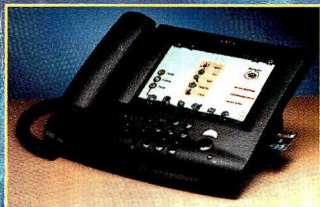


Le plaisir de savoir

# SCIENCE & VIE

MENSUEL • N° 962 • NOVEMBRE 1997



## COMMUNICATIONS

Le minitel sauvé  
par Internet



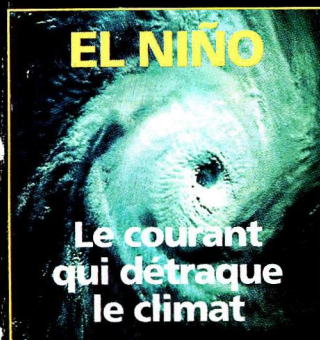
## ARCHÉOLOGIE

De si doux  
Barbares...



## AÉRONAUTIQUE

Le plus petit  
avion à réaction



## EL NIÑO

Le courant  
qui détraque  
le climat

# COMA AUX PORTES DE LA MORT... CE QU'ILS ONT VU

T.2578 962 - 23,00 F







Un  
top-model

c'est une beauté rare et originale,  
portée à la perfection. Et là, il  
suffit de regarder la nouvelle Toyota  
Corolla. On est séduit par ses lignes  
fluides, le rapport harmonieux de ses  
volumes, l'originalité de sa silhouette. Il  
n'existe pas deux voitures, comme la  
Toyota Corolla. Heureusement, il en existe  
trois versions : 3 portes, 5 portes, et break.  
Après le choix du modèle, vous aurez encore  
celui des finitions Linea terra ou Linea luna.

Linea terra (3, 5 portes ou break) : Airbag<sup>1</sup>  
passager et conducteur, direction  
assistée, vitres électriques à l'avant<sup>2</sup>,  
immobiliseur antivol, condamnation  
centralisée des portes<sup>2</sup>, rétroviseurs  
électriques dégivrants<sup>2</sup>.

Linea luna (5 portes) : tous les équipements Linea terra  
+ freinage ABS, auto-radio laser 4 x 35 watts, 4 vitres  
électriques, intérieur velours, ouverture des portes  
à distance, phares anti-brouillard, compte-tours,  
calandre chromée. Dotée d'une motorisation 1,3 L  
16 soupapes, la Toyota Corolla existe également en 2,0 L  
diesel. La Toyota Corolla est accessible à partir de 74900 F  
(Corolla 3 portes 1,3 L Linea terra b). Pour obtenir une documentation  
ou consulter votre concessionnaire Toyota : 3615 TOYOTA (1,29 F/mn).

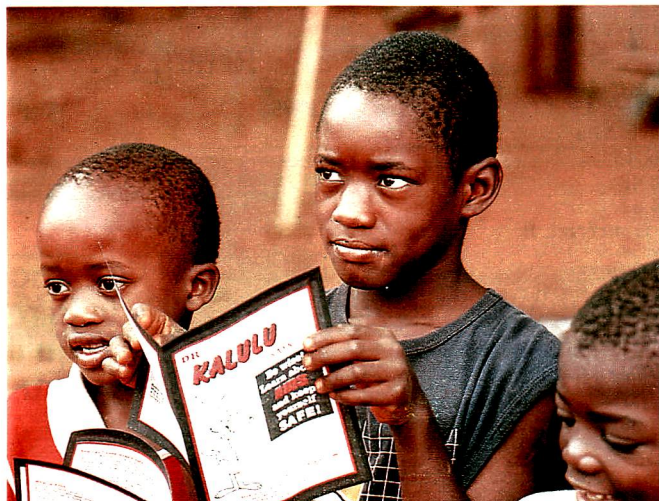
Modèle présenté Corolla 3 portes 1,3 L Linea terra A.M. 96, 61800 F TTC, taxes incluses (concess. au 01/07/97 pour peinture métallisée).  
1. Coussin gonflable de sécurité. 2. Sauf Linea terra b.



SAATCHI & SAATCHI ADVERTISING







**L'**effet des trithérapies contre le virus du sida (VIH) commence à se faire sentir à grande échelle, en Europe et aux Etats-Unis. Les chiffres sont spectaculaires. Dès l'an dernier, on a

assisté à une baisse de 25 % du nombre de décès et, surtout, à un recul de 20 % du nombre de nouveaux malades. La tendance se poursuit : entre le second semestre 1996 et le premier de 1997, le nombre de décès dus au sida a chuté de 40 % !

Non seulement on meurt moins du sida, mais la maladie se déclare de plus en plus tardivement. Au premier semestre 1994, 3 000 séropositifs ont développé la maladie ; ils ne devraient être que 1 600 au premier semestre 1997.

Face à un virus si prompt à muter, les pharmacologues ont tiré les conséquences de leurs premiers échecs. Puisqu'il se soustrait aisément à l'emprise d'une seule molécule, attaquons-le sur plusieurs fronts, se sont-ils dit. C'est ainsi qu'ont été conçues les associations de molécules qui composent les bithérapies et les trithérapies.

Dans la grande majorité des cas, le virus disparaît du sang, et le système immunitaire recouvre sa vitalité. La baisse du nombre de décès s'explique aussi par les effets de la prévention, qui diminue le nombre des conta-

**Le sida explose en Afrique... Comment ses habitants pourraient-ils se procurer des traitements qui sont fort onéreux ? Le fléau est loin d'être vaincu.**

minations, et par l'amélioration des traitements des maladies opportunistes qui caractérisent le sida.

## Sida : progrès n'est pas victoire

Il est cependant trop tôt pour crier victoire. Nombreux sont les patients qui ne supportent les trithérapies ; certains ne peuvent s'astreindre à prendre quinze comprimés par jour à heures fixes. De plus, le VIH reste tapi dans l'organisme, affaibli mais toujours dangereux. Il peut notamment provoquer des troubles neurologiques ou devenir résistant au cocktail thérapeutique. Plus rien ne peut alors l'arrêter.

C'est pourquoi la recherche pharmaceutique ne doit pas relâcher son effort. La mise au point de nouvelles stratégies et de nouvelles molécules reste indispensable.

Mais, si l'Europe de l'Ouest et les Etats-Unis peuvent se réjouir des progrès accomplis, il ne faudrait pas oublier que le sida est un fléau planétaire. L'ONU estime que 22,6 millions de personnes sont contaminées dans le monde. En Afrique, en Asie et en Europe de l'Est, les morts et les nouveaux séropositifs sont chaque jour plus nombreux. Envoyer nos vieux stocks d'AZT soulage peut-être quelques consciences mais ne fait en rien régresser l'épidémie.

**S&V**



# SCIENCE & VIE

*Le plaisir de savoir*

n° 962 • novembre 1997

1, rue du Colonel-Pierre-Avia

75503 Paris Cedex 15

Tél. : 01 46 48 48 48

Fax : 01 46 48 48 67

E. Mail : svmens @ Dialup. FranceNet. fr

Recevez Science & Vie chez vous. Vos bulletins d'abonnement se trouvent pp. 51 et 161. Vous pouvez aussi vous abonner par minitel en tapant 3615 ABON. Organigramme p. 7.

Couverture : Ron Lowery/The Stock Market  
En fenêtre : DR, AKG, DR, NASA.

FORUM ..... 6

## A C T U A L I T É

- ▶ RECHERCHE . . . . . 14
- ▶ ENVIRONNEMENT . . . . . 30
- ▶ TECHNOLOGIE . . . . . 42
- ▶ MÉDECINE . . . . . 54
- ▶ FOCUS . . . . . 62

**Le minitel survivra  
grâce à Internet**

## COSMOLOGIE

Les chiffonniers de l'Univers 68

## EVOLUTION

La fin chaotique  
des espèces vivantes . . . . . 74

## AGRONOMIE

Sauver la banane . . . . . 82

## E N Q U Ê T E

El Niño, le courant fou  
qui détraque le climat. . . 88

## CAHIER PHOTOS

L'atlas du XXI<sup>e</sup> siècle . . . . . 98

## ARCHÉOLOGIE

De si doux Barbares . . . . . 104

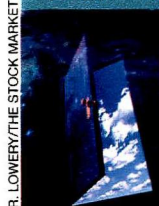
## H I S T O I R E S

Pugwash : la conscience  
des scientifiques . . . . . 112

▶ RÉTRO . . . . . 119  
**Il y a 40 ans**

## E N C O U V E R T U R E

R. LOWERY/THE STOCK MARKET



## COMA

Aux portes  
de la mort...  
Ce qu'ils  
ont vu . . . . . 121

## JEU

Les résultats  
de notre grand concours  
de l'été. . . . . 132

## AUTOMOBILE

La boîte de vitesse  
intelligente . . . . . 134

## DOMOTIQUE

L'ordinateur  
majordome . . . . . 140

## AÉRONAUTIQUE

Le plus petit biréacteur  
du monde . . . . . 144

High-tech . . . . . 148

Astronomie . . . . . 154

Livres . . . . . 156

CD-Rom . . . . . 162

Internet . . . . . 166

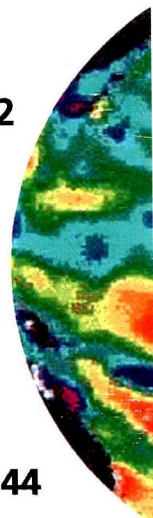
SCIENCE  
& VIE  
SÉLECTION

## F U T U R S

La voiture  
hors la ville! . . . . . 168

La médecine  
de l'an 2000  
sera moléculaire . . . . . 174

▶ C'EST DÉJÀ DEMAIN! . . . 178







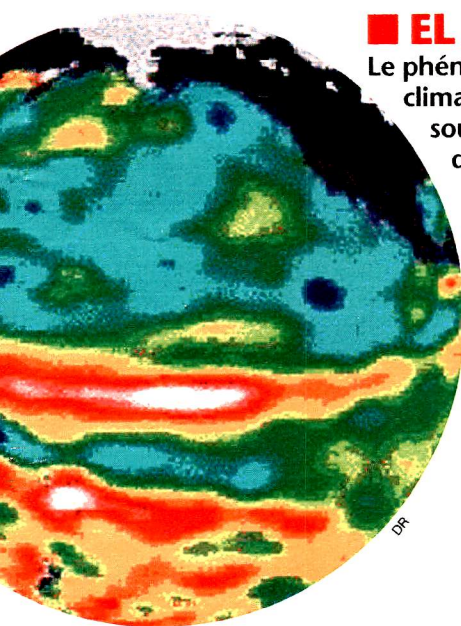
## ■ AVION

Cet appareil français de 75 kg est le plus petit avion à réaction du monde. **p. 144**



## ■ COSMOS

Dans l'hypothèse d'un Univers dit "chiffonné", certains astres ne sont que les "fantômes" de quelques galaxies. **p. 68**



## ■ EL NIÑO

Le phénomène climatique connu sous le nom d'El Niño provoque des catastrophes meurtrières. Il redouble actuellement de violence. **p. 88**



A. DEVOUARD/RÉA

## ■ BANANE

Fruit vital pour le tiers monde, la banane est attaquée par de redoutables maladies. Comment la sauver? **p. 82**

## ■ DISPARITIONS

Pourquoi des milliards d'espèces ont-elles disparu à jamais? **p. 74**



J. MANTEL/SIPA



## ■ DÉSARMEMENT

A Pugwash (Canada), en juillet 1957, la première conférence des savants pour la paix. **p. 112**



*Le rouge n'est pas une couleur*



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR L





innocente.

*Si l'étiquette  
de Piper-Heidsieck est rouge,  
ce n'est pas par hasard,  
c'est parce que le raisin rouge  
participe à la création  
du champagne.*

A SANTÉ, CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION



# Hépatite C : une lacune à combler

■ « J'ai lu avec intérêt votre article sur l'hépatite C [Science & Vie n° 959, p. 78], écrit M. Eric Jouglu, directeur du service d'information sur les causes médicales de décès (SC8) de l'INSERM (Le Vésinet, Yvelines). Je tiens cependant à réagir lorsque vous évoquez un black-out à propos du chiffre de la mortalité par hépatite C. [...] La seule limite à l'obtention de statistiques sur les causes de décès – disponibles aux éditions de l'INSERM et sur demande, avec un coût éventuel, auprès du SC8 –

## L'hépatite C avance masquée

■ 500 000 Français sont porteurs du virus de l'hépatite C, la plupart sans le savoir. La gravité de ce problème de santé publique commence à peine à être correctement évaluée. Il y a pourtant urgence...

**Un virus dont il faut avoir peur**

Le virus de l'hépatite C (VHC), découvert en 1989, est un virus à ARN à hélice simple. Il est responsable de l'hépatite C, une maladie chronique qui peut évoluer vers la cirrhose et le cancer du foie. Le VHC est transmis par contact sanguin direct, notamment par le biais d'injections de drogue ou de transfusions sanguines non contrôlées. En France, on estime qu'il y a environ 500 000 porteurs de ce virus, dont la plupart ne le sait pas.

# Pirates s'abstenir

■ « Le nouveau support vidéo DVD – Digital Versatile Disc [Science & Vie n° 956, p. 132] – comble toutes mes attentes, écrit M. Germain Barret, de Vertou (Loire-Atlantique). Qualité cinéma, grande capacité, différentes langues pour faire des progrès sans avoir recours à la v. o. [...] Mais quelle déception en apprenant qu'on ne

est liée à la confidentialité des données médicales. [...] Pourquoi, dans le cas de l'hépatite C, n'a-t-on pas le chiffre souhaité ? La statis-

tique nationale repose sur la déclaration précise des causes du décès par le médecin, au moment du décès. Pour l'hépatite, celui-ci dé-

clare souvent le décès sans en préciser le type (ce fut, en 1995, le cas pour environ la moitié des déclarations). La classification internationale des maladies actuellement utilisée (CIM 9) ne prévoit pas de code spécifique pour l'hépatite C. Cette situation changera en 1999, avec l'adoption dans la plupart des pays, dont la France, de la dixième révision (CIM 10) ; elle comprendra des codes permettant d'isoler l'hépatite C. »

Avis aux médecins et aux personnes habilitées des organismes contactés (OMS, INSERM, hôpitaux...) qui n'ont pas su fournir la réponse.

## La vidéo en liberté

■ Le DVD sert de bon dans l'univers de la vidéo, avec l'antidote de la « copie universelle multimedias ». Il offre des possibilités inédites, face à un support audio-vidéo. Les grands de l'électronique tentent d'arrondir leurs vides pour multiplier une révolution qui n'est encore que virtuelle.

Le DVD (Digital Versatile Disc) est un support vidéo numérique de grande capacité. Il permet de stocker jusqu'à 17 Go de données, ce qui permet de stocker des films entiers en haute définition. Le DVD est compatible avec les lecteurs DVD et les lecteurs DVD-R. Il est également compatible avec les lecteurs DVD-RW. Le DVD est un support vidéo numérique de grande capacité. Il permet de stocker jusqu'à 17 Go de données, ce qui permet de stocker des films entiers en haute définition. Le DVD est compatible avec les lecteurs DVD et les lecteurs DVD-R. Il est également compatible avec les lecteurs DVD-RW.

La « copie universelle multimedias » est un format vidéo numérique qui permet de stocker des données multimédias. Il est compatible avec les lecteurs DVD et les lecteurs DVD-R. Il est également compatible avec les lecteurs DVD-RW.

partir de laquelle la lecture dans une zone donnée serait autorisée ? »

Effectivement, il est toujours regrettable de limiter les possibilités d'un nouveau support, mais tel est le choix des constructeurs. L'intégration d'une horloge leur a semblé trop facilement « contournable ». Ils ont préféré un code immuable. Celui-ci restera-t-il inviolable ? Il n'a pas fallu bien longtemps aux pirates pour percer le nouveau cryptage de Canal + et celui des chaînes numériques. Seul atout du « cadenas » du DVD : il est interne au lecteur. Pour le faire sauter, il faut intervenir sur les circuits électroniques internes, opération délicate qui fera hésiter plus d'un pirate.

# 3615 SCV

**Les forums de Science & Vie !**  
**Les grands débats de notre société.**  
**Exprimez vos opinions.**



# Volant d'inertie : plus d'un siècle pour percer

■ « J'ai lu avec intérêt votre article qui traite de la récupération et du stockage de l'énergie sur un véhicule grâce au volant d'inertie [Science & Vie n° 952, p. 116], écrit M. Guy Rolland, d'Almenèches (Orne). Saviez-vous que cette idée est française ? Le 26 décembre 1868, l'ingénieur-mécanicien Louis-Guillaume Perreaux (1816-1889) dépose un brevet d'invention. La version de cette époque est simple et émouvante. Cependant, il s'agit bien du même principe destiné à être appliqué à



divers types de véhicules. » Toute la difficulté réside à mettre en œuvre ce fameux volant d'inertie... Quant à l'inventeur fécond, né à Almenèches, et qui signait ses œuvres "Louis-Guillaume Perreaux de l'Orne", il a accédé au Larousse en 1994 pour avoir surtout inventé et réalisé, en 1871, un vélo-pède à vapeur, ancêtre de la moto.

## 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 novembre, posée par "DAV88" :

**« Que se passe-t-il à l'intérieur de la molécule de sucre pour qu'il se transforme en caramel, et pourquoi devient-il brun ? »**

Les molécules de sucre (saccharose) s'hydrolysent en glucose et en fructose. En se déshydratant, ces deux sucres simples donnent une trentaine de molécules volatiles aromatiques, dont principalement l'amer HMF (hydroxyméthylfurfural) et les odorants maltol et furanéol. En se condensant, ils donnent des molécules plus lourdes, telles que les dianhydrides de fructose, antimicrobiennes. Au cours de ces transformations, le caramel absorbe diverses radiations de la lumière, d'où son brunissement. A savoir : l'acide (jus de citron...) favorise le démarrage de ce processus complexe.

Publié par  
Excelsior Publications SA  
Capital social : 11 100 000 F.  
Durée : 99 ans.

# SCIENCE & VIE

1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 Paris Cedex 15.  
Tél. : 01 46 48 48 48. Fax. : 01 46 48 48 67.  
Adresse télégraphique : Sienvie Paris.  
Principaux associés : Yveline Dupuy, Paul Dupuy.

#### DIRECTION, ADMINISTRATION

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

#### RÉDACTION

Rédacteur en chef : Jean-René Germain, assisté d'Elisabeth Latsague. Rédacteurs en chef-adjoints : Jean-François Robredo, Didier Dubrana, Gérard Morice. Secrétaire général de la rédaction : Norbert Régina. Secrétaires de rédaction : Françoise Sergent, Nadine Raguet, Agnès Marillier, Jean-Luc Glock. Chefs de rubrique : Isabelle Bourdial, Philippe Chambon, Germain Chambost, Sonia Feertchak. Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Alexandre Dorozynski, Hélène Guillemot, Roman Ikonicoff, Marie-Sophie Germain. Conception graphique, direction artistique : Gilles Moine. Maquette : Lionel Crooson, Valérie Samuel. Service photo : Anne Levy. Documentation/Internet : Marie-Anne Guffroy, stagiaire : Julie Neubrunn. Renseignements lecteurs : Monique Vogt. Correspondante à New York : Sheila Kraft, 11211, South Military Trail, Baynton Beach, Florida, 33436 Etats-Unis, tél. : (00) 1 561 733 9207, fax : (00) 1 561 777 7965.

#### ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Michel Brassinne, Catherine Chauveau, Loïc Chauveau, Ben Cramer, Yves Delaye, Denis Delbecq, Jean Ferrara, Brice Quenouille, Véronique Rochewsky, Jérôme Vialard.

#### RELATIONS EXTÉRIEURES

Michèle Hilling, Maud Bannier.

#### MARKETING INTERNATIONAL, REVENTES

Directeur-adjoint : Marie-Ange Rouquet-Dezellus, tél. : 01 46 48 47 26, fax : 01 46 48 19 19 et 01 46 48 49 39. Chef de produit : Corinne Bourbotte, tél. : 01 46 48 47 13.

#### PUBLICITÉ

Excelsior Publicité Interdédicé, 23 rue Baudin, BP 311, 92303 Levallois-Perret Cedex, tél. : 01 41 34 82 08. Directrice commerciale : Isabelle Finkelstein. Directrice de la publicité : Véronique Moulin. Directeur de clientèle : Laurent Auzie. Chef de publicité : Marie Renoir. Assistante de publicité : Sandrine Lenoir.

#### À NOS LECTEURS

Renseignements : Monique Vogt, tél. : 01 46 48 48 66. Commande d'anciens numéros et de reliures : Chantal Poirier, tél. : 01 46 48 47 18.

#### SERVICES COMMERCIAUX

Chef de produit marketing : Capucine Jahan. Chef de produit ventes : Marie Cribier. Téléphone vert : 0 800 43 42 08 (réservé aux dépositaires). Belgique AMP, 1 rue de la Petite-Isle, 1070 Bruxelles. Abonnements et marketing direct : Patrick-Alexandre Sarradeil.

#### ABONNEMENTS

Relations clientèles abonnés : service abonnements, 1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 Paris Cedex 15, tél. : 01 46 48 47 08 (à partir de 9 h). Tarifs d'abonnements sur simple demande téléphonique au 01 46 48 47 17. Aux Etats-Unis et au Canada : Periodica Inc. - C.P. 444, Outremont, Québec, Canada H2V 4R6. En Suisse : Naville, case postale 1211, Genève 1, Suisse. En Belgique : Press-Abonnements, avenue des Volontaires, 1160 Bruxelles. Autres pays : nous consulter.

#### À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changement d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 3 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.





# Les limites d'Eole

■ « Je salue avec satisfaction l'avènement (enfin !) d'une centrale éolienne [Science & Vie n° 957, p. 144], s'écrit M. Michel Bignon, de Dauphin (Alpes-de-Haute-Provence). Mais ne laissez pas croire qu'elle a la possibilité de supplanter pour la production d'électricité, même à long terme, les sources existantes : gaz, charbon, hydraulique, nucléaire. [...] Il faudrait plus de quatre cents centrales telles que celle de Dunkerque pour approcher la puissance d'une seule tranche nucléaire REP moderne [réacteur à eau pressurisée, filière adoptée par la France, Ndlr]. [...] La puissance visée par le plan Eole en l'an 2005

– 500 MW, soit le tiers de la puissance d'une telle tranche nucléaire – exigera une surface au sol d'environ 9 300 ha. [...] Mais le grand problème des générateurs aérodynamiques, comme des ensembles solaires, est le caractère aléatoire de la source primaire d'énergie. Stocker l'énergie électrique à grande échelle signifie consentir une perte d'au moins 30 %. Toute installation doit donc être doublée par une autre, ce qui en majore le coût. [...] » Certes. Et la centrale de Dunkerque est raccordée au réseau EDF... Mais



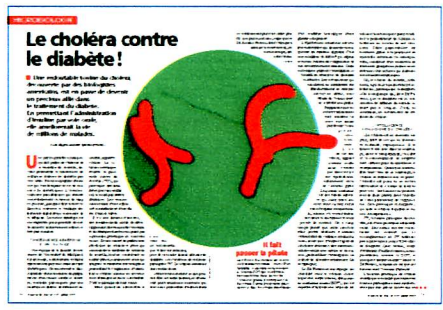
# Une brèche éphémère

■ « Votre article, "Le choléra contre le diabète" [Science & Vie n° 958, p. 76], m'a intéressé et inquiété, écrit M. Paul-Louis Borianne, de Bernin (Isère). L'article décrit comment, grâce à la toxine Zot produite par le vibron du choléra, on peut faire passer des médicaments à travers la paroi de l'intestin grêle, avec, comme débouché possible, l'administration d'insuline par voie orale à des diabétiques. Que la toxine Zot "ouvre la voie" paraît une bonne idée de prime abord. Mais comment ce procédé peut-il empêcher la pénétration au

même moment d'autres substances, je pense en particulier au prion ? » Certes, en théorie, quand les cellules épithéliales s'écartent, tout ce qui se trouve dans l'intestin peut traverser la paroi pour rejoindre la circulation sanguine. Mais, en pratique, la toxine Zot agit comme une télécommande qui n'ouvre le passage que pour une durée de

l'énergie éolienne a un potentiel élevé dans certaines régions. M. Lucien Pabion, de La Seyne-sur-Mer (Var), en témoigne : « Mes installations entre 1940 et 1946 – plus de trois mille, dont la plus puissante délivrait 2 kW – servaient à l'éclairage de fermes isolées en Tunisie. »

« Quel est le rendement moyen d'une éolienne ? Serait-il envisageable d'installer une batterie d'éoliennes dans la vallée d'Aspe (Pyrénées-Atlantiques) ? », demande M. Bernard Campart, de Salindres (Gard). Sur un bon site, le rendement est de l'ordre de 30 % (de 15 à 20 % en Allemagne, 45 % à Tétouan, au Maroc). La vallée d'Aspe pourrait être retenue comme site, si le projet ne la défigure pas : tout projet supérieur à 12 millions de francs est soumis à des études d'impact. Aujourd'hui, le débat porte plutôt sur l'aménagement de la RN 134 en "couloir à camions" vers le tunnel du Somport.



vingt minutes. De plus, l'intestin grêle, seul endroit où elle agit, est relativement stérile, contrairement au côlon, où réside la microflore intestinale. Ainsi, il suffit d'avaler le mélange Zot-médicament en période de jeûne et, par prudence, de ne pas avaler d'aliments ni tout autre aliment potentiellement infectieux dans les trente minutes qui suivent l'ingestion... Quant à l'eau, qui sort lorsque l'insuline entre, elle ne provoque pas de diarrhée puisqu'elle sera réabsorbée au niveau du côlon.

# Collection complète

■ M. Jean Caillet, de Dieppe (Seine-Maritime), vend sa collection reliée de Science & Vie, complète (depuis 1913 jusqu'à nos jours). D'autres lecteurs vendent des numéros anciens ou des collections incomplètes. Les personnes intéressées peuvent s'adresser à Monique Vogt, tél. : 01 46 48 48 66.





Si vous voulez mieux nous connaître, écrivez-nous : Jack Daniel's Distillery, Lynchburg, Tennessee 37352 USA.

NUL NE SAIT EXACTEMENT pourquoi Jack Daniel a fait inscrire "No. 7" sur l'étiquette de son fameux whiskey.

Certains disent que c'était son chiffre porte-bonheur. D'autres, que c'était sa septième recette. En fait, la vraie raison de ce "No. 7" reste - et restera - un mystère. Mais, à chaque gorgée de Jack Daniel's, on se dit que toute cette affaire n'a décidément pas grande importance.



JACK DANIEL'S TENNESSEE WHISKEY

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







Une main, une bouche?

Parfait, vous allez  
pouvoir aider votre  
corps à être plus fort,  
dès le matin.



SAATCHI & SAATCHI ADP.

Avez-vous remarqué comme les gestes les plus anodins sont parfois les plus importants? Par exemple, boire chaque matin Actimel, le nouveau lait fermenté de Danone au L.casei, cela n'a l'air de rien et pourtant, par ce simple geste, vous donnez à votre corps un ferment, le L.casei, qui contribue à rééquilibrer votre flore intestinale en lui apportant

des bonnes bactéries, et donc qui aide votre corps à être plus fort... Tout ça en buvant simplement une petite bouteille d'Actimel de Danone. Alors faites un bon geste pour votre corps, donnez lui Actimel.

**Actimel**  
DANONE

**Actimel. Le nouveau geste santé du matin.**



# Tous les rouges sont dans la nature...



ISA TESTA

A partir de

**Lancia Y 57 900F\*** Rosso Madera, Rosso Granada, Geranium, Red Cherry, RedFire... cela n'a rien d'étonnant si la route ne fait plus grise mine depuis qu'elle fréquente la Lancia Y! Imaginez : avec son principe Kaleidos, la Lancia Y offre un choix de 112 teintes,\*\* 112 manières de mettre en valeur une ligne qui elle, est unique. La Lancia Y est une belle expression du style Lancia. Tout y est : élégance, confort, qualités routières, maniabilité, sécurité. A partir de 57 900F\*, vous pouvez prendre des couleurs... c'est très bon pour la circulation.

\*Modèles présentés : Lancia Y 1.1 rouge "Tiziano" 57 900F, Lancia Y 1.2 16v LX rose "Lacea" 101 600F. Prix au 01.07.97. A.M.98. \*\*Selon versions.



alors, faites une fleur  
à la route.



Photos non contractuelles

**sigma**  
ADVANCE 04

3615 Lancia (1,295 mm) et Lancia sur Internet : [www.lancia.com](http://www.lancia.com)

Lancia  Il Granturismo®  
®Lancia. Le Grand Tourisme.



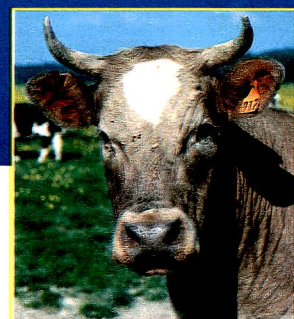
par Isabelle Bourdial

## La vache, cousine de la baleine...



PERRINE/SUNSET

Si le dauphin est proche parent de la vache, l'arbre généalogique du bas de la page montre que le cheval ne peut pas en dire autant !



G. LACZ/SUNSET

**Des travaux japonais et français établissent des liens de parenté étonnants au sein du groupe des mammifères.**

**Q**ui, du cheval ou du dauphin, est le cousin germain de la vache ? Sans aucun doute le cétacé, répond une équipe japonaise (1). Ces chercheurs confirment que les baleines et les dauphins ont un ancêtre commun avec les artiodactyles (mammifères ongulés comprenant les ruminants, les hippopotames, les chameaux et les cochons). Ancêtre dont ne peuvent se prévaloir ni le cheval ni les autres mam-

mifères ongulés de l'ordre des périssodactyles.

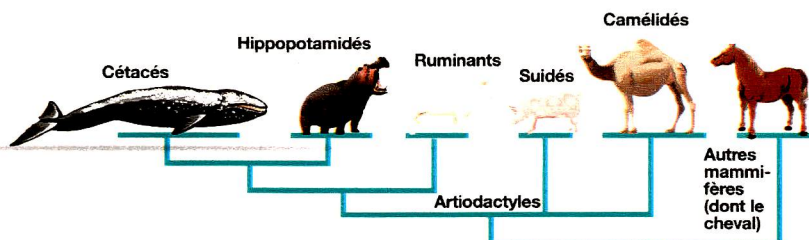
Les scientifiques nippons en profitent pour mettre de l'ordre dans l'arbre généalogique des artiodactyles en observant des séquences d'ADN "sauter". Baptisés rétroposons, ces éléments géné-

tiques se déplacent dans le génome en se répétant. Or, le saut d'un rétroposon est un événement aléatoire ultra-rarissime. Ce qui en fait un marqueur fiable : il est impossible qu'une telle situation se reproduise à l'identique.

La présence de rétropo-

sons similaires chez des espèces distinctes implique que l'ADN sauteur s'est déplacé dans le génome des cellules sexuelles de leur ancêtre commun.

Or, cétacés, hippopotames et ruminants possèdent les mêmes rétroposons, absents du



(1) *Nature*, 14 août 1997.

D. GALLAND



patrimoine génétique des chameaux et des cochons. La branche des artiodactyles se serait scindée voilà 50 millions d'années. En comparant l'ADN mitochondrial de plusieurs espèces, des chercheurs du Laboratoire de systématique moléculaire de Montpellier avaient déjà montré que les hippopotames étaient de très proches cousins des cétacés. G. M.

## ESCHERICHIA COLI DÉCRYPTÉE

● La bactérie *E. Coli* est le huitième micro-organisme dont le patrimoine génétique a été entièrement déchiffré. Il comprend 4 639 221 paires de bases.

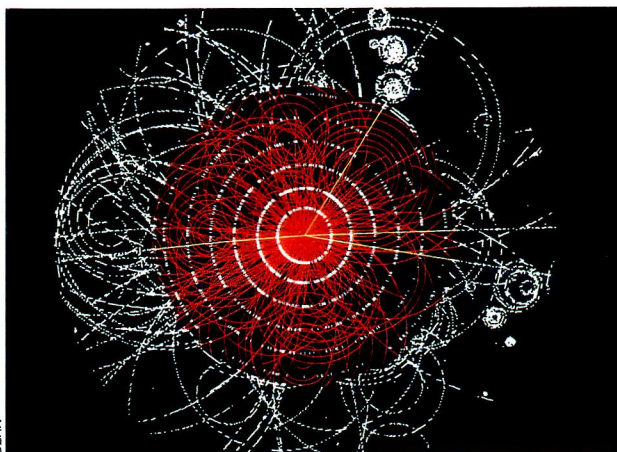
## PHYSIQUE DES PARTICULES

# La mystérieuse énergie Q

**P**armi les théories inventées par les physiciens pour unifier toutes les forces et particules élémentaires de l'Univers, l'une des plus en vogue est la "supersymétrie".

Cette théorie fait intervenir des particules qui seraient les "partenaires supersymétriques" de chaque particule connue (électron, quark, photon...) et seraient dotées de propriétés entièrement inédites. A ce jour, on n'a pas détecté l'ombre d'une particule supersymétrique, mais tous les espoirs restent permis – et toutes les spéculations!

Ainsi, des physiciens du



C'est dans des collisions de particules comme celles-ci qu'on espère découvrir des particules supersymétriques.

Centre européen de recherche en physique des particules (CERN) ont imaginé que ces particules su-

persymétriques s'assembleraient – tout comme les particules ordinaires, qui constituent des protons, des noyaux, des atomes, etc. – pour former des "boules Q". A l'intérieur de celles-ci régneraient de nouvelles forces et de nouveaux phénomènes physiques.

D'après les physiciens du CERN, la rencontre de ces boules Q et des particules ordinaires pourrait dégager une énergie colossale! De là à proposer une nouvelle source d'énergie "supersymétrique", il n'y a qu'un pas... que seule franchit l'imagination. H. G.

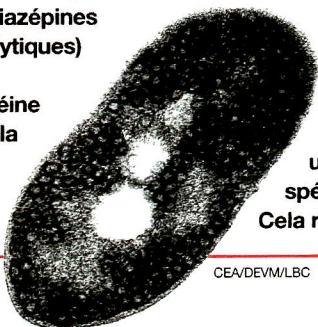
## BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

# LES ANXIOLYTIQUES, RÉVÉLATEURS DE L'ÉVOLUTION

■ Les bactéries primitives qui utilisent pour leur synthèse soit la lumière, soit l'oxygène sont probablement les ancêtres de nos mitochondries, organites spécialisés dans la respiration cellulaire. Des travaux menés par l'équipe de Samuel Kaplan (Houston medical school, Texas) révèlent, en effet, une substitution possible entre une protéine de surface, TSPO, de l'une de ces bactéries – *Rhodobacter sphaeroides* –, et le récepteur de certaines benzodiazépines (molécules anxiolytiques) type Valium. Ce récepteur, la protéine pk 18, est situé à la

surface des mitochondries chez les mammifères. Les deux protéines, qui ont une structure voisine, réagissent à la présence d'oxygène dans l'environnement bactérien en réprimant les gènes responsables de la photosynthèse! En effet, les mutants bactériens dépourvus du gène de la TSPO redeviennent capables de cette régulation lorsqu'on introduit dans leur génome le gène de la pk 18 et qu'on les soumet soit à l'action

de l'oxygène, soit à celle des benzodiazépines. Ainsi ces médicaments pourraient agir comme des concurrents de l'oxygène pour envoyer un message à des gènes spécifiques. Lesquels? Cela reste à élucider. M.-L. M.



*Rhodobacter sphaeroides*, la bactérie témoin.

3615  
**SCV**

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



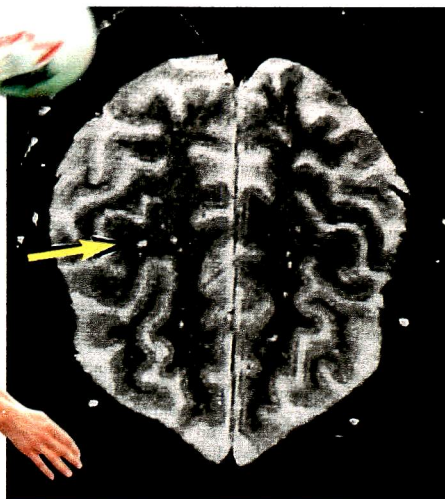
## MÉDECINE

## Carton rouge cérébral



B. THOMAS/PHOTOGRAF-STONE

La pratique du football entraînerait à long terme des lésions cérébrales (flèche jaune).



D. R.

**A** la suite d'une étude portant sur quinze jeunes footballeurs, une équipe de chercheurs de l'université d'Helsinki (Finlande) aurait découvert que la pratique régulière du foot engendre des micro-lésions cérébrales, visibles en imagerie médicale par résonance

magnétique nucléaire (flèche jaune).

Selon les chercheurs, les coups de tête dans le ballon et les chocs avec l'adversaire expliqueraient cette pathologie. Reste, bien entendu, à confirmer ces résultats par des études portant sur un échantillon plus large et à en mesurer les conséquences neurologiques à long terme.

