prisme semi-réfléchissant un faisceau laser concentré émis par une diode infrarouge. Ce faisceau traverse la couche transparente et vient se réfléchir sur la couche d'aluminium, puis il est renvoyé sur le côté par le prisme vers une cellule photosensible. Pendant que le disque tourne, le faisceau voit donc défiler sous lui des plateaux et des creux dont la succession va fractionner le rayon réfléchi. En effet, la profondeur des cuvettes est de 0,2 µm, soit le quart de la longueur d'onde émise par la diode (0,8 µm).

Lorsque le faisceau aborde une cuvette, une partie du faisceau est réfléchie par la fin du plateau, l'autre par le début de la cuvette ; les rayons réfléchis par le plateau entourant la cuvette, et ceux renvoyés par le fond de celle-ci, ont alors une différence de marche d'une demi-longueur d'onde : il y a interférence en opposition de phase, et les deux rayons s'annihilent mutuellement ; la quantité de lumière réfléchie chute brusquement, et le même processus se répète quand le faisceau quitte une cuvette pour remonter sur un plateau. Les transitions entre creux et plateaux se traduisent donc par une extinction du faisceau réfléchi, après quoi celui-ci reprend sa luminosité normale.

Toute variation d'intensité du faisceau, à l'entrée ou à la sortie d'une cuvette, correspond à un 1, et la longueur des plateaux ou des cuvettes donne la longueur des séquences de 0 ; la cellule



A. Meyer

## Numération symphonique

Sur un disque laser, la musique est codée en binaire, dans un sillon où les creux et les plats représentent les 0, tandis que les pentes de transition entre les deux sont les 1. Pour décoder la piste gravée sur le disque, on envoie à travers un prisme semi-réfléchissant 1 un faisceau laser concentré émis par une diode infrarouge 2. Ce faisceau vient se réfléchir sur la couche d'aluminium, dans le sillon argenté (les 0), mais il est atténué par interférence sur les pentes (les 1). Puis il est renvoyé sur le côté par un prisme vers une cellule photosensible 3.

photoélectrique sur laquelle est dirigée le rayon va traduire ces variations de luminosité en variations de courant qui redonneront de même les 1 et les 0. Ce flux d'informations électriques, qui correspond aux nombres binaires de l'enregistrement, est dirigé sur un ensemble de circuits qui va reconvertis en variations continues de tension ce qui leur arrive sous forme discontinue. Cela revient, en quelque sorte, à faire du ski sur des escaliers : si les skis sont assez longs et les marches assez serrées, on glisse en douceur sans le moindre à-coup. C'est ce qui se passe dans ces circuits conçus pour amortir toute secousse et liser toute discontinuité : on va retrouver un courant modulé en continu très proche du courant donné par le microphone.

Il faut ajouter que le « pointillé »

servi aux circuits de remise en continu est très serré, ce qui facilite les choses : le débit est de l'ordre de 180 000 nombres binaires de huit chiffres par seconde, ce qui est tout de même beaucoup. Contrairement à ce qui se passe avec les microsillons, la lecture

### UN ENREGISTREMENT DE TRÈS HAUTE FIDÉLITÉ, SUR UN SUPPORT INUSABLE...

ture de la spirale gravée sur le disque se fait en partant du centre, et à vitesse linéaire constante ; cela implique une vitesse de rotation variable allant de 500 tr/min près du centre à 200 tr/min vers la périphérie.

En plus des nombres correspondant à la numérisation de la musique, la piste porte donc aussi une quantité de nombres qu'on

pourrait dire « de service » et qui servent à la synchronisation, à la régulation de la vitesse, à l'affichage de recherche des morceaux enregistrés, etc. Grâce à cela, on peut choisir un passage, le répéter, sauter les deux qui suivent... Le tout avec une qualité remarquable, car le signal de sortie reproduit très fidèlement le signal analogique de départ, et l'enregistrement musical numérisé mérite vraiment le terme de haute fidélité.

Qui plus est, comme le laser n'a à lire que des 0 ou des 1, il n'y a plus ni bruit de fond, ni parasites : le son est d'une pureté étonnante. La dynamique, c'est-à-dire l'écart entre le niveau sonore le plus bas qu'il puisse restituer et le niveau le plus haut, est relevé de manière considérable par rapport aux bandes magnétiques du commerce ou aux disques microsillons (pour être précis, 96 dB contre 60 ; cela est lié aux 65 536 niveaux de quantification car  $96 = 20 \log 65 536$ ). De plus, et contrairement au microsillon ou à la bande magnétique, il n'y a aucun contact entre la tête de lecture et le support : il n'y a pas d'usure possible.

# Un variateur de vitesse pour train électrique

Le petit montage de ce mois-ci intéresse plus particulièrement les amateurs de modèles réduits. En effet, il s'agit d'un variateur de vitesse pour circuit ferroviaire. L'originalité de cette réalisation réside dans le fait qu'il est possible de passer directement de la marche avant à la marche arrière en agissant sur un unique bouton – en fait, un potentiomètre, qui permet d'obtenir un départ progressif quelque soit la direction choisie. L'arrêt est donc obtenu lorsque le bouton se trouve en position centrale.

De plus, sur la plupart des transformateurs destinés aux trains électriques, le réglage de vitesse s'effectue par un simple rhéostat. La tension présente sur les voies varie alors beaucoup, en fonction de la motrice utilisée, ou lorsque deux motrices se trouvent sur le même tronçon. Dans notre cas, la tension étant issue de transistors, elle est beaucoup plus constante et, donc, moins sujette aux variations liées à la puissance. Cela dit,

passons à l'étude du schéma électrique de ce variateur de vitesse.

En premier lieu, afin de pouvoir assurer à la fois la marche avant et la marche arrière, il nous faut disposer de deux tensions, l'une positive et l'autre négative par rapport à un potentiel de référence appliquée à l'un des rails. Ces deux tensions sont obtenues en utilisant la sortie « alternatif » du transformateur, normalement destinée aux accessoires. Deux diodes, associées à des condensateurs, sont utilisées pour redresser cette tension de part et d'autre du 0 volt. A l'issue de cette première opération, nous disposons donc bien de deux tensions symétriques par rapport à la masse, celle-ci étant directement reliée à un rail.

Il reste, maintenant, à contrôler la valeur de chaque tension. Pour cela, les bornes extrêmes d'un potentiomètre sont connectées à l'une et l'autre de ces tensions. Ainsi, le potentiel récupéré au niveau du curseur peut varier progressivement, depuis la tension

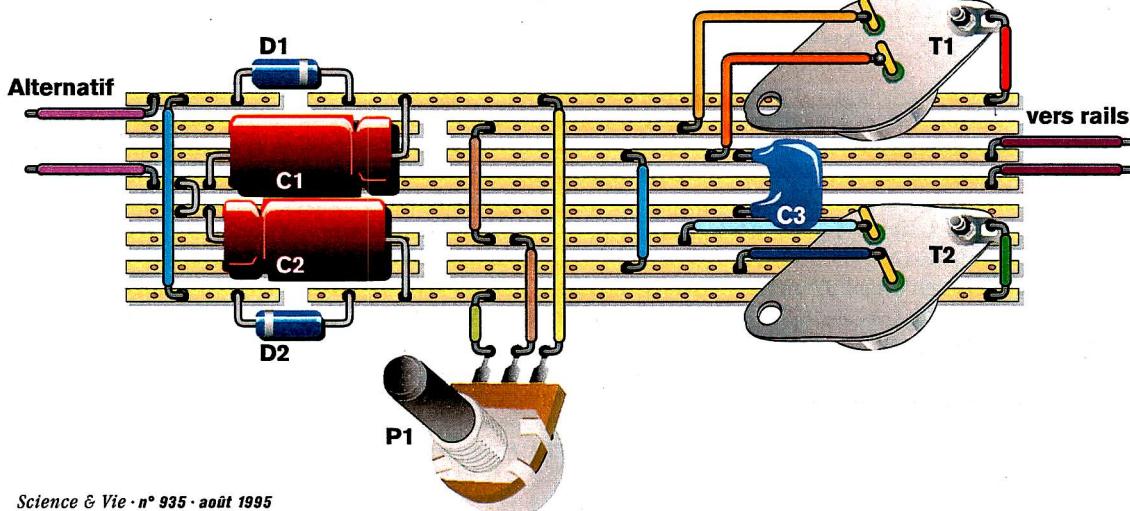
négative jusqu'à la tension positive. Evidemment, lorsque le potentiomètre est à mi-course, la tension sur son curseur est proche de 0 volt, ce qui provoque l'arrêt du train. Ce fonctionnement correspond donc bien au but recherché.

Cependant, le courant disponible sur le curseur du potentiomètre n'est pas suffisant pour pouvoir être directement appliqué au moteur des motrices. Deux transistors sont intercalés pour obtenir

## Où se procurer les composants

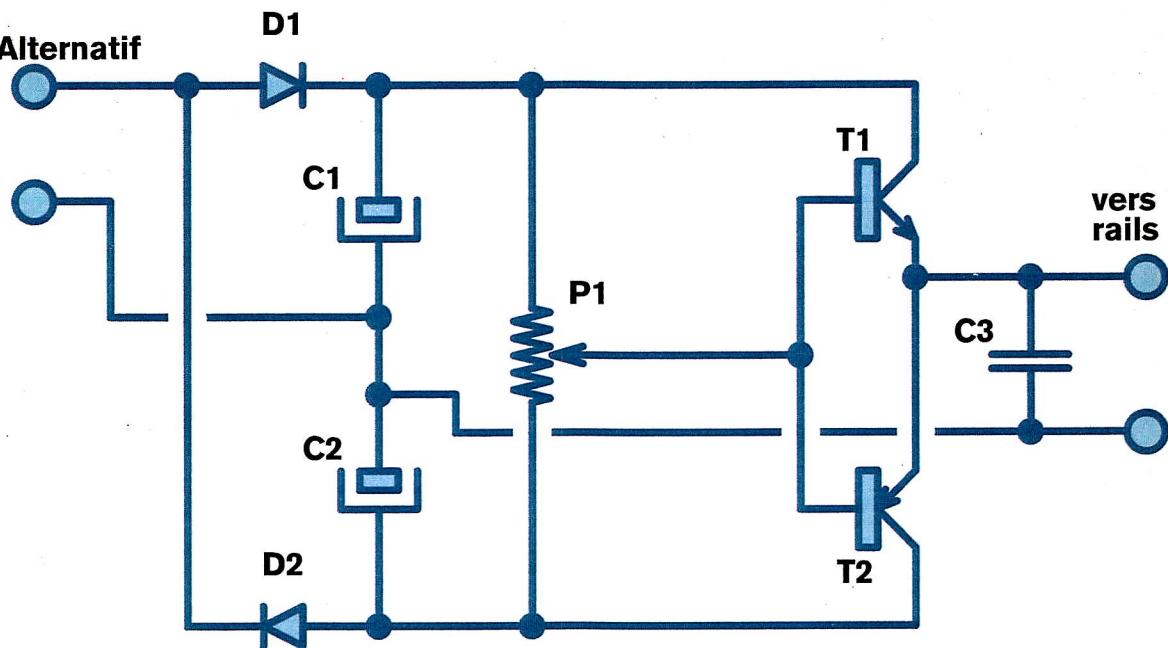
- MAGNETIC FRANCE,  
11 place de la Nation, 75011 Paris.  
Tél. : 1 43 79 39 88.
- TSM, 15 rue des Onze-Arpents,  
95130 Franconville.  
Tél. : 1 34 13 37 52.
- AG ÉLECTRONIQUE,  
51, cour de la Liberté, 69003 Lyon.  
Disponibles chez la plupart  
des revendeurs régionaux.

## Implantation des composants



## Shéma électrique

Alternatif



P1 = potentiomètre 4,7 kilohms linéaires

C1 = 1 000 microfarads 16 volts

C2 = 1 000 microfarads 16 volts

C3 = 470 nanofarads

T1 = MJ 3001 ou équivalent  
T2 = MJ 2501 ou équivalent

D1 = 1N 4004 ou équivalente  
D2 = 1N 4004 ou équivalente

### NOMENCLATURE

doit pas poser de problème particulier. Il faut cependant veiller à bien couper les bandes conductrices de la plaque aux emplacements mentionnés sur le schéma d'implantation des composants. De même, il faut impérativement respecter la polarité des diodes et des condensateurs. Celle-ci est repérée, sur les diodes, par une bague de couleur et, sur les condensateurs, par une gorge pratiquée sur leur boîtier. Le brochage des transistors doit également être respecté. Notons que sur ceux-ci, le boîtier métallique fait office de contact de collecteur. Il faut donc penser à se procurer une cosse et un boulon pour assurer cette connexion.

En ce qui concerne la base et l'émetteur, les contacts sont logés de manière dissymétrique par rapport à l'axe horizontal du boîtier. Lorsque le transistor est tenu verticalement, les contacts orientés vers soi et de manière à ce qu'ils se trouvent dans la moitié supérieure du boîtier, ils correspondent res-

pectivement, de gauche à droite, à la base et à l'émetteur.

Précisons qu'il est parfaitement possible de monter les transistors de puissance sur un radiateur. Ce dernier est d'ailleurs le meilleur moyen de les fixer mécaniquement sur un support. Cependant, dans ce cas, il est impératif de les munir d'un mica d'isolation, élément disponible chez les détaillants de composants électroniques. En effet, comme nous l'avons dit plus haut, le boîtier de ces transistors faisant office de contact, l'absence d'isolation conduirait à une mise en court-circuit du transformateur - ce qui conduirait, à court terme, à sa destruction. ■

l'intensité suffisante. Ces transistors sont câblés en *push-pull*, exactement comme sur l'étage de sortie d'un amplificateur de puissance. Le premier transistor, du type NPN, prend en charge le contrôle des tensions positives, le second, du type PNP, celui des tensions négatives. Notons que, pour simplifier le câblage de cette réalisation en réduisant au strictement nécessaire le nombre de composants, nous avons utilisé des transistors dits Darlington, c'est-à-dire possédant un très haut pouvoir d'amplification du courant.

Le câblage de ce variateur ne

**36 15**  
**SCV**

Envoyez-nous vos idées  
(rubrique "courrier")

# Jouons les cascadeurs

Le programme que nous vous proposons ce mois-ci est à classer parmi les jeux d'arcade. Son but est de faire franchir un précipice à un motard, tout en lui faisant traverser un anneau de feu, et de le faire, ensuite, atterrir en douceur...

Pour réaliser cette prouesse, le joueur peut agir sur deux paramètres. D'une part, il peut commander, avant la tentative, l'accélération de la moto (en utilisant les touches + et - du clavier). D'autre part, un plan incliné

situé au bord de la falaise de départ, peut être plus ou moins relevé à l'aide des touches H et B (pour haut et bas). Le départ du saut est obtenu en utilisant la barre d'espace.

Cela dit, passons à l'écriture du programme. Afin qu'il soit attractif, il utilise des graphismes. Ceux-ci sont stockés sous forme de chaînes DATA. Notons que, afin de réduire autant que possible le nombre de données, celles-ci sont stockées sous forme compressée. La première

opération qu'effectue le logiciel est donc la décompression des données afin de recréer les graphismes. Cette décompression terminée, la machine «plante le décor» du jeu. Pour cela, elle met à profit les graphiques et utilise la fonction LINE pour compléter le paysage, notamment pour simuler les falaises.

L'écran de jeu ainsi composé, la partie peut commencer. L'éternelle instruction INKEY\$ sera mise à profit pour que l'ordinateur prenne en compte les

```

10 SCREEN 9: COLOR 15, 3: CLS : RANDOMIZE TIMER
DIM MOTO(100): DIM FLAM(100): DIM HERB(100)
REM ****
REM *          DONNES GRAPHIQUES DE LA MOTO
REM *          ****
REM ****
100 DATA 0,1,0,10,15,3,0,21,15,2,3,1,15,2,0,20
DATA 3,3,15,1,14,2,0,20,15,2,14,4,0,15,12,2
DATA 0,3,14,5,0,14,12,1,0,4,14,4,10,2,0,0,12
DATA 12,2,0,2,0,1,14,5,10,4,0,10,12,3,0,1
DATA 7,1,0,3,4,3,0,1,2,2,10,2,0,8,14,2
DATA 12,6,4,3,10,6,0,8,12,10,10,6,4,3,12,4
DATA 0,4,0,1,0,2,12,6,10,3,4,3,12,4,0,4
DATA 1,2,0,1,8,3,12,1,0,4,8,1,2,2,12,5
DATA 0,5,1,2,0,1,0,1,1,0,2,12,1,15,4
DATA 0,2,2,2,0,4,15,3,0,1,1,2,0,1,0,1
DATA 0,1,1,2,0,1,12,1,0,4,0,3,2,2,0,2
DATA 15,2,1,1,0,2,1,1,0,2,15,1,0,2,1,1
DATA 12,6,15,1,0,1,2,2,0,2,15,2,0,1,1,2
DATA 0,1,1,2,0,3,1,2,0,1,12,4,15,4,1,2
DATA 15,2,0,1,1,3,0,2,1,2,0,1,1,2,0,11
DATA 1,2,0,1,1,3,0,4,1,3,0,13,1,4,0,53
REM ****
REM *          DONNES GRAPHIQUES DEF FLAMES
REM *          ****
REM ****
200 DATA 0,1,0,12,4,1,0,24,4,1,0,23,4,1,14,1
DATA 4,1,0,21,4,2,14,1,4,1,0,21,4,1,14,2
DATA 4,1,0,20,4,1,12,1,14,1,12,1,4,1,0,19
DATA 4,1,14,2,14,1,4,2,0,19,4,1,12,1,14,1
DATA 12,1,4,1,0,20,4,1,12,1,14,1,12,1,4,1
DATA 0,19,4,1,12,1,14,2,12,1,4,2,0,17,4,1
DATA 12,2,14,2,12,2,4,1,0,17,4,1,12,1,14,5
DATA 4,2,0,15,4,1,14,8,4,2,0,14,4,1,14,5,15
DATA 1,14,3,4,1,0,14,4,1,14,4,15,1,12,1,15,1
DATA 14,3,4,1,0,12,4,1,14,5,15,1,12,1,15,1,14
DATA 3,4,1,0,12,4,2,14,3,15,1,12,3,15,1,14,2
DATA 4,1,0,13,4,3,14,2,15,1,12,1,15,1,14,2,4
DATA 2,0,15,4,2,14,5,4,2,0,17,4,7,0,9
REM ****
REM *          DONNES GRAPHIQUES DE L'HERBE
REM *          ****
REM ****
300 DATA 0,1,0,145,10,1,0,24,10,1,0,10,10,1,0,13
DATA 10,1,0,9,10,1,0,9,2,1,1,0,3,10,1,0,10
DATA 10,1,0,5,10,1,0,3,2,1,0,3,2,1,0,1,0
DATA 10,1,0,5,10,1,0,2,2,1,0,4,2,1,0,9,2,2
DATA 2,0,4,10,1,0,3,2,1,0,3,2,2,0,9,2,2,0
DATA 0,4,10,2,0,2,2,2,0,3,2,1,0,9,2,2,0

```

```

DATA 4,10,1,0,3,2,1,0,4,2,1,10,1,0,8,2
DATA 4,0,1,10,2,8,3,2,6,10,1,0,6,10,1,2
DATA 3,10,1,2,2,10,1,2,2,10,4,2,2,10,3,2
DATA 4,0,1,10,2,2,1,10,3,2,4,10,1,2,7,10
DATA 1,2,6,10,1,2,4,10,1,2,42,3,20
LOCATE 22, 10: PRINT "Décompression des sprites en cours..."
REM ****
REM *          DECOMPRESSION DES DONNES GRAPHIQUES
REM *          ****
REM ****
500 RESTORE 100: LDT = 128: YS = 0: DG = 0: GOSUB 9000
GET (100, 0)-(129, 20), MOTO
RESTORE 200: LDT = 106: YS = 100: DG = 0: GOSUB 9000
GET (100, 100)-(124, 120), FLAM
RESTORE 300: LDT = 87: YS = 200: DG = 0: GOSUB 9000
GET (100, 200)-(124, 220), HERB
REM ****
REM *          MISE EN PLACE DE L'ECRAN DE JEU
REM *          ****
REM ****
700 CLS : HDEP = INT(RND * 100): HFLAM = INT(RND * 50) + 60
KS = "": PT = 0: VIT = 10
PUT (0, 20), HERB: Z = 24
FOR I = 40 TO 220: Z = Z + INT(RND * 3) - 1
LINE (0, I)-(Z, I), 8
NEXT I
FOR I = 107 TO 539 STEP 14: PUT (I, 319), FLAM: NEXT I
FOR I = 100 TO 532 STEP 14: PUT (I, 329), FLAM: NEXT I
FOR I = 0 TO 120 STEP 24: PUT (I, 200), HERB: NEXT I
Z = 144
FOR I = 220 TO 350: Z = Z + INT(RND * 3) - 1
LINE (0, I)-(Z, I), 6
NEXT I
FOR I = 495 TO 626 STEP 24: PUT (I, 100+HDEP), HERB: NEXT I
Z = 495
FOR I = 120 TO 450 - HDEP: Z = Z + INT(RND * 3) - 1
LINE (Z, I + HDEP)-(640, I + HDEP), 6
NEXT I
PUT (610, 100 + HDEP), MOTO
PUT (320, HFLAM), FLAM
FOR I = 15 + HFLAM TO 45 + HFLAM STEP 15
PUT (310, I), FLAM: PUT (330, I), FLAM: NEXT I
PUT (320, 60 + HFLAM), FLAM
REM ****
REM *          PRISE EN COMPTE DES REGLAGES DU JOUEUR
REM *          ****
REM ****
LOCATE 2, 60: PRINT "Accélération :"
DO WHILE KS <> "": KS = UCASE$(INKEY$)

```

# 36 15

## SCV

Votre journal  
en direct sur minitel

touches frappées. Les valeurs des variables PT, pour l'inclinaison du tremplin, et VIT, pour l'augmentation de la vitesse finale, sont alors modifiées. Le joueur peut d'ailleurs parfaitement contrôler l'effet de ses actes. Le tremplin modifie sa pente en fonction des commandes et la valeur de l'accélération est affi-

chée en clair sur l'écran.