R. I.

## ASTROPHYSIQUE

## Trou noir à l'horizon

**L**es trous noirs, objets célestes prévus par la relativité générale d'Einstein, n'ont jamais été observés directement. Mais voici que trois chercheurs, du centre Harvard-Smithsonian d'astrophysique (Massachusetts), semblent avoir détecté la présence d'une partie d'un trou noir, nommée "horizon d'événement". Il s'agit d'une "membrane" sombre – aucune lumière ne peut s'en échapper – de matière et de rayonnement qui orbite autour du trou noir.

Les chercheurs étudiaient les "flashes" de rayons X. Selon la théorie, ce phénomène, soudain et très intense, ne peut se produire qu'à proximité d'une étoile binaire, c'est-à-dire d'une étoile associée à un objet massif : une étoile à neutrons ou un trou noir. En constatant l'étrangeté des flashes de V404 Cyg (dans la constellation du Cygne, à 10 000 années-lumière du système solaire) comparée aux flashes émanant d'étoiles à neutrons connues, ils ont conclu qu'il s'agissait là de l'horizon d'événement d'un trou noir.

R. I.

## MATHÉMATIQUES

 $\pi$  ET  $e$  DEMANDENT L'INDÉPENDANCE

■ Des équipes de l'université de Saint-Etienne et de l'Institut de mathématique (CNRS-universités Paris VI et VII) viennent de trancher un problème mathématique plus que centenaire :  $\pi$  et  $e^\pi$  sont indépendants algébriquement ( $e$  est le nombre dont le logarithme est égal à 1 ; sa valeur approchée est de 2,7183). Deux nombres sont algébriquement indépendants si,

lorsqu'on les combine au moyen d'additions, de soustractions et de multiplications, il est impossible d'obtenir un nombre entier. Reste à démontrer que  $\pi$  et  $e$ , nombres remarquables pour les mathématiciens et qui interviennent dans une multitude de problèmes, ont cette propriété. Les mathématiciens ont de bonnes raisons de le supposer.

R. I.

## POUSSIN FRAPPEUR

● Sur le point d'éclore, un poussin martèle son œuf plus de 50 fois par minute. C'est ce que montrent les déformations de la coquille mesurées par interférométrie holographique.



Brûlant,  
au cœur de l'hiver.



**MARNISSIMO**

**3/10 GRAND MARNIER®, 7/10 CAFE,  
1 CUILLEREE DE SUCRE EN POUDRE,  
25 G. DE CREME LIQUIDE.**

**VERSER DANS UN VERRE OLD FASHIONED  
LE SUCRE EN POUDRE, LE GRAND MARNIER®  
ET LE CAFE CHAUDS.**

**NAPPER DE CREME FOUETTEE TRES LEGERE.  
DEGUSTER SANS MELANGER.**

**Grand Marnier®**  
DES MOMENTS QUI ONT LEUR MARQUE

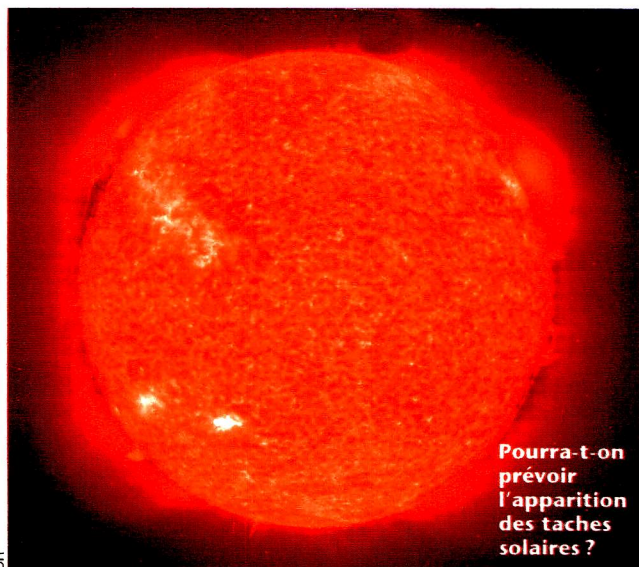


**CONSOMMEZ AVEC MODERATION: L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE.**



## MÉTÉOROLOGIE SOLAIRE

## Des fleuves sous la surface du Soleil



DR

**S**elon les astronomes qui analysent les données du satellite solaire *Soho*, le Soleil serait ceinturé de courants atmosphériques. Grandes de 65 000 km, ces courants se déplacent à diverses vitesses et plongent jusqu'à 20 000 km sous la surface.

« Les ceintures suivent une trajectoire hélicoïdale : elles commencent aux latitudes moyennes et se déplacent graduellement vers l'équateur au cours des onze années du cycle solaire », a précisé Craig DeForest (université Stanford, Palo Alto, Californie).

Cette périodicité semble indiquer que ces "alizés" ont un rapport étroit avec l'apparition et la disparition des taches à la surface du Soleil, celles-ci se situant plutôt au bord de ces zones. « Les différences de vitesse du plas-

ma observées à la périphérie de ces bandes pourraient aussi être liées au cycle magnétique solaire et se trouveraient à l'origine des augmenta-

tions périodiques de l'activité de l'astre », a déclaré DeForest.

Les effets de ces variations sur le climat de la Terre sont encore incertains, mais les chercheurs aimeraient bien être à même de les prévoir.

On a aussi découvert un phénomène totalement inattendu : des jets de plasma situés dans les régions polaires qui se présentent comme des zones ovales d'environ 30 000 km. Ce nouveau visage du Soleil complexifie encore la dynamo interne de notre astre.

J.-F. R.

## COGNITIVISME

## Oooh le bôôô bébééé !

**P**ourquoi les mères parlent-elles à leur nourrisson en allongeant ostensiblement les voyelles ? Des travaux récents (*Science*, 1<sup>er</sup> août 1997) suggèrent qu'en prononçant exagérément les voyelles elles inculquent les rudiments du langage à leur bébé.

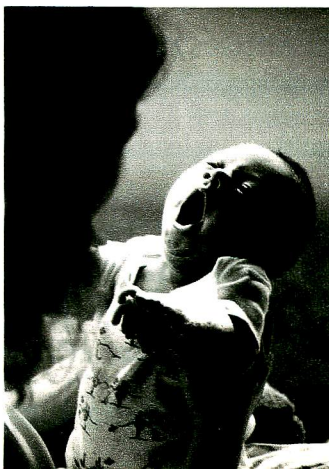
L'équipe de Patricia Kuhl, de l'université de

**En allongeant les voyelles lorsqu'elle parle à son bébé, la mère lui inculque les bases du langage.**

l'Etat de Washington (Seattle), a en effet étudié le mode de communication de la mère avec son nourrisson en Grande-Bretagne,

en Russie et en Suède.

Les résultats montrent une constance : les mères étirent les sons "ee", "oo" et "ah" (prononciation anglaise) pour habituer leur bambin à distinguer ces phonèmes – courants et porteurs d'information – des sons parasites. A l'âge de 20 semaines, les bébés les reconnaissent et sont capables de les reproduire : c'est le début de l'apprentissage du langage. R. I.



B. HUSTACE/FOTOGRAF-STONE



# Donnez du **chien** à tous vos **documents !**

TRUCS ET ASTUCES POUR RÉUSSIR TOUS VOS DOCUMENTS



Prix  
public de  
l'ouvrage  
**79Frs**  
TTC\*

## Nouvelle collection "En un clin d'œil"

**Mieux travailler c'est pas sorcier**, avec la toute nouvelle collection "En un clin d'œil" de Microsoft Press. Vous êtes débutant, utilisateur averti ou même expert en informatique ? Ces ouvrages vous donnent toutes les ficelles des professionnels pour réaliser les documents les plus pertinents... Didactiques, clairs, très simples à consulter, ces guides pratiques d'environ 300 pages vous aident à tirer le meilleur parti des Assistants Microsoft inclus dans vos logiciels. Quel que soit votre objectif, allez droit à l'essentiel et gagnez du temps.



Découvrez ces 5 ouvrages en vente chez votre librairie ou revendeur habituel :

- **Microsoft® Word En un clin d'œil** : Lettres, CV plus efficaces
- **Microsoft® Excel En un clin d'œil** : Tableaux ou graphiques optimisés
- **Microsoft® Access En un clin d'œil** : Formulaires parfaitement structurés
- **Microsoft® PowerPoint En un clin d'œil** : Présentations captivantes
- **Microsoft Internet En un clin d'œil** : Une parfaite maîtrise du Web

\*dont TVA 5,5%

Pour plus d'information : <http://www.microsoft.com/france/mspress/>

La maison d'édition de Microsoft.

**Microsoft Press**



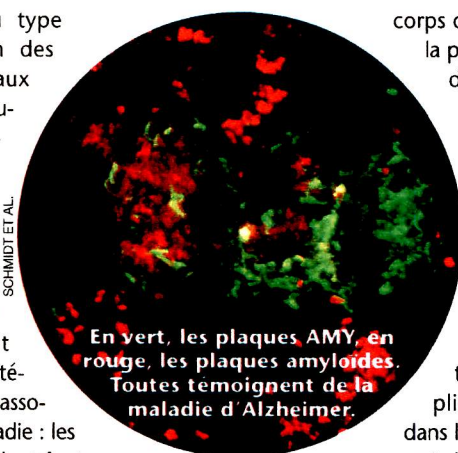
## NEUROLOGIE

# Alzheimer : des lésions d'un troisième type

**U**n nouveau type d'altération des tissus cérébraux vient d'être découvert dans le cerveau de patients atteints de la maladie d'Alzheimer : les plaques AMY.

On connaissait jusqu'à présent deux grandes catégories de lésions associées à cette maladie : les plaques séniles, dont font partie les plaques amyloïdes, et les dégénérescences neurofibrillaires où est impliquée la protéine tau.

Les "nouvelles venues"



En vert, les plaques AMY, en rouge, les plaques amyloïdes. Toutes témoignent de la maladie d'Alzheimer.

ont été mises en évidence de façon fortuite par des chercheurs de l'université de Pennsylvanie. Alors qu'ils testaient 59 anti-

corps censés reconnaître la protéine tau, quatre d'entre eux se sont liés à des plaques encore inconnues. Celles-ci, localisées dans les mêmes régions que les plaques amyloïdes, en sont pourtant bien distinctes. Quelles implications ont-elles dans la maladie ? Pour le savoir, les scientifiques isolent actuellement la protéine qui compose ces plaques, et espèrent remonter jusqu'au gène codant pour sa synthèse. J. V.

## NEUROLOGIE

## Vision de nuit

**Q**ui, dans une salle de cinéma, n'a jamais profité de l'extinction des lumières pour saisir la main de sa (son) partenaire ? Jusque-là on ignorait comment le cerveau "code" la position des objets proches du corps qui ne sont plus directement visibles et comment il évalue les déplacements à effectuer pour s'en saisir.

Une expérience conduite sur des singes par l'équipe de Michael Graziano, de l'université de Princeton (Etats-Unis), apporte la réponse. Les chercheurs ont en effet constaté que les neurones du cortex précentral, activés dès que le singe aperçoit un objet placé près de lui, restent actifs même quand l'animal ne le voit plus. Or, on sait que cette région du cerveau joue un rôle dans l'intégration sensorielle (vue, toucher, etc.) et dans les fonctions motrices. Les chercheurs pensent donc que ces neurones établissent une sorte de "cartographie" visuelle et tactile des objets proches qui oriente les mouvements du singe. R. I.

## ARCHÉOLOGIE

## DES SILEX DANS LES ORDURES

■ Solutré, haut lieu de la préhistoire, son rocher et... sa décharge ! Cet été, des viticulteurs pressés de construire leur cave y ont déversé des dizaines de mètres cubes de niveaux archéologiques préhistoriques. Vestiges qui seraient ceux de néandertaliens (de 150 000 à 35 000 avant notre ère) et non ceux des hôtes les mieux connus ici, les hommes de Cro-Magnon, qui y ont séjourné de

25 000 à 10 000 avant notre ère. Dans les déblais, les archéologues ont trouvé, outre des silex taillés, des ossements de rennes mais surtout de chevaux, animaux qui furent donc chassés à Solutré durant des dizaines de millénaires. L'équipe américaine chargée de la fouille préalable au projet du parc archéologique de Solutré étudiera donc des outils et des ossements dépourvus de leurs informations les plus utiles puisqu'ils ne se trouvent plus sur le site. C. C.

La décharge de Solutré "enrichie" en vestiges archéologiques.



## DOMAINE VITAL

● Il faut 100 km<sup>2</sup> de territoire pour qu'un chasseur-cueilleur subsiste. Avec l'agriculture et l'élevage, 1 km<sup>2</sup> peut entretenir 50 personnes (d'après l'Histoire des populations de l'Europe, éd. Fayard).



106

# Color Line

**à partir de**

# 63 600 F\*

**C'est parce qu'elle est tout équipée qu'elle a d'aussi belles couleurs**

**direction assistée**

## lève-vitres électriques avant

## condamnation centralisée des portes

**autoradio**

**antidémarrage électronique**

### absorbeurs de chocs latéraux dans les portes avant

## vitres teintées

**6 coloris au choix**



**\*Tarif conseillé au 15/9/97 pour une 106 Color Line, neuve, 1,1 l essence, AM 98, 3 portes. Dans la limite des stocks disponibles.  
Modèle présenté avec option peinture métallisée**

**106**  
**PEUGEOT**



## LINGUISTIQUE

## Une langue de survie ?



P. MATRE/COSMOS

Les groupes humains obligés de communiquer pour survivre développeraient un langage commun.

**L**a densité de langages distincts dans une région dépend-elle du climat et des ressources qu'il permet d'exploiter ? C'est ce qu'avance le linguiste britannique Daniel Nettle à l'étude du *corpus* des langues d'Afrique occidentale. Dans les zones où les récoltes sont le plus précaires, les groupes humains, forcés d'établir des contacts et des échanges pour survivre, développeraient une langue commune, ou, en tout cas, des langues "intercompréhensibles".

Selon France Cloarec-Heiss (laboratoire de langues, langages et cultures d'Afrique noire, CNRS), cette idée se heurte à deux écueils. D'une part, les langues d'Afrique occidentale sont inégalement connues. Les régions dont on pense qu'elles n'emploient qu'une seule langue sont peut-être simplement des zones peu ou

pas étudiées. D'autre part, l'hypothèse suppose un consensus sur la définition d'une langue, consensus qui n'a toujours pas été adopté...

Cependant, rien n'em-

pêche qu'elle s'ajoute aux nombreux paramètres – linguistiques, sociaux, géographiques, historiques... – qui déterminent la répartition et la diversité des langages. C. C

## LES PARASITES NE S'Y TROMPENT PAS

● La parenté de deux poissons méditerranéens, le tacaud et le capelan, vient d'être établie grâce à leurs parasites, car ceux-ci sont dépendants des caractéristiques biologiques de leurs hôtes. C'est en raison de leurs similitudes que les zoologistes rapprochaient le capelan (*Trisopterus minutus capellanus*) du tacaud (*T. minutus minutus*). Or, ces deux espèces accueillent des parasites différents. Le capelan est plus proche d'un autre tacaud, le *T. luscus*, qui héberge comme lui un ver plat du genre *Diclidophora*. M.-S. G.

## NEUROPSYCHOLOGIE

## L'INTELLIGENCE DANS L'ŒUF

■ L'intelligence se transmet-elle par les gènes ou est-elle le produit de l'environnement culturel ?

Des chercheurs américains optent pour une troisième possibilité : l'intelligence serait aussi affaire de vie intra-utérine. Dans un article publié par *Nature* (31 juillet 1997), une équipe du département de statistiques de l'université Carnegie-Mellon, à Pittsburgh (Etats-Unis), présente une analyse statistique fondée sur 212 études

portant sur plus de 50 000 paires de vrais et de faux jumeaux. Les chercheurs concluent que 20 % du quotient intellectuel (QI) dépend des conditions de vie *in utero*, réduisant à moins de 50 % la part attribuée à l'héritage génétique (les 30 % restants relèvent de l'acquis). L'étude vient contredire la thèse – polémique – d'un QI essentiellement hérité, qui débouchait sur l'idée de "castes intelligentes" se perpétuant par le pouvoir des gènes. R. I.

L'intelligence se forge pendant la vie intra-utérine.



COMBERGH/SIPAPRESS



M. Glonh, Homo sapiens Sapiens étourdi mais inven-  
teur de génie, a gâché sa vie. Soucieux de faire toujours

progresser l'humaine condition. M. Glonh a très tôt délaissé

la peinture rupestre à

flancs de

grotte pour se consacrer

exclusivement à la recherche.

Travailleur acharné et très

habile manoeuvrier, il a mis 40 ans

à inventer ce qu'il considérait

comme l'invention la plus impor-

tante de l'histoire et de la préhis-

toire, l'invention qui allait ouvrir

des millénaires de lumières pour l'homme. Malheureusement,

M. Glonh est tombé dans une faille spatio-temporelle comme

cela arrive souvent et s'est retrouvé transporté au cœur de

notre siècle finissant. Comprenant très vite sa nouvelle épo-

que, M. Glonh décide de déposer son invention à l'INPI.

Hélas, M. Glonh arrive trop tard d'au moins 100 000 ans.

En 1996, la roue n'est plus à proprement parler une invention.

C'est à l'INPI qu'on lui explique poliment que ce genre de

désagrément ne peut plus se produire aujourd'hui. En effet,

les brevets sont une source d'information sur l'état de la tech-

nique puisqu'ils contiennent

80 % des

informations scientifiques

et techniques. Brevets français,

étrangers et internationaux sont

consultables sur des bases de don-

nées, sur CD-Rom et en libre accès à

l'INPI, à Paris et dans ses 10 centres

régionaux. Ils couvrent tous les

domaines de l'activité industrielle

et comptent près de 32 millions de documents classés et

indexés par domaine technique. Il est aisé aujourd'hui de se

rendre compte qu'on essaie d'inventer quelque chose qui

existe déjà. Ce que sachant, M. Glonh n'a pas insisté et a décidé

d'inventer une machine à remonter

le temps pour retrouver son époque

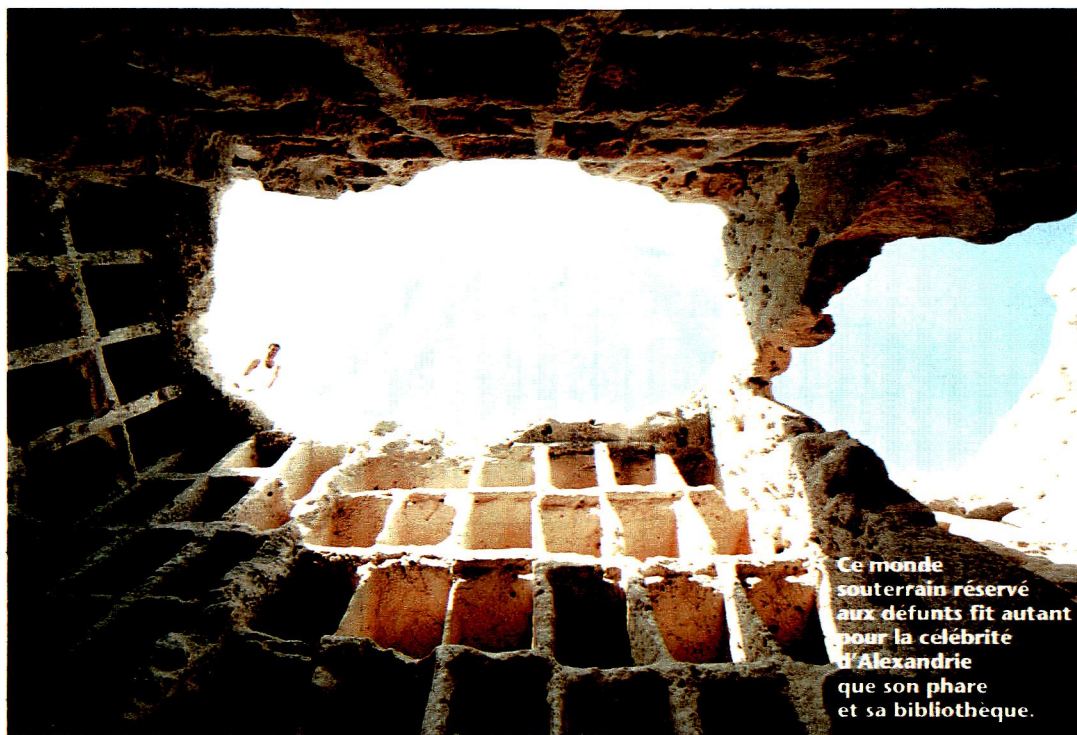
et la gloire qui l'y attend.



**LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE. UNE ARME STRATÉGIQUE.**

3615 INPI (OIE TIC la minute).





Ce monde souterrain réservé aux défunts fit autant pour la célébrité d'Alexandrie que son phare et sa bibliothèque.

S. COMPOINT/SYGMA

## ARCHÉOLOGIE

# La cité des morts revoit le jour

L'immense ville des morts de l'antique Alexandrie vient de s'ouvrir sous la ville actuelle. Quatorze vastes salles aux parois creusées de nombreux caveaux superposés, peintes de frises et de motifs ar-

chitecturaux ont été explorées cet été par l'équipe du Centre d'études alexandrines, sous la direction de Jean-Yves Empereur (CNRS). Elles contenaient les restes d'individus d'origine grecque inhumés

ou incinérés du II<sup>e</sup> siècle avant notre ère au VI<sup>e</sup> siècle, les Juifs et les Egyptiens reposant ailleurs. Nommée Necropolis – cité des morts en grec – par Strabon, géographe du I<sup>er</sup> siècle av. J.-C., son am-

pleur exceptionnelle – au moins 1 km<sup>2</sup> de superficie et deux niveaux – l'avait rendue aussi célèbre dans l'Antiquité que le phare et la bibliothèque. Au-dessus de ce gigantesque monde souterrain se trouvaient les maisons d'embaumement et des jardins.

La découverte ayant eu lieu lors de la construction d'une autoroute, les archéologues ont obtenu quelques mois de délai pour dresser les plans, fouiller les vestiges et continuer l'exploration, horizontalement et verticalement. Ils attendent beaucoup de l'exploration du niveau inférieur, qui, noyé dans la nappe phréatique, n'a pas dû être trop dévasté par les pilliers de tombes.

C. C.

## PATRIMOINE

### SECRET AFFICHÉ

■ Le célèbre site britannique de Bletchley Park (23 ha), haut lieu du décryptage des messages secrets allemands pendant la Seconde Guerre mondiale, va être transformé en musée. Douze mille des meilleurs mathématiciens britanniques y ont percé la quasi-totalité des communications

SPL/COSSMOS



secretes du III<sup>e</sup> Reich. Parmi eux, se trouvait un certain Alan Turing, l'un des inventeurs – avec John von Neumann – de l'ordinateur (voir le numéro spécial de

*Science & Vie* "Nos origines", p. 101). R. I.

**Alan Turing, "décrypteur" des messages secrets... et génial inventeur de l'ordinateur.**



## GÉOPHYSIQUE

# La Terre montre ses dessous

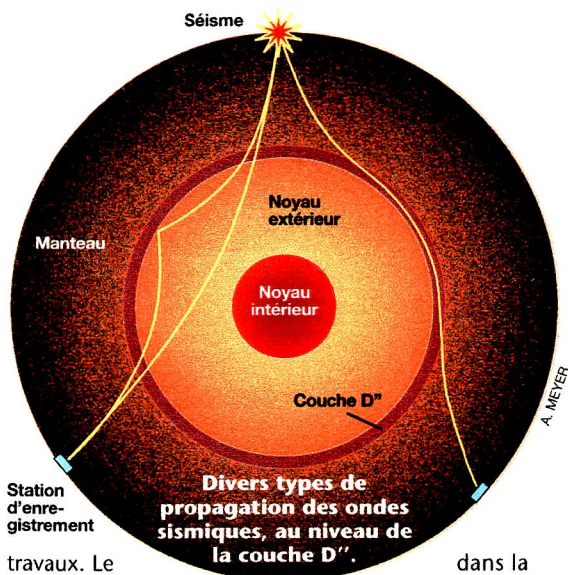
**U**ne récente étude de scientifiques de l'université de Toulouse pourrait expliquer les mystérieuses inversions du champ magnétique terrestre, survenues à plusieurs reprises depuis des millions d'années.

Les travaux de cette équipe portent sur la couche D'' (lire D seconde) : une enveloppe de 200 à 300 km d'épaisseur qui sépare le centre de la Terre (noyau) de sa couche extérieure (manteau).

Les chercheurs ne disposent que d'un seul moyen pour explorer les profondeurs de notre planète : l'analyse de la vitesse de propagation des ondes sismiques émises

par les forts tremblements de terre. Grâce à cette technique, ils ont observé que les ondes se propagent à une vitesse particulièrement élevée dans certaines zones de la couche D''. Ces anomalies surviendraient dans des régions très hétérogènes sur le plan de la température ou de la composition chimique, ou des deux à la fois.

« La variabilité des résultats pourrait être due à la présence dans le manteau de résidus de plaques tectoniques venant de la surface et projetées dans les profondeurs terrestres par subduction », explique le sismologue Matthieu Sylvander, coauteur de ces



travaux. Le phénomène de subduction survient lorsqu'une plaque de la croûte terrestre glisse sous une autre et s'enfonce dans les entrailles du globe. Les conditions de température et de conductivité électrique

dans la couche D'' et à la limite du noyau auraient ainsi été modifiées par l'arrivée de la nouvelle matière.

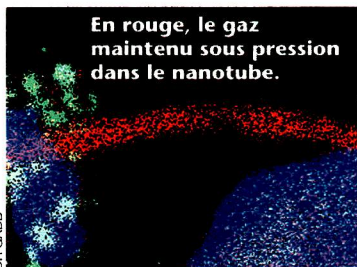
C'est peut-être suffisant pour brouiller toutes les boussoles de la planète!

S. D.

## NANOTUBES SOUS PRESSION

● Les nanotubes en carbone (dont le diamètre extérieur ne dépasse guère 100 milliardièmes de mètre) vont permettre de stocker du gaz fortement comprimé. Une expérience effectuée dans les laboratoires de l'organisation australienne de science et de technologie nucléaire montre que l'argon (gaz inerte) introduit sous haute pression (170 mégapascals) dans des nanotubes demeure comprimé (à 60 mégapascals) lorsque la pression extérieure redevient normale. Ces "nano-bouteilles de gaz", qui

emprisonnent naturellement les gaz comprimés, pourraient s'inscrire dans une nouvelle technologie de stockage. R. I.



# Bijoux cailloux choux hiboux joujoux poux...



## ÉPIDÉMIOLOGIE

## Puberté et pesticides



A. SACKS/FOTOGRAF-STONE

**L**es adolescentes dont la mère a consommé pendant sa grossesse des aliments ayant de fortes concentrations en pesticides entrent dans la puberté plus tôt que les autres. Telle est la conclusion d'une étude menée sur 600 jeunes filles par le Dr Walter Rogan, de l'institut américain des sciences environnementales de la santé (Caroline du Nord).

Rogan étudie l'effet de l'assimilation de certaines substances chimiques qui, dans l'organisme, imitent le comportement des œstrogènes, les hormones sexuelles féminines.

Parmi ces substances, on trouve des pesticides dérivés du DDT, couramment utilisés dans l'agriculture.

Le chercheur avait commencé son étude statistique en effectuant des tests sur l'absorption de ces pesticides par des centaines de femmes enceintes, entre 1978

et 1982. Depuis, il a suivi l'évolution de 600 jeunes filles choisies dans leur descendance.

Les résultats sont d'autant plus préoccupants

**Les pesticides encore accusés : si les mères en ingèrent (avec les aliments) pendant la grossesse, leurs filles auront une puberté précoce, ce qui augmente le risque de cancer.**

que d'autres recherches ont montré qu'une puberté précoce accroît pour la femme le risque de développer ultérieurement un cancer du sein. R. I.

## DES FOOTBALLÈNES DANS LE CERVEAU

● Selon des chercheurs de l'école de médecine de Saint-Louis (Etats-Unis), le carbone 60, ou footballène, pourrait servir de piège à radicaux libres, ces éléments chimiques qui détruisent notamment les cellules nerveuses pendant les attaques cardiaques. Les scientifiques américains ont légèrement modifié la fameuse molécule pour l'injecter à des souris dépourvues du gène de l'enzyme qui neutralise les radicaux libres. Normalement, ces animaux sont paralysés au bout de quinze semaines. Avec le footballène modifié, ils ont gagné 15 % de longévité. P. C.

## ASTRONOMIE

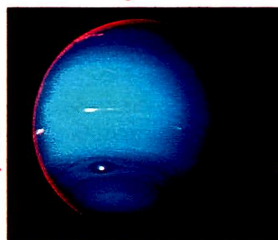
## UNE SECONDE CEINTURE POUR LE SYSTÈME SOLAIRE ?

■ A 5 milliards de kilomètres de la Terre, à peine plus loin que Pluton, il y aurait un véritable réservoir de petits corps de glace et de poussières dans ce que les astronomes appellent la ceinture de Kuiper. Les Américains Janet Luu et David Jewitt viennent d'y découvrir un astéroïde au comportement bizarre. Baptisé 1996 TL66, ce caillou des confins du système solaire a la particularité de s'écarter de 20 milliards de

kilomètres du Soleil, pour revenir à 5,2 milliards. Orbite excentrique très remarquable, que certains astronomes justifient par l'existence éventuelle d'une seconde ceinture extérieure d'objets cosmiques, à proximité de celle de Kuiper. Cette excentricité pourrait aussi

s'expliquer par des perturbations gravitationnelles de la planète Neptune, la plus proche et la plus influente des planètes géantes. J.-F. R.

Neptune perturberait les confins du système solaire.

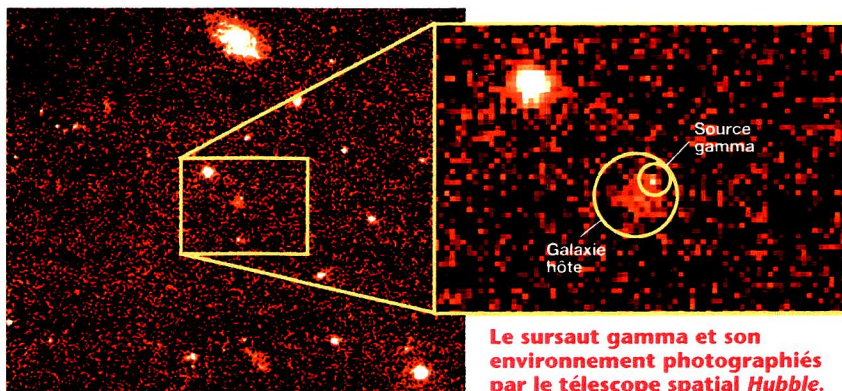




# Boule de feu cosmique

**U**ne boule de feu d'environ 90 fois le diamètre de notre système solaire qui se déplace presque aussi vite que la lumière : c'est ce qu'ont observé des astronomes à l'aide du radiotélescope américain VLA (*Very Large Array*), au Nouveau-Mexique.

Cette boule a été éjectée le 8 mai dernier, lors d'une violente explosion dont l'émission de rayons gamma (les plus énergétiques du spectre électromagnétique) n'a duré que quinze secondes, mais a dégagé autant d'énergie



**Le sursaut gamma et son environnement photographiés par le télescope spatial Hubble.**

que notre Soleil pendant toute sa vie, c'est-à-dire 10 milliards d'années ! L'astre a explosé en "hypernova", comme certains astronomes appellent ces

sursauts gamma violents. Les mesures de distance ont établi qu'il se situe à 7 milliards d'années-lumière. L'explosion a donc eu lieu alors que l'Univers n'avait que la moitié de son âge actuel.

On ignore quels phénomènes (collisions d'étoiles, formation de trous noirs...) peuvent expliquer de tels dégagements d'énergie, et s'ils peuvent encore se produire dans notre Voie lactée. J.-F. R.

## PHYSIQUE

### Nanoscopique mais logique

**U**n nouveau pas vient d'être franchi vers la conception de composants électroniques et de circuits logiques pour microprocesseurs ne mesurant que quelques milliardièmes de mètre (nanomètres). L'équipe d'A. O. Orlov, de l'université de Notre-Dame (Etats-Unis), a interconnecté quatre boîtes quantiques en aluminium – composant nanométrique pouvant emprisonner les électrons un à un (voir *Science & Vie* n° 958, p. 68).

Deux des boîtes constituent l'entrée du circuit, les deux autres la sortie. A une température proche de  $-273^{\circ}\text{C}$ , lorsque les chercheurs ont fait sauter un électron d'une boîte à l'autre, à l'entrée (ce qui revient à transformer l'information "0" en "1"), un électron a commuté aussi à la sortie. Il s'agit donc de la transmission d'un "bit" d'information entre l'entrée et la sortie du plus petit circuit électronique jamais construit. R. I.

● Avec la participation de Roman Ikonicoff.

Ont collaboré à cette rubrique :

Philippe Chambon, Catherine Chauveau, Sophie Duroux, Marie-Sophie Germain, Hélène Guillemot, Géraldine Magnan, Marie-Laure Moinet, Jean-François Robredo, Julie Viala.

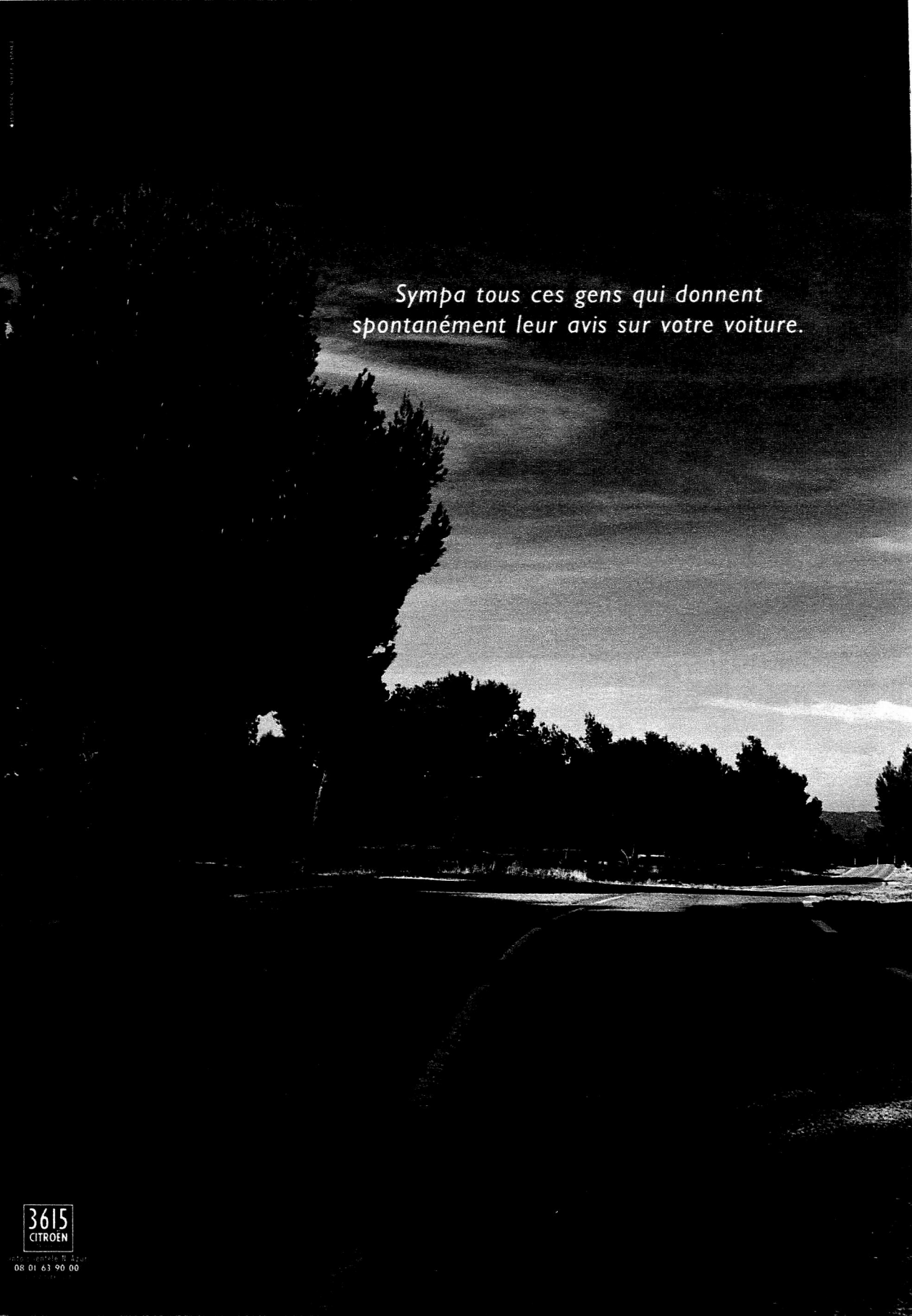
## ...genoux



Pensez à vos genoux : vérifiez que vos skis sont bien équipés de fixations Spheric Salomon.

**SALOMON®**





*Sympa tous ces gens qui donnent  
spontanément leur avis sur votre voiture.*

3615  
CITROËN

Info Citroën 24h  
08 01 63 90 00



Les gens sont unanimes : votre nouvelle

CITROËN XSARA est superbe

avec ses lignes élégantes

et son design innovant.