Dès la frappe de la barre d'espace, l'ordinateur passe à l'animation du saut. Tout au long du déroulement de ce dernier, la variable CRASH contrôle, comme son nom l'indique, que tout se passe bien... En cas contraire, le programme est aiguillé vers diverses sous-routines simulant l'accident. En revanche, si le saut est concluant, la moto se pose et freine. Dans tous les cas, un commentaire de l'exploit est délivré et la frappe d'une touche offre une seconde tentative.

Le seul problème que peu poser ce programme est la recopie des chaînes DATA. Toute faute

conduit à des erreurs de décompression. Donc, si votre programme ne démarre pas ou présente des formes bizarres, la première chose à vérifier est le contenu des chaînes DATA.

Signalons aussi les trois lignes, en fin de programme, précédées de la mention ATTENTION. Pour des questions de gabarit, il s'agit en fait d'une ligne unique mais trop longue pour tenir dans notre format. Elle est donc scindée, sur le listing, en trois lignes. Il est indispensable de taper l'ensemble de ses instructions sur la même ligne avant de passer à la suivante. Respectez bien ce point... Et gare aux accidents ! ■

```

IF KS = "B" THEN LINE (460, H1L)-(540 - PT, H2L), 3
PT = PT + (KS = "B"): PT = PT - (KS = "H")
IF PT > 30 THEN PT = 30
IF PT < 0 THEN PT = 0
H1L = 120 + HDEP - PT: H2L = 120 + HDEP
LINE (460, H1L)-(540 - PT, H2L), 4
VIT = VIT - (KS = "+"): VIT = VIT + (KS = "-")
IF VIT > 35 THEN VIT = 35
IF VIT < 10 THEN VIT = 10
LOCATE 2, 74: PRINT VIT
LOOP: VIT = VIT / 10
REM ****
REM *
REM * DEBUT DE L'ANIMATION DU SAUT
REM *
REM ****
REM * PUT (610, 100 + HDEP), MOTO
FOR I = 610 TO 540 STEP -5:
PUT (I, 100 + HDEP), MOTO
FOR T = 1 TO 50 + (ABS(540 - I) * 10) - (10 * VIT): NEXT T
PUT (I, 100 + HDEP), MOTO
NEXT I
REM ****
REM * INITIALISATION DES VARIABLES DE CONTROLE.
REM *
REM ****
REM * CRASH = 0: CFL = 0
XM = 500: YM = 100 + HDEP: MY = (VIT * PT) / 100
DO WHILE CRASH = 0
IF YM > 0 AND XM > 0 THEN PUT (XM, YM), MOTO
XMP = XM: YMP = YM
XM = XM - VIT / 2: YM = YM - MY
IF INT(XM)=320 AND YM>HFLAM +10 AND YM<HFLAM +50 THEN CFL= 1
REM ****
REM *
REM * CONTROLE DE LA TRAJECTOIRE
REM *
REM ****
REM * IF XM < 460 THEN MY = MY - .005
IF XM < 144 AND YM > 200 THEN CRASH = 1
IF XM < 20 AND YM < 195 THEN CRASH = 2
IF XM < 144 AND YM > 196 AND YM < 199 THEN CRASH = 3
IF YM > 320 THEN CRASH = 4
IF YMP > 0 AND XM > 0 THEN PUT (XMP, YMP), MOTO
LOOP
REM ****
REM * AGUILAGE VERS SOUS-ROUTINES
REM *
REM ****
REM * ON CRASH GOSUB 1000, 2000, 3000, 4000
ON CRASH GOSUB 1000, 2000, 3000, 4000
LOCATE 4, 30: PRINT "Rateé !!!"
IF CRASH= 3 THEN LOCATE 4,30: PRINT "BRAVO !!! Et le feu ?"
IF CFL=1 THEN LOCATE 4,40:PRINT "vous avez traversé le feu!"
LOCATE 20, 22: PRINT "Pour un autre essai taper une touche"
900 IF INKEYS = "" THEN 900 ELSE 700
REM ****
REM *
REM * SOUS-ROUTINES FIN DE SAUT
REM *
REM ****
REM * LOCATE 4, 30: PRINT "Rateé !!!"
1000 FOR I = YM - 20 TO 320 STEP 10
PUT (140, I), FLAM
NEXT I
RETURN
2000 FOR I = YM - 20 TO 200 STEP 10
IF I > 0 THEN PUT (15, I), FLAM
NEXT I
RETURN
3000 FOR I = XM TO 1 STEP -1
PUT (I, 200), MOTO
FOR T = 1 TO 100 - I: NEXT T
PUT (I, 200), MOTO: NEXT I
PUT (I, 200), MOTO
RETURN
4000 FOR I = 1 TO 50
PUT (XM, 300 - I), FLAM, PSET
PUT (XM - I, 300 - I), FLAM, PSET
PUT (XM + I, 300 - I), FLAM, PSET
NEXT I
RETURN
REM ****
REM * SOUS-ROUTINE DE DECOMPRESSION
REM *
REM ****
REM * 9000 READ CL: READ NPX
PXX = 100 + SX: PXY = 1 + YS
SCODE = NPX
DO WHILE LDT > 0
IF SCODE=0 THEN READ CL: READ NPX: SCODE= NPX: LDT = LDT - 1
IF CL <> 0 THEN PSET (PXX, PXY), CL
REM ****
REM *
REM * ATTENTION: LES 3 LIGNES SUIVANTES DOIVENT
REM * ETRE TAPEES A LA SUITE (UNE SEULE LIGNE)
REM *
REM ****
PXX = PXX + 1: IF PXX > 124 + SX + ((PXY - YS) * DG) THEN
PXY = PXY + (1 - ABS(DG / 2)): PXX = 100 +
SX + ((PXY - YS) * DG)
SCODE = SCODE - 1
LOOP: RETURN

```

# La découverte des vitamines

Certaines maladies, connues par leurs symptômes depuis la plus haute antiquité, atteignaient les marins, les prisonniers ou encore les habitants des villes assiégées. On ignorait alors qu'elles étaient dues à une carence alimentaire. On savait pourtant depuis longtemps qu'à la nourriture embarquée sur les navires pour des voyages au long cours manquait quelque chose d'essentiel, ce qui provoquait le scorbut. Dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, l'Ecossais James Lind démontra l'utilité du jus de citron ou d'orange pour prévenir cette maladie qui faisait, en particulier, des ravages chez les marins (on sait aujourd'hui qu'elle résulte d'une carence en vitamine C).

James Cook (1728-1779), l'un des plus grands navigateurs de tous les temps, qui fit notamment la première exploration de l'Antarctique et découvrit les îles Hawaï, les Nou-

## LA CHOUCRUTE SAUVA DU SCORBUT LES MARINS DU CAPITAINE COOK

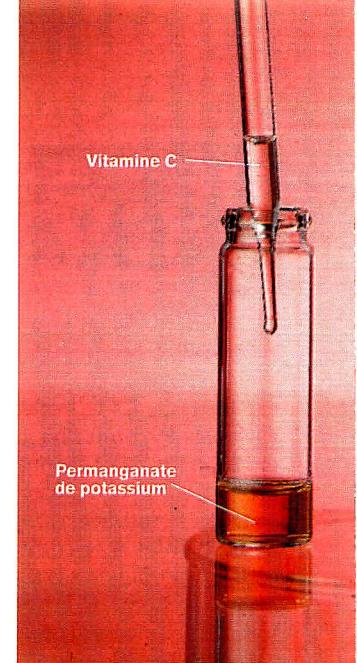
velles-Hébrides et l'île de Pâques, connaissait le rôle préventif des agrumes et autres végétaux contre le scorbut, et il imposa la choucroute à ses hommes. Il n'eut aucun cas de scorbut à déplorer au cours de voyages de plusieurs mois. Ce n'est cependant qu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle que la Royal Navy fournit une dose quotidienne de jus de citron à ses équipages, tandis que la marine marchande britannique ne prit cette mesure qu'en 1844.

A cette époque, les maladies par carence étaient courantes, non seulement chez les marins mais aussi dans le prolétariat urbain, dont l'alimentation était souvent peu variée. Le problème prit une importance aiguë lors de la famine accompagnant le siège de Paris en 1870. La mortalité infantile explosa, et on

demanda aux savants de découvrir quelque succédané pour pallier le manque d'aliments frais. Jean-Baptiste Dumas, chimiste et homme politique, fabriqua une sorte de lait artificiel (par émulsion de graisses dans une solution sucrée d'albumine) qui ne fit pas reculer la mortalité infantile, mais qui lui permit de montrer qu'un régime alimentaire à base de glucides, lipides et protéines, bien que suffisant sur le plan énergétique, manquait néanmoins de quelque chose de vital.

Il aura donc fallu un siècle pour que la notion de maladie par carence qualitative établie par Lind (mais ignorée du monde scientifique) fût retrouvée. Christiaan Eijkman fut, de 1888 à 1896, le médecin du pénitencier de Java alors sous tutelle hollandaise. De nombreux prisonniers souffraient de béri-béri, une maladie du système nerveux conduisant à la paralysie et à la mort. Eijkman nourrissait les poules du pénitencier avec du riz poli, aliment de base des prisonniers. Beaucoup de poules étaient atteintes d'une polynévrite ressemblant au béri-béri. Lorsque le commandant du pénitencier interdit à Eijkman d'utiliser le riz des cuisines pour nourrir ses poules, celui-ci acheta du riz complet et eut la surprise de constater que les poules guérissaient. Comme le riz complet ne diffère du riz poli que par la présence des enveloppes du grain, le son, Eijkman eut l'idée de nourrir les prisonniers avec un mélange de riz poli et de son, ce qui fit disparaître le béri-béri. Il en déduisit, à tort, qu'il existe une toxine dans le riz et un antidote dans le son.

En 1905, le Hollandais Cornelius Pekelharing, professeur d'hygiène à Utrecht, nourrit un lot de souris avec un régime, considéré comme complet, constitué de glucides, de li-



## Matériel nécessaire

Permanganate de potassium (en pharmacie), vinaigre blanc, jus de fruit (jus d'orange), vitamine C (en vente dans les supermarchés), petits flacons ou tubes, compte-gouttes, filtre à café.