Mais ne leur parlez pas

de son habitacle spacieux

et fonctionnel,

de ses absorbeurs d'énergie

à déformation progressive,

de son airbag conducteur CITROËN.

de sa direction assistée de série,

ils risqueraient de vouloir

voyager à vos côtés.



**CITROËN XSARA**

PLUTÔT SORTIE DE VOS REVES  
QUE D'UNE USINE.



# ACTUALITÉ ENVIRONNEMENT

par Didier Dubrana

On va  
bientôt  
revoir  
des  
ormes  
en France.

C. THIRIET

## L'orme renaît de ses cendres

Grâce à une technique de clonage,  
les ormes résistent enfin à la maladie  
qui les a décimés. Ils pourront  
bientôt réapparaître dans les villes...

**L'**orme est de retour. Vingt ans après la disparition presque totale de cet arbre en France, la maladie qui a causé sa perte, la graphiose, est en passe d'être vaincue. L'Institut national de la recherche agronomique

(INRA) a réussi à "produire" une variété génétiquement résistante à cette maladie, qui est provoquée par un champignon (*Ophiostoma novo-ulmi*) véhiculé par des insectes (les scolytes). L'orme, arbre urbain par

excellence, devrait d'abord faire son retour dans les villes, avant de réinvestir, à un horizon plus lointain, les haies boisées de la campagne française.

Le programme de recherche a commencé en

1975, au moment où il est apparu clairement que la graphiose allait gagner. Les chercheurs français se sont tournés vers les Pays-Bas, où l'on sélectionnait depuis longtemps des ormes naturellement résistants à la graphiose. Les Néerlandais cherchaient à transmettre à ces ormes européens les gènes de résistance d'espèces asiatiques – tout en préservant les qualités de vigueur, de forme et d'adaptation à l'environnement des ormes européens.

Ces clones néerlandais et une espèce américaine



ont été plantés, en 1983, sur un hectare du bois de Vincennes mis à disposition par la Ville de Paris. On y a observé leur croissance, leur aspect esthétique et leur réaction à l'agression des parasites.

Parallèlement à cette longue et patiente observation, des "copies" génétiquement identiques de ces arbres, obtenues par simple bouturage, ont été envoyées aux laboratoires d'Angers et de Nancy, où on leur a inoculé le champignon parasite afin de mieux connaître leur résistance.

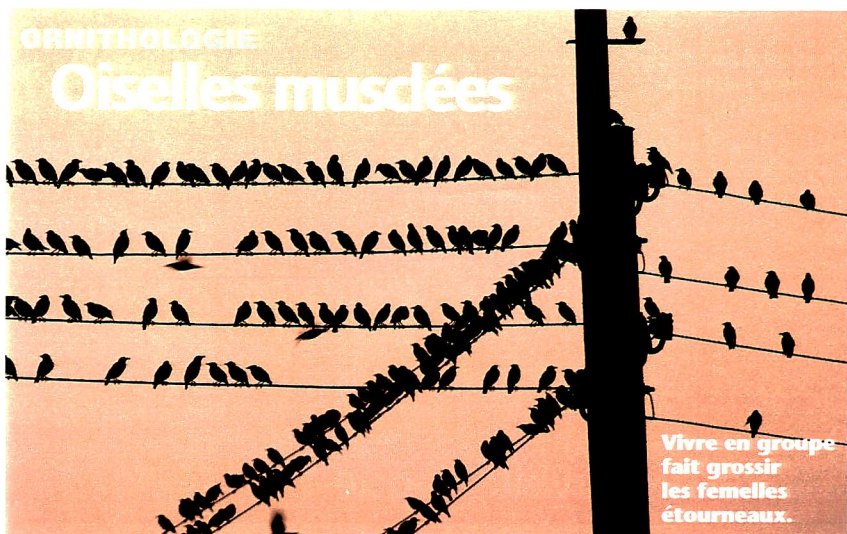
Aujourd'hui, au bois de Vincennes, plusieurs types d'ormes ont résisté à la graphiose. Ils sont suffisamment grands pour qu'on puisse juger de leur aspect esthétique et le comparer avec celui des ormes d'origine : le résultat est satisfaisant.

Il redevient donc possible de planter des ormes. L'un deux, le "sapporo gold n° 2", originaire des Etats-Unis, est même déjà commercialisé en France (1). L. C.

(1) Par les pépinières André Briant, à Saint-Barthélemy-d'Anjou (Maine-et-Loire).

## CONTRÔLE RADAR SUR L'AMAZONIE

● Le gouvernement brésilien devrait installer dix-neuf stations radar reliées par satellite. Objectif : surveiller l'exploitation de la forêt amazonienne.



R. KOPF/SLIDE

**Q**uand elles se côtoient de près, les femelles des étourneaux sansonnets prennent du poids ! Des biologistes britanniques ont mesuré les variations pondérales de ces oiseaux après les

avoir placés dans divers environnements. Le poids des femelles totalement isolées et celui des femelles séparées par une vitre restent stables. Ce n'est pas le cas des individus en groupe, qui

voient leur poids augmenter. Ainsi, le contexte social influencerait la régulation pondérale chez les oiseaux. Mais, attention, quand elles grossissent, ces dames fabriquent du muscle ! G. M.

## ENERGIE SOLAIRE

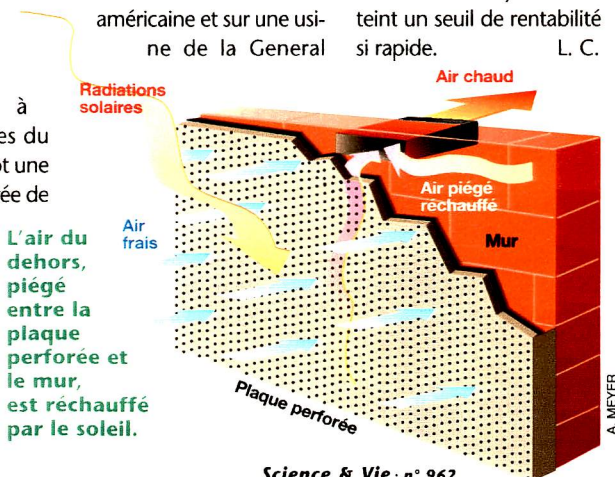
### Chauffage à bon marché

**B**ête comme chou et pas cher ; le système de chauffage solaire inventé par Charles Kutscher, du laboratoire national de l'énergie renouvelable, à Denver (Colorado), est considéré aux Etats-Unis comme une invention majeure. Kutscher a eu l'idée d'apposer à quelques centimètres du mur sud d'un entrepôt une plaque de métal ajourée de trous. Objectif : récupérer la chaleur absorbée par le mur. L'air piégé entre le mur et la plaque peut atteindre une température de

30 °C. Il suffit ensuite de l'aspirer dans le bâtiment.

La plaque perforée est capable de capturer de 60 à 65 % des radiations solaires frappant le bâtiment. Expérimenté sur des bâtiments de l'armée de l'air américaine et sur une usine de la General

Motors dans l'Ontario (Canada), le système a réduit le coût de chauffage de 10 à 30 dollars par mètre carré et par an. L'amortissement se fait en six ou sept ans. L'énergie solaire n'avait encore jamais atteint un seuil de rentabilité si rapide. L. C.



A. MEYER



Un paradis artificiel pour les surfeurs australiens.

## Océanographie Récif nouvelle vague

Dès le mois prochain, les surfeurs australiens – 11 % de la population – devraient s'en donner à cœur-joie sur les vagues d'un récif... artifi-

ciel, à Cable Station, près de Perth. Créé par John Belgarnie, un ancien champion australien de surf, ce récif en granit et calcaire, en forme de boo-

merang, mesurera 100 m de long et 2 m de haut. Il devrait provoquer une déferlante de 70 m sur sa gauche et une de 90 m sur sa droite. M.-S. G.

W. BOLSTER/PHOTOGRAM-STONE

## ALIMENTATION

### Alerte à la dioxine...

Selon le Centre national d'information indépendante sur les déchets (CNIID), notre consommation de dioxines dépasse la dose journalière admissible (DJA), fixée en France à 1 picogramme (pg) de TEQ (1) par kilogramme de

poids du consommateur.

Ces organochlorés, qui se forment lors de l'incinération des déchets, de la fabrication des plastiques, du papier et des insecticides, etc., sont solubles dans les graisses. Ils s'accumulent au cours de la chaîne alimentaire et contaminent donc le lait, le beurre, le fromage, la viande, les œufs, le poisson.

Un niveau inférieur à 1 pg de TEQ par gramme de matière grasse est l'objectif à atteindre.

**La teneur en dioxine de certains produits laitiers dépasse les normes.**

Or, en 1996, un échantillon de beurre dans le Nord et deux échantillons de lait en Seine-Maritime et dans le Pas-de-Calais ont montré une teneur supérieure à 3 pg (le retrait du marché est décidé à 5 pg).

En se référant à la moyenne des échantillons (2 pg pour le lait, 1 pg pour le beurre, les fromages, les desserts), le CNIID observe que le menu courant d'un enfant de 30 kg l'expose à une consommation quotidienne de trois fois la DJA, pour les seuls produits laitiers ! M.-L. M.

(1) Le TEQ (équivalent toxique) mesure la toxicité des dioxines, la plus toxique étant celle de Seveso (tétrachloro-dibenzo-para-dioxine, TEQ = 1), cancérigène et à activité hormonale.

## ASSOCIATION DE PROTECTION

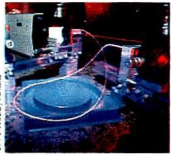
● Pour pallier une faiblesse, on peut se reposer sur plus costaud que soi... Stratégie de flemmard bien connue de certains craves à bec rouge (*Pyrhacorax pyrrhacorax*). D'après l'étude de deux chercheurs espagnols, ces corvidés s'installent au milieu d'une colonie de faucons crécerellettes afin de protéger leur descendance. Quand ces rapaces, petits mais très agressifs, ripostent aux attaques des prédateurs, ils défendent, à leur insu, les craves à bec rouge et leur famille. Pour les faucons, il n'y a ni avantage ni inconvénient. De ce fait, la cohabitation se déroule sans accroc. G. M.

## LA ROUTE DES HIPPOS

● Les hippopotames de Tanzanie auraient ouvert des chemins sans le savoir... Certaines pistes de terre auraient été creusées par les pachydermes pour relier des mares aujourd'hui disparues. Certains de ces chemins dateraient de plus d'un million d'années. C. C.

C. JARLAN/CIDIL





## Aujourd'hui...

En Bretagne, la filière des télécoms se développe à grande vitesse et pas seulement dans l'audiovisuel numérique. La Bretagne abrite 40% de la recherche française, avec 4 000 chercheurs au sein de centres d'études (CNET, CCETT, INRIA-IRISA...), de grands groupes (Alcatel, Thomson, AT&T, TRT, Matra...) ou de laboratoires des grandes écoles et universités (ENST-Bretagne, ISEB, Supélec...). Côté entreprises, la progression est aussi remarquable. Le secteur de l'électronique emploie plus de 20 000 salariés, pour la plupart de niveau cadre et maîtrise !

## ... et demain

Depuis 1995, la Bretagne a déjà mobilisé 80 millions de francs dans le programme ITR (Informatique-Télécommunications-Réseaux). Objectif : aider à la diffusion et au développement des technologies de l'information dans tous les domaines, économie, formation, culture... En outre, la Région Bretagne, Télédiffusion de France et l'ANVAR viennent de lancer un appel à propositions dans le but de faire émerger de nouveaux services de diffusion de données par voie hertzienne. Il s'agira d'utiliser la capacité des réseaux de radiodiffusion de TDF, pour transporter des données informatiques (textes, sons, images fixes ou animées) en complément des programmes de télévision et radio.



A-gerardin@cyberbretagne.tm.fr

Alors que les Français en sont à acheter leur premier autoradio numérique, les ingénieurs bretons, eux, regardent la télévision numérique à bord de leur voiture ! • Logique : depuis 25 ans, ces ingénieurs, chercheurs et industriels s'intéressent à la radio et à la télévision numériques • La Bretagne est décidément à l'avant-garde de ces technologies •

# Télécoms : la Bretagne à la source du numérique

« La télévision et la radio numériques ? Pour nos maisons mères, France Télécom et TDF, c'est une locomotive formidable qui démarre. Pour nous, c'est un train dans lequel nous sommes montés il y a longtemps... » explique Christiane Schwartz, directeur R&D des Services de Diffusion et Multimédia au Centre Commun d'Études de Télédiffusion et de Télécommunication

(CCETT), installé au sein de la technopole Rennes Atalante. « Nos ingé-

nieurs travaillent sur l'image numérique depuis 1972, date de notre création. » Cette « précocité » a permis au CCETT d'être à l'origine des différentes technologies de base de l'audiovisuel numérique. « En 1988, nous avons été les premiers en Europe à présenter une chaîne complète de radio numérique. Cinq ans plus tard, nous étions les seuls à pouvoir faire la démonstration d'un tout nouveau système de diffusion de télévision numérique, pour le câble, l'hertzien et le satellite. »

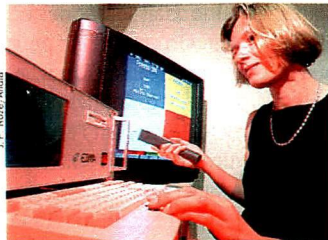
## Les PME prennent le relais

Autant dire que ce centre a acquis dans ce domaine une avance considérable, dont ont su profiter les entreprises locales. Un exemple : Iste, société de 17 salariés, basée près de Rennes et spécialisée dans les produits électroniques destinés à la télévision numérique. « Aujourd'hui encore, 20 % de nos produits sont issus de liens étroits avec le CCETT », confirme Senh T. Tan,

le gérant. « Nous industrialisons notamment les fruits de leurs recherches, parfois en les adaptant aux besoins du marché. » Avec réussite : de 600 000 francs en 1996, le chiffre d'affaires d'Iste devrait atteindre 17 millions en 1997 ! Plus encore que l'art d'utiliser les découvertes des labos, c'est désormais le goût de la recherche qui irrigue le tissu industriel des télécoms bretonnes. Ainsi, le CCETT a été durant 14 ans un des principaux commanditaires d'Edixia, PME de 70 salariés installée à Vern-sur-Seiche. « Maintenant notre stratégie évolue et nous accentuons plutôt notre propre effort de recherche », explique Christian Queffelec, le président du directoire. « Nous faisons partie des rares sociétés au monde à proposer un matériel professionnel d'enregistrement d'images numériques sur micro-ordinateur. »

## Les grands groupes à la pointe

Le parcours de Thomson Broadcast Systems, qui emploie 700 salariés, dont près de 400 sur ses sites de Brest et Rennes, est tout autre. « Nos relations avec le CCETT se situent très en amont », explique Arnaud de Panafieu, directeur général adjoint. « Nous ne sommes pas que des fabricants d'équipements : nos équipes créent et développent des systèmes, et nous avons ainsi participé, avec le CCETT, à certains travaux de standardisation dans le domaine du numérique ». Aujourd'hui numéro 3 mondial pour les équipements de diffusion d'images numériques compressées, l'entreprise est confiante : « Avec la présence de groupes comme le nôtre et de centres de recherche, la Bretagne continuera de faire partie des 5 places fortes mondiales à l'avant-garde des technologies numériques. »





## MINI-CENTRALES NUCLÉAIRES

● Selon la Commission européenne, les pays en voie de développement pourraient avoir besoin de centrales nucléaires plus petites, plus simples et d'une utilisation plus souple que les centrales actuelles. Au contraire, les Etats européens concentrent leurs efforts sur un projet de réacteur plus puissant que ceux aujourd'hui en service : le réacteur EPR, destiné à renouveler les parcs français et allemand d'ici quinze à vingt ans. Mais la Commission recommande aux Européens de voir plus loin, et d'étudier des réacteurs nucléaires de conception complètement nouvelle, de deux à trois fois moins puissants que les nôtres, adaptés aux besoins de pays moins développés mais dont la consommation d'électricité croît très rapidement. H. G.

**3615  
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.

## VITICULTURE

### Le bon cru de la pie



Il n'existe plus qu'une cinquantaine de couples de pies-grièches à poitrine rose en France. La moitié d'entre eux nidifient dans les basses plaines de l'Aude, entre Béziers, Narbonne et la Méditerranée. Subventionnée par l'Union européenne, leur sauvegarde ne peut se faire sans l'aide des viticulteurs. Car elle nécessite le maintien d'un paysa-

ge forgé en 1878 lorsque, pour lutter contre le phylloxera, puceron ravageur, on inondait les vignes en hiver. On construisit pour cela un réseau de fossés, jalonnés de grilles (les "martelières") régulant l'eau des crues de l'Aude. Aujourd'hui, ces inondations permettent de dessaler le sol et de le fertiliser avec les limons du delta.

**Indispensable pour sauver les dernières pies-grièches, l'entretien du réseau de fossés irriguant les vignobles de l'Aude.**

Mais il faut entretenir ce réseau, replanter des arbres, couper l'herbe des friches qui se sont étendues... Sous l'impulsion du président de la coopérative des Vignerons du pays d'Ensérune, certains exploitants se sont engagés dans cette tâche. Pour financer leurs projets, ils ont lancé une cuvée "Pie-grièche à poitrine rose". Plus de 12 000 bouteilles numérotées du millésime 96 ont été vendues. Chacune rapporte 2 F à un fonds de sauvegarde de l'oiseau.

Ainsi, la pie-grièche (*amargassal*, en occitan) est sauvée par la vigne, et le pays, sauvé par l'oiseau...

M.-L. M.

## REPRODUCTION

### L'amour en force

*Pseudocercus bifurcus* n'est pas un tendre. Quand l'envie lui vient de copuler, ce ver plat hermaphrodite assomme le malheureux élu à coups de pénis avant de l'inséminer ! Mais il court le risque de prendre des coups de son partenaire émoustillé... A l'issue de cette singulière danse nuptiale, les vers sont littéralement percés en plusieurs endroits. Seule une attaque sur six mène à l'insémination, ont constaté Nicholas Michiels

et Leslie Newmann, de l'institut de physiologie du comportement Max-Planck (Seewiesen, Allemagne), qui ont étudié seize couples de vers pendant vingt heures.

Selon les biologistes, si les vers tentent de féconder leurs congénères en évitant d'être eux-mêmes engrossés, c'est pour éviter la dépense énergétique de la gestation. Il s'agirait en somme d'assurer leur descendance sans en supporter les conséquences. S. F.



F. DELEBECQUE



SE BOIT COUPÉ. LES BAINS, 7 RUE DU BOURG L'ABBÉ 75003 PARIS

Copy

**FOUR ROSES**

**LE WHISKY**

**SERVI AUX "BAINS".**

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. A CONSOMMER AVEC MODÉRATION



## ENERGIE

### Du gaz dans l'eau

**G**az de France (GDF) dispose dans les Landes de deux sites souterrains de stockage de gaz. Celui de Lussagnet, en service depuis 1958, a une capacité de 1,7 milliard de mètres cubes, et celui d'Izaute, une capacité de 1,6 milliard de mètres cubes.

Mais GDF voit grand : en mai dernier, Alain Juppé a signé un décret autorisant l'augmentation de la capacité de stockage de Lussagnet jusqu'à 2,4 milliards de mètres cubes.

Mieux, GDF a trouvé à Siougos, près de Mont-de-Marsan (Landes), un terrain propice à la construction d'un nouveau site qui permettrait d'emmagasiner 6,25 milliards de mètres cubes. Or, selon les opposants au projet, GDF n'a pas apporté de garanties suffisantes – ce qui les a conduits à commander des études indépendantes.

### DES ÉCUS POUR LA FORÊT

● Huit pays de l'Union européenne vont se partager 13,4 millions d'écus (1 écu = 6,6 F) afin de protéger leurs forêts des incendies et de la pollution atmosphérique. Cette somme constitue la contribution de l'Union aux 125 projets sélectionnés par la Commission européenne.

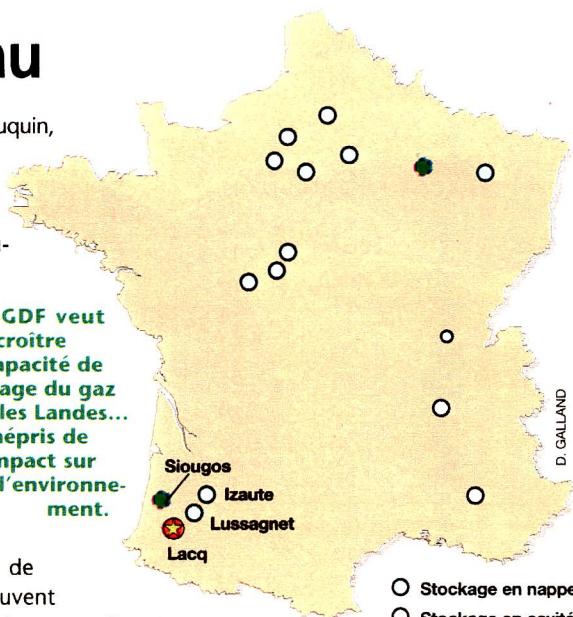
Selon Jean-Paul Hauquin, hydrogéologue auprès du Conseil régional des Landes, « Siougos est un superbe site géologique, mais le

stockage de gaz risque de perturber les stations thermales ». Sous la pression du gaz, les couches de roches poreuses peuvent expulser la très précieuse eau de source des couches profondes vers les rivières ou vers la mer, ce qui réduirait l'alimentation des stations thermales. Or,

celles-ci sont l'une des principales richesses des Landes.

En dépit de ces risques, le projet est en instance d'autorisation. Gaz de

**GDF veut accroître sa capacité de stockage du gaz dans les Landes... au mépris de l'impact sur l'environnement.**



- Stockage en nappe aquifère
- Stockage en cavité saline
- Projet de stockage
- ★ Gisement de gaz naturel

France se soucie peu des préoccupations environnementales... M.-S. G.

## ÉTHOLOGIE

### LE SPERME DES COSTAUDS

■ Chez les souris, les mâles dominateurs ont un sperme de meilleure qualité que les autres. C'est ce qu'ont montré, en septembre dernier, Sachiko Koyama et Shinji Kamimura, de l'université de Tokyo. Ils ont

élevé des souris mâles en les réunissant deux à deux. Au sein de chaque paire de souriceaux, un rapport dominant/dominé s'est naturellement instauré. Lorsque les rongeurs ont atteint leur maturité sexuelle, les chercheurs ont analysé leur sperme.

La motilité des spermatozoïdes, gage de fécondité, était excellente chez 48 % des mâles dominants, alors qu'elle ne l'était que chez 19 % des dominés.

S. F.



Le sperme des mâles dominants est de meilleure qualité.

JACANA



EXOPOWER,  
UNE TECHNOLOGIE  
QUI RÉVOLUTIONNERA VOTRE  
MANIÈRE DE SKIER ET LAISSERA  
VOS ADVERSAIRES SANS DESSUS DESSOUS.



# EXOPOWER

BENETTON  
SPORTSYSTEM

Nordica is a brand of Benetton Sportssystem spa.



## MARCHÉ AUX DÉCHETS SUR INTERNET

● Les industriels allemands peuvent désormais se débarrasser de leurs déchets par l'intermédiaire d'un site Internet : World Wide Waste Management Information System. Un industriel qui souhaite se défaire de ses déchets recyclables pourra entrer en relation avec un entrepreneur intéressé par ces déchets pour sa propre production. Grâce à cette bourse (unique, semble-t-il, sur Internet), le réseau mondial fait ses premiers pas dans la voie du recyclage écologique et économique. Pour le moment, ce site est réservé aux seuls industriels allemands, mais une version internationale devrait bientôt voir le jour. On peut d'ores et déjà consulter le site à l'adresse <http://www.wwi.de>

C. C.

● Ont collaboré à cette rubrique : Christelle Célarié, Loïc Chauveau, Sonia Feertchak, Marie-Sophie Germain, Hélène Guillemot, Géraldine Magnan, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel.

## ZOOLOGIE

### Chauves-souris dans l'espace

Les chauves-souris effraient le personnel du centre spatial de Kourou (Guyane) ! Ces chiroptères squattent la plupart des bâtiments. Le laboratoire d'écologie du Muséum national d'histoire naturelle a été chargé d'étudier cette population pour comprendre les causes de l'invasion. Les risques sont bien réels : le guano des chauves-souris contient un champignon qui peut provoquer chez l'homme une maladie grave, l'histoplasmosse. G. M.



Les chauves-souris prolifèrent sur la base spatiale de Kourou.

J. P. VARIN/  
JACANA

## RECYCLAGE

### Une trieuse pour les plastiques

Les divers types de plastique utilisés dans l'industrie ne sont pas miscibles entre eux : avant leur recyclage, il faut donc les trier. Pour simplifier cette opération, la société

française Fondis Electronic a étudié, en collaboration avec IBM, le RecyclIR.

Cet appareil fonctionne par réflexion d'un faisceau infrarouge sur l'échantillon présenté. Analysant la lumière réfléchie, la machine reconnaît en moins d'une demi-seconde une vingtaine de plastiques différents. Un ordinateur garde en mémoire l'"empreinte" de l'analyse spectrale de la lumière réfléchie par les di-

vers plastiques. En comparant la mesure effectuée à cette bibliothèque d'empreintes, le RecyclIR identifie le matériau.

Actuellement, IBM utilise l'appareil pour trier les carcasses d'ordinateurs dans son usine de recyclage. La séparation des plastiques est encore semi-manuelle. Un opérateur présente l'élément à analyser au faisceau infrarouge, et un voyant s'allume au-dessus du tapis convoyeur réservé au matériau détecté.

Fondis Electronic étudie la possibilité d'automatiser intégralement le tri : un convoyeur fait défiler l'ensemble des matériaux à recycler devant le faisceau d'analyse, et une série d'"aiguillages" orientent chaque élément vers la chaîne de traitement qui lui est destinée. H.-P. P.




Cet appareil reconnaît une vingtaine de plastiques différents.

DR





 **StarTAC™** *TOUJOURS AVEC VOUS.*



*Pour obtenir plus de renseignements sur Startac, les points de vente où se le procurer, ou connaître les autres produits de la gamme Motorola, contactez le 0 800 902 863.*



**MOTOROLA**

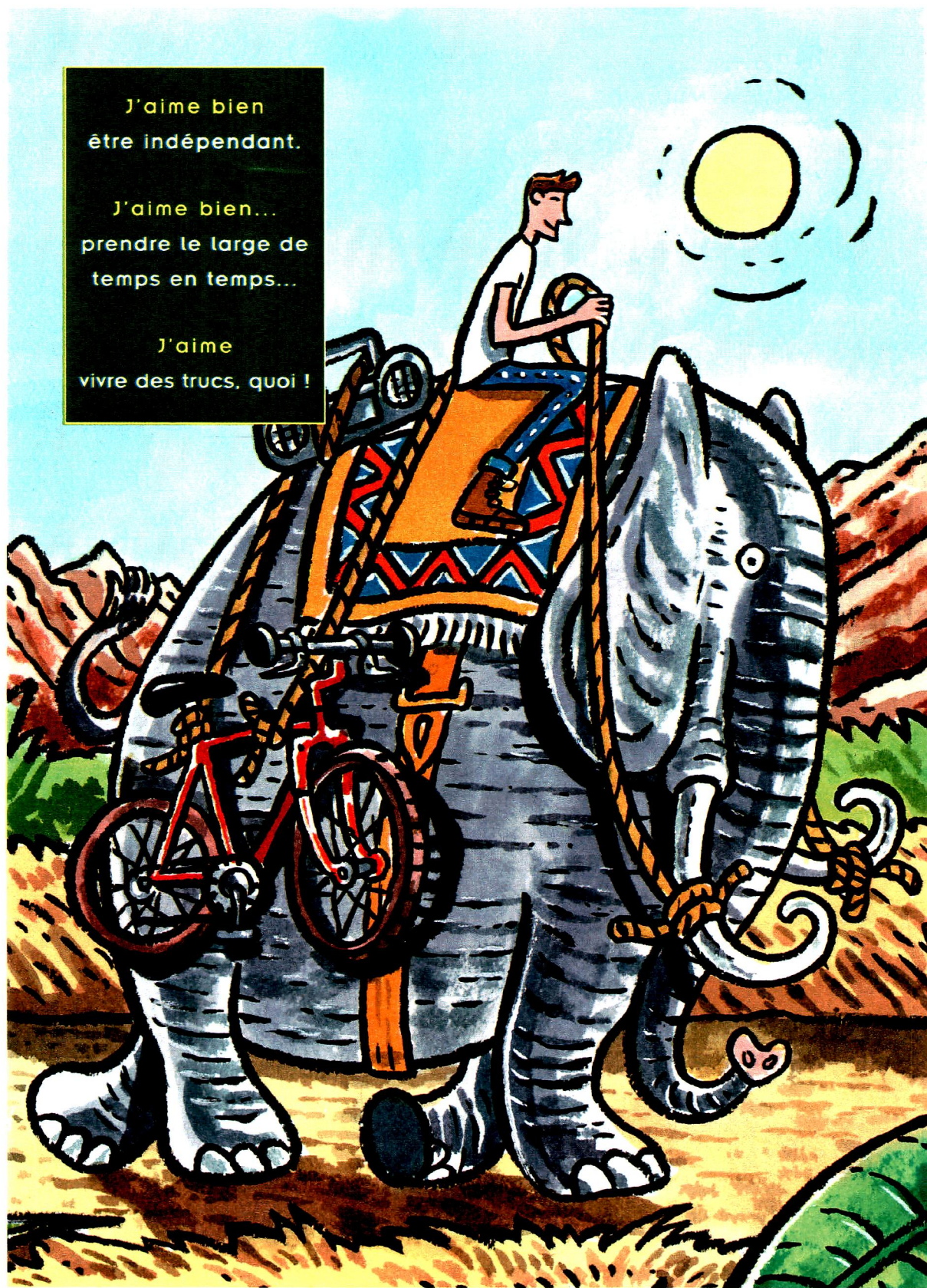
*Tout ce que vous n'avez jamais imaginé™*



J'aime bien  
être indépendant.

J'aime bien...  
prendre le large de  
temps en temps...

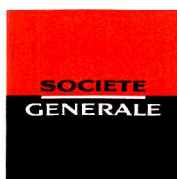
J'aime  
vivre des trucs, quoi !





# Spécial 18-24 ans. Conditions exceptionnelles sur le découvert, la Carte Bleue, les prêts... Etre jeune et indépendant, c'est normal.

Pour vous aider à vivre pleinement votre indépendance, la Société Générale a créé Coup d'Envoi, un ensemble de produits et services à des tarifs exclusifs : autorisation de découvert réellement adaptée à votre situation, Carte Bleue à demi-tarif tous les ans jusqu'à 24 ans, Prêt Étudiant Évolutif vous permettant de modifier le montant ou la durée de vos mensualités... Et si vous êtes **COUP D'ENVOI** adhérent de l'une des 9 mutuelles étudiantes régionales partenaires de la Société Générale\*, vous bénéficiez de conditions tarifaires exceptionnelles : Prêt Étudiant Évolutif au taux de 5,70 % hors assurance\*\*, autorisation de découvert de 3 000 F sans agios, réduction sur le prix de Quiétis\*\*\*... Pour plus d'informations, connectez-vous sur : <http://www.socgen.com>




## CONJUGUONS NOS TALENTS.

\* SMEREP, SMEBA, SMECO, SMENO, SMESO, SMEREB, SMERRA, MEP, MGEL. \*\* Exemple pour un prêt de 40 000 F au taux annuel de 5,70 % hors assurance (taux accordé aux étudiants adhérents des mutuelles étudiantes régionales) sur une durée globale de 7 ans, dont 5 ans de différé partiel. Charges mensuelles (assurance DIT comprise) pendant la période de différé : 202 F - pendant la période de remboursement : 945,91 F. Coût total du prêt 12 875,68 F (dont 11 667,68 F d'intérêts, 1 008 F d'assurance et 200 F de frais de dossier). TEG : 6,28 % l'an. \*\*\* Quiétis : assurance couvrant la perte ou le vol des moyens de paiement Société Générale. Garantie financière et assurance de responsabilité civile professionnelle conformes aux articles L. 550-1 et L. 550-2 du Code des Assurances.



# ACTUALITÉ TECHNOLOGIE

par Germain Chambost

A man with short dark hair is looking directly at the camera. He is holding a small, metallic robot with two large, red, textured wings. The robot has a complex mechanical structure with various gears and components visible. The background is dark.

C'est l'énergie chimique qui propulse l'"avion-insecte" de Rob Michelson, de l'Institut de recherche technique de Géorgie.

S. LEARY/GEORGIA TECH.

## L'espion qui bat des ailes

Inspirés du vol des oiseaux, des avions-robots américains munis d'ailes battantes...

Conçus pour lutter contre l'ennemi  
mais aussi contre les insectes nuisibles.

L'imagination des techniciens de l'espionnage ne connaît pas de limites. Il est vrai que la miniaturisation de plus en plus poussée des nouveaux composants électroniques ou mécaniques

leur ouvre des perspectives insoupçonnées.

Aux Etats-Unis, le Massachusetts Institute of Technology étudie ainsi des micro-avions équipés de caméras photographiques ou infrarouges

(voir *Science & Vie* n° 958, p. 38).

A l'Institut de recherche technique de l'Etat de Géorgie, on s'oriente plutôt vers des avions-robots dotés des caractéristiques des insectes ou des

oiseaux. C'est-à-dire, pour l'essentiel, d'ailes battantes au lieu d'ailes fixes... Principal avantage : avec des ailes battantes, le robot peut faire du vol stationnaire, à la manière d'un hélicoptère, mais sans la complexité mécanique de celui-ci. Le surplage facilite la surveillance et l'observation. De plus, les ailes battantes permettent de décoller et d'atterrir à la verticale, ce qui peut se révéler utile lorsque le robot opère, par exemple, dans un espace réduit ou clos – hangar,



cage d'escalier, etc.

Rob Michelson, responsable du projet, s'est inspiré du vol des insectes. Si la miniaturisation des composants rend ce projet tout à fait envisageable, le problème de la force nécessaire pour faire battre les ailes n'est pas mince. Michelson souligne que les moyens habituels, batteries électriques ou micro-moteurs, sont trop lourds et trop volumineux. Il a donc eu recours à une réaction chimique pour produire l'énergie.

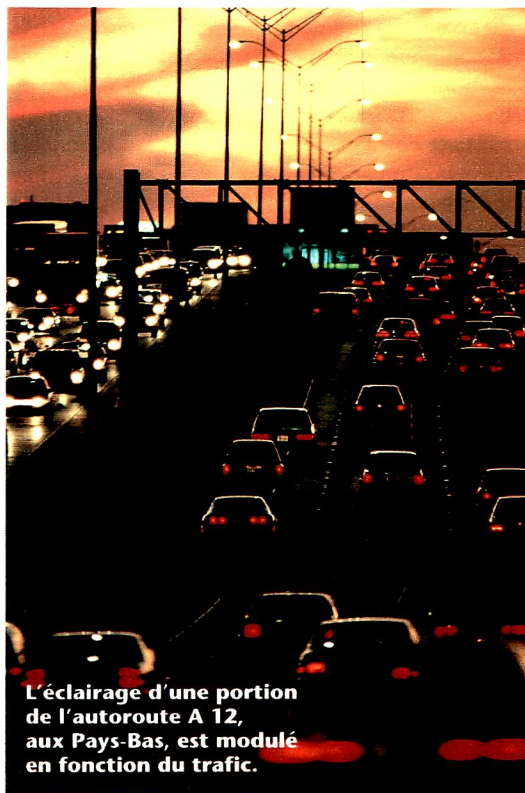
Il affirme que son prototype fonctionne, mais refuse, bien entendu, d'en dévoiler le secret, et notamment de détailler les substances chimiques dont il s'est servi. Pour désarmer les critiques qui pourraient lui reprocher de mettre son imagination au service de réalisations purement guerrières, le chercheur de Géorgie fait remarquer que ses insectes-robots auront aussi des applications civiles : par exemple en agriculture, pour détruire les insectes nuisibles, grâce à des senseurs qui guideraient les robots vers les parasites et à des micro-épandeurs qui les aspergeraient d'insecticide.

## ROUTES

# Eclairage à la carte

**A**u lieu d'allumer et d'éteindre les lampadaires des routes à heure fixe, pourquoi ne pas moduler l'éclairage en fonction des conditions de trafic ? En effet, il est inutile d'éclairer au maximum une voie par nuit de pleine Lune ou lorsqu'il ne passe que quelques voitures.

Gaspillage, gaspillage, se sont dit les techniciens du TNO, l'Institut néerlandais de recherche scientifique appliquée. Et sous l'égide du ministère néerlandais des Transports, une portion de dix kilomètres de l'autoroute A 12, aux Pays-Bas, a été équipée d'un système qui s'"adapte" aux conditions météorologiques, au degré d'obscurité ou à la densité du trafic.



L'éclairage d'une portion de l'autoroute A 12, aux Pays-Bas, est modulé en fonction du trafic.

C. THATCHER/PHOTOGRAPHY-STONE IMAGES

## SÉCURITÉ

# SAUVÉ PAR LE FLUBE !

■ Enroulé autour de la ceinture, ou porté dans son enveloppe autour du cou, le Flube se gonfle et se transforme en bouée de sauvetage. Il prend alors l'aspect d'un tube de 2 m de longueur et 90 mm

de diamètre. Il suffit de tirer une cordelette, qui libère le dioxyde de carbone contenu dans une petite bouteille.