## Principe

La vitamine C est un agent réducteur en milieu acide (vinaigre) tandis que le permanganate de potassium est un indicateur d'oxydo-réduction : le violet indique l'état oxydé, l'incolore, l'état réduit. Une quantité déterminée de vitamine C est capable de décolorer une quantité déterminée de permanganate de

pides et de protéines. Tous les animaux moururent en quelques semaines. Il recommença alors l'expérience en ajoutant à ce régime une petite quantité de lait et constata que les souris restaient en bonne santé. Il en déduisit que le lait, de valeur énergétique négligeable compte tenu de la quantité administrée, devait contenir une substance inconnue mais indispensable à la santé. C'est Casimir Funk, un biochimiste polonais installé aux Etats-Unis, qui isola, en 1911, à partir de



E. Malenanche

## Dosons la vitamine C

La vitamine C décolore le permanganate de potassium

Permanganate seul

**potassium. Un certain volume de jus de fruit décolore la même quantité de permanganate. Il contient donc une quantité équivalente de vitamine C.**

### Comment procéder ?

**Dissoudre 1 g de permanganate de potassium dans 50 ml de vinaigre blanc, et un comprimé de vitamine C, soit 180 mg, dans un mélange de 50 ml d'eau et 50 ml de vinaigre. Filtrer un peu de jus d'orange. Verser 20 gouttes de la solution de permanganate dans les deux flacons. Compter le nombre de gouttes de solution de vitamine C nécessaires pour décolorer l'indicateur dans le premier flacon. Agiter après chaque goutte.**

**Procéder de même avec le deuxième flacon d'indicateur en utilisant cette fois du jus de fruit.**

### Quelle concentration en vitamine C ?

**La solution initiale de 180 mg/100 ml correspond à 54 µg/goutte (une goutte = 30 µl). Il a fallu 20 g de vitamine C pour décolorer l'indicateur, ce qui correspond à 20 fois 54 µg soit 1 mg. Il a fallu 44 gouttes de jus d'orange pour décolorer l'indicateur. Donc 44 gouttes de jus d'orange contiennent 1 mg de vitamine C, ce qui correspond à 75 mg/100 ml (un peu plus de la dose considérée comme quotidienne nécessaire).**

100 kg de riz, quelques centigrammes d'une substance capable de guérir du béri-béri des pigeons nourris au riz poli. Il l'appela vitamine car elle contenait une fonction amine. Il montra qu'elle est présente aussi dans la levure en quantité plus grande que dans le son. Il suggéra que le scorbut, la pellagre et le rachitisme pouvaient être aussi des maladies dues à une carence en des substances de même type et il ne se trompait pas. Toutefois, comme la guérison des pigeons n'était pas du-

table (car il manquait d'autres vitamines dans le régime des pigeons), ses conclusions ne furent pas acceptées par la communauté scientifique, qui croyait à une origine infectieuse de cette maladie.

Gowland Hopkins (1861-1947) peut être considéré comme le fondateur de la biochimie anglaise, à une époque où cette discipline était dominée par les savants allemands. Reprenant les travaux de Pekelharing, il rechercha des vitamines dans le lait. Il ne réussit pas en isoler

mais, au cours de ses recherches, il découvrit le glutathion, une substance participant aux réactions d'oxydo-réduction tout comme la vitamine C (acide ascorbique), et il montra que certains acides aminés doivent être apportés par l'alimentation car l'organisme ne sait pas les synthétiser tous.

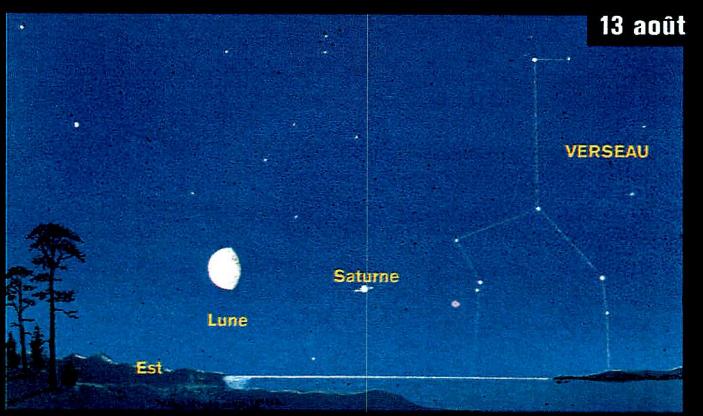
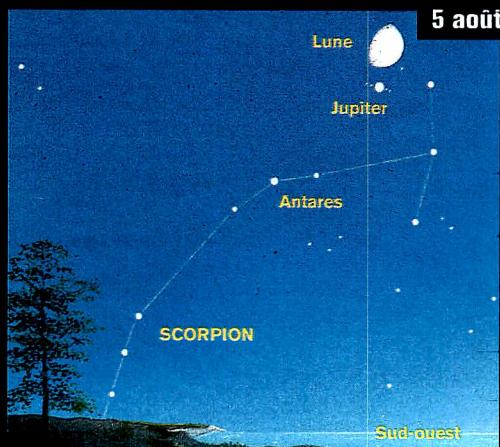
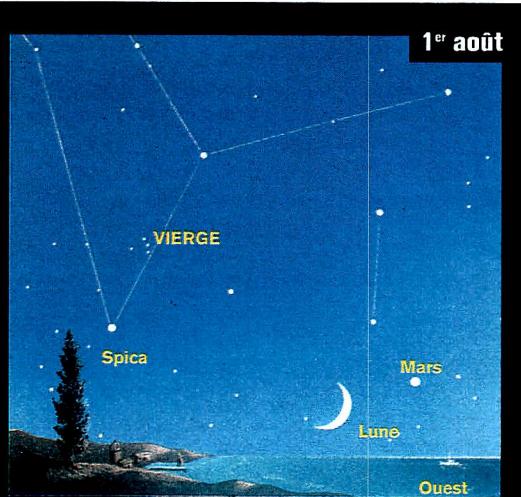
Il eut surtout le mérite de montrer que la chimie du vivant ne diffère en rien de la chimie générale. Il était d'ailleurs opposé à l'usage du mot «biochimie» qui, à son avis, avait des relents de vitalisme. Malgré l'échec relatif de ses travaux sur les vitamines, il partagea le prix Nobel de médecine avec Eijkman en 1929.

Un médecin américain, Joseph Goldberger (1874-1929), voulut démontrer que la pellagre était une maladie de carence, comme l'avait suggéré Funk, et non une maladie infectieuse. Pour cela, il s'injecta du sang de malades, mangea des fragments de leur peau avec sa femme et alla même jusqu'à absorber leurs excréments ! Il ne tomba pas malade mais ne put identifier la vitamine correspondante. Il mourut en 1929 avant que ne fut démontrée l'association entre la carence en nicotinamide (vitamine PP) et la pellagre – alors que la nicotinamide avait été isolée dès 1867...

La plupart des autres vitamines furent découvertes au cours de cette période. L'Américain Elmer McCollum (1879-1967) découvrit la vitamine A en 1913 et la vitamine D en 1922. Leur synthèse artificielle suivit rapidement.

Aujourd'hui, on connaît 13 vitamines différentes. C'est un ensemble hétérogène du point de vue chimique. Leur seul point commun est l'incapacité de nos cellules à les fabriquer. Du point de vue physiologique, leurs actions sont tout aussi hétérogènes : certaines vitamines sont des cofacteurs nécessaires à l'activité d'enzymes (vitamines du groupe B), d'autres constituent une réserve de pouvoir réducteur (vitamine C, E). Les fonctions de la moitié d'entre elles ne sont pas encore totalement élucidées.

# Un astrolabe du XX<sup>e</sup> siècle



## Les rendez-vous du mois

### Le 1<sup>er</sup> août

On observe une conjonction Lune-Mars, vers le couchant, en soirée.

### Le 5 août

En soirée, la Lune a rendez-vous avec Jupiter, près d'Antares.

### Le 13 août

Vers 23 h, Saturne (dont les anneaux redeviennent visibles) se trouve à côté de la Lune.

dessins : L. P. Delplanque

L'astronomie de l'antiquité avait pour principale préoccupation d'établir le mouvement des astres, de fixer le cycle des saisons, de déterminer les positions géographiques et de mesurer l'écoulement du temps. Différents instruments furent imaginés pour aider les astronomes dans leur travail, depuis le simple gnomon jusqu'à la sphère armillaire. L'un de ceux qui connurent un grand développement fut l'astrolabe, utilisé en Chine, en Grèce et dans le Moyen-Orient. Sa découverte est attribuée à Hipparche, qui vivait cent cinquante ans avant notre ère, mais c'est aux Arabes que l'on doit sa mise au point et sa généralisation. Pour des motifs économiques, liés à la navigation et au commerce, puis religieux, du fait de l'heure des prières et de la direction de La Mecque, les Arabes avaient besoin de connaître à tout moment leur position en latitude et longitude, ainsi que l'heure. L'astrolabe donnait ces informations d'une façon simple, pratique et accessible à tous.

L'astrolabe est en fait deux instruments en un : une partie sert à l'observation et à la mesure, l'autre est une véritable calculatrice de poche. Il se présente sous la forme d'un disque à double face, muni d'un anneau qui permet de le tenir suspendu à la main. L'une des faces porte une règle mobile munie de deux pinces de visée et des graduations, la règle servant à pointer un astre et les graduations indiquant alors la hauteur de celui-ci sur l'horizon local. L'autre face représente le ciel local avec l'indication des principales étoiles et le tracé des lignes de position : c'est une véritable règle à calcul trigonométrique à deux dimensions. Le



Le succès de l'astrolabe s'explique par le fait qu'il est portable, précis, et qu'il peut être manipulé avec un minimum de connaissances. Il permet de déterminer l'un des trois paramètres – position d'une étoile, heure, latitude –, connaissant les deux autres. Ajoutons que l'astrolabe ne fut pas seulement utile ; il devint aussi, dans les mains des artisans arabes, un véritable objet d'art.

Quelques siècles après l'apogée de l'astrolabe traditionnel, un astrolabe monumental et électronique a été installé sur une place publique de la ville du Val-de-Reuil, dans l'Eure. La génèse de cet instrument passe d'abord par celle de son concepteur : Alain Le Boucher.

C'est au début des années 1970 qu'Alain Le Boucher, sculpteur

de son état, se passionna pour la micro-électronique et l'informatique. Il développa alors le concept du "Luchron", une sculpture lumineuse. Un ordinateur pilotait l'évolution des formes lumineuses, leurs déplacements, leurs rythmes. Les premiers Luchrons furent exposés à la Maison des sciences de l'homme en 1984. Un modèle de six mètres de haut fut installé à Bourges deux ans plus tard, un autre à Reims en 1989. Poursuivant sa démarche sur la lumière, Alain Le Boucher développa l'Astrolabe, une sculpture urbaine recréant toute la lumière du monde (celle des étoiles) sur un écran d'ordinateur, avec le concours de Bernard Trézéguet pour la partie informatique.

L'Astrolabe du Val-de-Reuil est un monument urbain interactif. Accessible à tous et à toute heure, il permet de visualiser sur l'écran de l'ordinateur la portion du ciel pointée et de connaître la position des planètes et la visibilité des astres. Il est composé principalement de trois cercles de quatre mètres de diamètre, qui représentent : le méridien, grand

### Il est accessible à tous

L'Astrolabe d'Alain Le Boucher et de Bernard Trézéguet, au Val-de-Reuil, dans l'Eure, est la preuve que science, technologie et population peuvent faire très bon ménage...

cercle vertical nord-sud ; l'équateur céleste, perpendiculaire au précédent ; et un cercle est-ouest, perpendiculaire à l'équateur et contenant l'axe du monde. L'axe du monde, situé au centre, supporte une flèche mobile en tous sens, manipulée par l'intervenant qui pointe la zone du ciel ou l'astre qu'il souhaite connaître. Au centre de l'ensemble et posé au sol, un pupitre contient l'ordinateur dont seul l'écran est visible, abrité derrière une vitre blindée. Le public, promeneur, curieux ou passionné du ciel, utilise l'Astrolabe par l'intermédiaire de la flèche mobile qui sert tout à la fois de système de visée et de "souris" d'ordinateur. Rappelons que l'Astrolabe étant en plein air, donc soumis aux intempéries, l'utilisation d'un clavier était exclue.

La manipulation de base consiste à pointer un astre avec la

**36 15  
SCV**

Les positions  
des planètes ce soir



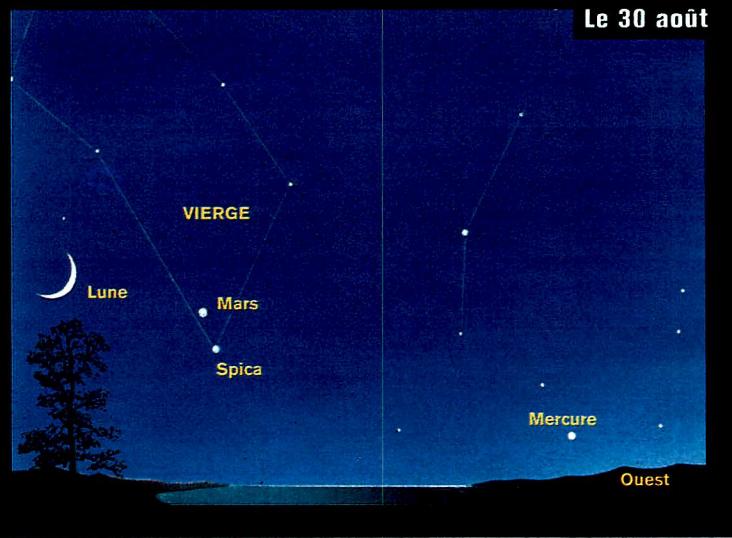
Le 19 août

Le 19 août

La Lune occulte la belle étoile Delta du Taureau, de 4 h 22 à 4 h 46.

Le 30 août

On observe un beau rapprochement Lune-Mars-Mercure, dans la soirée.



Le 30 août

► flèche. L'ordinateur affiche alors sur l'écran le nom de la constellation, ainsi que celui de l'étoile principale, et sa distance en années-lumière. Ensuite, la carte céleste du secteur est tracée ; à partir de là, il est possible de pointer individuellement chacune des étoiles de la constellation et d'obtenir les informations qui la concernent.

La flèche permet également d'accéder à d'autre écrans d'informations. Pour confirmer un choix, il suffit de pointer à droite et, pour revenir à l'écran précédent, à gauche. Rien de plus simple ! Ces écrans supplémentaires sont les suivants :

#### ● Que voir aujourd'hui ?

Sous une forme graphique simple, la visibilité du Soleil, de la Lune et des planètes pour le jour considéré. L'écran suivant fait apparaître la visibilité des treize constellations zodiacales.

#### ● La Lune, Jupiter et Saturne.

Pour chacun de ces astres, un dessin plein écran montrant son aspect en temps réel et la position des satellites principaux pour Jupiter. Une animation permet d'observer la variation d'aspect des anneaux de Saturne jusqu'en 2017 !

#### ● Le système solaire.

Il s'agit d'une vue "de dessus" de notre système solaire avec la po-

sition des planètes sur leur orbite. En complément, une animation montre quel est le mouvement des planètes pendant douze ans.

L'Astrolabe du Val-de-Reuil fonctionne en temps réel. Il indique donc le ciel visible à l'instant présent et permet à tout un chacun, lorsque le ciel est clair, de donner un nom aux étoiles, planètes et constellations qu'il aperçoit. Au-delà de l'aspect monumental et décoratif, c'est un outil à la fois ludique et pédagogique. En matière d'astronomie, c'est l'un des rares instruments, peut-être même le seul, à être ainsi en libre-service, confié à la seule garde des habitants de la cité. Les initiateurs du projet, soutenus par l'équipe municipale, pouvaient cependant légitimement se poser la question de son accueil en centre urbain, "ouvert à tous les vents". Le vandalisme chronique bien connu de la majorité des villes n'allait-il pas faire son œuvre ? Quatre ans après son implantation, les résultats sont là. L'objet est respecté de tous et par tous. Toutes les classes d'âge et tous les milieux sociaux s'y intéressent et, pour celui qui le découvre, il est toujours étonnant de voir, à toute heure du jour ou de la nuit, "quelqu'un en train de s'en servir".

Ne rêvons pas, l'Astrolabe n'est pas l'outil miracle qui va effacer le problème du mal vivre ou des banlieues difficiles... Mais il est la preuve que science, technologie et population peuvent faire un très bon ménage, pour peu qu'on leur fasse confiance. Souhaitons que beaucoup de municipalités s'équipent d'un Astrolabe ; la culture scientifique populaire, au sens noble du terme, et l'astronomie ne pourront qu'y gagner.

*Les personnes ou collectivités intéressées par l'Astrolabe peuvent écrire à la rédaction de Science & Vie qui transmettra à Alain le Boucher et Bernard Trézéguet.*

## Les Perséides

**L**e mois d'août est, pour beaucoup d'entre nous, celui des étoiles filantes. S'il est exact qu'il y a plus d'étoiles filantes en août, c'est avant tout parce que, pendant cette période, la Terre rencontre un "essaim". Rappelons qu'une "étoile filante", ou météore, est due à la rencontre d'une poussière avec l'atmosphère de la Terre. Sous l'effet du frottement, elle s'échauffe jusqu'à devenir incandescente. Par une belle nuit étoilée, un premier météore apparaît, puis un second, un troisième... Bientôt, le ciel est rayé de traits lumineux fugitifs qui divergent tous d'un point imaginaire, dans un silence absolu.

L'origine de ces pluies est maintenant connue. L'analyse des observations a, en effet, permis de déterminer qu'il y avait identité de trajectoire entre les météores d'un essaim et une comète. L'explication était évidente. Une comète périodique suit une trajectoire qui l'amène régulièrement à contourner le Soleil. Au fur et à mesure de ses passages successifs, elle épouse une partie de la masse de son noyau. Ces "débris" constituent petit à petit un véritable nuage de poussières cométaires réparties tout au long de l'orbite, sur un diamètre de plusieurs centaines de milliers de kilomètres.

Lorsque la Terre recoupe l'orbite d'une telle comète, elle traverse ce nuage et chaque particule se transforme en météore, l'ensemble donnant l'aspect d'une "pluie d'étoiles filantes". Par un simple effet de perspective, il nous semble que les météores divergent d'un point unique, appelé *radian*, mais, dans la réalité, les trajectoires sont parallèles. C'est la même illusion

d'optique qui fait que, lorsqu'on roule vite sous la pluie, les gouttes d'eau semblent toutes provenir d'un point situé en avant du capot de la voiture.

C'est à Schiaparelli que nous devons l'identification de la comète mère des Perséides. Il s'agit d'une comète découverte le 15

juillet 1862, simultanément par Swift et Tuttle. Le périhélie (point le plus proche du Soleil) de cette comète se situe à proximité de l'orbite terrestre, ce qui expliquerait l'importance de cet essaim. La période de visibilité va du 20 juillet au 22 août, mais les chances d'observation d'une véritable «pluie» se situent entre le 9 et le 13 août, le maximum ayant lieu, à notre époque, le 12.

## LE RENDEZ-VOUS DES DÉBUTANTS

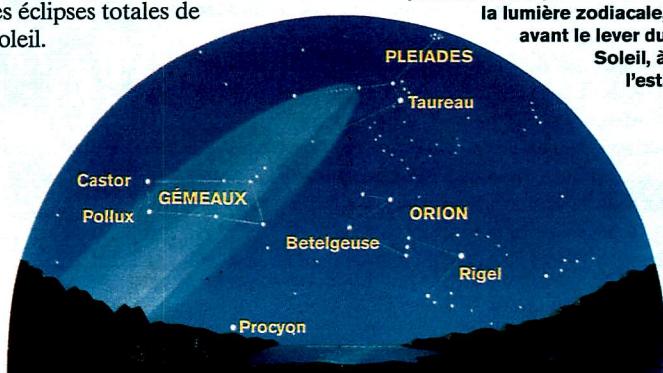
### La lumière zodiacale

**E**n l'absence de pleine Lune et de lumières parasites, on peut observer fin août, début septembre, une ou deux heures avant le lever du Soleil, une lueur en forme d'ellipse, très allongée vers l'est. Il s'agit de la lumière zodiacale. Son grand axe est voisin de l'axe de l'écliptique. Le centre de l'ellipse semble être confondu avec le Soleil, alors à quelques dizaines de degrés sous l'horizon. L'intensité de la lumière zodiacale devient de plus en plus forte lorsqu'on se rapproche de l'écliptique. Elle croît également vers l'horizon, donc en direction du Soleil. Elle doit son nom au fait qu'elle ne se manifeste guère que devant les constellations du zodiaque, lesquelles entourent l'écliptique.

En fait, cette lueur se confond avec la couronne solaire observable uniquement pendant les éclipses totales de Soleil.

C'est en 1672 que Cassini trouva l'explication de cette lueur. Il s'agit tout simplement de la lumière solaire diffusée par les poussières qui parsèment le système solaire et dont la concentration est plus forte dans le plan de l'écliptique. Ces poussières ne présentent pas de différence avec les micro-météorites et trouvent leur origine dans les dégazages des comètes et les chocs d'astéroïdes. Ces nuages de poussières auraient un diamètre d'au moins 600 millions de kilomètres. La lumière zodiacale est également observable en février-mars, mais le soir au couchant. Elle est d'autant mieux visible qu'on se rapproche de l'équateur terrestre, car elle se trouve alors presque perpendiculaire à l'horizon. ■

**Fin août, début septembre : c'est la période idéale pour observer la lumière zodiacale, avant le lever du Soleil, à l'est.**





# Déviation

L'univers de la combinaison commence là où il faut trouver une clef qui permette l'accès à la position favorable. L'une des formes les plus courantes de cette clef est évidemment la neutralisation d'une pièce défensive, par son élimination ou bien en la déviant de son poste. La découverte de telles combinaisons passe par la recherche de la position rêvée : si telle pièce n'était pas sur telle case, alors...