Le Flube a été conçu en Australie.  
G. M.

Ce long tube est une bouée de sauvetage : dégonflé, il s'enroule autour de la ceinture, et se gonfle en cas de risque de noyade.



36 15  
**SCV**

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



## HYGIÈNE

### LE TITANE LAVE L'AIR

■ Lorsqu'il est soumis à l'action du soleil, l'oxyde de titane décompose les molécules de l'air responsables des odeurs. La société japonaise S.T. Chemical exploite cette propriété dans un boîtier capable d'éliminer les mauvaises odeurs à l'intérieur d'un espace clos et lumineux.

Le boîtier, de la taille d'un livre, contient un aspirateur (mû par l'énergie solaire) qui oxyde – donc purifie – l'air ambiant grâce au composé de titane. La firme japonaise affirme que l'efficacité de son système est supérieure à celle de tous les autres procédés actuellement connus.

## IMMOBILIER

### Appartement virtuel

V isiter son appartement avant qu'il soit construit : l'acheteur potentiel pourra le faire grâce au logiciel Irysus, imaginé par d'anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (CNAM).

Texture des éléments de construction, matériaux, meubles, couleurs, tout est regroupé dans le logiciel. Le futur propriétaire

peut ainsi découvrir sur un écran l'aspect qu'aura sa cuisine, sa chambre ou son salon. Et la présenta-

tion du projet immobilier peut même s'étendre à l'environnement : site, commerçants, transports, écoles, etc.

**Matériaux, forme, décor : le logiciel Irysus fait découvrir aux acheteurs leur futur appartement, avant même qu'il ne soit construit...**

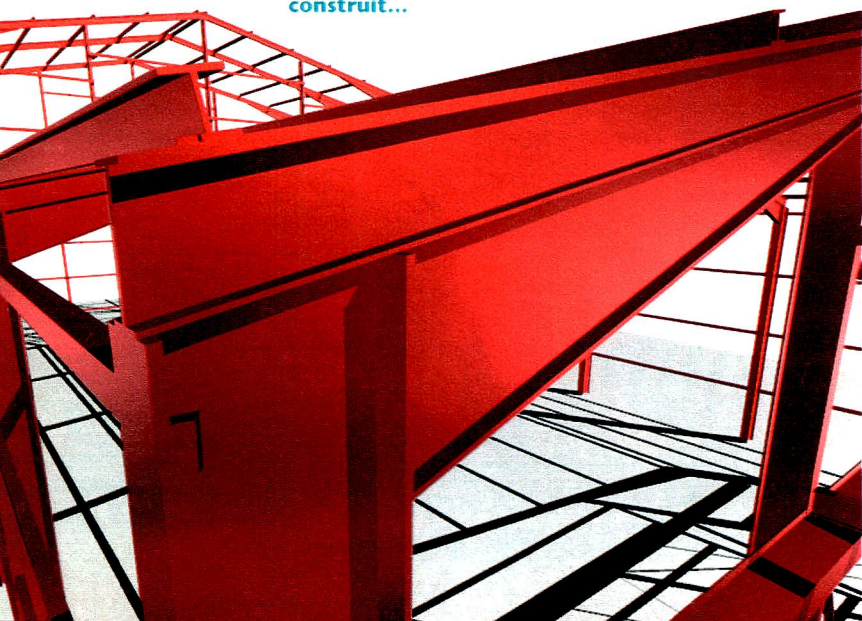


## LES FUMEURS PRIS AU PIÈGE

● Pour satisfaire leur vice à bord des avions, les fumeurs invétérés sont prêts à tout. Pour fumer dans les toilettes, certains démontent les grilles des détecteurs de fumée afin de les obstruer. A la demande des compagnies aériennes, Airbus Industries a donc imaginé une grille qui ne peut s'enlever qu'à l'aide d'un outil spécial – outil dont seuls disposent les techniciens chargés de la maintenance des avions...

## LE VÉLO QUI DÉNONCE LES VOLEURS

● La police britannique a trouvé un moyen de pister les voleurs récidivistes. Elle dispose bien en vue, et sans grande protection, un VTT haut de gamme qui est en réalité un appât. Il est équipé d'un système électronique – un émetteur –, qui permet aux policiers de suivre le voleur jusque dans sa cachette, dont la position est indiquée sur un écran. L'inventeur du dispositif est John Trueman, un officier de police du Yorkshire.





# Allumez moi!



Son poids de 1,9kg et son épaisseur de 28mm font du Lifebook de la série 600 l'un des plus légers et plus fins des ultraportables que vous pouvez trouver sur le marché.

Grâce à son unité d'extension multimédia comprenant un lecteur CD-ROM 16x, un lecteur de disquettes et des haut-parleurs intégrés, vous pourrez faire des présentations où vous le désirez!

Appelez-nous vite au:

**01 41 97 93 22**

Visitez notre site Internet  
[www.fujitsu-computers.com](http://www.fujitsu-computers.com)

## Fujitsu LifeBook™ 656Tx

Processeur Intel  
Pentium® 150MHz  
avec technologie MMX™

32Mo de mémoire  
SDRAM

Mémoire vidéo de  
1,2Mo VRAM avec  
accélérateur graphique  
PCI de 128bit

2 ports PCMCIA  
de type II

Port Zoomed Vidéo

Batterie Lithium Ion

Suite de logiciels  
RoadOffice

Unité d'extension  
multimédia

Microsoft® Windows™ 95

Garantie 3 ans  
Internationale

**LIFEBOOK**

LE LOGO INTEL INSIDE, PENTIUM ET MMX SONT DES MARQUES DÉPOSÉES OU DES APPELLATIONS D'INTEL CORPORATION.

**Pour plus d'informations, veuillez contacter: FUJITSU-ICL Computers S.A, Immeuble-Optima,  
8 rue Godefroy, 92822 Puteaux cedex, France. Tél: 01 41 97 93 22 Fax: 01 41 47 90 80**



S.V. 28.10.97. LB-9

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
Titre \_\_\_\_\_  
Société \_\_\_\_\_  
Adresse \_\_\_\_\_  
Code Postal \_\_\_\_\_  
Tél \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_

# FUJITSU

PCs • NOTEBOOKS • SERVERS



## CONDITIONNEMENT

### UN JUS DE FRUIT BIEN FRAPPÉ !

■ Une simple pression sur une valve placée à la base d'une boîte de jus de fruit, et le liquide se rafraîchit instantanément. Un petit conteneur à gaz sous pression se trouve à l'intérieur de la boîte : l'ouverture de la valve permet au gaz de s'échapper, ce qui provoque par détente un abaissement de la température.



Cette canette est auto-réfrigérante grâce à son petit réservoir de gaz sous pression.



## INFRASTRUCTURES

### Un pont en plastique

Un pont en plastique renforcé de fibres de verre vient d'être inauguré à Kolding (Danemark).

Long de 40 mètres et large de 3, il enjambe la voie de chemin de fer qui relie la Scandinavie à l'Europe

continentale et répond bien entendu aux normes de sécurité les plus strictes. Destiné en priorité aux piétons, il peut néanmoins supporter les motos et les véhicules de moins de 5 tonnes.

Conçu par la société Fiberline Composites A/S, le pont de Kolding pèse deux fois moins lourd que le même ouvrage réalisé en acier. Autre avantage : son excellente résistance à la corrosion, car il est pratiquement insensible à la pluie, au gel et au sel.



Le pont en plastique de Kolding au Danemark, est pratiquement insensible à la pluie et au sel.

FIBERLINE/TECHNIQUE DE L'INGÉNIEUR

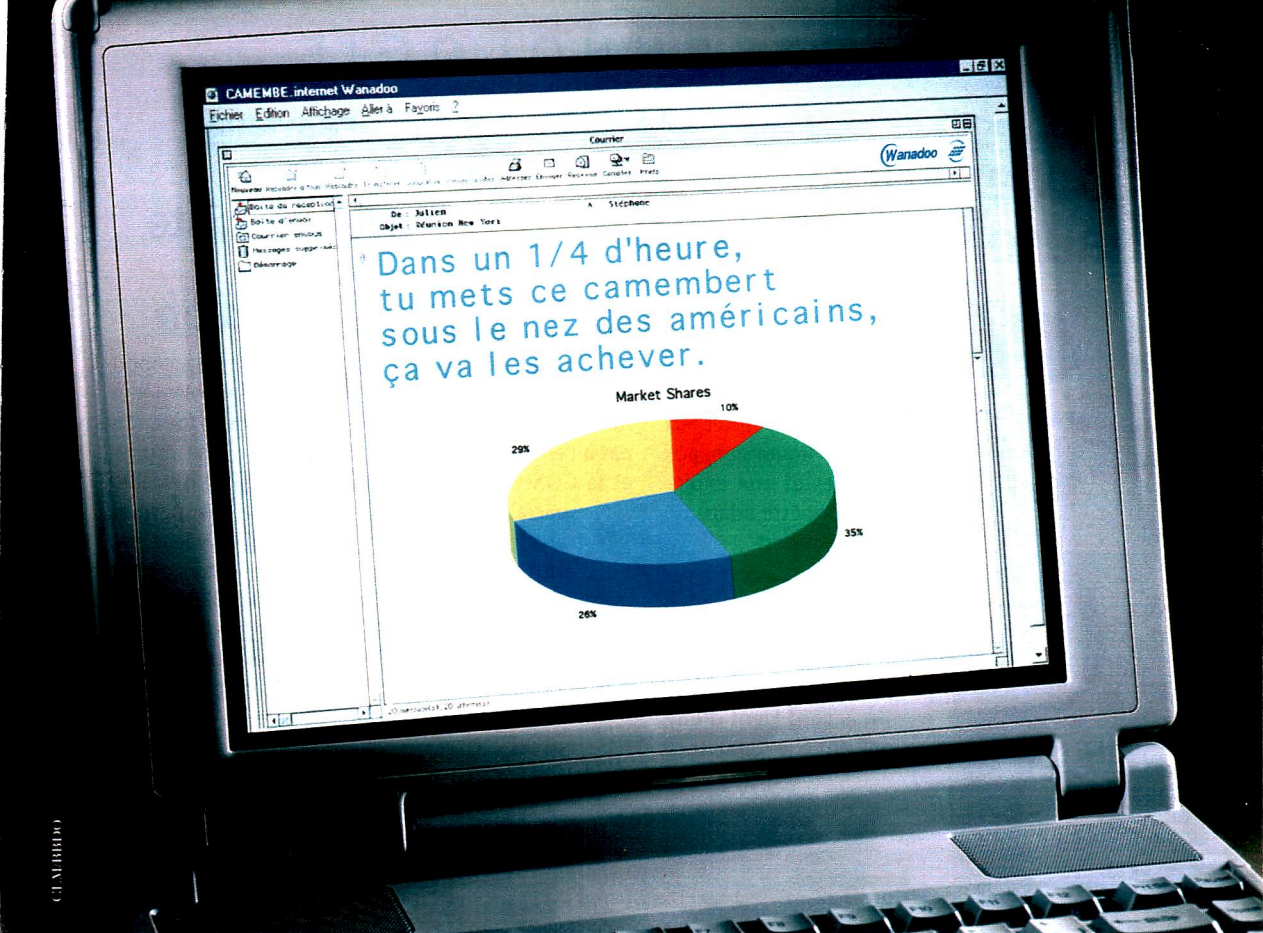
## DÉCHIQUETEUSE PORTABLE

● La meilleure façon de détruire des documents en papier est de les déchiqueter. Mais les appareils utilisés ont souvent la taille d'un meuble de bureau... La déchiqueteuse de la société Newport (Tokyo) tient dans un attaché-case et pèse 420 g. Elle broie les documents en filaments de 2 mm de largeur, à la vitesse de 2 m par minute.

## LE LASER À EAU

● Un procédé révolutionnaire de découpe vient d'être mis au point par Bernold Richerzhagen, un ingénieur de Lausanne (Suisse). L'instrument est un faisceau laser, guidé par un jet d'eau d'un dixième de millimètre de diamètre, qui se comporte comme une fibre optique. Le procédé permet des usinages plus complexes qu'avec un faisceau laser non guidé et un refroidissement instantané par l'eau de la pièce travaillée. Outre sur les métaux, les céramiques et les composites, le procédé peut aussi être utilisé sur des polymères.





Quand on a besoin de vous ici et ailleurs.

Mot de passe

**Wanadoo**

L'Internet par France Télécom

Tant que vous ne posséderez pas le don d'ubiquité, impossible d'être partout à la fois. Aujourd'hui, grâce à l'Internet, vous pouvez travailler dans un endroit et intervenir ailleurs en même temps, dans une réunion, une conférence ou un groupe de travail. Le tout est de savoir comment accéder à l'Internet.

Avec **Wanadoo**, vous possédez le **mot de passe** qui vous donne accès à tout l'Internet et met à votre disposition :

- une **adresse électronique à votre nom** ("E-mail"), pour joindre vos clients et être joint par eux dans le monde entier,
- le **Carnet d'adresses** (annuaire "E-mail"), pour trouver un prospect,

- **votre web** ou page perso, pour présenter vos produits ou services sur l'Internet.

Wanadoo vous propose un **kit de connexion en français**, accompagné d'un guide d'utilisation détaillé et pratique.

De plus, Wanadoo vous offre une **assistance téléphonique** pour répondre à toutes vos questions.

**Pour vous abonner, rendez-vous dans votre Agence France Télécom et aux rayons micro de la plupart des grandes surfaces et magasins spécialisés, ou bien appelez le N°Azur 0 801 63 34 34 ou faites le 3615 Wanadoo (1,29 F ttc/min).**



Nous allons vous faire aimer l'an 2000.



**France Telecom  
Interactive**



## MUSÉOLOGIE

## Conteneurs haute sécurité



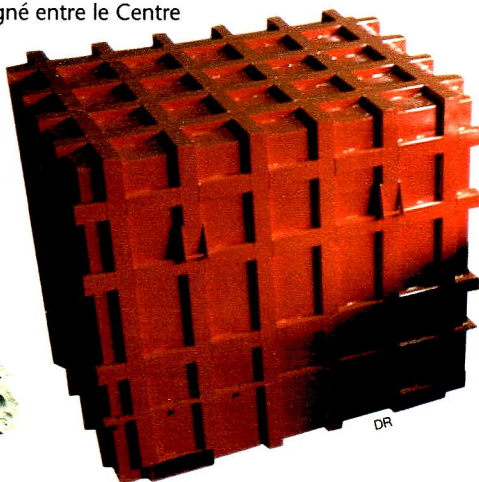
La petite danseuse de Degas voyagera désormais à l'abri des chocs, des incendies et des explosions grâce aux conteneurs du CESTA et de la COMEMO.

Conçus pour le transport des armes nucléaires, des conteneurs capables de résister aux chocs, à l'immersion, aux incendies et aux explosions vont être adaptés au transport

d'objets précieux, statues, tableaux, etc.

Un accord vient d'être signé entre le Centre

d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine (CESTA), qui dépend de la direction des applications militaires du Commissariat à l'énergie atomique, et la COMEMO, société spécialisée dans le transport d'œuvres d'art. Le CESTA réalisera l'étude et les essais des nouveaux conteneurs, la COMEMO les commercialisera.



## PRÉVISION

## Météorologiste sous pression

L'évolution des conditions météorologiques est notamment fonction de la pression atmosphérique. La baisse de celle-ci, par exemple, permet de prévoir l'arrivée d'une perturbation, alors que sa remontée est plutôt signe de beau temps. De même, l'évolution de la température en fonction de l'heure de la journée fournit de précieux renseignements au prévisionniste. Ces principes de base sont exploités dans un petit appareil mis au point par la société japonaise Empe Instruments.

Pesant moins de 100 g, il est muni de capteurs de pression et de température, d'une montre et d'un altimètre (pression et température varient en fonction de l'altitude, ce dont il faut tenir compte pour obtenir des indications exactes). A partir de ces données et de leur évolution, le microcalculateur de l'appareil fournit une prévision du temps, soit sous la forme de chiffres, soit sous celle de graphiques qui s'affichent sur un petit écran.

## RECYCLAGE

## PISCINES PAS BIDONS

Des piscines en pare-chocs de voiture ou en vieux bidons recyclés : il suffisait d'y penser... L'entreprise française Desjoux, de Saint-Etienne, propose des coffrages pour piscines enterrées en polypropylène récupéré sur des objets courants mis au rebut. Avantage à la fois écologique

Piscine en bidons recyclés conçue par la société Desjoux.

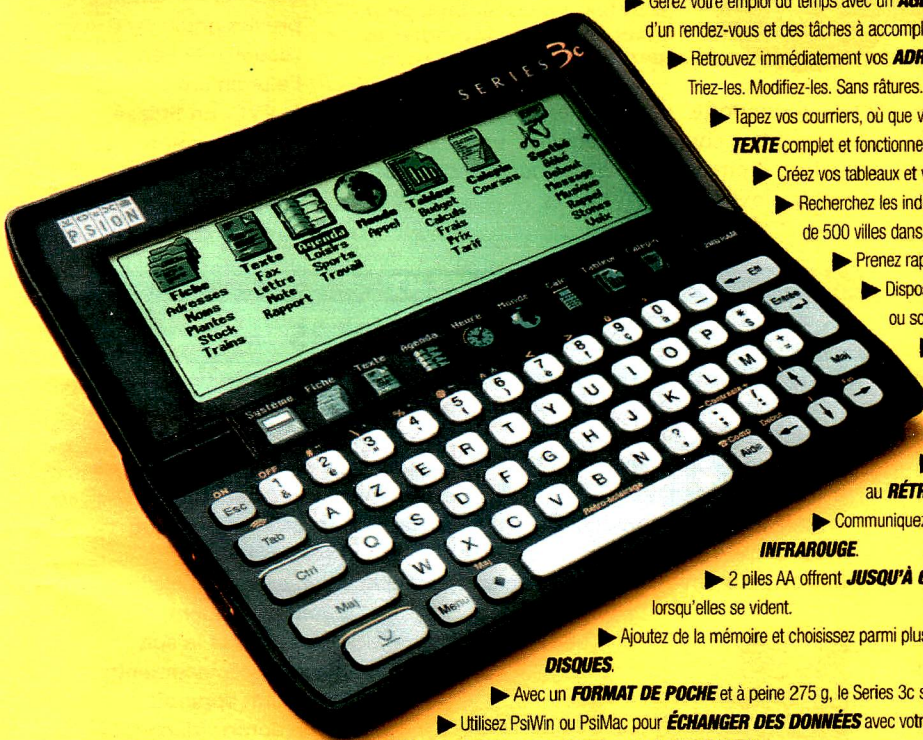
et pécuniaire : par rapport à un coffrage de piscine traditionnelle, le gain sur le prix de revient atteint 30 %.





# DÉPASSÉ

## SANS LIMITES



► Gérez votre emploi du temps avec un **AGENDA** qui vous prévient de l'approche d'un rendez-vous et des tâches à accomplir.

► Retrouvez immédiatement vos **ADRESSES**, numéros de téléphone, contacts, etc. Triez-les. Modifiez-les. Sans ratées.

► Tapez vos courriers, où que vous soyez, sur un vrai **TRAITEMENT DE TEXTE** complet et fonctionnel.

► Créez vos tableaux et vos graphes avec le **TABLEUR**.

► Recherchez les indicatifs téléphoniques et fuseaux horaires de plus de 500 villes dans le **MONDE**.

► Prenez rapidement des notes sur le **CALEPIN**.

► Disposez d'une **CALCULATRICE** classique ou scientifique.

► Passez le temps et testez votre chance avec un **JEU** de réussite.

► Enregistrez, écoutez vos **MESSAGES** et transformez-les en alarmes personnalisées.

► Illuminez l'écran dans l'obscurité grâce au **RÉTRO-ÉCLAIRAGE**.\*

► Communiquez avec imprimantes et autres Psion par

**INFRAROUGE**.

► 2 piles AA offrent **JUSQU'À 60 HEURES D'UTILISATION** et vous alertent lorsqu'elles se vident.

► Ajoutez de la mémoire et choisissez parmi plus de 3000 logiciels grâce aux **LECTEURS DE**

**DISQUES**.

► Avec un **FORMAT DE POCHE** et à peine 275 g, le Series 3c s'emmène partout.

► Utilisez PsiWin ou PsiMac pour **ÉCHANGER DES DONNÉES** avec votre PC ou votre Mac.

► Des possibilités sans limites. A partir de **2990 F TTC**.

**PRINCIPAUX POINTS DE VENTE** : Auchan, Boulanger, Boutiques Aéroports de Paris, FNAC, Galeries Lafayette, Hypermédia, Métro, Surcouf, certains magasins BHV et Printemps et les Centres Agréés Psion.

\* Version 2 Mo uniquement.

**PSION**

**SERIES 3c**

**Avec vous. Partout.**

<http://www.pSION-fr.com>

**DOCUMENTATION GRATUITE AU 01 53 41 12 36**



## SÉCURITÉ

## Camion de pompiers à tout faire



Le premier camion équipé pour lutter contre les incendies et procéder à des désincarcérations.

A. BEINAT

Le département de Meurthe-et-Moselle est le premier de France à mettre en service un camion polyvalent, capable à la fois de lutter contre les incendies et de procéder à des opérations de désincarcération, par exemple pour libérer les occupants d'une voiture accidentée.

Contre les incendies, le camion est équipé de tuyaux, de lances et d'un réservoir de 2 600 litres d'eau, plus 360 litres de produit émulsifiant.

Pour la désincarcération, un groupe électrique et hydraulique met en œuvre des mâchoires, des cisailles, un cric mécanique de 5 tonnes, des coussins de levage pneumatique, des coupe-boulons.

En outre, le camion est surmonté d'un mât d'éclairage de 6 mètres et de deux projecteurs de 500 watts sur trépied.

Enfin, il emporte des équipements complémentaires, comme un ensemble d'oxygénothé-

rapie, un matelas-coquille, un brancard, etc., pour le secours des blessés.

A. B.

## POUBELLES SOUS SURVEILLANCE

● Les déchetteries du canton de Zurich (Suisse) sont placées sous surveillance grâce à des caméras associées à un éclairage *a giorno*. Objectif : s'assurer que les gens ne viennent pas déposer leurs ordures ménagères, leurs vieux pneus ou leurs ferrailles dans les conteneurs prévus pour recueillir le verre, l'aluminium ou le PVC. En Suisse, on ne plaisante pas avec le tri sélectif des déchets.

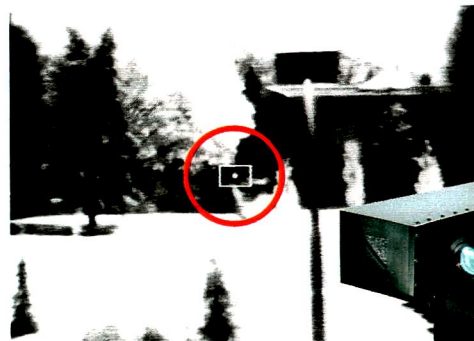
## ARMEMENT

## LASER ANTI-SNIPERS

■ Les crimes des "snipers" durant le conflit en ex-Yougoslavie ont souligné l'impérieuse nécessité de disposer d'un moyen de localiser ces tireurs embusqués. La Compagnie industrielle des lasers (CILAS) a mis au point un détecteur capable

de repérer les lunettes de visée, qu'elles soient optiques ou optroniques (viseur optique associé à un système électronique d'amplification). C'est une sorte de caméra-laser, dont le rayon, balayant la zone choisie par l'opérateur, se "verrouille"

automatiquement sur sa cible et la suit dans ses déplacements. Le résultat apparaît sur un écran vidéo.



La "caméra-laser" mise au point par la CILAS, pour repérer les tireurs embusqués.

CILAS/REVUE AEROSPATIALE



## AGRICULTURE

# Epouvantail à lumière

C'est bien connu : les Britanniques aiment les animaux et répugnent à leur faire du mal. Dilemme pour les cultivateurs d'outre-Manche : comment éloigner définitivement les oiseaux des récoltes qu'ils dévastent ?

Avec un épouvantail, bien sûr... Mais un épouvantail réellement efficace.

D'abord conçu par un agriculteur pour sa propre exploitation familiale, le Peaceful Pyramid Birdscarer (1) se présente sous la forme d'un réflecteur rota-

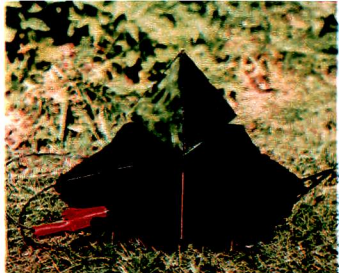
tif en forme de pyramide. Il réfléchit la lumière du Soleil et la dévie vers l'atmosphère, donc vers les oiseaux.

Selon l'inventeur, l'intensité lumineuse surchargerait les récepteurs visuels des volatiles, les dissuadant de se poser... et de se nourrir. C'est un petit moteur électrique alimenté par une batterie de 12 volts qui fait tourner l'épouvantail mécanique. Sa dernière version comprend même un capteur photosensible qui coupe automatiquement le moteur à la tombée de la nuit, ce qui autorise une

autonomie d'alimentation de dix semaines.

Conçu pour l'agriculture, le Peaceful Pyramid Birdscarer pourra sans doute trouver d'autres domaines d'utilisation, par exemple sur les aérodromes. G. M.

(1) Qu'on pourrait traduire par : "effrayeur" d'oiseaux pacifique et pyramidal.



Le Peaceful Pyramid Birdscarer éblouit les oiseaux.

## CONTRE FLAMMES ET ACIDES

● Jusqu'à présent, les pompiers devaient choisir entre une tenue qui les protège du feu et une autre qui les protège des agressions chimiques. Le Profac, un uniforme qui vient d'être conçu par la société Paul Boyer, à Sète, les mettra désormais à l'abri des deux dangers. Une couche intérieure en feutre aramide les isole de la chaleur. Elle est recouverte de Nomex, une matière synthétique aluminisée qui résiste aux agressions chimiques.

● Ont collaboré à cette rubrique : Arnaud Beinat et Gérard Morice.

# Bulletin d'abonnement à SCIENCE & VIE

à retourner sous pli affranchi avec votre règlement à SCIENCE & VIE 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15



12 mensuels  
+ 4 hors série  
trimestriels de  
SCIENCE & VIE  
+ en cadeau  
la calculatrice  
scientifique pour

**296 francs**  
seulement

**Oui**

je m'abonne **1 an** à SCIENCE & VIE  
et à ses hors série  
soit 12 mensuels + 4 trimestriels thématiques.

● je règle la somme de **296 francs** seulement et je recevrai en cadeau de bienvenue la calculatrice scientifique\*\* de SCIENCE & VIE.

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

\*Prix normal de vente des magazines chez votre marchand de journaux

\*\* Délai de réception de 3 à 4 semaines, à partir du règlement de votre abonnement.

OFFRE VALABLE JUSQU'À FIN 1997 ET RÉSERVÉE À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE.

**Vous pouvez aussi vous abonner par téléphone au 01 46 48 47 17**

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 publications 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.

Extra plate, multifonctions, affichage de 10 chiffres. Dim. 12,5 x 7,5 cm.





DE BONS AMIS  
DE BONS ENI





C'EST IMPORTANT  
VENIR AUSSI







ACTUALITÉ

MÉDECINE

par Philippe Chambon

À l'extrémité (orange) des chromosomes (bleus), une clé du vieillissement cellulaire...

# Le cancer n'aime pas vieillir

## Vaincre le cancer

et le vieillissement avec une seule arme ?  
C'est l'espoir des chercheurs qui viennent de découvrir une protéine gouvernant la longévité des cellules.

**D**epuis plusieurs années, les biologistes s'intéressent à une étonnante enzyme, la télomérase. Elle est chargée de reconstruire l'extrémité des chromosomes qui s'érouent à chaque division cellulaire. Cependant, son activité n'est pas éternelle : progressivement, les cellules vieillissent et meurent faute de télomérase active.

Inversement, la télomé-

rase peut agir de façon excessive, retardant la mort de cellules qui prolifèrent en toute liberté et deviennent cancéreuses.

Or, des chercheurs de l'université du Colorado (Etats-Unis) ont découvert que l'activité de la télomérase est liée à l'une des protéines qui la constituent. Lorsque cette protéine fait défaut, les cellules vieillissent. En revanche, dans 90 % des cancers, c'est

cette protéine qui confère à la télomérase une activité redoublée.

Les biologistes détiennent donc une clé moléculaire unique pour le cancer... et pour le vieillissement cellulaire. Si la mise au point d'un baume de jouvence à base de télomérase n'est pas sérieusement envisagée, les chercheurs estiment cependant que la lutte contre le cancer pourrait bientôt bénéficier de

leur découverte. Ils ont en effet remarqué que la protéine en question ressemble à la transcriptase inverse qu'utilise le virus du sida (VIH) pour se reproduire. Certains chercheurs avancent donc l'idée qu'une légère modification des médicaments destinés à bloquer la transcriptase inverse du VIH pourrait fournir des anticancéreux très intéressants. Une découverte à suivre.

P.-M. LANSOORP, T. FOX, LABORATORY, BC CANCER RESEARCH CENTRE, VANCOUVER

3615  
**SCV**

Abonnez-vous  
sur minitel !  
(mot clé ABON,  
puis ENVOI).



## CARDIOLOGIE

# Antibiotique contre infarctus

**E**n administrant à des patients victimes d'un infarctus un traitement à base de roxithromycine – un antibiotique actif sur les *Chlamydiae pneumoniae*, bactéries responsables d'infections respiratoires –, le Dr Enrique Gurfinkel, cardiologue à la fondation Favaloro, à Buenos Aires (Argentine), est parvenu à diminuer de façon significative le risque de rechute.

Bactéries *Chlamydiae pneumoniae* (en rouge) dans une artère coronaire.

Cet essai thérapeutique confirme donc le lien, mis en évidence par plusieurs équipes dans le monde, entre l'infection chronique causée par *C. pneumoniae* et la maladie coronarienne. De nombreux patients

touché par cette dernière présentent, en effet, des anticorps anti-*C. pneumoniae*. P. R.

## IMMUNOLOGIE

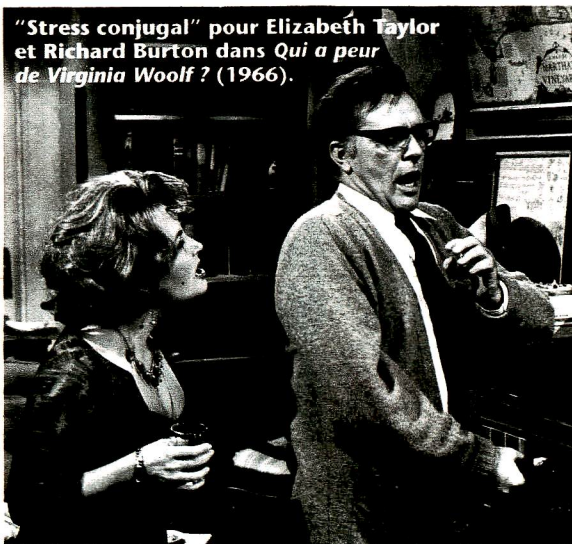
## LES RISQUES DU MARIAGE

■ On pourrait croire qu'au fil du temps on finit par se blinder contre les scènes de ménage. Il n'en est rien. Plus les griefs sont nombreux – critiques, interruptions répétées, désaveux, etc. –, plus la libération des hormones du stress augmente, en particulier chez les femmes. Résultat : chez les personnes âgées, les affrontements conjugaux entraînent un affaiblissement de la réponse

immunitaire. C'est le résultat d'une étude de Janice Kiecolt Glaser, publiée dans la revue américaine *Psychosomatic Medicine*.

"Stress conjugal" pour Elizabeth Taylor et Richard Burton dans *Qui a peur de Virginia Woolf ?* (1966).

CAT'S COLL/WARNER BROS. INC.



## LE VIRUS DU DIABÈTE

● On connaît le rôle joué par certains gènes dans le diabète insulino-dépendant, mais l'origine de cette maladie auto-immune reste mystérieuse. Une équipe internationale de virologistes vient de proposer une interprétation infectieuse. Selon ces chercheurs, le rétrovirus IDDMK 22 ne se rencontre que chez les diabétiques. En infectant les cellules productrices d'insuline, IDDMK 22 les rendrait susceptibles d'être détruites par le système immunitaire. D'autres travaux signalent d'ailleurs le rôle possible de rétrovirus dans plusieurs maladies auto-immunes.



La lamproie (ici, *Petromyzon marinus*) est capable de régénérer sa moelle épinière.



Y. LANCEAU/JACANA

## NEUROCHIRURGIE

### La lamproie au secours des paralysés

**D**e tous les vertébrés, la lamproie, cet animal aquatique primitif en forme d'anguille, est le seul capable de réparer lui-même sa moelle épinière lorsqu'elle est sectionnée.

Selon les chercheurs de l'université de Pennsylvanie (Etats-Unis), le processus de régénération est dû à une protéine, dont ils cherchent à identifier le gène. En "greffant" à des paraplégiques et à des tétraplégiques ce gène de lamproie, ils

espèrent en effet obtenir leur guérison.

Espoir lointain, mais espoir tout de même. P. R.

## LE CŒUR DES FUMEURS

● Les fumeurs qui n'ont pas un rythme cardiaque normal pendant un effort physique intense courent cinq fois plus de risque que les non-fumeurs de développer une maladie coronarienne.

## PSYCHOLOGIE

### Cancer : quand le moral flanche

**C**eux qui ont ou qui ont eu un cancer le savent : supporter le diagnostic, le traitement et l'éventualité d'une rechute est une rude épreuve psychologique.

Malheureusement, pour des raisons financières, entre autres, peu d'hôpitaux disposent d'une unité de psychoncologie, regroupant des psychologues et des psychiatres capables d'apporter aux malades le soutien nécessaire.

Si, dans tous les hôpitaux de l'Assistance publique de Paris, il y a au moins un psychologue en cancérologie, dans les

autres régions, la situation est très variable.

Lors de la deuxième Conférence de la santé, qui s'est tenue début juillet à Lille, à l'initiative du ministère de la Santé, la Ligue nationale contre le cancer a demandé que chaque service de cancérologie et d'hématologie dispose d'au moins un psychologue. Elle a également recommandé que la psycho-oncologie trouve sa place dans l'enseignement universitaire.

Ces propositions ont fait l'objet d'un rapport. Le gouvernement devrait prochainement donner son avis. P. R.

## THERAPIE GÉNIQUE

### PARKINSON : LE VIRUS QUI SOIGNE

■ Jacques Mallet, chercheur au laboratoire de génétique moléculaire de la neurotransmission et des processus neurodégénératifs (CNRS, Paris), vient d'établir, chez des rats, qu'on peut prévenir par thérapie génique la dégénérescence des neurones impliqués dans la maladie de Parkinson. Le traitement a consisté à injecter dans le striatum (zone du cerveau atteinte dans cette

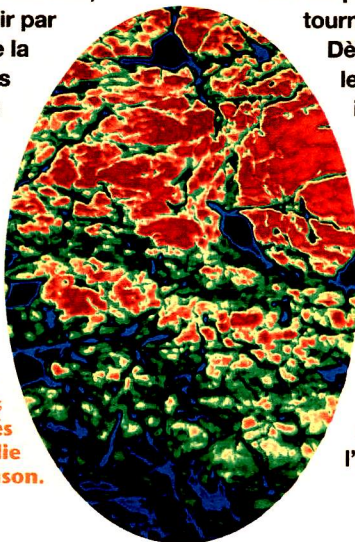
maladie) des adénovirus portant le gène du GDNF, une substance impliquée dans la nutrition des neurones.

Dans une enceinte cylindrique, les rats parkinsoniens tournent sans arrêt.

Dès qu'ils reçoivent le traitement, ils retrouvent un comportement normal, preuve que le GDNF a été synthétisé et s'est montré efficace.

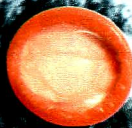
Reste à savoir si l'on observera le même effet chez l'homme. P. R.

Photomicrographie des neurones touchés par la maladie de Parkinson.



C. POUEDRAS/REUTERS





Protégez  
vous  
du sida.  
Protégez  
les  
autres.

**Il y a des gens qui s'aiment.  
Et ils voudraient abandonner  
le préservatif.  
Mais pas n'importe comment.  
Ça vous rappelle quelque chose ?**

Pour en parler, Sida Info Service : 0 800 840 800 (24h / 24, anonyme, confidentiel et gratuit.)

CETTE CAMPAGNE DE PRÉVENTION ET D'INFORMATION EST RÉALISÉE À L'INITIATIVE DU ► MINISTÈRE DE L'EMPLOI ET DE LA SOLIDARITÉ -  
SÉCRÉTARIAT D'ÉTAT À LA SANTÉ.



## ONCOLOGIE

### Ne cachez pas ce sein...

**D**épister les tumeurs malignes du sein sans pratiquer

de biopsie : c'est ce que permet la nouvelle méthode mise au point à l'institut Weizman, en Israël. Les chercheurs ont en effet remarqué que, selon qu'elles sont malignes ou bénignes, les tumeurs ab-

sorbent différemment les produits de contraste utilisés pour obtenir des images par résonance magnétique (IRM). Grâce à ce procédé, non seulement la biopsie n'est plus indispensable, mais il devient possible de suivre l'efficacité des traitements.