## Varga - Lengyel Hongrie 1995

|              |          |
|--------------|----------|
| 1. e4        | e5       |
| 2. ♜f3       | ♝c6      |
| 3. ♜b5       | a6 (a)   |
| 4. ♜a4       | ♝f6      |
| 5. 0-0 (b)   | ♝e7      |
| 6. ♜e1       | b5       |
| 7. ♜b3       | d6       |
| 8. a4        | ♝g4      |
| 9. c3        | ♝a5      |
| 10. ♜c2      | c5       |
| 11. h3       | ♝xf3     |
| 12. ♜xf3     | b4       |
| 13. d3 (c)   | 0-0      |
| 14. ♜d2      | ♜b8      |
| 15. ♜b1 (d)  | bxс3     |
| 16. bxс3     | ♜xb1     |
| 17. ♜xb1     | ♝d7      |
| 18. ♜f1 (e)  | ♝g5(f)   |
| 19. ♜xg5     | ♝xg5     |
| 20. ♜a2! (g) | ♝b6      |
| 21. ♜b1      | ♝d8 (h)  |
| 22. ♜e3      | c4 (i)   |
| 23. ♜xc4     | ♝axc4    |
| 24. ♜xc4     | ♝xa4     |
| 25. ♜a1      | ♝xc3     |
| 26. ♜xa6     | ♝b8      |
| 27. ♜xd6     | ♝b1+ (j) |
| 28. ♜h2      | ♝e1 (k)  |
| 29. ♜a8!!    | ♝xa8 (l) |
| 30. ♜xf7+    | ♝h8      |
| 31. ♜e8      |          |

Les Noirs abandonnent (m).

- a) Sans craindre 4. ♜xc6 dxс6 5. ♜xe5 à cause de 5. ... ♜d4 attaquant simultanément le Cavalier e5 et le pion e4.
- b) A leur tour, les Blancs négligent la défense de leur pion central. Après 5. ...

- 6. d4 et les Noirs doivent se résoudre à rendre le pion sous peine, après 6. ... exd4, d'une terrible attaque sur la colonne «e» ouverte.
- c) Les Blancs ont l'avantage. Les Noirs ont dû abandonner la paire de Fous et celui qui leur reste, le Fou de cases noires, est vraiment «mauvais», enfermé derrière ses pions.
- d) Il n'est pas question de laisser aux Noirs le contrôle de la colonne «b».
- e) Ces deux derniers coups de Cavaliers peuvent sembler bizarres mais ils étaient nécessaires. Pour les Noirs, il s'agissait de redonner vie au Fou e7, pour les Blancs, d'amener leur Cavalier sur l'une des deux belles cases e8 ou g3.
- f) Les Noirs parviennent à échanger leur mauvais Fou mais ils restent avec deux faiblesses, le pion arriéré d6 et le pion f7...
- g) ... que le Fou blanc vise immédiatement, clouant pour l'instant la Tour noire à sa défense. Un détail à garder à l'esprit pour la suite de la partie.
- h) Un repli qui montre combien la position des Noirs est déjà peu enviable.
- i) Pour tenter de se libérer, les Noirs se lancent dans une manœuvre hasardeuse qui leur coûte un pion.
- j) Les Noirs ont abandonné

leur pion d6, qui de toute façon constituait une grave faiblesse, pour obtenir du contre-jeu par des menaces sur le Roi blanc.

k) Les Noirs avaient certainement envisagé cette position en jouant leur 22<sup>e</sup> coup. A présent, ils menacent 29. ... ♜e2 suivi de 30. ... ♜g1, un mat qu'il s'agit de parer. Mais c'est aux Blancs de jouer et, plutôt que de chercher une défense, ils pensent à l'attaque. Or, le talon d'Achille de la position noire est le pion f7. Si la Tour noire était absente, suivrait 29. ♜xf7+ ♜h8 30. ♜f8 mat. Hélas, il n'est pas difficile de constater qu'il n'existe pas de moyens de l'éliminer. Mais si elle était éloignée de la case f8 ? Eh bien, le gain s'obtiendrait... comme nous allons le voir.

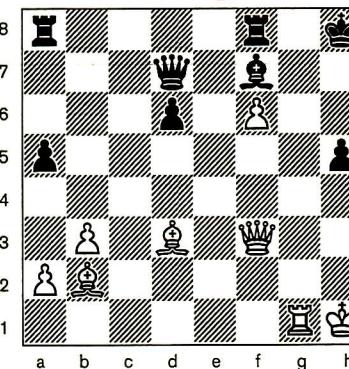
l) La menace était 30. ♜xf8+ ♜xf8 31. ♜xf7 mat ou plus joliment 30. ♜xf7+ ♜h8 (la Tour est clouée !) 31. ♜xf8 mat. A noter que la défense 29. ... f6 est insuffisante face à 30. ♜g4 avec la menace imparable 31. ♜e6+, par exemple 30. ... ♜xa8 31. ♜e6+ ♜h8 32. Cf7+ ♜g8 33. ♜h6+ ♜h8 34. ♜g8+!! ♜xg8 35. ♜f7 mat, le joli mat «à l'étouffée».

m) Ils ne peuvent que choisir entre 32. ♜xg7 mat et 31. ... ♜xe8 32. ♜xe8 mat.

## La solution du n° 934

- 1. ... ♜d1!! pare 2. ♜h5 mat tout en menaçant. 2. ... ♜xf1 mat. 2. ♜xd1 ♜xd1+. 3. ♜e1 ♜xe1 mat. (Hjartarson - Renet, Islande 1993).

## A vous de jouer !



Cherchez d'abord quelle pièce noire il faudrait ôter pour permettre un mat en un coup. Il ne sera alors pas très difficile de trouver comment les Blancs jouent et font mat en deux coups.

La solution... dans le prochain numéro !

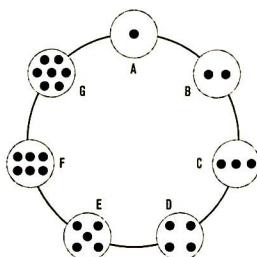
# Semez...

Inspirés des jeux de semis africains, du type awélé, voici deux casse-tête de nature séquentielle, présentés dans l'ordre croissant de leur difficulté. Faciles à fabriquer sur un plateau de bois ou à simuler sur un ordinateur, ils peuvent aussi se satisfaire d'une feuille de papier, d'un crayon et d'une gomme.



## Quatre partout

Vingt-huit billes sont réparties en sept alvéoles. Le but du jeu est d'arriver en fin de partie avec quatre billes dans chaque alvéole. Chaque distribution consiste à retirer toutes les



billes d'un alvéole, puis à les distribuer une à une dans les alvéoles suivants, dans le sens des aiguilles d'une montre, en commençant par l'alvéole situé après celui vidé de ses billes.

Si l'alvéole choisi comporte 7 billes, la dernière bille distribuée se retrouve donc dans l'alvéole de départ. Si l'alvéole choisi comporte plus de sept billes, la 7<sup>e</sup> retourne dans l'alvéole de départ et un nouveau tour commence.

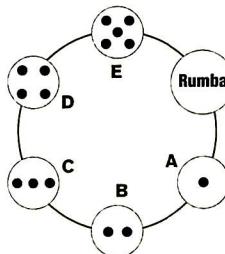
La distribution se termine lorsque la dernière bille est déposée. Commence alors la distribution suivante par le choix d'un nouvel alvéole.

Parviendrez-vous à obtenir quatre billes par alvéole ?

## Sur un air de rumba

Voici un autre casse-tête, difficile, inspiré du jeu russe, la Tchouka. Le jeu est constitué de cinq alvéoles, contenant respectivement une, deux, trois, quatre et cinq billes, et d'un sixième alvéole : la rumba.

ba. Le déroulement du jeu est simple : on choisit un alvéole autre que la rumba. On retire toutes les billes et, dans le sens des aiguilles d'une



montre, on les distribue une à une dans chacun des alvéoles suivants, y compris la rumba, selon les mêmes règles que celles énoncées pour le casse-tête précédent.

Une fois cette première distri-

bution terminée, on retire les billes contenues dans l'alvéole d'arrivée, y compris celles qu'on vient de déposer, et on exécute une nouvelle distribution et ainsi de suite jusqu'à ce que le coup soit terminé, c'est-à-dire lorsque :

- la dernière bille distribuée tombe dans un alvéole vide autre que la rumba. La partie est alors perdue : il faut tout reprendre à zéro ;

- la dernière bille tombe dans la rumba : la partie continue.

On choisit alors un alvéole non vide autre que la rumba, point de départ d'une nouvelle série de distributions. Le but du jeu est d'amener les 15 billes dans la rumba. La solution est unique. ■

Les solutions... dans le prochain numéro !

## La solution du n° 934

### Le saute-jetons

Une solution possible en donnant l'ordre des pions sauteurs, le pion sauteur venant occuper la case vide.

5 - 3 - 17 - 3 - 2 - 6 - 5 - 2 - 1 - 3 - 1 - 3 - 5 - 2.

### Elimination à l'américaine

Une solution possible. Chaque coup est représenté par une fraction, le numérateur désignant le pion déplacé et le dénominateur le pion éliminé.

2/4 7/14 13/11 7/6 2/7 3/2  
8/1 13/9 8/13 3/8 5/10  
3/12 5/15 3/5.

En fin de partie, il ne reste que le pion n° 3.

Avec 12 jetons :  
8/4 3/6 5/10 1/2 11/5 7/1  
11/9 7/11 3/7 8/12 3/8.

### Rémplissage

Il apparaissait évident que le dernier jeton placé ne pouvait être que le 10 sur la case n° 5, la somme des chiffres de 1 à 9 étant 45.

En effet, il était n'était pas difficile de voir que, en partant de la case 0, le dernier chiffre de la somme des points marqués par les pions posés indiquait le numéro de la case où allait être posé le pion suivant.

Le problème est alors équivalent au problème suivant : dans quel ordre faut-il écrire les nombres de 1 à 9 sur une première ligne, de façon que, si sous chacun d'eux on écrit le dernier

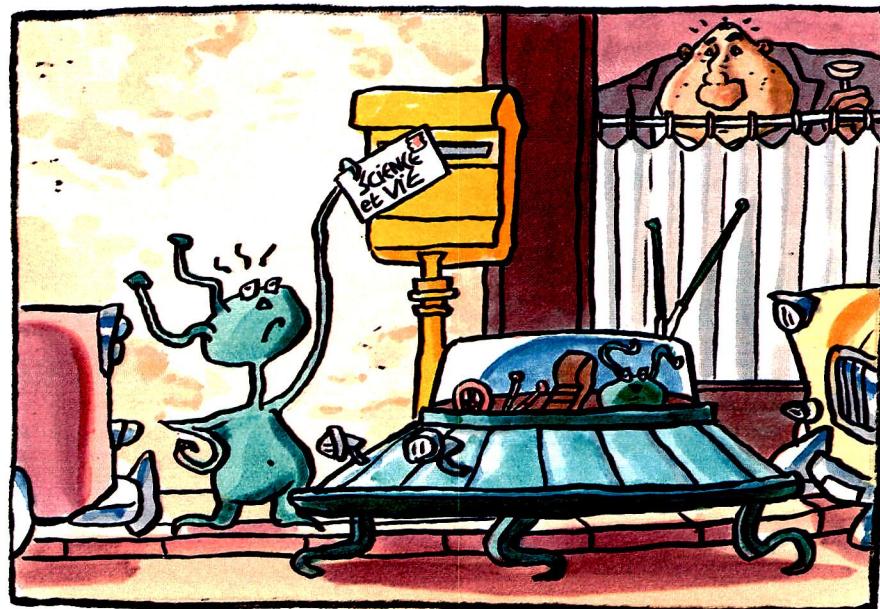
chiffre de la somme de ce nombre et de ceux qui le précédent (à gauche donc), les neuf chiffres de la deuxième ligne soient tous différents ?

Une solution est obtenue avec la suite :

3 4 1 6 8 7 2 5 9 (10)  
(0) 3 7 8 4 2 9 1 6 5

Il suffit donc de placer le 3 dans la case n° 0, le 4 dans la case n° 3, le 1 dans la case n° 7, le 9 dans la case n° 6 puis le 10 dans la case n° 5.

# FORUM



fuse de nier leur existence en m'accrochant à toutes les ficelles que beaucoup veulent bien tendre en ne disant jamais : "Et si au moins une personne sur mille avait vraiment vu quelque chose ?" Ce serait un fantastique champ de recherches scientifiques qui s'ouvrirait, quitte, en cherchant le pour, à aboutir au contre !»

Les hypothèses que nous passons en revue à propos des rencontres avec des extraterrestres ne sont que des hypothèses, et elles sont présentées en tant que telles. Elles ont l'intérêt de faire l'économie de l'hypothèse "tôle et boulons", la moins vraisemblable. Les pistes psychologiques que nous avons mentionnées n'expliquent probablement pas tout. Mais elles s'appliquent sans doute à de nombreux cas (la majorité, peut-être). Finalement, ce qui nous intéresse le plus n'est pas, faute de données fiables, de démontrer ou de démentir l'existence des extraterrestres, mais plutôt de comprendre l'usage "culturel" qu'en fait.

## Ovnis : et pourtant, j'y crois !

Nous avons reçu un courrier très abondant à propos de notre article sur les ovnis (*Science & Vie* n° 932, p. 81). Lettres d'encouragement, d'interrogation, de protestation : beaucoup d'intéressés, peu d'indifférents. Parmi les plus intéressantes, celle de Mme E. Casari, de Cadenet.

« Je suis abonnée à "Science & Vie" et trouve vos articles intéressants. Il est pourtant certains pour lesquels votre prise de position évidente me procure une sorte de gêne quand je les parcours. Il faut vous dire que j'ai vécu toute ma jeunesse (jusqu'à 22 ans) sur un centre de recherche français outre-mer et ai, de ce fait, côtoyé pas mal de "chercheurs". Beaucoup étaient des gens honnêtes qui avaient un réel esprit scientifique, mais il y en avait aussi

pas mal (d'où les guillemets) qui, pour arriver au résultat qu'ils espéraient, n'hésitaient pas à fausser légèrement certaines données. Ce que je qualifierai de parfaitement malhonnête (...).

« C'est un long préambule pour vous dire qu'il me semble que vous n'avez pas vraiment l'esprit scientifique dans vos articles sur les ovnis. Le fait de croire ou pas à la réalité de ces objets n'est pas la question, mais rejeter la possibilité de leur existence ou trouver toutes les raisons contre, sans avoir l'idée de vérifier honnêtement et sans parti pris le peu de preuves qui pourraient être pour est, pour moi, quelque chose d'inconcevable !

« Je ne pense pas que tous ceux qui ont vu quelque chose aient pu avoir été victimes "d'instabilité temporelle" liée (?) à un excès d'ascétisme ou de fatigue, le tout conjugué (?) à un schéma collectif genre nouvelle mythologie ! Aussi faudrait-il que nos

populations européennes d'après-guerre (il n'y a après tout pas que des Américains du Nord pour avoir vu des ovnis, loin s'en faut) aient eu l'occasion de lire la science-fiction américaine d'avant-guerre ! Littérature que l'on ne trouve guère facilement de nos jours et qui n'attire absolument pas les jeunes classes. Le "je n'ai pas vu donc ça n'existe pas" est, de mon point de vue, simpliste, et essayer d'étayer la chose en ne publant que les avis de tous les gens contre n'arrange pas les choses.

« Ça me rappelle un certain clergé qui fit des tas de problèmes à un Monsieur disant "Et pourtant, elle tourne !" Si ce clergé avait seulement émis l'hypothèse : "Et s'il y avait seulement une toute petite chance qu'il ait raison ?" le Monsieur en question aurait été plus tranquille ! Pourquoi retomber dans les mêmes erreurs ? Je ne suis pas une fanatique des soucoupes volantes, mais je re-

## Apprendre en dormant : un rêve !

« Dans votre numéro 931 du mois d'avril, nous écrit M. W. Mossion, de Brie-Comte-Robert, vous faites allusion au glutamate et ses effets sur la mémoire. Je souhaiterai donc savoir quels produits me conseilleriez-vous avant mes examens et à quel moment. De plus, j'aimerai que vous m'ôtiez un doute de l'esprit : j'ai lu (ou j'ai cru lire)

dans une revue que des tests avaient été effectués sur le sommeil, au cours desquels des scientifiques avaient tenté de faire mémoriser des données à l'inconscient, au moment où le patient entrait dans une phase de sommeil spécifique. Ce dernier, à son réveil, pouvait accéder à ces données sans qu'il se souvienne les avoir apprises. Est-ce vrai ? Ces expériences sont-elles vraiment fondées ?»

En tant que journalistes, nous ne sommes pas – et c'est heureux – habilités à conseiller des produits pharmaceutiques. Tout ce que l'on peut vous dire, c'est que la mémoire ne peut être augmentée qu'avec un traitement de longue durée et non en prenant un médicament la veille d'un examen. Pour ce qui concerne la possibilité d'apprendre pendant le sommeil, tous les tests qui ont été réalisés ont été discutés, et les résultats ont donné lieu à de vives controverses. On ne connaît pas d'exemple d'étudiants qui aient réussi à Polytechnique après avoir écouté des cours enregistrés pendant une cure de sommeil...

## La ballade d'Homo erectus

M. F. Collomb-Clerc, du Chesnay, opère un rapprochement très intéressant. «Selon vous ("Science & Vie" n° 931, p.10), la présence sur l'île de Flores d'outils attribuables à "Homo erectus" tendrait à prouver que celui-ci savait franchir les bras de mer. C'est oublier que, lors des glaciations, on pouvait al-

ler à pied sec de l'actuelle Malaisie jusqu'à Flores et même jusqu'à Timor. L'âge avancé pour ces outils, 700 000 ans, se trouve justement être celui de la première glaciation sérieuse de l'ère quaternaire.»

C'est exact. A cette époque, en effet, il y avait bien une coupure qui séparait l'Asie de l'Océanie en deux continents, mais l'île de Flores se trouvait du côté de l'Indonésie, et *Homo erectus* a donc bien pu y aller à pied.

## L'Univers donne le tournis

Questions de M. C. Trotzky, du Blanc-Mesnil :

«Lecteur intermittent de "Science & Vie", j'ai pensé qu'un rédacteur de votre revue pourrait répondre à cette question venue au cours d'une discussion familiale : "Le Soleil est-il mobile dans l'espace ?" La Terre et les planètes voisines tournent autour du Soleil et celui-ci, avec son cortège, est inclus, sauf erreur, dans la Voie lactée. Le Soleil est-il animé d'un mouvement quelconque dans cette Voie lactée, ou celle-ci est-elle mobile par rapport à d'autres galaxies ?»

Rien n'est fixe dans l'Univers : si ce n'est pas une certitude (comment le vérifier partout ?), c'est bien l'un des principes clés de la cosmologie moderne. Celle-ci, qui repose sur la relativité générale d'Einstein, nous dit deux choses :

- il n'y a pas de lieu privilégié dans l'Univers (donc rien de fixe) ;
- tout bouge, mais il est

normal qu'on ne s'en aperçoive pas (expérience du bateau de Galilée). Ainsi, la Terre tourne autour du Soleil à la vitesse de 30 km/s, le Soleil voyage à 220 km/s dans la Voie lactée, qui elle-même se rapproche de la galaxie d'Andromède, etc.

intensivement contre le vieillissement. Hélas, la pluridisciplinarité est là pour nous rappeler que le prolongement de la vie – biologiquement possible – coûterait extrêmement cher à la société et alourdirait démesurément le coût des retraites. Alors là, il serait vraiment nécessaire de pouvoir innover...»

La science et la société avancent forcément de concert mais avec, parfois, des fausses notes dramatiques lorsqu'il s'agit de faire coïncider progrès scientifiques et décisions purement politiques. Cela dit, dans le cas du vieillissement, la plupart des recherches portent sur la qualité de la vieillesse plutôt que sur la longévité proprement dite.



## Très grande vérification

« Dans un de vos précédents numéros, vous avez inseré un article sur le TGV, article qui m'a beaucoup intéressé. Vous écriviez que les moteurs étaient triphasés, alors, comment des moteurs triphasés pouvaient être alimentés par une caténaire ? monophasée (il existe en Liturgie des caténaires triphasées), et ce d'autant plus que les TGV roulent sur des lignes alimentées en 1 500 volts continus », nous écrit M. Arathoon, de Paris.

Oui, les TGV sont alimentés en courant continu, mais ce courant est transformé en triphasé à fréquence variable pour alimenter les moteurs autosynchrones du TGV Atlantique (voir *Science & Vie* n° 858, p. 88). Le TGV orange qui dessert le Sud-Est a des moteurs continus.