**Deux images bien distinguables : à droite, un fibroadénome (bénin), à gauche, un carcinome (malin).**

## ANTICORPS ANTICANCER

● L'idée d'utiliser des anticorps dirigés contre les cellules cancéreuses est à l'épreuve depuis plusieurs années, avec des résultats inégaux. L'un des principaux obstacles vient de la nature des anticorps utilisés : ils sont produits par le système immunitaire de souris, ce qui ne manque pas d'entraîner une réaction de rejet chez le patient. Cette situation devrait s'améliorer avec les nouveaux anticorps "humanisés" d'IDEC Pharmaceuticals, une société de San Diego (Californie). Ce traitement, autorisé aux Etats-Unis, sera proposé aux patients dont le cancer ne réagit pas aux thérapies classiques.

● A collaboré à cette rubrique : Pierre Rossion

## THERMOTHÉRAPIE

### Parasites échaudés...

**U**n petit appareil permet de traiter la leishmaniose cutanée, une maladie parasitaire tropicale dont les traitements classiques sont chers, longs et assez toxiques. Le dispositif

mis au point par Thermo-surgery Technologies, une société de Los Alamos (Nouveau-Mexique, Etats-Unis), utilise deux électrodes que l'on place de part et d'autre de la lésion.

Un champ radioélectrique suscite un échauffement de la peau qui détruit le parasite. Ce système permet le traitement de nombreuses autres lésions cutanées, dont certaines tumeurs.

## PSYCHOLOGIE

### LES MÉFAITS DE

■ Si, à court terme, la fessée corrige ou contrôle le comportement des enfants, ses effets à long terme seraient radicalement opposés, peut-on lire dans les *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*. Selon une étude portant sur un millier d'enfants, plus ils reçoivent des fessées, plus ils affichent des comportements antisociaux (mensonges, désobéissance, problèmes avec l'entourage) dans les années ultérieures – quels que soient leur sexe et leur origine sociale.

### LA FESSÉE

Une célèbre fessée illustrant les Malheurs de Sophie, de la comtesse de Ségur.



J.-L. CHARNET / EXPLORER



**MCQ ADVERTISING**

**\*2,23 F/mn.**







smart à Paris (F), 13 septembre 1997, 14h32.

Pour en savoir plus sur la smart et son univers, lisez le livre smart.  
Nous vous l'envoyons gratuitement :

0801 803 803 (F), 078 1555 21 (B), 0844 848 400 (CH) ou [www.smart.com](http://www.smart.com).



smart  
reduce to the max.



reduce to the max. = réduire au maximum.



# Le MINITEL

■ Le minitel a-t-il encore de l'avenir ?  
Le Premier ministre a mis les pieds dans le plat en déclarant que la France doit impérativement entrer dans l'"ère Internet". Paradoxalement, c'est peut-être la cuvée 1998 du minitel qui mettra les Français à l'heure du réseau mondial.

PAR DENIS DELBECQ

**P**our la première fois, un Premier ministre affirme haut et fort ce que beaucoup pensent tout bas : « Le minitel, réseau uniquement national, est limité technologiquement et risque de constituer progressivement un frein au développement des applications nouvelles et prometteuses des technologies de l'information. » Dans le discours prononcé à Hourtin, lors de l'Université de la communication, Lionel Jospin a également souhaité que « France Télécom propose des solutions incitatives afin de favoriser la migration progressive du très vaste patrimoine de services du minitel vers Internet, pour laquelle l'administration devra montrer l'exemple ».

Le ton est donné, le développe-

## Objectif Internet

Le Premier ministre Lionel Jospin a réclamé la « migration des services du minitel vers Internet ». Les nouvelles technologies de France Télécom (ci-dessus, l'Internet Screen-Phone d'Alcatel) vont permettre aux Français de s'ouvrir au réseau mondial.



# survivra grâce à Internet



souligner que «ce n'est pas à un Premier ministre de donner des conseils de stratégie industrielle».

Le minitel est une industrie florissante : 6,1 milliards de francs de chiffre d'affaires en 1996, dont la moitié est reversée par France Télécom aux éditeurs de services télématiques. Pas moins de 25000 services sont consultés par 15 millions de personnes. Pourtant, ces chiffres flatteurs ne trompent plus personne, pas même le Premier ministre. Alors qu'«il a fallu dix ans pour qu'émergent les 25000 serveurs minitel, a-t-il souligné, il se crée près de 100 000 sites Internet chaque mois dans le monde». France Té-

lécom, qui reste propriété de l'Etat, est donc sommé d'agir : la télématique de demain devra être rapide, multimédia et inspirée des technologies Internet.

En avant pour le dépoussiérage d'une industrie télématique qui en avait grand besoin ! D'ici à juin 1998, les clients de France Télécom pourront donc découvrir le Minitel-Internet, un terminal en forme de téléphone à écran, capable de se connecter à la fois aux services minitel et au réseau mondial (voir l'encadré «Le téléphone à écran au secours du minitel»). Une manière de préparer en douceur le public à la fin d'un appareil qu'il utilise depuis plus de quinze ans.

## UNE CONSOLE BRANCHÉE SUR LA TÉLÉVISION

Et, si ce téléphone à écran ne convient pas à tous les usagers, ils pourront se rabattre sur la console Internet Netbox (de Netgem), que France Télécom expérimente depuis le 1<sup>er</sup> octobre à Annecy. Cette console possède les mêmes fonctions que le Minitel-Internet.

Seule différence, elle est dépourvue d'écran : elle se branche tout simplement sur celui d'un téléviseur.

Après avoir passé en revue l'ensemble des technologies de «network-computer» – les fameux ordinateurs de réseau nés de l'imagination du patron de la société amé-

ment d'Internet devient officiellement une priorité nationale. Les propos du Premier ministre ont évidemment suscité de nombreux commentaires. Les professionnels ont quasi unanimement applaudi au discours de Lionel Jospin, à l'exception de Louis Roncin, patron du Syndicat national de la télématique (SNT), qui, dans le *Monde* du 28 août dernier, s'est déclaré «choqué par l'intervention d'un gouvernement sur un choix technique aussi complexe», avant de





■ ■ ■ ricaine Oracle –, France Télécom a choisi de travailler avec ses partenaires habituels, Alcatel et Matra Communication, pour capitaliser leur savoir-faire en matière de terminaux grand public et abaisser le prix de vente du futur Minitel-Internet à moins de 3000 F.

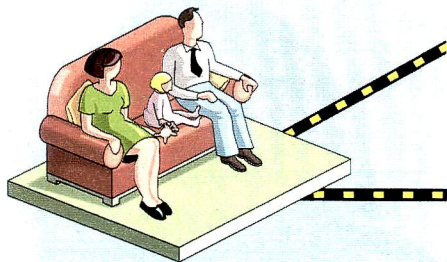
## TRANSITION EN DOUCEUR

Ayant initié les Français à l'usage du clavier et de l'écran, France Télécom entend désormais implanter le multimédia dans les foyers. « Il est essentiel de conserver la grande simplicité d'utilisation du minitel », explique-t-on chez l'opérateur. Mais, même si le Minitel-Internet reçoit du public un accueil favorable, il ne remplacera pas le vieux minitel d'un coup de baguette magique. La transition risque d'être longue, comme l'explique Gérard Merveille, l'un des responsables de la communication de France Télécom : « La télévision couleur n'a pas éliminé les postes noir et blanc du jour au lendemain. Le remplacement s'est fait très progressivement. C'est ce qui se passera pour le minitel. »

Au-delà du futur terminal, c'est

## 1998 : l'ouverture sur le monde

**France Télécom s'apprête à lancer le Kiosque Internet, un réseau inspiré d'Internet. Il sera accessible à partir d'un ordinateur, du futur Minitel-Internet ou d'une console Internet (branchée sur la télévision). Le Kiosque Internet mettra les services télématiques français aux normes Internet, mais il conservera le système de facturation qui a fait le succès de Télétel, le réseau des services minitel.**



UTILISATEUR

toute l'industrie télématique française qui entame sa mutation, en s'inspirant des technologies Internet. Mais sans forcément faire appel à ce réseau : France Télécom ouvrira cet automne le Kiosque Internet, un nouveau réseau qui empruntera ce qu'ils ont de meilleur à Internet et au réseau Télétel (qui

g è r e actuelle-ment tous les services télématiques accessibles par minitel).

Malgré ses 15 ans – âge avancé à l'échelle d'une industrie en perpétuelle révolution –, Télétel conserve plusieurs avantages sur le réseau Internet. Tout d'abord, il assure aux usagers et aux fournisseurs un débit d'informations constant, alors que les internautes doivent subir de pénibles « embouteillages ».

Ensuite, Télétel s'est forgé en matière de confidentialité de l'information une solide réputation. Tandis qu'Internet ne parvient pas à se débarrasser de son image de repaire de pirates informatiques.

Troisième avantage de Télétel : les frais de consultation d'un service télématique sont réglés systématiquement à France Télécom, en même temps que la facture de téléphone. L'utilisateur n'a pas besoin de multiplier les abonnements. Et, cerise sur le gâteau, les fournisseurs de services télématiques n'ont ni factures à gérer ni impayés à recouvrir : c'est France Télécom qui est chargé de poursuivre les mauvais payeurs.

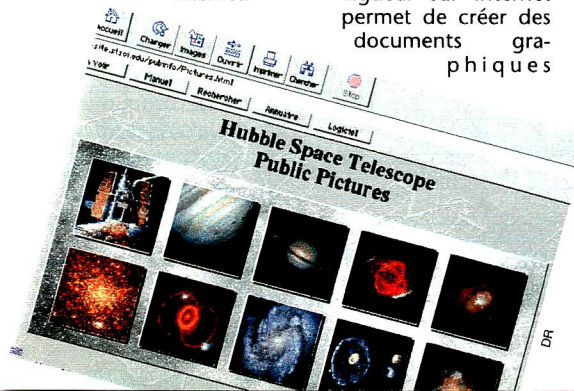
## “NAVIGATION” AU GRAND LARGE

■ Imaginez un service de réservation de billets de train où l'on pourrait choisir sa place sur un plan du wagon. Même si cela ne semble pas à l'ordre du jour à la SNCF, c'est l'une des possibilités qu'offre la technologie Internet.

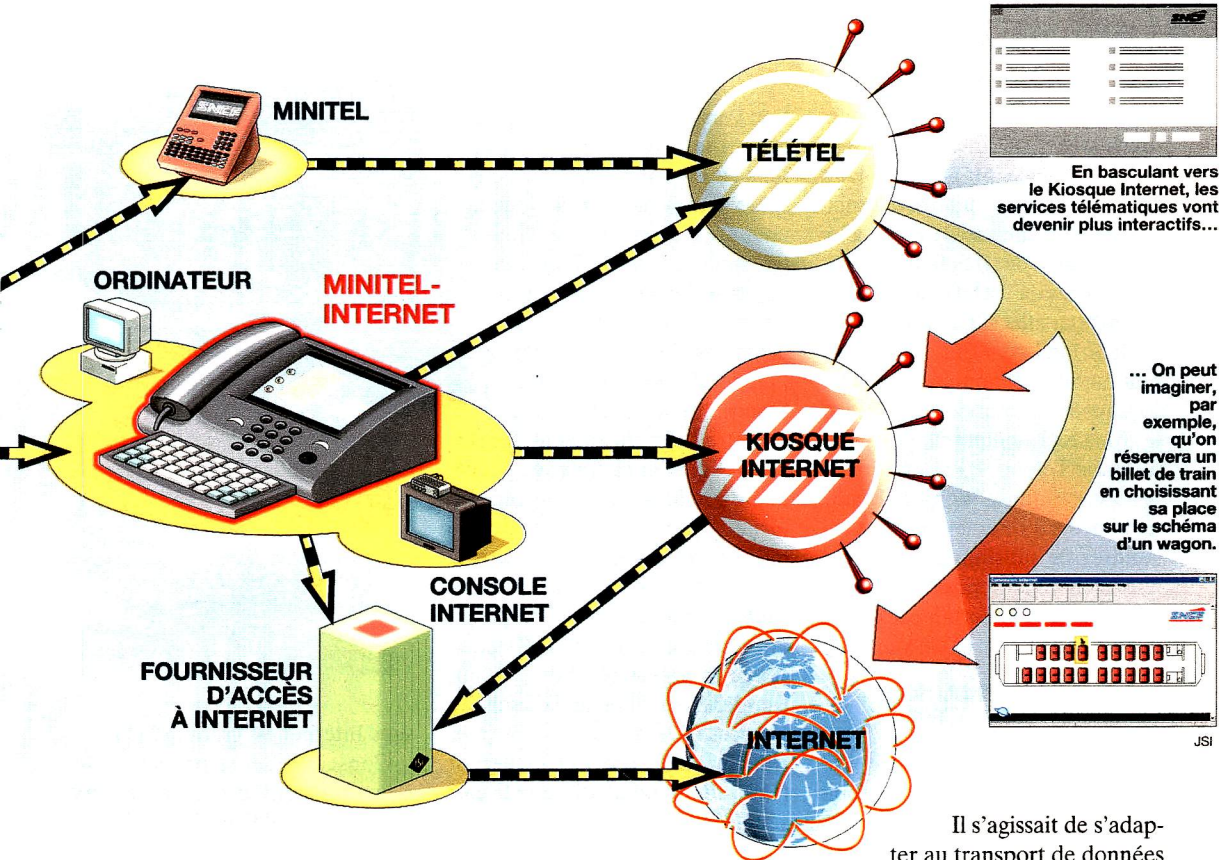
Le “vidéotex” employé par les services télématiques n'autorise que l'affichage de textes ; et, pour sélectionner dans les “menus”, il faut taper des codes sur le clavier.

En revanche, la technologie HTML en vigueur sur Internet permet de créer des documents graphiques

riches en images, en sons et même en séquences vidéo. C'est son invention, fin 1991, qui a favorisé l'arrivée du public et des entreprises sur Internet, et l'apparition du Web, façade multimédia du réseau mondial. HTML est avant tout un langage d'“hypertexte” : il permet de passer d'un document à l'autre, voire d'un site Internet à l'autre, en “cliquant” sur un mot ou sur une image. La découverte des sites Internet en est si simplifiée qu'on parle de “navigation”...







Le Kiosque Internet reprendra les principes du Kiosque micro, un réseau expérimental lancé en 1996 pour simplifier l'accès des Français à Internet. Le Kiosque micro repose sur le même protocole de communication IP qu'Internet, c'est-à-dire qu'il utilise le même "langage" pour véhiculer les informations. De plus, il est accessible de n'importe quel coin de l'Hexagone au même prix. Ce qui représente un gros avantage quand on sait que, dans la majorité des cas, l'accès à Internet passe par le téléphone. Pour entrer en contact avec les fournisseurs d'accès, installés dans les grandes agglomérations, un internaute de Lozère payait donc plus cher qu'un Parisien. Ce n'est plus le cas depuis que le Kiosque micro existe.

Hormis une indéniable démocratisation de l'accès à Internet, cette expérimentation a favorisé la refonte de l'infrastructure technique de Transpac, filiale de France Télécom chargée du transport des données.

Il s'agissait de s'adapter au transport de données utilisant le protocole IP.

De plus, le succès de France Explorer, un service d'accès à Internet sans abonnement par le Kiosque micro, a confirmé que les Français sont attachés au paiement à la durée : près de 100 000 utilisateurs de France Explorer consultent ainsi Internet, malgré le coût élevé de la minute de connexion : 1,29 F.

Cependant, le lancement du Kiosque Internet ne devrait pas concerner l'ensemble des services télématiques. Les services minitel à but "lucratif", installés sur le 3615 ou sur le 3617, vont logiquement s'installer sur le Kiosque Internet, pour continuer à laisser à France Télécom les problèmes de facturation.

En revanche, comme l'explique Henri de Maublanc, patron de l'Association française de la télématique multimédia (AFTEL), «les services

## Internet à l'heure des comptes

**Gros inconvénient d'Internet : l'usage du porte-monnaie électronique y est contraignant. Il faut créer un compte pour chaque système de paiement (il y en a une cinquantaine dans le monde) et télécharger un logiciel spécifique avant de faire ses emplettes.**





■ ■ ■ minitel qui ne rapportent rien aux fournisseurs ont intérêt à aller le plus vite possible sur Internet plutôt que sur le Kiosque Internet. Les investissements nécessaires pour aller sur Internet sont très faibles, comparés à ceux qu'il a fallu financer autrefois pour aller sur Télétel.»

Or, selon l'AFTTEL, ces services non lucratifs (l'annuaire électronique et les serveurs accessibles par le 3614) représentent plus de 60 % du trafic Télétel. La migration de ces services sur le Web – la façade multimédia d'Internet – devrait engendrer de substantielles économies pour les entreprises... mais réduire de façon importante le chiffre d'affaires de France Télécom!

### LES "PAGES JAUNES" SONT SUR INTERNET

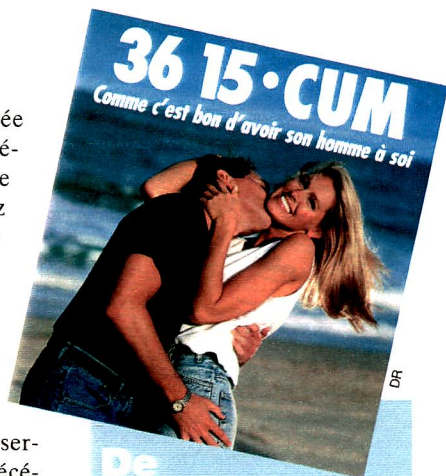
Service public oblige, l'opérateur national a donné l'exemple : depuis quelques mois, ses "pages jaunes" peuvent se consulter sur Internet à l'adresse [www.pageszoom.com](http://www.pageszoom.com). Les "pages blanches" suivront, dès que les autorisations nécessaires auront été accordées.

Les éditeurs télématiques ont déjà largement amorcé leur muta-

tion vers la technologie inspirée d'Internet – quel que soit le réseau choisi. « Il n'existe pas une seule entreprise affiliée chez nous qui n'ait entamé cette migration », résume Henri de Maublanc. Pour lui, les professionnels du secteur ne prendront pas le risque de jouer l'immobilisme : « Sinon, les Français iront ailleurs. »

Outre l'enrichissement des services (voir l'encadré page précédente), le passage aux normes Internet permettra d'élargir au marché mondial le champ d'activité de la télématique. Des négociations sont en cours avec des opérateurs étrangers pour rendre le Kiosque Internet accessible hors de nos frontières. Et, quoi qu'il en soit, les services télématiques aux normes Internet seront prêts à basculer sur le réseau mondial, dès que le cas-tête du paiement sera résolu.

Reste l'épineuse question des tarifs, à laquelle les usagers sont de plus en plus sensibles. Les internautes accepteront-ils de payer pour consulter les services télématiques du Kiosque Internet, alors que la consultation des



**De moins en moins rose...**

**Les messageries roses, qui ont fait fortune sur le minitel, vont subir une rude concurrence avec Internet.**

sites Internet est gratuite? (1)

Conscient de ce problème, le gouvernement a demandé aux fournisseurs de services télématiques et à France Télécom de s'entendre pour diminuer leurs tarifs. Selon Christian Pierret, secrétaire d'Etat à l'Industrie, « l'ouverture des services télématiques au marché mondial compensera [cette] baisse des prix ». France Télécom devrait donc rapidement ouvrir de nouveaux paliers (2) de tarification "à la durée" et proposer une modulation horaire (heures pleines, heures creuses). Un système de paiement "à l'acte" (un prix unique quelle que soit la durée de consultation) pourrait même contribuer à réduire le coût des services.

France Télécom devrait aussi, grâce au Kiosque Internet, répondre favorablement à Christian Pierret, qui réclame un service d'accès à Internet sans abonnement, facturé moins de 1 F la minute, pour éviter toute discrimination d'accès au réseau mondial. ■

(1) Dès lors qu'on a payé son droit d'accès au réseau en s'abonnant auprès d'un fournisseur Internet.

(2) Un éditeur de service télématique ne peut fixer librement son tarif à la minute. Il a le choix entre plusieurs "paliers" fixés par France Télécom.

## LE TÉLÉPHONE À ÉCRAN AU SECOURS DU MINITEL

■ Le Minitel-Internet (ci-dessous) ressemblera beaucoup aux téléphones à écran Sillage actuellement commercialisés. A ceci près que son écran sera tactile, et qu'il disposera d'un véritable microprocesseur et d'une mémoire. Ce terminal offrira deux modes de connexion : minitel et Internet. Il donnera également accès aux futurs services télématiques développés avec la technologie Internet sur le Kiosque Internet.

Le logiciel qui gère

son fonctionnement est fondé sur la technologie Java (inventée par la société américaine Sun), qui devrait simplifier l'évolution future du terminal : ce logiciel sera stocké dans une mémoire de type "flash", autorisant sa mise à jour à distance. Un lecteur de carte à puce permettra les transactions financières par carte bancaire et l'authentification de l'utilisateur pour les services par abonnement.

Autre innova-

tion : la présence d'un voyant signalant l'arrivée d'un message électronique. Une "French touch" qui évitera à l'utilisateur de se connecter à sa messagerie lorsque la boîte aux lettres est vide. Les utilisateurs de micro-ordinateurs apprécieront!





# ABONNEZ-VOUS AU PANORAMA

## 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**, c'est le plaisir de savoir chaque mois.



## 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. Pour **LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE**, 1997 sera l'année des révolutions scientifiques.

Février : L'invention des médicaments du cerveau

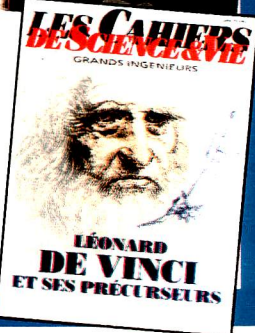
Avril : La révolution mathématique du XVIIIème siècle

Juin : La révolution copernicienne

Août : La découverte de Champollion

Octobre : Japon 1860, comment les Samourais sont devenus des savants

Décembre : La révolution probabiliste

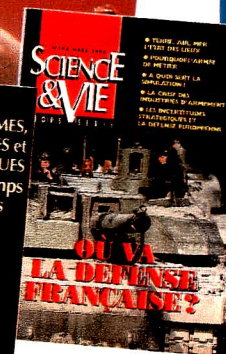
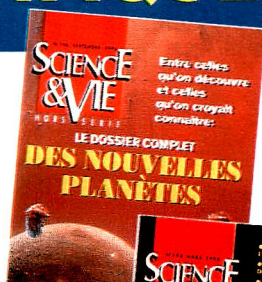


## DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE...

## 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 grande question d'actualité scientifique.



## ET CHOISISSEZ

### 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 F**

seulement au lieu de 468 F \*

#### 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 F**

seulement au lieu de 568 F \*

## 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 :



C43A

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



C43Z

**FORMULE N°2 : MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE (22 N°)**  
**405 F** seulement au lieu de 568 F \* / 163 F 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.

**Vous pouvez aussi vous abonner par téléphone au 01 46 48 47 17 ou sur Minitel en tapant 3615 ABON.**

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

OFFRES VALABLES JUSQU'À FIN 1997 ET RÉSERVÉES À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE.



# Les chiffonniers de l'Univers

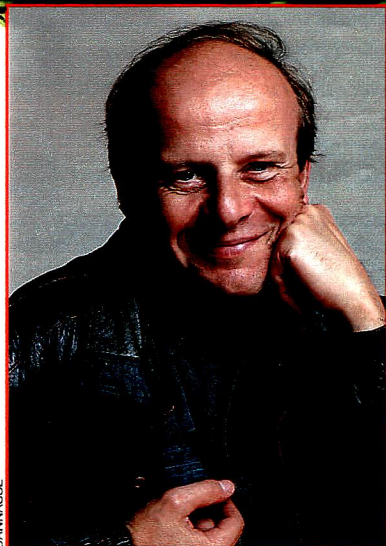
■ L'Univers a-t-il la forme d'une sphère ? D'une selle de cheval ? A-t-il un volume fini ? Infini ? Un modèle emporte de plus en plus l'adhésion des cosmologistes, celui d'un Univers qu'on qualifie poétiquement de chiffonné. Mais cette poésie-là ne sacrifie en rien les équations d'Einstein.

PAR ROMAN IKONICOFF

**L'**Univers ressemble-t-il à un chiffon fripé ? Stupéfiante question, qui relèverait plus d'un non-sens à la Lewis Carroll que d'un sujet de thèse en cosmologie... si ce n'était les scientifiques qui la posent sérieusement. Au point qu'un colloque – le premier du genre – lui a été consacré, du 17 au 19 octobre dernier, à l'université

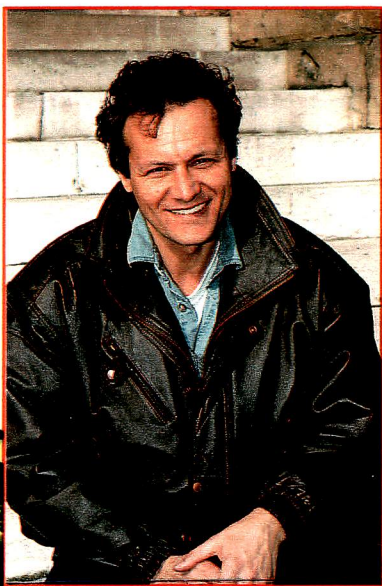
Case Western Reserve de Cleveland (Ohio, Etats-Unis). Les plus grands cosmologistes s'y étaient donné rendez-vous pour parler chiffons et Univers.

Car l'idée d'un univers "infiniment plat", ou même "sphérique et fermé", trouve de moins en moins d'adeptes parmi les astrophysiciens. Et pour cause... Confrontés à l'ob-



CANNASSE





S. BRUNIER

voies de recherche. Issu de ce retour aux racines, le concept d'Univers chiffonné, qui comble certaines lacunes des modèles actuels, semble promis à un bel avenir.

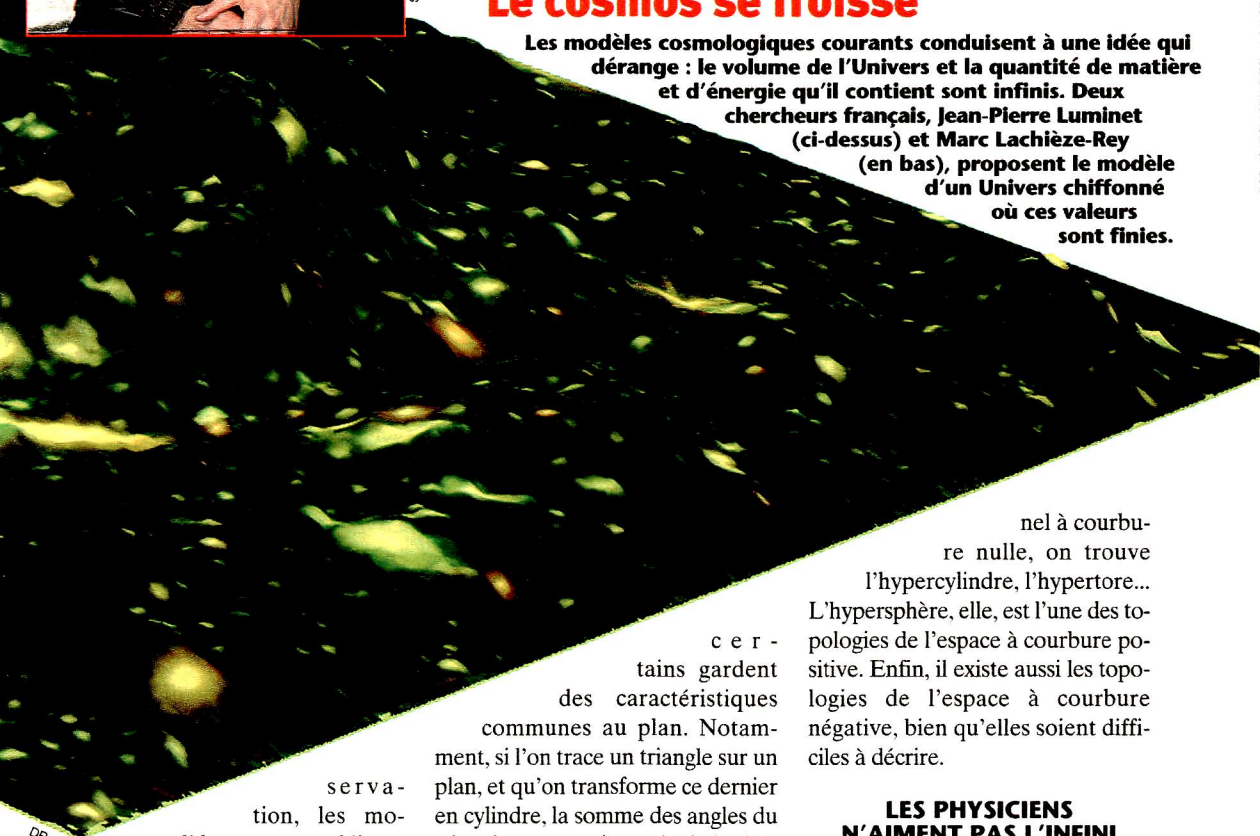
Par quel tour de passe-passe un bout de tissu peut-il se muer en modèle cosmologique ? Un chiffon se noue, se tord ou se tend à dessein. On peut même lui donner la forme d'un cylindre, d'un tore, etc. (voir illustration). Ainsi, en partant d'un plan (le tissu), on construit plusieurs sortes d'objets "topologiques" dont

des angles est inférieure à  $180^\circ$ . Avec un simple chiffon – et un peu d'imagination –, on accède ainsi aux trois types de courbure qui caractérisent non seulement les propriétés des surfaces, mais aussi celles des volumes, donc celles de l'Univers.

L'analogie entre l'étoffe et l'Univers prend alors toute sa signification : la courbure de l'espace est soit positive, soit nulle, soit négative. Pour chacun des trois cas, on recense un grand nombre de "topologies". Dans un espace tridimension-

## Le cosmos se froisse

**Les modèles cosmologiques courants conduisent à une idée qui dérange : le volume de l'Univers et la quantité de matière et d'énergie qu'il contient sont infinis. Deux chercheurs français, Jean-Pierre Luminet (ci-dessus) et Marc Lachièze-Rey (en bas), proposent le modèle d'un Univers chiffonné où ces valeurs sont finies.**



nel à courbure nulle, on trouve l'hypercylindre, l'hypertore... L'hypersphère, elle, est l'une des topologies de l'espace à courbure positive. Enfin, il existe aussi les topologies de l'espace à courbure négative, bien qu'elles soient difficiles à décrire.

### LES PHYSICIENS N'AIMENT PAS L'INFINI

Dans tous les cas, nous sommes plongés dans l'une de ces topologies. Malheureusement, l'esprit humain est incapable de percevoir, autrement que par des équations mathématiques, ce que sont la courbure et la topologie d'un espace tridimensionnel – tout comme des êtres vivant dans deux dimensions ■ ■ ■

certaines gardent des caractéristiques communes au plan. Notamment, si l'on trace un triangle sur un plan, et qu'on transforme ce dernier en cylindre, la somme des angles du triangle reste toujours égale à  $180^\circ$ . On dit que ces structures ont une courbure nulle.

En revanche, si l'on considère une sphère, la courbure est positive : la somme des angles du triangle est supérieure à  $180^\circ$ . Si, enfin, le chiffon a la forme d'une selle de cheval (voir illustration pages suivantes), la courbure est négative : la somme

servation, les modèles courants débouchent sur un Univers dont le volume, la quantité de matière et d'énergie qu'il contient sont infinis, idée qui dérange les scientifiques. Contrainte de reconsidérer une large partie de ses conjectures, la cosmologie moderne remonte, pour ainsi dire, à sa source – la géométrie – afin d'y dénicher de nouvelles

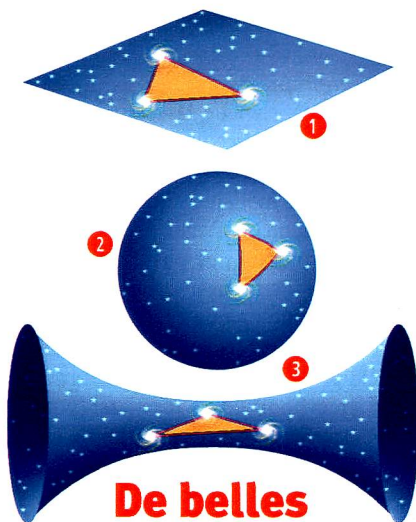
DR



■ ■ ■ ne pourraient percevoir la forme d'un tore.

Pour garder l'analogie de l'espace à deux dimensions – la seule qui soit intuitive –, dans un univers torique, un être (à deux dimensions) se déplaçant en ligne droite en ferait le tour et reviendrait à son point de départ au bout d'un certain laps de temps. La lumière émise par l'une quelconque des étoiles situées sur la voûte "torique" emprunterait une infinité de chemins pour converger jusqu'à lui (voir illustration ci-dessous). Si bien qu'en observant le ciel, cet être verrait une infinité d'images (dites "fantômes") de la même étoile, mais en des lieux distincts. Et, à moins d'être un astrophysicien avisé, il en conclurait que l'Univers est plan. Alors qu'en réalité, il a la forme d'un tore. Ce phénomène d'images fantômes ressemble à ce qui se passe lorsqu'on pénètre dans une chambre tapissée de miroirs qui se renvoient à l'infini la même image.

Une fausse profondeur se manifeste dès lors que la topologie de l'espace autorise des rayons lumineux issus d'une seule source (et se propageant en ligne droite) à converger vers le même point. Si nous vivions dans un univers hypertorique, par exemple, la multiplicité d'astres que



## De belles courbures...

**A l'échelle humaine, la "courbure" de l'espace est nulle : la somme des angles d'un triangle est égale à  $180^\circ$  ①. Mais à l'échelle cosmique, cette somme pourrait être supérieure à  $180^\circ$  (l'Univers aurait alors une courbure positive ②), ou inférieure à  $180^\circ$  (sa courbure serait alors négative ③).**

nous verrions serait en grande partie composée des images fantômes d'un nombre restreint d'astres réels.

Une question demeure : les Univers chiffonnés sont-ils autre chose que les belles inventions de mathématiciens férus de topologie ? La physique se préoccupe avant tout

de l'"applicabilité" de ses modèles au monde réel. Dès lors, quels arguments théoriques et pratiques en accord avec l'observation plaident en faveur de ce modèle ?

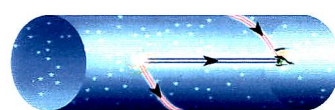
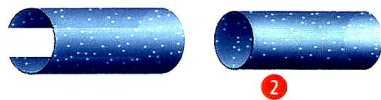
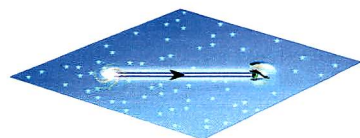
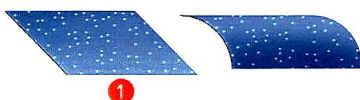
Le plus convaincant l'est "par défaut" : si l'on fait l'économie d'une telle hypothèse, on aboutit inexorablement à un Univers dont le volume et la quantité de matière qu'il contient sont infinis. Or, « dès que le physicien tombe sur des valeurs infinies dans ses équations, ça lui pose des problèmes », précise l'astrophysicien Jean-Pierre Luminet, qui a développé, avec l'astrophysicien Marc Lachièze-Rey, les modèles d'Univers chiffonnés dont on débat aujourd'hui.

Les physiciens sont donc perplexes. Les progrès de la cosmologie moderne ont conduit à la question de l'infini... que l'hypothèse des Univers chiffonnés permet de contourner.

En effet, lorsque, en 1916, Einstein proposa aux cosmologistes incrédules sa théorie de la relativité générale, il transforma leur discipline, fondée sur des notions intuitives, en une science théorique fort éloignée du sens commun. Avant lui, on admettait implicitement que l'espace, le temps, la matière et l'énergie sont indépendants les uns des autres. L'espace cosmique était à l'image de ce que l'homme perçoit sur Terre : identique en tous lieux et régi par les lois de la géo-

## ... mais une silhouette étrange

Pour chacune des trois courbures de l'espace, on recense de nombreuses "topologies". Si l'on se place dans un espace à deux dimensions (le seul qui soit perceptible intuitivement), un plan ① peut être transformé en un cylindre ② ou en un tore ③. Ces structures – mais aussi le "ruban de Möbius" ④ ou la "bouteille de Klein" ⑤ – sont des topologies de l'espace. Hormis le cas du plan, un rayon lumineux issu d'un objet céleste peut, pour atteindre l'observateur, emprunter une infinité de chemins (on en a représenté deux sur chaque figure du bas). L'observateur aura l'illusion de voir une infinité de sources lumineuses (voir page ci-contre, en haut à droite).





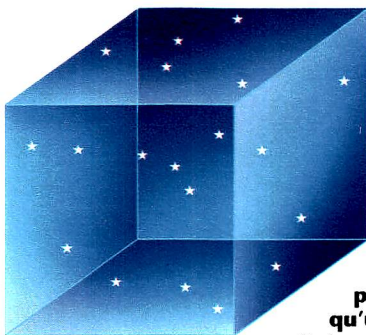
métrie euclidienne.

Pour celles-ci, deux droites parallèles ne se coupent jamais, la somme des angles d'un triangle est toujours égale à  $180^\circ$ , etc. Le temps, lui, était considéré comme universellement constant, s'écoulant partout au même rythme et ne pouvant être perturbé par aucun phénomène physique. D'autre part, la matière (une pierre) et l'énergie (un rayonnement) étaient deux catégories qui, si elles interagissaient, demeuraient ontologiquement distinctes. Enfin, l'espace et le temps définissaient un cadre rigide dans lequel évoluaient, sans le perturber, la matière et l'énergie. Einstein anéantit toutes ces "évidences".

### LA CRAINTE DES ASTROPHYSICIENS

Certes, sur Terre, l'espace tridimensionnel semble euclidien, mais, à l'échelle cosmique, il présente des courbures. Dans l'espace, la somme des angles d'un triangle n'est par forcément égale à  $180^\circ$ . De plus, deux "géodésiques" – terme qui remplace celui de "droite" dans un espace non euclidien – parallèles peuvent se couper en un point (penser aux méridiens terrestres qui se rejoignent aux pôles), etc.

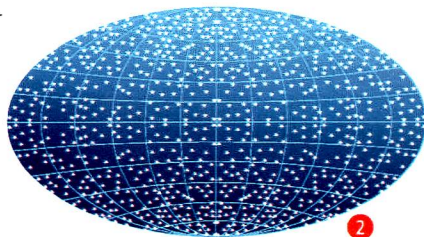
Le temps fit aussi les frais des théories d'Einstein. Dans la relativité restreinte, les temps de deux êtres qui se déplacent l'un par rapport à l'autre s'écoulent selon des rythmes distincts. Dans la relativité générale, Einstein lia définitivement



1

## Une multiplicité trompeuse

Dans un Univers chiffonné de volume fini, la multiplication des images fantômes donne l'illusion de l'infini. Dans un Univers chiffonné (ici, représenté par un cube) ne contenant qu'une faible quantité d'étoiles ①, l'observateur aura l'impression d'en voir un nombre incommensurable ②.



2

le temps à l'espace, en postulant – ce que des observations confirmèrent ultérieurement – que l'écoulement du temps en un lieu donné dépend de la courbure de l'espace. La matière et l'énergie, elles, furent identifiées l'une à l'autre au moyen de la célèbre formule  $E = mc^2$ , qui signifie que la matière (m) et l'énergie (E) sont interchangeables dans les équations de la physique.

Puis la relativité générale établit que la présence de matière-énergie agit localement sur l'espace-temps, courbant l'espace et altérant l'écoulement du temps. Bref, la courbure de l'Univers et le rythme du temps dépendent de la densité de matière-énergie.

Riches de tout cet appareil théorique, les scientifiques se mirent, dès le début des années 20, à élaborer des modèles cosmologiques. Car les équations d'Einstein instaurent seulement les lois locales qui s'exercent dans un espace-temps gorgé de matière-énergie. *In fine*, la relativité générale est à la cosmologie ce que le code de la route est à la modélisation

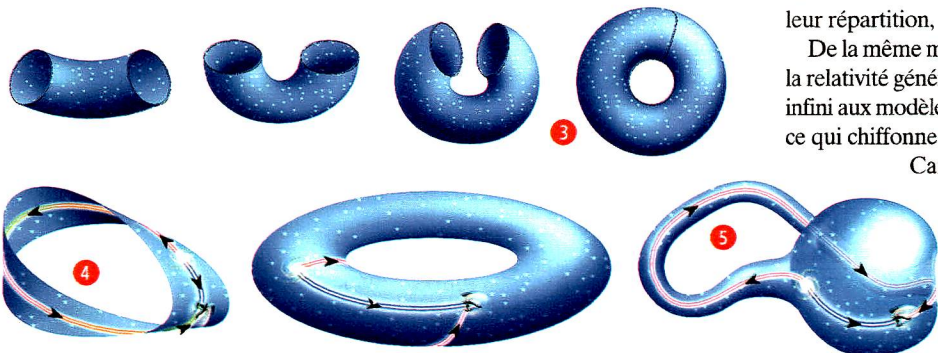
du trafic. Le code de la route définit le comportement individuel du conducteur en fonction des panneaux signalétiques et des véhicules avoisinants. La modélisation de la circulation urbaine vise un niveau plus global. Si la forme du trafic est déterminée par les principes du code de la route, elle ne peut se déduire du code lui-même. Celui-ci, iden-

## Le cosmos, semblable à une chambre tapissée de miroirs

tique pour tous, donne lieu à une infinité de modélisations du trafic, en fonction du nombre de véhicules, de leur répartition, etc.

De la même manière, la théorie de la relativité générale ouvre un champ infini aux modèles d'Univers. Et c'est ce qui chiffonne les cosmologistes...

Car, *a priori*, tous les modèles qui respectent les principes de la relativité se valent. L'Univers a-t-il la for- ■ ■ ■





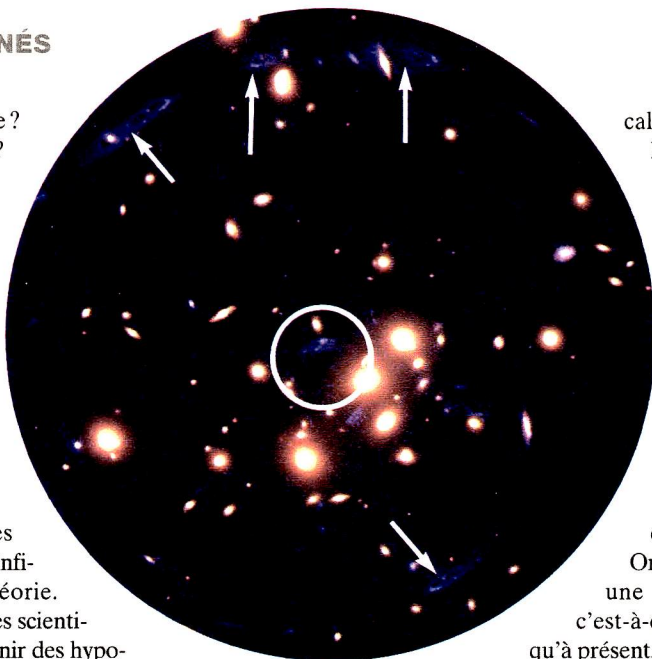
■ ■ ■ me d'un hypertore ?  
D'une selle de cheval ?  
A-t-il un volume fini ?  
Seules les observations peuvent délimiter le champ des possibles, à l'intérieur duquel l'hypothèse d'un Univers chiffonné figure en bonne place. Pourquoi ?

Notre Univers "émerge" nécessairement d'une seule des solutions (en nombre infini) qu'autorise la théorie. Aussi, dès le départ, les scientifiques eurent-ils à définir des hypothèses restrictives, afin d'aboutir à un modèle unique. Dans un souci de simplicité, ils adoptèrent le "principe cosmologique" : dans l'espace, la répartition de matière-énergie est homogène (1). De plus, toutes les directions sont équivalentes, il n'y a pas d'axe spécifique. L'espace ne peut être plus dilaté ou plus contracté dans une direction que dans une autre : c'est l'isotropie (2). En d'autres termes, on suppose que le cosmos est d'une régularité désarmante.

La communauté scientifique admet tacitement un autre principe : entre toutes les topologies possibles – hypersphère, hypertore,

## Prochaine étape : la confirmation expérimentale du modèle

etc. –, l'Univers adopte le plus simple. Le principe de "simplicité" a certes servi au développement de la cosmologie moderne, mais il agit aujourd'hui comme un frein. Il limite en effet à trois le nombre d'Univers possibles. Si l'Univers a une courbure positive, alors c'est



### L'Univers hanté

**Dans l'Univers réel, on connaît déjà des images fantômes. On voit ici (flèches) celles d'une galaxie (cercle) photographiée par le télescope Hubble. C'est, en fait, un effet de "lentille gravitationnelle", dû à la présence de corps très massifs (boules jaunes) qui courbent l'espace, ce qui entraîne la déviation de la lumière dans plusieurs trajectoires.**

une hypersphère de volume fini. S'il a une courbure nulle, c'est un hyperplan de volume infini. Enfin, s'il a une courbure négative, il ressemble à une selle de cheval à trois dimensions (Univers hyperbolique) de volume infini. Bien entendu, seul le premier cas évite le problème de l'infini. Il fut donc longtemps le chouchou des cosmologistes. Malheureusement, les

(1) Ce principe peut sembler aberrant, puisqu'on sait que la matière cosmique s'agglutine en étoiles, galaxies, amas de galaxies... Mais, à l'échelle cosmique, l'ensemble de ces "grumeaux" pourraient former une matière homogène, comme les grains photosensibles qui tapissent une photo.

(2) En avril dernier, des chercheurs américains prétendirent avoir décelé un axe de l'Univers, ruinant ainsi le principe cosmologique (voir *Science & Vie* n° 957, p. 60). Depuis, il s'est avéré que leurs mesures et leur analyse comprenaient des incorrections qui les avaient induits en erreur.

calculs montrent que l'Univers a une courbure négative.

Car la courbure de l'espace est déterminée par la densité de matière-énergie qu'il contient. Notamment, au-dessous de  $10^{-29}$  grammes de matière par centimètre cube (densité critique), la courbure est négative.

Or, à moins qu'il n'existe une "matière sombre", c'est-à-dire non détectée jusqu'à présent, la densité de matière-énergie se situe en deçà du seuil des  $10^{-29}$  g/cm<sup>3</sup>. Pendant des décennies, les scientifiques ont cherché cette matière sombre, arlésienne de la cosmologie moderne. Toujours est-il que de plus en plus nombreux sont ceux qui doutent qu'il y ait suffisamment pour dépasser le seuil de densité critique. Le crainte des astrophysiciens se confirme : l'Univers serait hyperbolique de volume infini.

C'est là que l'hypothèse des Univers chiffonnés prend toute sa valeur. Faisant fi du principe de simplicité, elle fournit plusieurs modèles d'Univers à courbure négative et néanmoins de volume fini. Reste à affiner le modèle, inachevé puisque trop récent, et, surtout, à lui apporter une confirmation expérimentale. Celle-ci ne viendra que de l'étude approfondie de la répartition des étoiles et des galaxies visibles de la Terre, afin d'y dénicher les fameuses images fantômes. Les astrophysiciens ont conçu des méthodes statistiques qui devraient leur simplifier la tâche.

Hélas, débusquer les images fantômes dans un ciel noyé d'étoiles est aussi ardu que de repérer des frères jumeaux sur une plage bondée. Les chiffonniers du cosmos ont d'ores et déjà relevé le défi. ■



# SCIENCE & VIE

HORS SÉRIE

SCIENCE & VIE HORS SÉRIE  
évolue pour mieux répondre aux  
attentes de ses lecteurs avec plus  
de photos et d'explications,  
plus de diversité  
et de facilité de lecture.

Quelles vont  
être les  
conséquences  
du  
formidable  
accroissement  
de notre  
population ?

Qu'est-ce qui  
nous sépare de  
l'animal ?

Notre  
comportement ?  
Notre génome ?

Quelles sont les  
spécificités  
humaines ?

Quelle est  
l'origine des  
langues ?

# QUI SOMMES-NOUS ?

N° 200 SEPTEMBRE 1997

## SCIENCE & VIE

HORS SÉRIE

Démographie, génétique, langage,  
comportement, sexualité...

## L'HOMME

**18**  
questions  
sur notre  
espèce



EN VENTE PARTOUT



# La fin chaotique des espèces vivantes

■ C'est sans doute une météorite qui a exterminé les dinosaures voilà 65 millions d'années. Mais pourquoi des milliards d'autres espèces ont-elles à jamais disparu, sans cause apparente ? Cette énigme de l'évolution trouve une explication inattendue dans un nouveau modèle mathématique, fondé sur la théorie du chaos.


PAR ROMAN IKONICOFF

## L'équation d'un mystère

Comment une seule météorite a-t-elle pu effacer de la surface de la planète des millions de dinosaures ? Pourquoi, depuis 600 millions d'années, des milliards d'espèces ont-elles disparu ? S'inspirant des lois de la théorie du chaos – basée sur la géométrie fractale (ici, en image de fond, un paysage fractal) –, des chercheurs ont conçu un modèle qui répond à ces questions. Il pourrait permettre de comprendre un phénomène qui demeurait énigmatique.

G. SAMIS/PLU/COSMOS





**L**a science a aussi son "star system", peuplé d'étoiles et de seconds rôles. Si l'extinction des dinosaures, il y a 65 millions d'années, arrive largement en tête de l'audimat des grandes énigmes de l'évolution, elle n'est pas, loin s'en faut, son mystère le plus troublant. Car l'histoire "récente" de la vie sur Terre (600 millions d'années, alors que la vie est née voilà plus de 3,5 milliards d'années) est ponctuée de multiples et tragiques disparitions. Parfois brutalement, parfois incroyablement lentement, des ■ ■ ■



■ ■ ■ milliards d'espèces (entre 5 et 50, estime-t-on) ont été jetées aux oubliettes de l'évolution. Là gît la véritable énigme.

Mais voici qu'un article iconoclaste de la revue *Nature* (21 août 1997) replace sur le devant de la scène le débat sur les causes des innombrables extinctions, au point d'éclipser la tragédie des dinosaures elle-même. La nouveauté ne réside pas dans l'élaboration d'une énième hypothèse sur ces causes, à côté de celles qui prévalent déjà : énormes éruptions volcaniques, gigantesques météorites heurtant la Terre, dévastatrices épidémies planétaires, etc. L'innovation vient cette fois des mathématiques et de la physique. Elle porte un nom : "théorie des systèmes critiques auto-organisés", l'une des branches issues de la "théorie de la complexité".

En résumé, les quatre auteurs de l'article, le biologiste et physicien Ricard Solé, la physicienne Susanna Manrubia (tous deux espagnols), le paléontologue britannique Michael Benton et le physicien danois Per Bak, démontrent, équations à l'ap-

prêt, que les extinctions (grandes et petites) des espèces suivent une dynamique comparable à celle des avalanches qui se produisent dans un tas de sable.

## UNE LOI DITE DE "BRUIT DE SCINTILLATION"

Tout enfant sait qu'un tas de sable est un édifice instable et capricieux : si l'on y verse un filet de sable, le tas croît bizarrement. En termes plus techniques, la croissance d'une telle structure se fait par une succession d'avalanches plus ou moins importantes. Au début, les grains de sable ajoutés glis-

sent, puis s'immobilisent rapidement sur la paroi du tas, dont la pente s'accroît. Vient un moment où le supplément d'une infime quantité de sable (en théorie, un seul grain) provoque l'avalanche générale. La pente du tas décroît et sa base s'élargit.

Puis, de nouveau, les grains de sable s'accumulent sur les flancs du tas ; le tas s'effondre... Les scientifiques voient là l'exemple d'un système critique auto-organisé (SCAO). "Critique" car il est instable, "auto-organisé" car il se réarrange naturellement. Les systèmes de ce type, d'une complexité



G. A. HELD/IBM WATSON RC

## Une "avalanche" écologique

Un tas de sable est un édifice si instable que l'ajout d'un seul grain peut, en théorie, provoquer

son effondrement. De la même façon, l'extinction des espèces résulterait d'une "avalanche" écologique au sein de la biosphère. Ci-dessus, une expérience sur la dynamique des avalanches des tas de sable, menée au centre Thomas-Watson d'IBM, à New York.



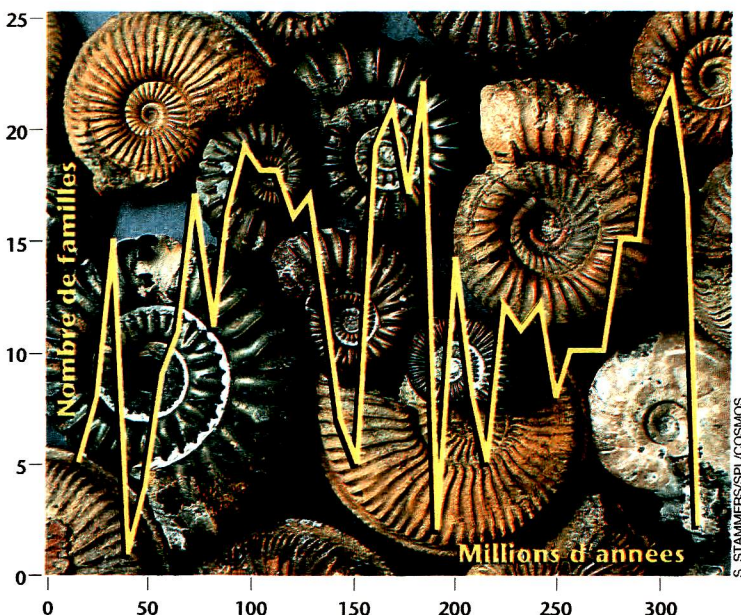


insurmontable pour qui cherche à modéliser le comportement de l'ensemble à partir de chacun des éléments (en l'occurrence, le grain de sable), ont paradoxalement des caractéristiques globales simples. Notamment, la fréquence des avalanches et leur amplitude sont liées par une loi dite de "bruit de scintillation" : plus l'avalanche est importante, moins elle est fréquente, et inversement (1).

## L'ÉMERVEILLEMENT CÈDE LA PLACE À LA RÉFLEXION

En quoi le comportement d'un tas de sable renouvelle-t-il la question de l'extinction des espèces ? En se penchant sur l'évolution du nombre de familles (2) ayant appartenu à l'ordre des ammonoïdes, sortes de mollusques à coquille spiralée (voir photo ci-contre), les chercheurs ont découvert d'étranges propriétés : en quelque 250 millions d'années d'existence, la courbe indiquant le nombre de familles ammonoïdes en fonction du temps ressemble à celle des cours de la Bourse !

*A priori*, le rythme des extinctions des ammonoïdes n'a pas la régularité d'un métronome, et leurs amplitudes décrivent toute la gamme des possibles. Mais, en traçant le graphe de l'amplitude des extinctions (nombre de familles éteintes par million d'années) en fonction de la fréquence à laquelle elles se sont produites, les chercheurs ont mis en évidence un bruit de scintillation, signature typique d'un SCAO. Comme, en science, un résultat isolé ne peut justifier une théorie, les



## La Bourse aux fossiles

**En étudiant les variations du nombre de familles d'ammonoïdes (ci-dessus) éteintes – qui ont vécu entre 300 millions d'années et 70 millions d'années –, les chercheurs ont mis en évidence la signature d'un "système critique auto-organisé" (SCAO). La courbe ressemble à celle des variations boursières, autre exemple de SCAO.**

scientifiques ont élargi leur étude à l'ensemble des organismes ayant, un jour ou l'autre, habité la Terre. Ce sont les "enregistrements fossiles", données accumulées par des générations de paléontologues, qui ont servi de matériau.

Les chercheurs ont calculé, en fonction du temps, le pourcentage de familles éteintes de tous les organismes, au cours des derniers 600 millions d'années (3). En dépit des erreurs et des approximations dues aux lacunes des enregistrements, ils ont obtenu le même type de résultat qu'avec les ammonoïdes : l'amplitude des extinctions varie en raison inverse de leur fréquence. Bref, les êtres vivants semblent appartenir à un système critique auto-organisé, la biosphère, dont la dimension fractale se situerait aux

alentours de 0,89 (1). Insolite en soi, une telle conclusion n'a de valeur que si elle débouche sur une interprétation autre que mathématique. L'émerveillement cède la place à la réflexion.

Que signifie « Notre biosphère est un système critique auto-organisé » ? Le jargon scientifique masque parfois la simplicité des concepts. En l'occurrence, cela signifie que la totalité des êtres vi-

## L'amplitude des extinctions varie en raison inverse de leur fréquence

vants et le milieu dans lequel ils s'épanouissent, forment un ensemble stable mais fragile ("critique"), aux liens multiples et complexes. La modification, même modeste, de l'un des paramètres du système peut altérer son équilibre ■ ■ ■

(1) Plus précisément, on se trouve en présence d'un bruit de scintillation (donc d'un SCAO) si l'amplitude (A) de l'avalanche est inversement proportionnelle à sa fréquence (f) élevée à une puissance comprise entre 0 et 2. Ce qui se traduit par l'équation :  $A = f^b$ , avec  $0 < b < 2$ . b est appelé la dimension fractale du système.

(2) Le classement des êtres vivants (éteints ou vivants) se fait par "emboîtements". Au premier niveau, on distingue les individus, ensuite les espèces, puis les genres, les familles, les ordres, les classes, les embranchements et enfin les règnes.

(3) Bien que la vie soit apparue il y a 3,5 milliards d'années sous la forme de bactéries, la "grande explosion" de la vie (organismes multicellulaires complexes) date de 600 millions d'années, à la fin de l'ère précambrienne.



■ ■ ■ global – instable – et entraîner une “avalanche” au cours de laquelle les liens se réorganisent. Le système retrouve alors une stabilité précaire. Le tas de sable répond à cette définition, mais il n'est pas le seul. Le marché boursier et ses krachs, l'eau d'une rivière et ses turbulences, la

# Des milliards d'espèces ont vécu. 99,9 % ont disparu

croûte terrestre et ses tremblements... sont des systèmes qui produisent les bruits de scintillation caractéristiques des SCAO.

Pour en revenir au problème de l'extinction, les spécialistes ont déjà formulé des avalanches d'hypothèses sur leurs causes probables. Mais la paléontologie est une science si complexe que les conjectures naissent et s'éteignent à un rythme effréné... L'analyse du phénomène de l'extinction des espèces au moyen de la dynamique des SCAO non seulement n'infirme aucune des hypothèses couramment ad-

mises, mais permet même de les relier à l'intérieur d'un concept plus global. C'est précisément ce qui manquait aux paléontologues.

Car ces derniers sont confrontés à

un très large éventail de faits plus ou moins établis. Depuis 600 millions d'années, au moins 99,9 % des 5 à 50 milliards d'espèces qui ont vu le jour se sont éteintes : le nombre d'es-



A. BOULAT/SIPA

## LES CINQ PLUS GRANDES EXTINCTIONS

■ Parmi les innombrables extinctions qui ont ponctué le développement de la vie depuis 600 millions d'années, les paléontologues en distinguent cinq, particulièrement meurtrières. Ils les nomment les “extinctions de masse”.

La première a lieu il y a 440 millions d'années, à la fin de l'ordovicien : 60 % des espèces (animales et végétales), dont 85 % des espèces marines, disparaissent. La deuxième prend place à la fin du dévonien (il y a 360 millions d'années).

Elle ne dure que 7 millions d'années et atteint aussi 60 % des espèces.

La troisième grande extinction de masse, la plus terrifiante, est mieux connue que les précédentes. A la fin du permien (voilà 250 millions d'années), 90 % des espèces marines s'éteignent en 1 million d'années seulement. Chez les espèces terrestres, plus des deux tiers des familles de reptiles et d'amphibiens, ainsi que 30 % des ordres d'insectes disparaissent. Or, il est avéré qu'au moment

de cette extinction l'environnement est très dégradé : le niveau de la mer a énormément baissé, l'atmosphère est moins riche en oxygène et de gigantesques éruptions volcaniques font rage en Chine du Sud. Une modification radicale de la biodiversité de la planète succède à cette catastrophe.

La quatrième extinction, à la fin du trias (205 millions d'années), supprime 20 % des familles peuplant la Terre. Nombre de reptiles, les gastéropodes et les bivalves sont éliminés.

Enfin, l'extinction la plus célèbre éclate il y a 65 millions d'années, entre la fin du crétacé et le début du tertiaire. Outre les sympathiques et photogéniques dinosaures, plus de la moitié des reptiles succombent, ainsi que la moitié des genres marins. En revanche, les amphibiens et les mammifères s'en tirent sains et saufs. Principal (mais pas forcément unique) coupable : une météorite de 10 km de diamètre qui s'écrase près de l'actuelle péninsule du Yucatán, au Mexique.





## Les deux visages de l'évolution

**Selon le modèle, les extinctions des espèces résultent de la réorganisation des innombrables liens qui les attachent à leur environnement. Cependant, il n'explique pas pourquoi certaines espèces (comme les requins) survivent depuis des centaines de millions d'années, alors que d'autres ont "rapidement" disparu.**

choisi ses victimes au hasard.

D'où la seconde hypothèse : les extinctions sont certes sélectives, mais non au sens darwinien. Les causes seraient non pas génétiques mais environnementales : les espèces auraient succombé à un changement des conditions extérieures survenu au sein de leur habitat. Il pourrait s'agir d'une variation du climat (réchauffement ou refroidissement), de la montée ou de la descente du niveau de la mer, d'une altération des gaz qui composent l'atmosphère, de l'avènement d'une catastrophe naturelle (éruptions volcaniques ou chute d'une météorite), de l'extinction d'une espèce géographiquement voisine constituant une source alimentaire importante, etc. Un faisceau de preuves plaide en faveur de cette théorie, sans pour autant exclure l'hypothèse darwinienne.

### GOULD : « DES TRAVAUX D'UNE IMPORTANCE CAPITALE... »

Si la cause principale de la disparition des dinosaures (et des vertébrés marins) à la fin du crétacé est aujourd'hui attribuée à une météorite (voir *Science & Vie* n° 953, p. 18), de nombreuses autres extinctions restent partiellement, voire totalement, inexpliquées. Dès lors, qu'apportent de neuf les quatre chercheurs ? Ils relient, sans les exclure, toutes les hypothèses à l'intérieur d'une structure cohérente. ■ ■ ■

pèces vivantes avoisine aujourd'hui 40 millions. Les extinctions ont été soit très rapides (au regard du temps géologique), soit très lentes. Ainsi, les trilobites, organismes qui ressemblent aux crabes apparus il y a 570 millions d'années (au début de l'ère paléozoïque), ont connu une lente déchéance pendant 325 millions d'années. Leur nombre et leur variété n'ont cessé de diminuer, pour disparaître à jamais il y a 245 millions d'années (à la fin du paléozoïque).

En revanche, les dinosaures, qui se sont épanouis pendant 100 à 150 millions d'années (du début du jurassique à la fin du crétacé), ont connu une extinction "rapide", en moins de 10 millions d'années. Pour ajouter à la confusion, les extinctions touchent simultanément de nombreuses espèces – on parle alors d'extinction de masse (voir encadré) – ou bien se concentrent sur quelques-unes, voire une seule. Des chercheurs ont même décelé

une périodicité de 26 millions d'années dans le déclenchement de grandes vagues d'extinctions. Un maximum de huit familles s'éteignent chaque million d'années. Les espèces ont une durée de vie moyenne de 4 millions d'années, mais certaines (notamment les requins, les coelacanthes, les blattes et les limules) existent sous la même forme depuis des centaines de millions d'années, et rien ne dit qu'elles disparaîtront un jour.

L'extinction n'en reste pas moins un phénomène si commun que – première hypothèse – on lui attribue un caractère "évolutionniste" ou darwinien : les espèces s'éteignent car elles sont génétiquement moins bien adaptées à la vie. S'il est vrai que les extinctions ont autorisé l'apparition d'espèces plus évoluées, plusieurs lignages prometteurs ont aussi été éliminés. Bref, dans un nombre non négligeable de cas, le destin semble avoir



■ ■ ■ Mais leur construction va plus loin. Les systèmes critiques auto-organisés se caractérisent principalement par leur extrême sensibilité aux perturbations. Pourquoi évoquer une catastrophe naturelle majeure, alors qu'une minime altération de la biosphère suffit ? Le battement d'ailes d'un archéoptéryx aurait pu provoquer l'extinction de milliers d'individus !

Peut-on espérer déterminer, grâce au nouveau modèle, l'ensemble des causes des extinctions passées et prévoir les prochaines ? Hélas, non. Les systèmes critiques auto-organisés ne se prêtent pas à la prédiction. On a beau savoir que les marchés boursiers sont des SCAO, cela n'a enrichi personne... Et pour cause : le comportement de ces systèmes est proche de celui des structures régies par les lois du chaos déterministe : on peut les décrire, on ne peut les prédire. Dans un système chaotique, la moindre perturbation entraîne à moyen terme un changement total de comportement. L'imprévisibilité des SCAO découle

et tous les séismes, toutes les fluctuations de la dynamique atmosphérique (effet de serre, réchauffement...), toutes les météorites qui ont heurté notre planète, toutes les

A en croire l'Américain Stephen Jay Gould, spécialiste de l'évolution des espèces, « ces travaux sont d'une importance capitale et doivent être pris très au sérieux ». Car,



## Les jeux du hasard

**Les espèces disparaissent-elles seulement parce qu'elles sont mal adaptées à leur milieu ? La majorité des spécialistes estiment que les extinctions les frappent aussi au hasard. Exemple : l'homme de Neandertal, pourtant bien adapté, s'est éteint il y a 35 000 ans.**

## C'est dans son imprévisibilité que réside la force du modèle

de leur complexité : lequel de leurs innombrables paramètres est à même de déclencher l'avalanche ?

Ainsi, pour expliquer les causes d'une seule extinction, même petite, il faudrait recenser l'ensemble des variations que la biosphère a subies avant et pendant la période considérée : toutes les éruptions volcaniques

altérations chimiques des mers et de l'air, etc. Bref, il faudrait dresser le tableau exhaustif des événements ordinaires et extraordinaires qui ont ponctué la vie de nos ancêtres il y a des millions d'années. Chimère...

Bien entendu, une grande cause produira en règle générale de grands effets : la chute des Bourses asiatiques a de fortes chances d'entraîner dans son sillage les autres Bourses ; la chute d'une vaste météorite risque de bouleverser l'équilibre de la biosphère (4). Mais ce ne sont là que des cas extrêmes, et rares.

La montagne aurait-elle accouché d'une souris ? Sans doute pas.

(4) En raison de sa nature chaotique, un SCAO peut cependant rester insensible à un grand bouleversement – si le système est dans un état dit « sous-critique » – et réagir violemment à une très faible perturbation – s'il est dans un état « sur-critique ».

paradoxalement, c'est dans son imprévisibilité que réside la force du modèle. Comme l'explique Ricard Solé, qui a conduit la recherche, ces travaux « démontrent qu'il y a un aspect indéterminé dans l'évolution des formes de vie sur la Terre ». De quoi faire réfléchir certains néodarwinistes, pour qui le paramètre essentiel de l'évolution est l'efficacité adaptative des êtres. Tout comme devront méditer ceux qui voient dans l'évolution un dessein divin...

« Si, à brève échéance, le mécanisme de la sélection naturelle joue un rôle primordial, poursuit Ricard Solé, à long terme, ce sont les aléas externes qui rythment l'évolution ». La fameuse controverse à propos de ce qui tient du hasard et ce qui découle de la nécessité aurait-elle enfin trouvé sa synthèse dans ce nouveau modèle ?





**Konica Hexar** : objectif 35 mm f:2 à sept lentilles en verre véritable.  
Mise au point automatisée par calcul sur trois points de mesure et possibilité  
de passer en manuel. Réglages d'exposition automatiques et débrayables.  
Moteur pour l'avance et le rembobinage du film.



## Terriblement efficace

DÉJÀ UN SIÈCLE que la Tour Eiffel est construite... comme le tout premier appareil photo Konica, première marque de photographie du Japon (elle a été fondée en 1873).

Si la dame de fer est restée ce qu'elle était, les Konica ont eux sérieusement évolué mais tout en préservant cette expérience séculaire que vraiment très très peu de marques peuvent revendiquer.

La richesse de ce savoir-faire se retrouve aujourd'hui dans le tout nouveau Hexar : aucun compromis pour arriver au plus parfait des

résultats. Une optique à sept lentilles, en vrai verre, garant d'un piqué sans égal. Un moteur qui avance et rembobine la pellicule sans que votre entourage l'entende.

Une électronique qui règle automatiquement netteté et

temps de pose de toutes les photos. Des automatismes qui savent aussi se faire oublier pour suivre vos désirs créatifs les plus insolites.

Discret, mais terriblement efficace, ce tout nouveau Hexar sait se mettre au service de vos photos.

C'est là toute l'expérience de Konica.



**HEXAR** existe aussi en silver



3allée du Ponant

95948 Roissy CDG CEDEX

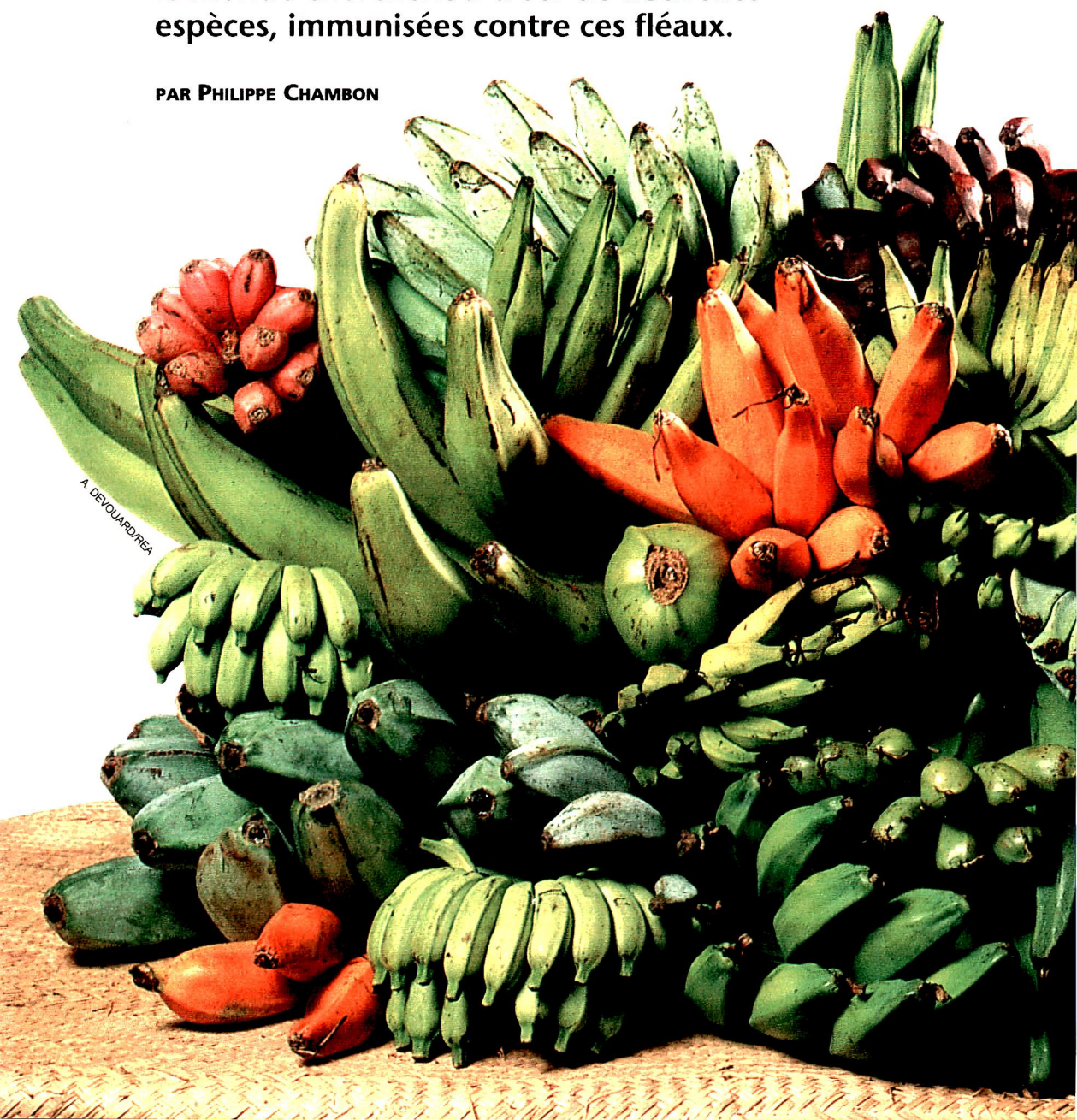
tél 01 49 38 65 50 fax 01 48 63 80 69



# Sauver la banane...

■ Pour des millions de paysans africains, asiatiques et sud-américains, la banane est un fruit – ou un légume – d'une importance vitale. Or, elle est attaquée par de redoutables maladies. Plusieurs centres à travers le monde cherchent à créer de nouvelles espèces, immunisées contre ces fléaux.

PAR PHILIPPE CHAMBON



A. DEVOUARD/REA



**F**rédéric Mbakam est soucieux : sa petite plantation familiale de bananiers plantains est attaquée par une terrible maladie, la cercosporiose noire. Les feuilles des plantes noircissent, se dessèchent, la photosynthèse est ralentie, les régimes seront légers. Cette année, sa production suffira peut-être à nourrir sa famille, mais le surplus, qu'il doit vendre sur le marché voisin de Njombé (Cameroun), risque d'être bien mince. Il faudrait traiter la plantation, mais avec quel argent ?

Pour Frédéric Mbakam, comme pour des millions de paysans africains, asiatiques et sud-américains, les maladies du bananier – cerco-

sporiose noire en tête, mais aussi charançons, nématodes (minuscules vers qui attaquent les racines) et virus – sont des menaces permanentes face auxquelles ils sont bien démunis. Or, pour la plupart d'entre eux, ce fruit, ou ce légume, selon les utilisations, est essentiel. On en consomme plus de 500 grammes par jour dans certaines régions d'Afrique, où il constitue le principal apport nutritif, riche en vitamines et en sels minéraux. La production mondiale annuelle, toutes variétés confondues, dépasse 84 millions de tonnes, dont 30 millions de tonnes de plantains. La banane se place ainsi au quatrième rang des productions agricoles.