## Leçon de mots

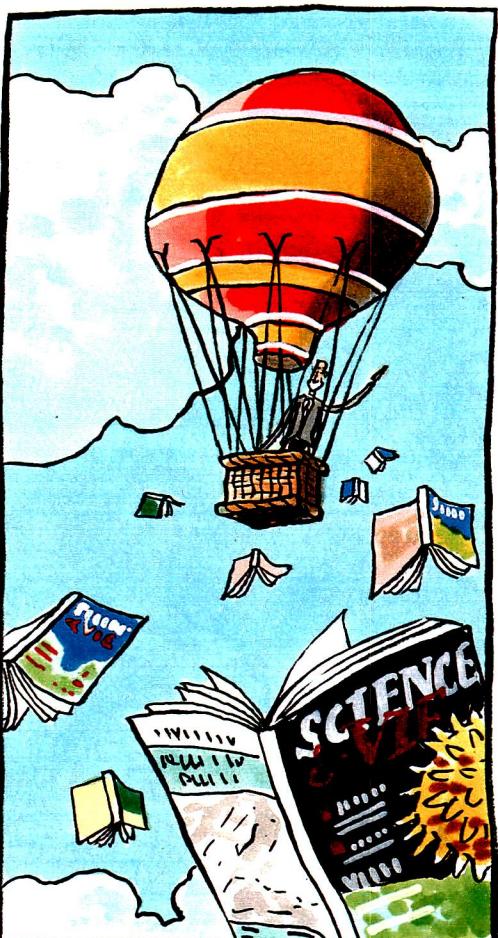
Suite à l'article sur *Mir* et la navette spatiale (*Science & Vie* n° 933, p. 46), M. J.-L. Astor, du CNES (Agence française

de l'espace), nous envoie un « arrêté de terminologie paru au "Journal officiel" », qui précise que l'amarrage est « une opération réalisée dans l'espace et destinée à rendre mécaniquement solidaires des engins spatiaux. L'antonyme d'amarrage est désamarrage. » Par contre, l'arrimage consiste en la « fixation d'une charge utile à l'intérieur ou à l'extérieur d'un véhicule spatial ».

## Délestage

Le Dr E. J. Louchet, 28 rue de la Liberté, 03200 Abrest, nous déclare gaiement :

« Je possède la collection de "Science & Vie" depuis septembre 1939. Comme tout le monde, je vieillis, et il faut bien, quelque désagréable que ce soit, envisager ma disparition. Pas un seul de mes héritiers n'est susceptible de s'intéresser à ce lourd monument d'informations. Comment faire pour éviter sa destruction (lente ou brutale) ? Certes, je préférerais en tirer quelque argent, mais je préfère encore le donner que de laisser se perdre ! »



**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 juillet, posée par "XTC" :

**« Comment fonctionne le détecteur de mensonges, et pourquoi ne s'en sert-on pas plus souvent ? »**

Le détecteur de mensonges est basé sur des relevés électroencéphalographiques associés à une étude du rythme cardiaque, de la respiration et de la transpiration. En effet, le fait de mentir provoque chez la personne qui parle un état de stress influant sur tous ces paramètres. Quant à la généralisation de l'utilisation de cet appareil, il nous semble qu'elle constituerait une violation de la vie privée...

## Blaise Pascal nous écrit

« Blaise Pascal à M. Philippe Chambon, homme de plume dans la gazette "Science & Vie". Puis-je vous adresser, avec toute la déférence qu'un homme de lettres doit envers un de ses semblables, une prière que j'ose vous demander d'exaucer ? Et sans doute aucun, en honnête homme que je veux vous croire être,

vous l'exaucerez ; car, parmi les choses insupportables à l'esprit, il y a assurément la propagation des malentendus ou pis des erreurs. Or, ce que vous écrivîtes dans votre gazette (en date de juin 1995) me paraît appartenir à cette espèce d'égarements.

« De fait l'article signé par vous "La science donne raison à Freud" contient une erreur redoublée : vous attribuez à M. René Descartes une "pensée" dont je suis l'auteur. Mais je crains que malencontreuse-



ment vous n'ayez reproduit la faute commise par M. Antonio Damasio en personne dans le livre duquel surgit la bavure : "l'Erreur de Descartes".

»Voilà pour l'erreur. Passons au malentendu : premièrement le mot "aphorisme" ne convient pas à cette assertion que la postérité a colporté jusqu'à vous. (O fortuites fortunes du colportage des idées qui furent les vôtres !) Je cite le passage entier dans lequel s'insère la phrase incriminée :

"Qu'il y a loin de la connaissance de Dieu à l'aimer !

Le cœur a ses raisons, que la raison ne connaît point : on le sait en mille choses.

Je dis que le cœur aime l'être universel naturellement, et soi-même naturellement selon qu'il s'y adonne ; et il se durcit contre l'un ou l'autre, à son choix. Vous avez rejeté l'un et conservé l'autre : est-ce par raison que vous vous aimez ? Nous connaissons la

vérité, non seulement par la raison mais encore par le cœur ; c'est de cette dernière sorte que nous connaissons les premiers principes (...)"

»Et deuxièmement apprenez, Monsieur, que la matière de ces réflexions ne regarde point la connaissance de notre âme et de ses soubassemens, mais la connaissance de Dieu ; et que Port-Royal en a fait tout un livre publié en 1670. Considérez donc que sans vergogne emprunter à autrui peut nuire doublement, et à l'auteur dont la pensée se trouve dénaturée et à l'emprunteur dont la vertu se trouve entachée.

»Brisons là cette querelle, de petite importance, je vous le concède ; toutefois avant que je vous salue et vous rappelle à votre devoir de publier ce droit de rectifier, je ne puis m'empêcher de vous livrer mon sentiment sur les visees modernes de votre

Freud et ses comparses : vain et dérisoire m'apparaît leur tentative de discerner les moindres ressorts intimes de l'âme humaine, pour l'étude de laquelle l'esprit de finesse est plus armé que leur esprit de géométrie.

»Evitons, Monsieur, deux excès : exclure la raison, n'admettre que la raison. Je suis votre serviteur.»

Les erreurs ont la vie dure, et il faut inscrire au fronton de notre revue : « Je ne confondrais plus jamais Descartes et Pascal. » Mais, si l'erreur est inexcusable, elle peut être riche d'enseignements. Car, enfin, si l'on rend à Pascal ce qui lui appartient, il faut le faire jusqu'au bout. En effet, celui-ci suggère une coupure radicale entre la connaissance du cœur et celle de la raison (l'une vers Dieu, l'autre vers la science) mais pour de tout autres raisons : il s'agit de montrer qu'on ne peut connaître Dieu par la

science ni la nature par le cœur. Peut-être, comme nous le dit un autre lecteur, le Dr C. Dreyfus, de Paris, « Damasio s'est-il trompé de cible ». Ou plutôt en visait-il deux, comme le suggère cette phrase (dans *l'Erreur de Descartes*, éd. Odile Jacob, p. 257) : « J'aurais pour ma part envie de modifier sa formule [de Pascal] de la façon suivante : l'organisme a certaines raisons que la raison doit absolument prendre en compte. » Un renversement et un impératif que M. Pascal, vous en conviendrez, ne pouvait accepter. ■

**36 15**  
**SCV**

Les forums de  
Science & Vie !  
Les grands débats de  
notre société.  
Exprimez vos opinions.

Par Marielle Véteau

# il y a 40 ans

## SCIENCE et VIE

Un reportage exclusif sur la grande aventure du XX<sup>e</sup> siècle

### SURHOMMES DE L'AIR

Une grande enquête sur la sécurité routière.

### COMMENT CONDUIRE SANS RISQUES

Les remèdes ANTI-ATOMIQUES

La cité interdite de PÉKIN

Problème N° 1 des vacances : LE REPOS

La grande belleza CINERAMA CINEMASCOPE TELEVISION



**Août 1955**

« Le corps d'un homme de 70 kg contient 46 litres d'eau, soit 66 % de son poids. L'organisme humain est comparable à une sorte de mer en réduction ; des mécanismes fins et complexes ont permis d'assimiler, de modifier, de distribuer et de rejeter toutes sortes de liquides. Le "centre de la soif", localisé dans le cerveau, n'a pas fini de livrer ses secrets. »

### Le maquillage des Fons est le plus beau d'Afrique

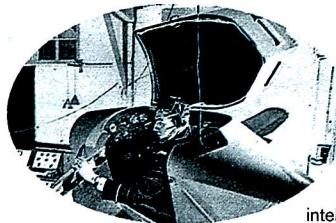
« Peuple de l'ancien royaume du Dahomey, les Fons célèbrent à dates fixes les *Vodoun*, agents d'une instance supérieure *Mahou* (Dieu), auxquels correspondent un nombre infini de maquillages à base de kaolin. Protecteurs ou implacables ennemis, les *Vodoun* permettent en tout cas d'admirer de remarquables œuvres vivantes. »



### Cinéma contre télévision

« En trois ans, la fréquentation des salles de cinéma a baissé de 50 % et les recettes de 38 %. La télévision fait peur au cinéma, surtout que la couleur y fait son apparition.

L'enregistrement de l'image se fait par filtrage et décomposition à partir d'un disque multicolore. La synchronisation et la conversion sont électroniques. »



### Comment on devient un surhomme de l'air

« Le métier de pilote demande intelligence, conscience professionnelle, audace et sang-froid. Cet avion en chambre, le "Linker-trainer", permet au pilote d'effectuer tous les gestes qu'il aura à effectuer en vol, en suivant seulement les instruments de bord. »



### Perle de l'Asie, la cité interdite de Pékin

« Rivière d'or, Bonheur prolongé, île de marbre rouge, Clarté éblouissante, Galerie sans fin, voici quelques-uns des noms parmi les nombreux temples et palais de la cité interdite de Pékin, qui dévoile ses secrets après des siècles d'obscurantisme. »



### Maximum de danger

« Ce genre de photo doit faire réfléchir. La route est plus meurtrière que l'avion ou le chemin de fer. Une route peu mouillée est plus dangereuse qu'une chaussée délavée, et 30 % des accidents arrivent entre 17 h et 20 h. »

### Les Anglais combattent la calvitie en se pompan le cuir chevelu

« Un Londonien a mis au point un appareil suceur de cuir chevelu afin d'y rétablir la circulation sanguine, dont le manque serait responsable de calvitie. A l'aide d'une ventouse reliée à une pompe, les adeptes du "Club des garçons frisés" guettent la repousse. »



Photos D.R.

# Actualité, innovations et technologies

Le Rafale  
version marine

PHOTOS  
AGENCE ERNOULT  
FEATURES



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 numéro de  
SCIENCE & VIE  
HORS SERIE vous  
invite à pénétrer en  
avant-première au  
coeur de l'actualité  
aéronautique.  
Découvrez les enjeux  
économiques, straté-  
giques et politiques  
de l'aviation civile et  
militaire.**

**SCIENCE  
& VIE**  
HORS SERIE

**EN VENTE PARTOUT**

**L'A 340,  
long courrier  
quadri-  
réacteurs  
européen**

N°191 JUIN 1995

**SCIENCE & VIE**  
HORS SÉRIE

**AVIATION 1995**

**CIVIL : LA FRANCE  
EST-ELLE PRÉTÉE À  
AFFRONTER LA  
CONCURRENCE  
EUROPEENNE ?**

**ESSAI : MOMENTS  
DE VOLTIGE**

**MILITAIRE : LE  
RENOUVEAU DE  
L'AÉRONAVAL  
FRANÇAISE**

**LE RÔLE DE  
L'AVIATION DANS  
LES CONFLITS  
D'AUJOURD'HUI**

NOUVEL OPEL FRONTERA 2.8 TDi

Un certain penchant  
pour l'aventure.



OPEL  
VOITURE  
PROPRE



OPEL  
SECURITE  
INTEGRALE

3615 OPEL  
1,27 F/mn

**OPEL**