Tandis que la production de bananes-dessert est presque toujours industrielle, celle de bananes à cuire, dont les plantains, est essentiellement vivrière ou destinée aux marchés de proximité. Les plantains sont omniprésentes dans la cuisine africaine, nature, grillées, en ragoût, en purée, en chips ou même sous forme de bière.

Mais, depuis quelques années, les maladies des bananiers progressent inexorablement. Or, les traitements chimiques utilisés dans les grandes plantations ne sont pas à la portée des petites exploitations paysannes. De plus, ils ne soignent pas toutes les maladies. Les planteurs de bananes-dessert ne peuvent oublier le drame des années trente, lorsque la maladie de Pana-

ma, redoutable mycose vasculaire, a ravagé la quasi-totalité des plantations de la planète.

Le remède serait de créer de nouvelles variétés et d'inventer de nouvelles méthodes de culture. C'est la mission que se sont assignée cinq grands centres de recherches sur les bananiers, au Honduras, au Brésil, au Nigeria, en France (1) – le cinquième, et non le moindre, est installé à Njombé, dans l'Ouest du Cameroun, depuis 1988 ; c'est le Centre de recherches régionales sur les bananiers et les plantains (CRBP).

### LE BANANIER N'EST PAS UN ARBRE

Une trentaine de chercheurs et de techniciens, agronomes, généticiens, phytopathologistes, y étudient la banane sous tous ses aspects et procèdent à des expérimentations sur les 20 hectares de plantations du centre. Ils disposent de l'une des plus importantes collections de bananiers au monde : plus de 350 variétés, originaires de toutes les régions tropicales du globe. Il en existe de toutes les formes, rondes comme des courges, longues de près de 50 cm ou de moins de 5 cm, rouges, vertes, jaunes, avec ou sans graines, etc.

Le bananier est une plante bien étrange. Contrairement aux apparences, ce n'est pas un arbre mais une herbe. Son "faux tronc" est formé par l'emboîtement des gaines foliaires. La tige, elle, est souterraine et forme un bulbe court d'où partent les racines. Quant aux fruits, ils forment un régime porté par la hampe qui pousse au centre du faux tronc. Ils sont le produit d'un curieux phénomène : la ■ ■ ■

### De 5 à 50 centimètres!

**Des rouges, des vertes,  
des rondes, longues  
de 5 à 50 centimètres...  
On estime qu'il existe  
près de mille sortes  
de bananes différentes,  
et l'inventaire planétaire  
n'est pas encore  
achevé.**

(1) La Fundación hondureña de investigación agrícola (FHIA), l'Empresa brasileira de pesquisa agropecuária, l'International Institute of Tropical Agriculture (IITA), le département des productions fruitières et horticoles du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD-FLHOR).



■ ■ ■ parthénocarpié, due à la capacité de la fleur femelle de former un fruit sans avoir été fécondée. Ainsi, la totalité des bananiers cultivés sont stériles. Heureusement, car les graines sont des petites billes noires, dures comme des cailloux.

Ce qui fait le bonheur des consommateurs fait le malheur des agronomes qui cherchent à améliorer cette plante. En effet, la reproduction végétative par "replantation" des rejets qui poussent à partir

## Le bonheur des consommateurs fait le malheur des agronomes

du bulbe soulève un grave problème phytosanitaire : les rejets d'une plante contaminée le sont aussi. De plus, pour obtenir des hybrides résistants aux maladies les plus graves, il faut avant tout contourner la stérilité de la plante.

«Heureusement, certaines espèces conservent une fertilité résiduelle», dit Kodjo Tomekpe, un généticien du CRBP. «En enduisant de pollen les organes femelles, on parvient à obtenir des hybrides

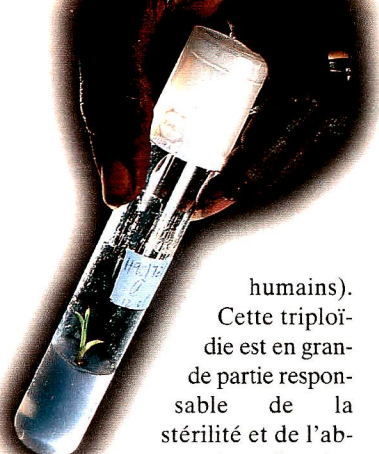
## Banane-éprouvette

**Pour procurer aux paysans des plants exempts de maladies, on en multiplie *in vitro*.**

dont on espère qu'ils seront à la fois résistants, faciles à cultiver et bons à manger.»

Une tâche qui doit tenir compte de la génétique très particulière des bananiers. Presque tous sont issus de deux espèces sauvages, *Musa acuminata* (A) et *Musa balbisiana* (B), dont les fruits sont remplis de graines. Ils se reproduisent aussi bien par voie sexuée que par clonage à partir des rejets. Le génome de ces plantes est diploïde, c'est-à-dire que leurs chromosomes vont par paires.

La plupart des bananiers cultivés, eux, sont des clones triploïdes : leurs chromosomes sont regroupés par trois (AAA, AAB, etc.). Ils sont apparus à l'occasion du croisement de parents diploïdes, dont l'un a donné par "erreur" des cellules germinales diploïdes, et l'autre, des cellules germinales normalement haploïdes (qui n'ont qu'un seul jeu de chromosomes, comme les spermatozoïdes



humains). Cette triploïdie est en grande partie responsable de la stérilité et de l'absence de pollen des variétés cultivées.

Certains bananiers, principalement des variétés sucrées et des variétés à bière, sont issus de la seule espèce *M. acuminata* (AAA). D'autres triploïdes proviennent de croisements interspécifiques : les plantains AAB, par exemple, dont les fruits sont plus fermes et plus parfumés que les bananes ABB. Curieusement, on ne connaît pas de BBB. Enfin, il existe aussi quelques variétés cultivées diploïdes (AA ou AB) et des clones tétraploïdes (AAAA, AAAB, AABB, AB BB).

«L'amélioration des bananiers plantains repose essentiellement sur deux stratégies», poursuit Kodjo Tomekpe. La première consiste à fournir aux plantes qui ont conservé une certaine fertilité fe-



PHOTOS A. DEVOUARD/IREA

## La tentation du charançon

**Ennemis du bananier, les charançons pondent dans la base du tronc, et leurs larves dévorent l'intérieur de la plante. Une nouvelle technique, très simple, pourrait limiter les dégâts : détourner le charançon de son site de ponte favori. On sait que l'insecte est attiré par les plantes fraîchement coupées. Il est donc facile de l'amener à pondre dans un morceau de bananier disposé au pied du plant à protéger. Ce piège, imbibé d'insecticide, aura raison des larves.**



## L'UNE DES PREMIÈRES PLANTES DOMESTIQUÉES

■ Où et quand la culture de la banane est-elle apparue? Mystère. On trouve des traces fossiles de bananes datant de l'ère tertiaire en Inde centrale, et il semble que le bananier ait été l'une des premières plantes domestiquées dans le Sud-Est asiatique. Les études génétiques les plus récentes montrent que les premiers bananiers à fruits sont apparus il y a plusieurs milliers d'années en Papouasie-Nouvelle-Guinée.

Mais, au départ, la sélection n'a pas nécessairement visé les fruits : les feuilles sont un excellent matériau de couverture des maisons et d'emballage de cuisson, les "troncs" servent à fabriquer des flotteurs ou des textiles, et le bulbe de certaines variétés fournit également de la farine. D'autres es-

pèces ont été sélectionnées pour leur bourgeon floral, très prisé en salade dans la cuisine thaïlandaise.

Avant l'ère chrétienne, les bananiers étaient cultivés de l'Inde au Pacifique, du Nord de l'Australie à l'île de Taïwan. Ils ont été introduits en Afrique par vagues successives il y a plus de trois mille ans. Les bananiers à bière et à cuire y sont parvenus bien plus tard, au

v<sup>e</sup> siècle de notre ère, à partir de Madagascar. Les variétés sucrées ont conquis le continent américain à la faveur de la découverte du Nouveau Monde. Mais des variétés à cuire sont peut-être arrivées au Pérou et en Équateur vers 200 av. J.-C., en provenance des Philippines.

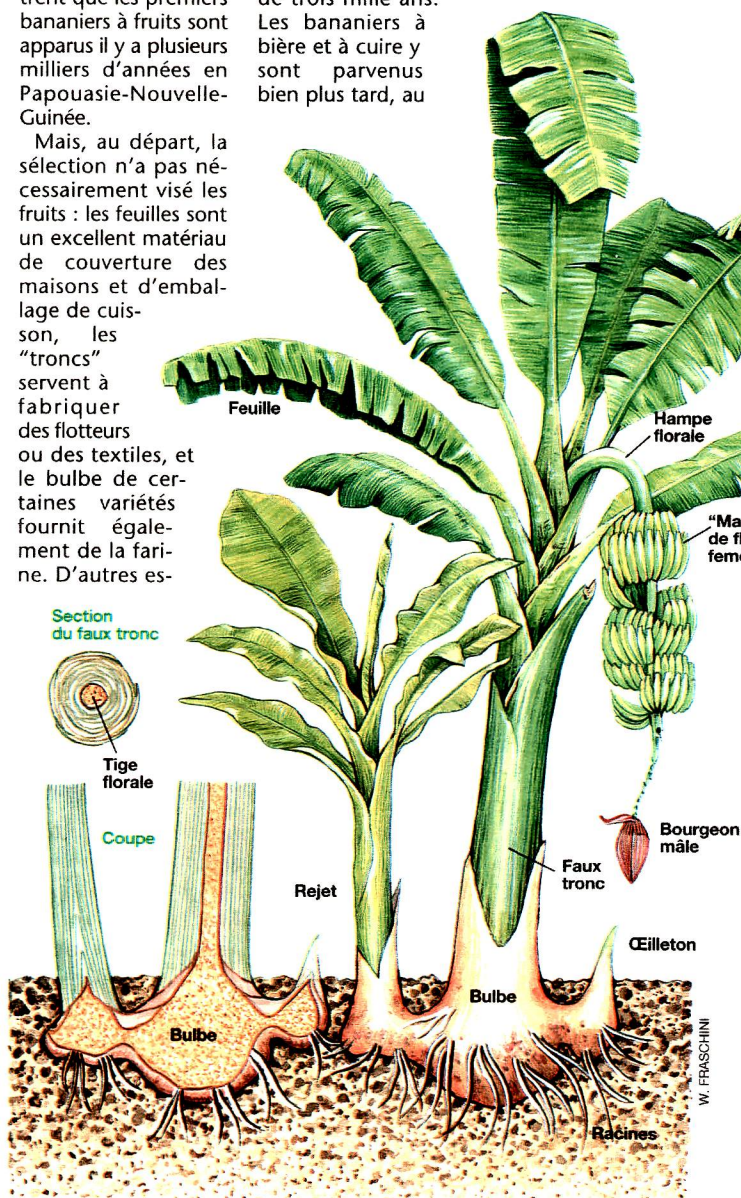
melle une résistance aux maladies que l'on rencontre chez certaines espèces AA. Les hybrides obtenus sont pour la plupart tétraploïdes AAAB ou diploïdes.

La seconde stratégie, plus longue mais plus fiable, crée des triploïdes à partir de parents diploïdes résistants aux maladies. Un plant est mis en prolifération *in vitro*, puis il subit un traitement à la colchicine qui double ses chromosomes. On obtient ainsi un parent tétraploïde, dont les gamètes sont donc diploïdes. On le croise ensuite avec un diploïde (dont les gamètes sont haploïdes), ce qui donne un bananier triploïde. Cette triploïdie garantit la stérilité de l'hybride, dont l'organisation chromosomique est semblable à celle des espèces les plus cultivées et qui présente les caractéristiques de résistance aux maladies de ses parents.

Cette stratégie, inventée par les chercheurs du CRBP et du CIRAD, conserve mieux les structures génétiques. Plus souple, elle permet d'utiliser des parents sauvages très fertiles, donnant une nombreuse descendance. Elle offre aussi la possibilité d'intégrer à tout moment de nouveaux critères, afin de répondre à l'apparition de nouvelles maladies.

### DES PLANTS MUTANTS

Pour créer des variétés, on peut également sélectionner des mutants obtenus par irradiation ou par stress chimique. On projette aussi d'hybrider des plantes totalement stériles en faisant fusionner leurs cellules *in vitro*. On régénère ensuite une plante complète à partir des cellules fusionnées. On tente encore





■ ■ ■ de transférer directement dans les cellules de bananier, par infection ou par bombardement de particules, les rares gènes de résistance connus (contre des virus, en particulier) ou des gènes de substances toxiques pour les champignons nuisibles.

Quelle que soit la stratégie retenue, les nouvelles espèces doivent être "évaluées en culture" aux quatre coins du monde, afin de savoir si elles résistent bien aux maladies qu'on cherche à combattre, si elles sont assez robustes pour tenir contre le vent et si leur saveur et leur comportement à la cuisson sont satisfaisants.

Le choix de ces plantes repose encore, pour une large part, sur l'intuition du sélectionneur. Mais la biologie moléculaire avance à grands pas : la dernière carte du génome des bananiers affiche déjà plus de 350 marqueurs moléculaires, qui permettent de choisir les parents en fonction de leurs caractéristiques génétiques.

## LES BANANIERES FONT DE LA RÉSISTANCE

Cette carte devrait aider à identifier les gènes de résistance. Mais aussi à répondre à une question capitale pour les généticiens : résistance totale et résistance partielle à une maladie sont-elles les expressions différentes des mêmes gènes, ou sont-elles déterminées par des gènes distincts ? Faute de le savoir, il est encore impossible de prédire

la "durabilité" de la résistance d'un hybride, face à des agents pathogènes en perpétuelle mutation.

Cependant, près d'une vingtaine de variétés de bananiers sont déjà issues de ces programmes d'amélioration. Malheureusement pour les paysans africains, aucune nouvelle variété de plantain vraiment satisfaisante sur le plan culinaire n'a encore été mise au point. L'urgence se fait sentir, et le CRBP y consacre l'essentiel de ses efforts. Un succès proche n'est d'ailleurs pas exclu. Cet été, un hybride de plantain concocté par ses chercheurs est arrivé à maturité et semble remplir l'essentiel des critères organolep-

## A toutes les sauces !

Choisissez des bananes plantains vertes, épluchez-les et découpez-les en fines rondelles (2 mm). Plongez-les dans de l'huile portée à 175 °C. Sortez-les au bout de trois minutes, lorsqu'elles sont dorées à point. Egouttez, laissez refroidir, salez ou sucrez. Ces "chips" de banane sont délicieuses. On peut aussi cuisiner les bananes

sous forme de frites, ou avec une viande, en ragoût. Attention, les bananes-dessert mûres supportent mal la cuisson.

tiques. Mais il doit encore être soumis aux tests de résistance.

En attendant ces variétés miracles, les paysans, comme Frédéric Mbakam, dont le champ se situe à quelques kilomètres du CRBP, n'ont d'autre solution que d'appliquer des techniques de culture, parfois très simples, conçues par les agronomes pour protéger les plantations traditionnelles.

## REPRODUCTION IN VITRO

Par exemple, les rotations de cultures permettent d'attendre qu'un parasite comme le nématode ou le charançon disparaisse du sol. Il faut également éviter de replanter des rejets contaminés. C'est pourquoi la plupart des centres de recherche ont créé des laboratoires de reproduction *in vitro*. A partir d'un seul rejet sain, produit dans une zone géographique exempte de maladies – comme dans les laboratoires du CIRAD, à Montpellier –, on obtient un millier de vitroplants en une année. Ils peuvent alors être fournis aux paysans ou aux planteurs, pour qu'ils entament ou relancent une production avec du matériel végétal sain. ■



PHOTOS A. DEVOUARD/REA



# Les couleurs de la vie

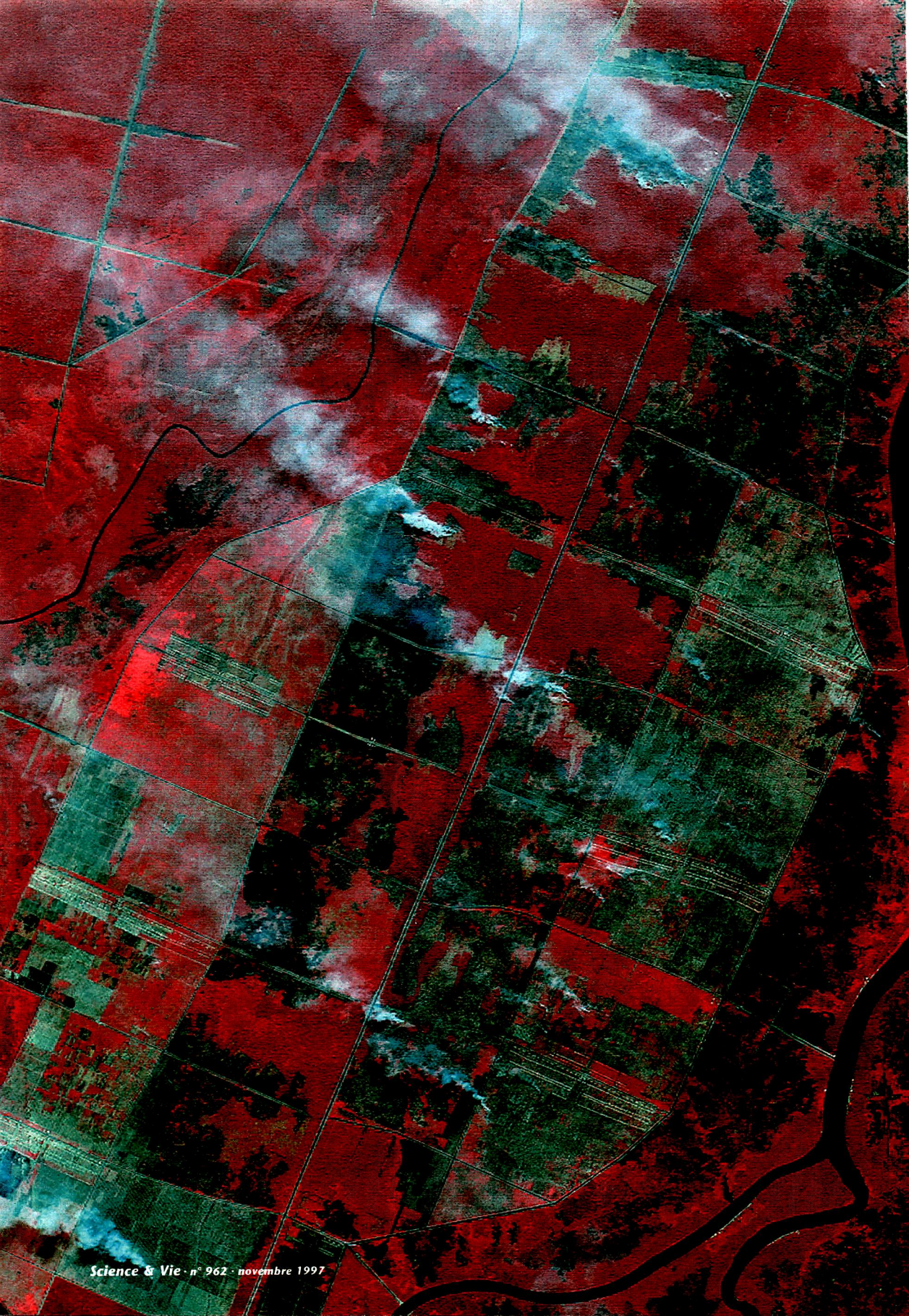
**info, service, loisirs, découverte ...**

DIRECTION DE LA COMMUNICATION EXTERNE DE RADIO FRANCE



Les fréquences des 38 Radios Locales 3615 Radio France (1,29F/mn)







# EL NIÑO

## Le courant fou qui détraque le climat



U. ATURUGIRIA/AFI PHOTO

■ Il se nomme El Niño (l'Enfant Jésus, en espagnol)... Mais ce courant marin chaud est un drôle de diable, qui charrie les calamités : déluges, cyclones,

sécheresse. Le voilà qui revient, plus puissant que jamais. On le soupçonne fortement d'avoir attisé les incendies qui ravagent l'archipel indonésien.

PAR JÉRÔME VIALARD ET BRICE QUENOUILLE \*

**D**epuis le mois d'avril, les climatologues du monde entier sont en état d'alerte. Les réseaux de mesures installés dans l'océan Pacifique tropical ont en effet enregistré une forte hausse de température de l'eau. D'après certains modèles numériques, cette hausse inhabituelle serait un signe précurseur d'"El Niño", un phénomène climatique au nom synonyme de catastrophe. Qui ne se souvient du El Niño de 1982-1983, pendant lequel le Pérou, l'Équateur, la Bolivie, le Brésil avaient affronté d'immenses déluges... Pendant ce temps, l'Australie et le Mexique connaissaient des sécheresses sans précédent.

(\*) Chercheurs respectivement au LODYC (unité mixte de recherche CNRS-université Paris VI-ORS-TOM) et à l'École pratique des hautes études.

Plusieurs cyclones s'abattaient sur la Polynésie française. Le nord-est des États-Unis n'était pas épargné, et connaissait des tempêtes d'une violence inhabituelle. On dénombra à travers le globe près de ■ ■ ■

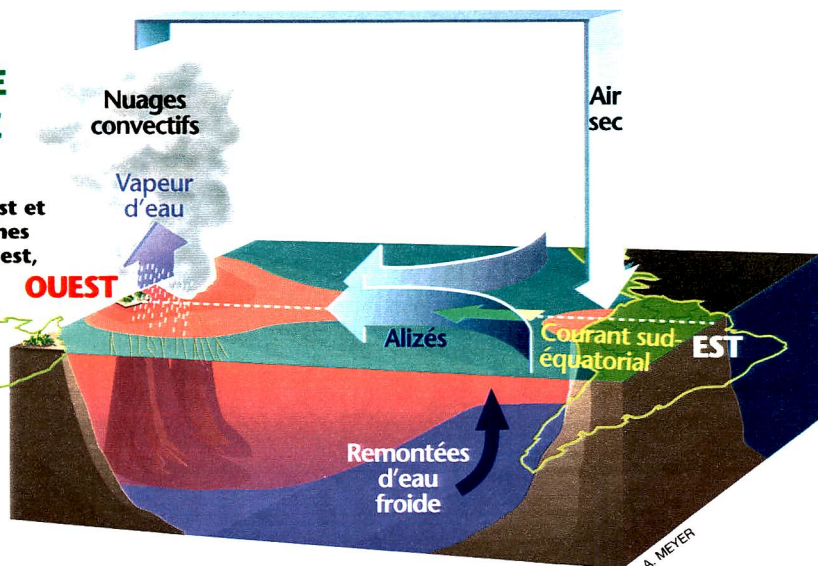
### SALE TEMPS SUR L'ASIE DU SUD-EST

Le climat tropical humide de l'Indonésie permet aux paysans de pratiquer les cultures sur brûlis, et surtout aux forestiers de mettre le feu aux arbres dont l'exploitation n'est pas rentable. Mais, cette année, la sécheresse engendrée par El Niño a empêché l'autorégulation de ces feux. Les forêts se sont embrasées, dégageant une pollution qui étouffe une grande partie de l'Asie du Sud-Est (ci-dessus, à Kuala Lumpur, en Malaisie, un masque de protection est devenu nécessaire).



## L'Océan Pacifique LORS D'UNE ANNÉE NORMALE...

Les eaux sont chaudes à l'ouest et froides à l'est. Les alizés (flèches bleues) s'écoulent d'est en ouest, ainsi que les eaux du courant sud-équatorial (flèche jaune). Les effets de rotation de la Terre tendent à créer une remontée d'eau froide (flèche violette) dans l'est du bassin. La convection atmosphérique est cantonnée à l'ouest.



■ ■ ■ 1 700 morts et on estima à 60 milliards de francs les dégâts causés par ce chapelet de calamités. Or, le El Niño qui se développe depuis quelques mois semble vouloir surpasser en intensité le El Niño de 1982-1983, pourtant surnommé "El Niño du siècle" (voir courbe p. 92).

## UN PHÉNOMÈNE DONT L'ORIGINE DEMEURE MYSTÉRIEUSE

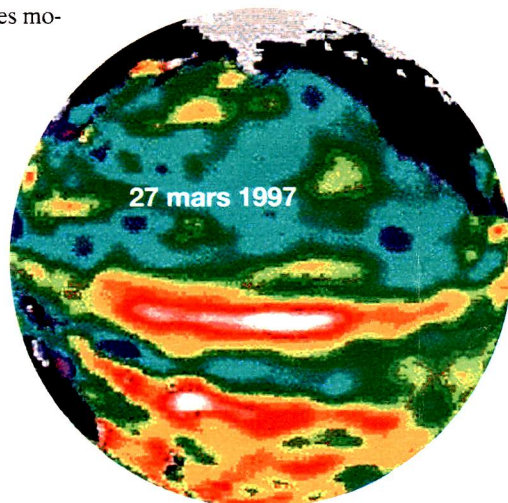
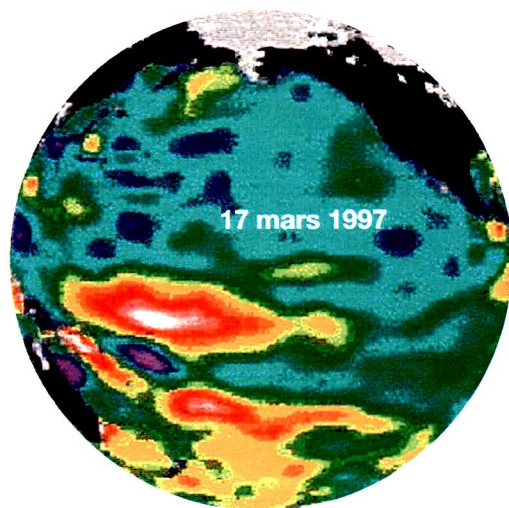
C'est au siècle dernier que le nom de "El Niño" (l'Enfant Jésus) fut donné par les pêcheurs péruviens à un "courant chaud" qui apparaissait certaines années près de leurs côtes, à l'approche de Noël. Et c'est seulement le récent développement des réseaux de mesures  $\Sigma$  (voir encadré p. 93) qui a permis de se rendre

compte que cet événement mettant en jeu l'océan et l'atmosphère s'étend en fait à tout le Pacifique tropical, et qu'il a des répercussions sur tout le globe.

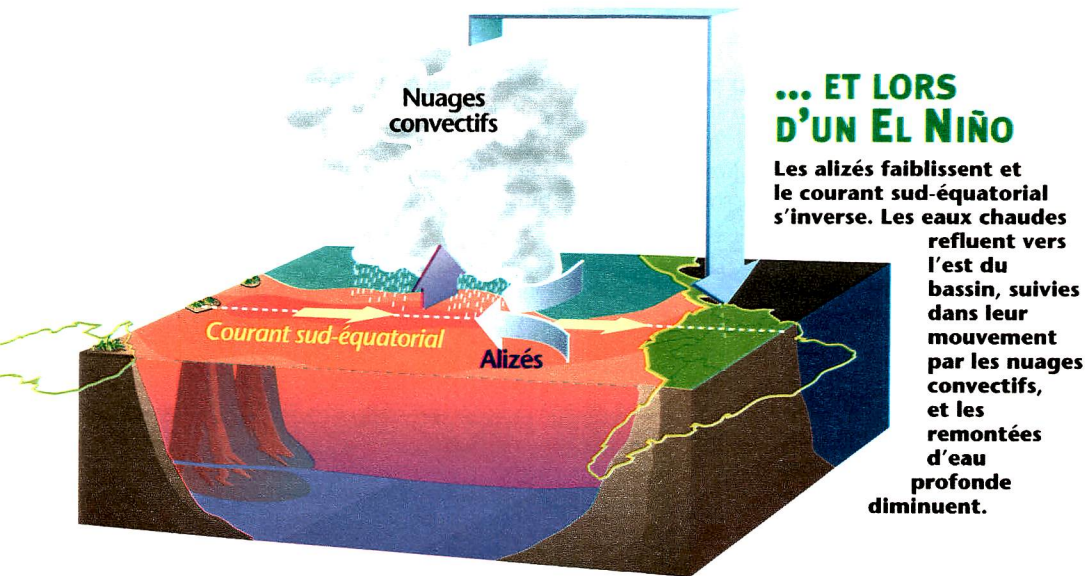
Lors d'un El Niño, les alizés cessent presque de souffler ; les eaux très chaudes qu'ils maintiennent à l'ouest du Pacifique refluent vers la côte américaine (voir photos ci-dessous), entraînant sur plusieurs milliers de kilomètres d'impressionnants nuages convectifs et des pluies diluviennes. Si, après plusieurs décennies de recherches, on saisit mieux les mécanismes régissant son déroulement, on appréhende encore mal son caractère capricieux.

El Niño est en effet un phénomène fort irrégulier, dont on ignore encore les facteurs qui le déclenchent.

Les mo-





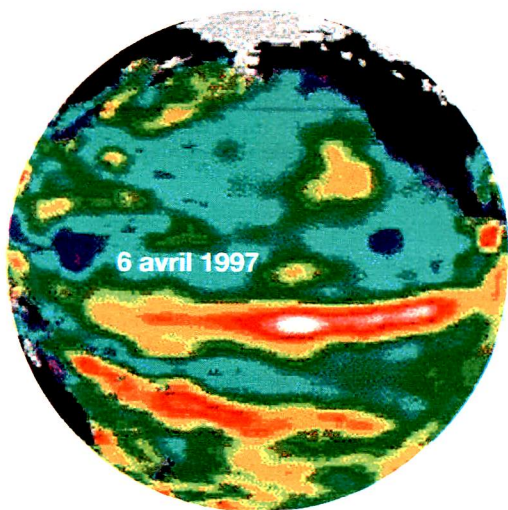


dèles informatiques les plus simples, construits à partir de notre compréhension actuelle, n'ont pas réussi à prévoir les El Niño récents. Seuls certains modèles sophistiqués – essayant de reproduire avec le moins d'approximations possible la dynamique de l'océan et de l'atmosphère – y sont parvenus. Il faut donc certainement inclure aux théories décrivant El Niño certains éléments qu'elles avaient jusqu'à présent négligés.

Les scientifiques se tournent en particulier vers le Pacifique ouest pour comprendre quels processus physiques seraient susceptibles de donner le coup de pouce qui déclenche un El Niño. Certains chercheurs du LODYC – prononcer "l'Odyssée", unité mixte de recherche CNRS-université Paris VI-ORSTOM (1) – ont notamment choisi de mettre l'accent sur le rôle de la salinité dans ce déclenchement. Des études récentes ont en effet montré que le sel semble jouer un rôle actif dans les déplacements vers l'est des eaux les plus chaudes de l'océan Pacifique. De plus, certains effets subtils de la salinité pourraient affecter les variations de température des eaux de surface en les isolant des eaux sous-jacentes plus froides...

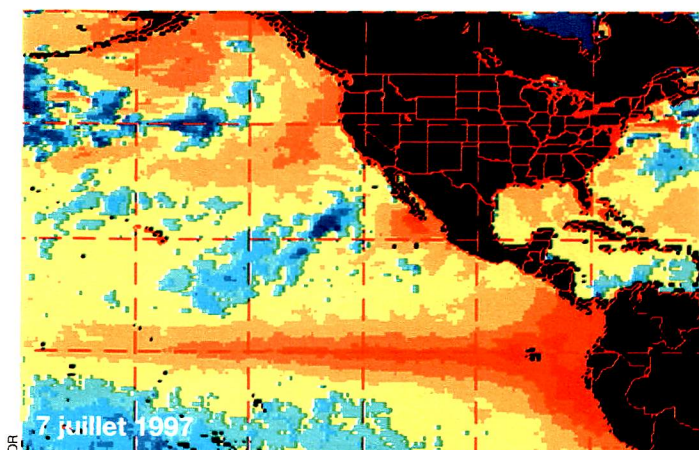
(1) ORSTOM : Institut français de recherche scientifique et de développement en coopération.

Mais, avant de nous intéresser davantage à l'importance de la salinité, faisons plus ample



## ALERTE AU PÉROU

Le satellite franco-américain *Topex Poseidon* mesure les variations de hauteur de la mer au centimètre près! Comme les eaux les plus chaudes sont trahies par la "bosse" qu'elles forment à la surface de la mer (en rouge), il est facile de suivre leur déplacement jusqu'aux côtes sud-américaines – ici, pendant le El Niño de cette année.





■■■ connaissance avec les principaux protagonistes de l'événement El Niño : le "réservoir d'eau chaude" du Pacifique ouest, la "langue d'eau froide" du Pacifique est et les alizés. Ces vents réguliers, bénis des navigateurs, soufflent d'ordinaire du Pacifique est vers l'Australie et l'Indonésie dans toute la bande tropicale (voir dessin p. 90). Leur présence est due avant tout à une circulation atmosphérique que l'on nomme cellule de Hadley. Le contraste entre les hautes pressions subtropicales et les basses pressions équatoriales induit un mouvement des masses d'air vers l'équateur.

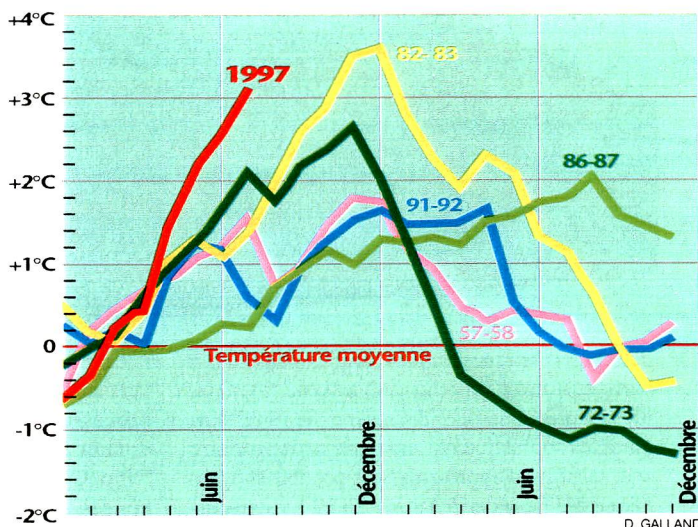
## DE L'INFLUENCE DE LA ROTATION DE LA TERRE

Or, le mouvement de rotation de la Terre dévie les vents de leur trajectoire. De cette déviation résultent les alizés. Ceux-ci entraînent les eaux océaniques dans leur mouvement vers l'ouest. Ils donnent ainsi naissance au courant sud-équatorial, qui s'écoule des côtes péruviennes vers l'ouest du Pacifique. La rotation de la terre dévie légèrement de leur route les eaux de ce courant, de part et d'autre de l'équateur. Un appel d'eau est ainsi créé, qui entraîne une remontée des eaux froides profondes vers la surface ("upwelling") dans l'est du Pacifique : c'est la langue d'eau froide équatoriale.

## RÉSERVOIR D'EAU CHAUDE CONTRE LANGUE D'EAU FROIDE

Au fur et à mesure qu'elles s'éloignent vers l'ouest dans le courant sud-équatorial, ces masses d'eau plutôt fraîches se réchauffent sous le soleil des tropiques. C'est l'"empilement" de ces masses d'eau devenues tièdes dans l'ouest du bassin qui y maintient, tout au

long de l'année, une température de 28 °C sur plus de 100 mètres d'épaisseur : on nomme cette région le réservoir d'eau chaude. L'est du Pacifique est en comparaison un peu frais, puisque sa température oscille, selon les sai-



D. GALLAND

## 1997 : EL NIÑO DU SIÈCLE ?

A chaque événement El Niño, la surface de l'océan dans l'est du Pacifique présente des anomalies de température. Ainsi, fin 1982, cette température était supérieure à la normale (courbe jaune) de près de 4 °C. En septembre 1997, l'anomalie avait déjà dépassé 3 °C (courbe rouge), alors qu'on était à trois mois de la fin de l'année, date à laquelle un El Niño atteint généralement son amplitude maximale. Que nous réservent les prochains mois ?

sons, entre 24 et 26 °C à l'équateur. Or, les contrastes thermiques entre l'est et l'ouest du bassin ont justement la propriété de renforcer les alizés. L'air tiède situé au-dessus du réservoir d'eau chaude est en effet associé à des pressions plus basses que la masse d'air plus fraîche située sur la langue d'eau froide. Cette différence de pression favorise l'écoulement des alizés.

De plus, pendant son trajet vers l'ouest, l'air s'allège à mesure qu'il s'échauffe et s'enrichit de vapeur d'eau. Les masses d'air peu denses qui convergent vers le réservoir d'eau chaude s'élèvent vers la haute atmosphère pour former le plus vaste système convectif de la planète. Les impressionnants cu-



## LE PACIFIQUE EN DIRECT

Pour comprendre le capricieux comportement d'El Niño, les océanographes doivent disposer de mesures régulières de la température, de la salinité et des courants. Depuis environ dix ans, le réseau TAO (Tropical Atmosphere and Ocean) leur fournit immédiatement ces données. Soixante-sept bouées ancrées dans des fonds de parfois 4 700 mètres mesurent en permanence les températures des 400 premiers mètres de l'océan, ainsi que de nombreuses variables météorologiques.

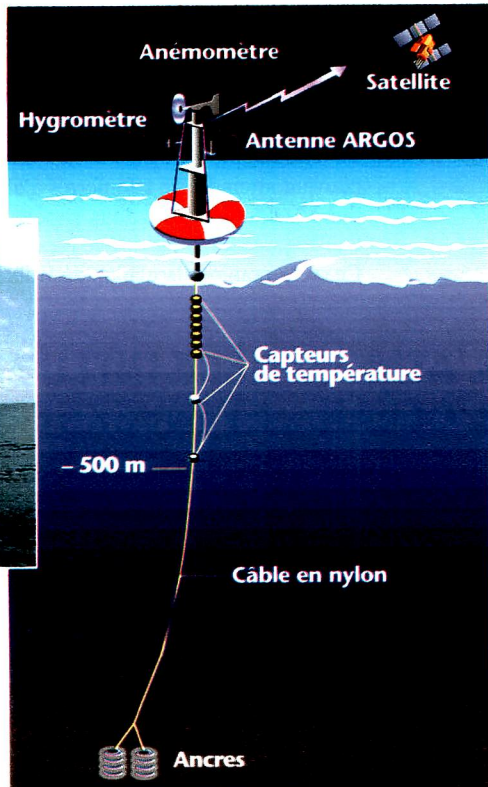


**Installées par les navires océanographiques de l'ORSTOM et de la NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration), les bouées TAO mesurent en permanence les caractéristiques des 400 premiers mètres de l'océan Pacifique.**

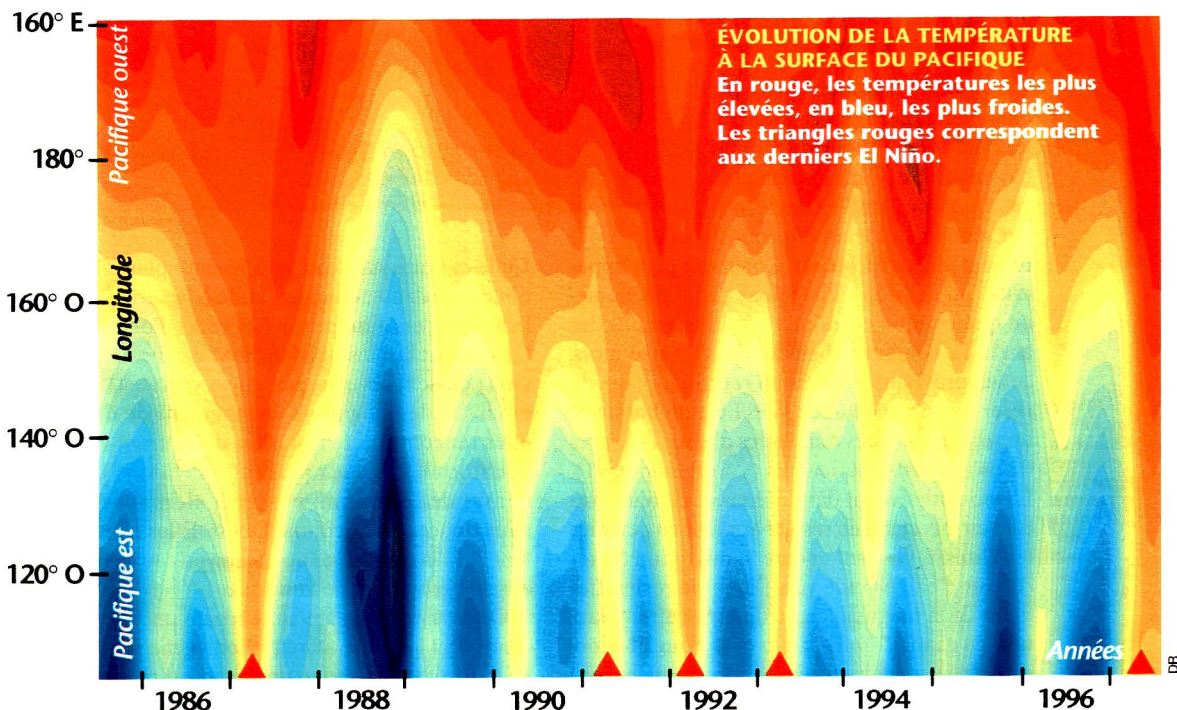
en plein Pacifique... L'illustration ci-dessous, obtenue en quelques minutes sur Internet (1), retrace l'évolution de la température de surface du Pacifique le long de l'équateur pendant les dix

dernières années. Les El Niño correspondent aux périodes où les eaux chaudes (en rouge) s'étalent vers l'est du bassin.

(1) <http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/realtime.html>



A. MEYER





■ ■ ■ mulo-nimbus que l'on y trouve en sont la manifestation la plus spectaculaire. Ces nuages, qui peuvent atteindre 18 kilomètres d'altitude, sont dus à la condensation de la vapeur d'eau dont l'air regorge lorsqu'il s'élève (voir photo p. 96). Ce cycle, nommé circulation de Walker, décrit le

initial dans le Pacifique ouest.

Parmi les candidats figure la salinité... Pourquoi? Il faut savoir que le Pacifique ouest est aussi le lieu où s'amas-sent les plus importants nuages convectifs de la planète : il est arrosé de plus de 2 mètres d'eau par an. En conséquence, le réservoir d'eau chaude est également un réservoir d'eau douce : les fortes pluies ont tendance à créer dans les 30 premiers mètres du Pacifique ouest une couche d'eau peu salée.

## L'ATMOSPHÈRE INFLUE SUR L'OcéAN... ET INVERSEMENT

renforcement des alizés et la formation de nuages convectifs en réponse aux différences de température entre réservoir d'eau chaude et langue d'eau froide.

Ce sont donc les alizés qui contribuent à engendrer les différences de température entre l'ouest et l'est du bassin, qui elles-mêmes renforcent les alizés! L'atmosphère influence l'océan, qui à son tour influence l'atmosphère. C'est cette danse des vents et des eaux, nommée "couplage océan-atmosphère", qui maintient à la fois les alizés et les contrastes thermiques est-ouest dans le Pacifique tropical.

### LA SALINITÉ, INITIATRICE DU PHÉNOMÈNE?

Toutefois, comme dans le tango, après deux pas en avant, les danseurs font parfois trois pas en arrière. C'est justement ces quelques pas en arrière que les climatologues ont coutume d'appeler El Niño. Comment peut apparaître un El Niño? Imaginons qu'un phénomène quelconque entraîne l'affaiblissement des alizés. Le courant sud-équatorial s'inverse alors, ce qui provoque à la fois un reflux des eaux du réservoir d'eau chaude vers l'est du bassin et une diminution des remontées d'eau froide près des côtes sud-américaines (voir dessin p. 91). L'amoindrissement des différences de température est-ouest qui en résulte affaiblit un peu plus les alizés, favorisant encore la migration du réservoir d'eau chaude vers l'est et le réchauffement de la langue d'eau froide. Si cette "réaction en chaîne", qui est à la base d'un El Niño, est relativement bien connue, on ignore encore quels processus lui donnent le coup de pouce

(2) On mesure la salinité en grammes par kilogramme d'eau de mer. Ainsi, 1 kg d'eau ayant une salinité de 35‰ contient 35 g de sels minéraux.



SYGMA/TED BENSON



GAMMA/P. RIVIÈRE

Celle-ci flotte sur l'eau sous-jacente plus salée, donc plus dense, comme l'huile à la surface de l'eau (voir encadré p. 96). Les vents d'ouest relativement faibles qui soufflent dans cette région poussent ces eaux peu salées vers l'est. Aux environs de la ligne de changement de date, elles rencontrent le flot d'est du courant sud-équatorial. Les eaux plus salées et donc plus denses de ce courant plongent alors sous les eaux douces du Pacifique Ouest. Elles alimentent ainsi la subsurface de l'océan en eau chaude et salée provenant de la surface.

On trouve donc dans cette région une couche d'eau dont la température est homogène, séparée en deux étages. L'étage supérieur est constitué d'eau peu salée (à environ 34,5 ‰) (2). L'étage





## UN CHAPELET DE CATASTROPHES

**Inondations aux Etats-Unis ① et au Pérou ②, sécheresse en Australie ③... A chaque El Niño, sa longue liste de calamités. L'ampleur exceptionnelle des incendies de l'archipel indonésien n'en est qu'un nouvel exemple.**



GAMMA/P. AVENTURIER

inférieur, plus salé (à environ 35,5 ‰), est nommé "barrière de sel" en raison de ses propriétés isolantes. Sa présence empêche en effet la couche de surface de se refroidir au contact des eaux froides profondes (voir encadré p. 96). En court-circuitant cet effet de refroidissement, qui fait office de thermostat, la barrière de sel va favoriser l'apparition de "points chauds" à la surface de l'océan (zones de plusieurs centaines de milliers de kilomètres carrés atteignant parfois 30 °C).

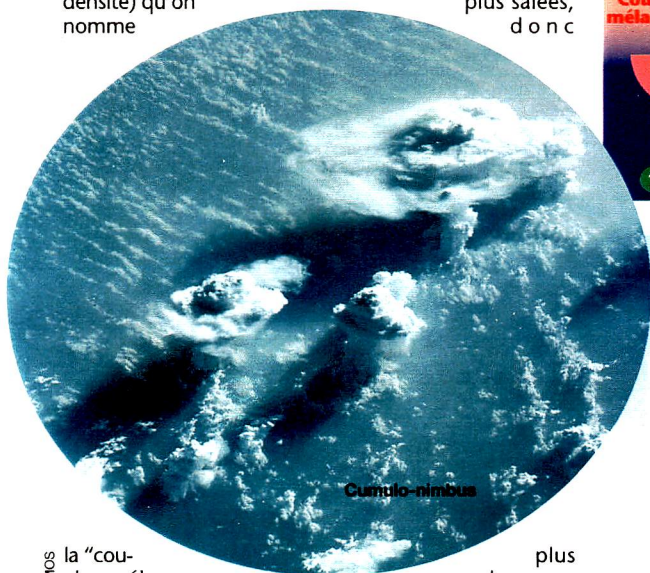
L'air va se réchauffer au-dessus de ces points chauds et s'élever, ce qui favorise le développement de nuages convectifs. L'apparition de ce type de nuages est souvent accompagnée de très forts coups de vent d'ouest. Ces vents entraînent dans leur mouvement la couche d'eau superficielle peu salée, qui glisse sur l'eau sous-jacente plus dense comme sur une toile cirée. D'où des courants de surface dirigés vers l'est dont la vitesse est parfois de 1 mètre par seconde ■ ■ ■



## COUCHE MÉLANGÉE ET BARRIÈRE DE SEL

■ Le brassage du vent crée dans les premières dizaines de mètres de l'océan une couche très homogène en température et en salinité (donc en densité) qu'on nomme

dans le Pacifique ouest. Sous la couche mélangée d'eau peu salée créée par les fortes pluies, on trouve en effet des eaux presque aussi chaudes mais plus salées, donc



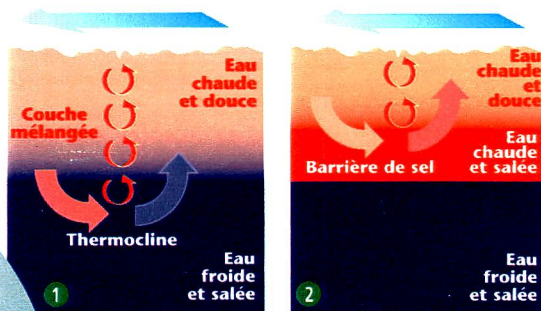
RESEARCHERS/COSMOS

la "couche mélangée". En règle générale, on trouve sous cette couche une région de forts changements de température appelée la "thermocline".

Le brassage par le vent apporte donc dans la "couche mélangée" des eaux très froides, qui ont tendance à faire baisser sa température ①. Cet effet de refroidissement est fortement perturbé

plus denses, apportées par le courant sud-équatorial ③. Le brassage par le vent n'entraîne donc plus vers la couche de surface des eaux plus froides, mais des eaux pratiquement à la même température ②.

C'est cet effet isolant, dû à l'étaie d'eau chaude et salée intercalé entre la surface et les profondeurs glacées, qu'on nomme "barrière de sel".



ILLUSTRATIONS A. MEYER

■ ■ ■ (3,6 km/h). Normalement, le fort brassage de la couche de surface et le coup de vent d'ouest devraient entraîner des eaux froides vers la couche de surface, détruisant ainsi le "point chaud". Mais, ici, la barrière de sel protège quelque temps le point chaud du refroidissement et prolonge sa durée de vie.

Les forts courants de surface suscités par le coup de vent vont donc transporter le point chaud vers le Pacifique central, y favorisant l'apparition de convection, et ainsi de suite... Les effets de salinité pourraient donc contribuer à

amorcer le déplacement vers le Pacifique est du système "réservoir d'eau chaude/convection".

Le capricieux El Niño n'a sans doute pas fini d'intriguer les climatologues. En effet, l'examen attentif des propriétés physiques du réservoir d'eau chaude a mis en évidence l'importance inattendue de la salinité, suscitant ainsi une nouvelle difficulté dans la compréhension du phénomène. Peut-être les effets de salinité n'en sont-ils pas la cause... Mais ils constituent à coup sûr un élément non négligeable de sa complexité. ■



5 CD-ROM PC

3 Go de contenu

5h30 de son

Existe également

en version DVD-ROM

Un site internet dédié

AVEC LE SOUTIEN DU MINISTÈRE DE  
L'ÉDUCATION NATIONALE,  
DE LA RECHERCHE ET  
DE LA TECHNOLOGIE

vous présentent

Un voyage  
encyclopédique  
en 3D

du Big-Bang au

XXIème siècle

# DÉCOUVERTES



VOYAGEZ



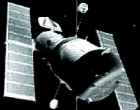
APPRENEZ



DÉCOUVREZ



NAVIGUEZ



LirisInteractive  
151, rue Saint-Honoré  
75044 Paris cedex 01  
[www.liris-interactive.com](http://www.liris-interactive.com)

Pour recevoir un CD-ROM  
de démonstration, envoyez  
vos coordonnées sur papier  
libre avec un chèque de  
15 Frs (participation aux  
frais de port) à :  
Ramcès-Démo Découvertes,  
Place des Halles - BP 7  
38410 BU



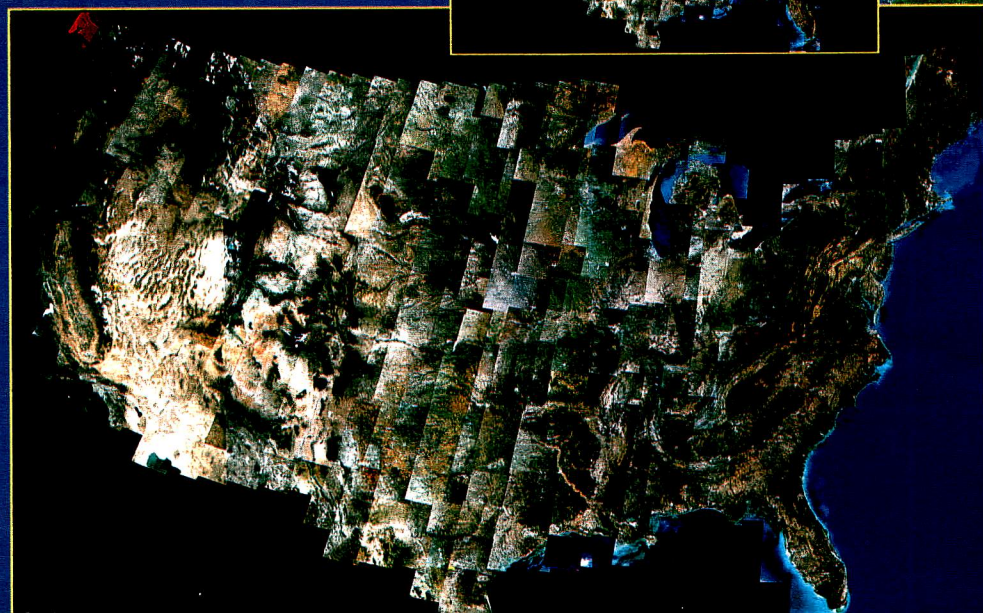
# L'ATLAS du xxi<sup>e</sup> siècle

■ Voici notre planète, telle qu'elle apparaît à 700 km d'altitude, grâce aux enregistrements du satellite américain *Landsat*. La mise en images des données a été effectuée par la société française M-SAT, qui prépare *Planet' 2000*, un atlas exceptionnel dont voici quelques belles pages.

PAR ISABELLE BOURDIAL

## 432 images pour dessiner les Etats-Unis

Le satellite a enregistré le rayonnement électromagnétique réfléchi par le continent américain. Il a recueilli 40 milliards de données numériques. Le territoire était divisé en 432 carrés de 185 km de côté. Assemblées en mosaïque, ces "scènes" seront ensuite corrigées de façon à gommer les "sutures".





A high-resolution satellite image of Europe and its surrounding regions, including North Africa, the Middle East, and parts of Asia. The land is shown in various shades of green and brown, indicating vegetation and terrain, while the oceans are a deep blue. The text is overlaid on the image.

## L'Europe à la carte

La banque de données  
de Planet' 2000 permettra  
de cartographier la Terre au  
1/100000. A l'échelle, cette  
carte mesurerait 400 m sur  
200 m ! L'Europe couvrirait  
à elle seule une surface  
équivalant à  
celle d'un  
court  
de  
tennis.

# La Terre en MILLE MILLIARDS de données





## Les couleurs de Venise

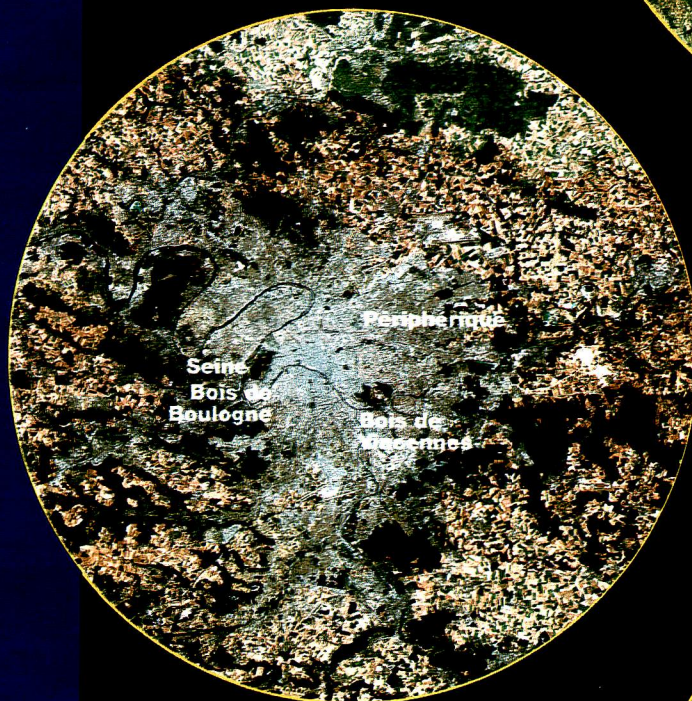
Le tracé de la lagune et des canaux confère à Venise une physionomie reconnaissable entre toutes. Ce document n'est pas une photo : si la mer Adriatique ressort en bleu, les plages du Lido en beige, la végétation en vert et la ville en gris, c'est en raison des teintes affectées aux valeurs radiométriques regroupées par classes.

# Les VILLES dévoilent leur plan



## Genève et son lac

La télédétection révèle la silhouette d'une agglomération : sa localisation géographique, sa densité urbaine, la distribution de ses espaces verts, ses principales artères, ses grandes infrastructures... Ici, Genève déploie ses faubourgs autour du lac Léman.

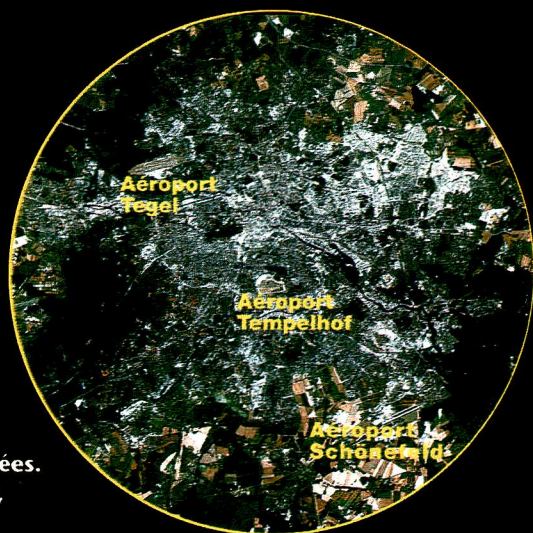


## Le grand Paris

Grâce à l'étendue de son spectre d'enregistrement (de l'infrarouge au bleu), *Landsat* révèle les contrastes entre tissus urbains : les quartiers haussmanniens, dont les toits en zinc ressortent en gris-bleu, les zones pavillonnaires aux toits rougeâtres, et les cités-dortoirs de la banlieue.

## Berlin sans murs

Le capteur du satellite américain perçoit des détails de 30 m x 30 m. Son acuité, moins bonne que celle du français *Spot* (qui possède deux résolutions : 10 m et 20 m), est toutefois suffisante pour distinguer les grands quartiers de Berlin et noter la proximité des parcelles cultivées. Avec un grossissement à peine supérieur, on pourrait même voir le Reichstag !





## Tous les bleus de la Gironde

La télédétection facilite le suivi systématique à grande échelle de l'évolution du littoral. Le passage répété du satellite permet de repérer l'érosion des côtes dans le temps. *Landsat 5* est également sensible à la présence de sédiments, ou d'algues en forte concentration dans l'eau. Les alluvions présentes dans l'estuaire de la Gironde apparaissent ici en clair.

**Le LITTORAL  
se découpe  
en beauté**







## La lumière de Gibraltar

Courants de surface, vagues et houle modifient la manière dont l'eau réfléchit la lumière. C'est ce qui permet à *Landsat 5* de distinguer une mer d'huile d'un océan déchaîné. La météo marine était visiblement bonne, ce jour-là, sur le détroit de Gibraltar...

Gibraltar



Cap Corse

Bonifacio

## L'unification de la Bretagne

Pour "couvrir" une région entière, plusieurs "scènes" sont nécessaires. Mais la météo n'est pas toujours favorable. Et plusieurs mois séparent parfois deux scènes contiguës. Toutes les images de l'atlas ont donc été homogénéisées à l'aide d'un traitement spécial.

## Les secrets de la Corse

L'île de Beauté, reconstituée dans ses moindres criques. Les eaux sombres qui la bordent trahissent les pentes abruptes de ses côtes, sauf au Sud, près de Bonifacio, où les teintes turquoise correspondent à des hauts-fonds. Le panache de fumée au Nord révèle... une décharge qui brûle en permanence. ■



# De si doux Barbares...

■ Envolée, la vision mythique des hordes barbares déferlant sur la Gaule romanisée et raffinée, tuant, pillant, dévastant. Plutôt que de "grandes invasions", les archéologues préfèrent parler aujourd'hui de "grandes migrations", souvent pacifiques. La barbarie n'est plus ce qu'elle était...

PAR CATHERINE CHAUVEAU

**T**out commence par une histoire d'amour, de vengeance et de trahison. Pour punir son frère l'empereur, qui a fait tuer son amant, une princesse appelle à l'aide un puissant roi allié. Celui-ci propose à l'empereur de régler le problème en épousant lui-même la belle. Ses espoirs sont entretenus, puis raillés. Rome apprend alors à ses dépens que ce n'est pas ainsi qu'on traite un ami, un ami qui, de surcroît, se nomme Attila.

Des hordes de cavaliers





BIG'S FLEISCH-EXTRACT.



Raubzug der Hunnen unter ATILLA  
im Jahre 44.

## VÖLKERWANDERUNG

SAALBURG MUSEUM



## Le mur de la provocation

Pour contrer les raids des Barbares,  
les Romains construisirent le long des frontières  
de l'Empire, le *limes* (la limite, en latin),  
un ensemble de lignes fortifiées et de forts  
- ici la reconstitution de l'un d'eux, le Saalburg Kastell,  
en Allemagne. Mais rien n'arrêta les nomades  
des steppes d'Europe et d'Asie! Les historiens latins  
nous ont légué de ces temps l'image terrible  
des "grandes invasions", image  
bien relativisée aujourd'hui  
par l'archéologie.



■ ■ ■ sauvages et hirsutes dévastant et massacrant tout sur leur passage, puis s'installant dans les décombres, voilà le tableau sinistre par lequel on illustre habituelle-

me on les appelait il n'y a pas si longtemps, s'éclairent à présent, grâce aux nouvelles méthodes de travail des archéologues, qui permettent de réinterpréter les données des fouilles anciennes. D'où venaient-ils, ces barbares envahisseurs ? Et, d'abord, nous ont-ils vraiment envahis ?

On peut en douter. Bien sûr, les forts élevés par les Romains le long des frontières de l'Empire furent incendiés, saccagés. Les archéologues retrouvent ces niveaux très nets de destructions violentes. Mais, pour les Barbares, il s'agissait avant tout de passer. Au contraire,

les villages et les fermes des zones frontalières de la Gaule ne présentent pas ces traces d'affrontements.

En outre, les archéologues regardent aujourd'hui avec scepticisme le prétendu abandon massif de ces terres par des populations censées fuir ou craindre les Barbares. Il semble, en effet, qu'il y ait eu une relative continuité de l'habitat et que la dégradation des maisons, voire leur transformation, ne soit pas due à leur récupération par des Barbares. Elle pourrait en fait traduire l'évolution de l'habitat local, devenu plus fruste en ces temps d'instabilité politique et de désorganisation sociale. Parallèlement, les nécropoles gallo-romaines des IV<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> siècles ne présentent pas un accroissement du taux des blessures par armes ou des morts violentes.

## Des Huns enrôlés par les Romains pour combattre Attila

ment la chute de l'empire romain et l'aube du Moyen Âge, l'époque des Grandes Invasions.

Mais ces "âges sombres", com-

## Parés à la mode barbare

**D'un bout à l'autre de l'Europe, les tombes barbares contiennent des objets étonnamment similaires, comme ces deux paires de fibules – grandes épingles servant à fixer les vêtements – en or et pierreries retrouvées l'une en Normandie (au centre), l'autre en Hongrie. Plutôt qu'une appartenance culturelle commune, ce phénomène indiquerait l'existence de modes vestimentaires barbares.**



## LE DÉFI DES FORTIFICATIONS ROMAINES

Il vaudrait donc mieux parler, comme le font les historiens anglo-saxons et allemands, de Grandes Migrations. Car les mouvements de populations qui agitèrent l'Europe aux IV<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> siècles de notre ère, et dont les dernières manifestations seront les raids vikings au X<sup>e</sup> siècle, ne sont ni soudains ni nouveaux. Malgré la relative sédentarisation des peuples dès la fin de la préhistoire, l'Europe a, en effet, été longtemps parcourue en tous sens par diverses populations. Par des nomades évidemment, dont l'un des modes de subsistance était le pillage ou le rançonnement des populations sédentaires formées de paysans artisans. Et aussi par de petits groupes semi-sédentarisés se déplaçant progressivement, après l'épuisement des terres ou à cause du fractionnement des communautés villageoises.

Mais, tandis qu'auparavant ils allaient où bon leur semblait, voilà que des lignes de fortifications élevées par les Romains leur barrent l'horizon au sud et à l'ouest ! Une

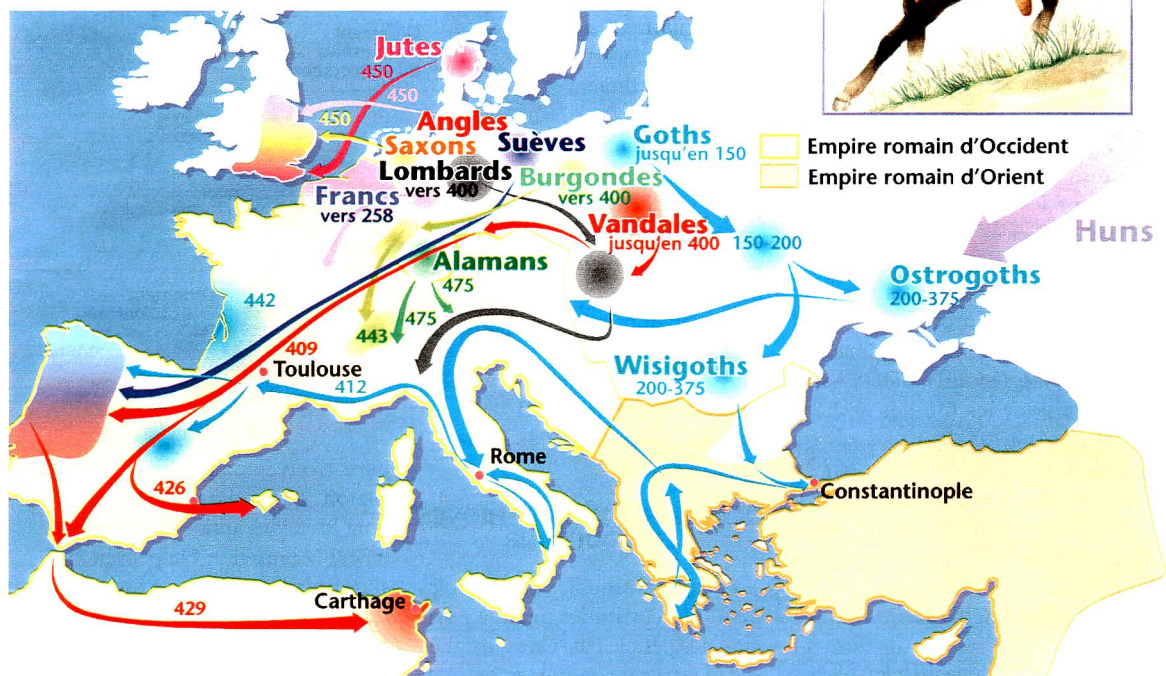


# Qui veut voyager loin ménage sa monture

Les "peuples de la tente", comme les appelaient les Romains, poussés par leur propre dynamique, par d'autres populations ou attirés par l'ampleur et la richesse de l'Empire, ont réussi aux IV<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> siècles à forcer ses frontières. Après un extraordinaire périple, les Vandales s'établirent en Afrique du Nord. Ils y persécutèrent les chrétiens et l'élite romaine et poursuivirent leurs raids vers l'Italie, avant d'être massacrés ou déportés par les Romains. Un bien long voyage pour un règne de quelques décennies. A l'inverse, les Francs ne firent que traverser le Rhin, mais donnèrent à la France sa longue monarchie et son nom : un succès dû à la tolérance et à l'intégration.



E. KRÄHENBUHL



A. MEYER

entrave certes, mais aussi une tentation, un défi, un réservoir à fantasmes.

Certaines tombes de cimetières gallo-romains du nord et de l'est de la Gaule datées du second tiers du IV<sup>e</sup> siècle et du début du V<sup>e</sup>, donc avant les grandes migrations, contiennent des objets barbares d'origines très diverses : petits peignes en os et fibules à motif losangé typiques de l'Europe orientale ; miroirs de bronze alanosarmates (les Alanosarmates sont des nomades des steppes asiatiques) ; pointes de flèche et éléments de harnachement caractéristiques des Huns ; bijoux et ornements vestimentaires richement décorés

et colorés d'origine danubienne.

Que font donc là ces objets pour le moins incongrus en territoire gallo-romain ? On y voyait la preuve d'une invasion. Ils révéleraient plutôt la présence précoce et limitée de Barbares intégrés à la société gallo-romaine.

## UNE COHABITATION QUI CONTINUE APRÈS LA MORT

On ne peut juger si, dans la vie, les premiers Barbares arrivés en Gaule étaient des gaillards irascibles et tapageurs. Ils furent en tout cas fort discrets dans la mort : à la fois par leur nombre, très restreint, par leurs pratiques funéraires – ils abandonnent rapidement la

coutume de l'incinération pour adopter l'inhumation habillée, généralisée en Gaule romaine – et par leur présence aux côtés mêmes de ceux avec qui ils avaient cohabités.

Justement, pour lutter contre les raids barbares aux frontières, par terre et par mer, et contre le brigandage intérieur, Rome pratiquait une politique d'intégration des Barbares et d'alliance avec eux. Certains sont des prisonniers de guerre, installés sur des terres de l'Empire en tant que soldats payés. D'autres, à titre individuel ou collectif, sont engagés volontaires dans l'armée romaine. Les soldats qui repoussèrent le Hun Attila et ses alliés Ostrogoths, Thuringiens, ■ ■ ■



■ ■ ■ Burgondes et Francs, en 451, entre Troyes et Châlons, étaient des Wisigoths, originaires du Danube inférieur, des Sarmates, des Alains et même des Huns!

Ainsi, certaines des tombes découvertes cet été à Pontôme, sur le tracé de l'autoroute A28 (Alen-

commun à la fin du v<sup>e</sup> siècle. Les superbes parures et ornements d'anubiens devinrent très recherchés, copiés et portés aussi bien par des Barbares de toutes origines que par les Gallo-Romains.

« Les objets prestigieux de l'aristocratie du Danube et du Bosphore, ainsi que les armes et les équipements guerriers, ne peuvent être attribués à une ethnie précise, car ils ont été rapidement imités par divers peuples. De plus, les peuples barbares constituent plus des unions tribales, des formations militaires fluctuantes, que de véritables ethnies », explique Michel Kazanski, chargé de recherches au CNRS.

### DES PEIGNES WISIGOTHIQUES EN AQUITAINE

Ce constat trouble considérablement nos certitudes quant à l'origine des peuples barbares installés sur le territoire gallo-romain. Auparavant, on attribuait sans sourciller tous les objets d'allure bar-

bare trouvés dans une région au peuple barbare dont les textes antiques y mentionnaient la présence. On pensait ainsi définir les cultures propres de chacun d'eux. En fait, avec la précision croissante des fouilles et des datations, rien ne va plus.

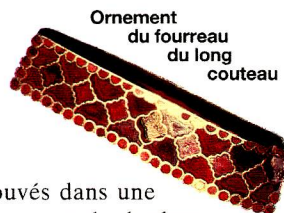
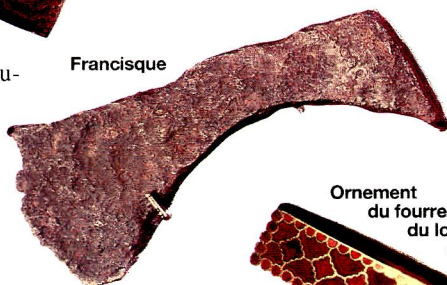
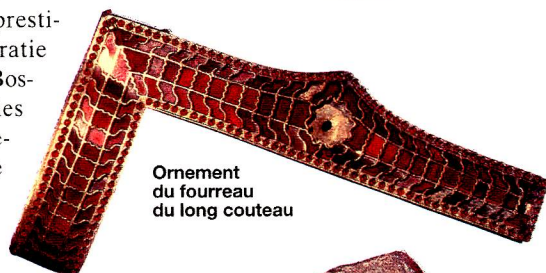
Seuls quelques peignes en os, objets utilitaires modestes et fragiles, découverts dans des *villae* (fermes) gallo-romaines du début du v<sup>e</sup> siècle témoigneraient vraisemblablement de l'installation des Wisigoths en Aquitaine, et non tout le lot de sarcophages et de bijoux qui leur étaient attribués il y a peu. De même, les déformations volontaires du crâne des femmes par bandage, interprétées d'abord comme un signe d'appartenance à un peuple d'Asie centrale, les Huns par exemple, semblent avoir également été un phénomène de mode, un critère de beauté adopté par de nombreux autres peuples barbares.

Retrouver la trace de peuples errants, qui par essence n'en laissent

## Moins des ethnies que des unions tribales, des troupes armées...

çon-Le Mans-Tours), contenaient à la fois des bracelets et ornements germaniques et des verreries et céramiques gallo-romaines. Ce pourrait être les sépultures des soldats d'une garnison proche et de leurs familles. Mais, selon le responsable de la fouille, Gérard Guillet (Association pour les fouilles archéologiques nationales), ces objets n'indiquent pas à coup sûr la provenance de leurs possesseurs. Ils reflètent peut-être simplement la mode barbare qui naissait alors en Gaule.

Par l'intermédiaire de l'armée romaine, itinérante et fortement barbarisée, la mode du bijou barbare gagna d'abord les hautes classes de la société, pour devenir le goût



## NOS ANCÊTRES, LES FRANCS

■ La première mention des Francs dans les textes antiques date du III<sup>e</sup> siècle. Il s'agit non pas d'une ethnie mais d'un regroupement de tribus. Les peuples barbares accordaient en effet plus d'importance à la reconnaissance de chefs communs qu'à leur appartenance à un groupe culturel et linguistique.

Ceux qui se sont fêdérés sous le nom de

Francs seraient des Germains d'origine scandinave, établis dans les actuels Pays-Bas et en moyenne Allemagne. Le mot "franc" viendrait des mots de vieux norrois – langue ancienne de Scandinavie – "frekr", "fri", qui signifient "courageux, hardi".

Archéologiquement parlant, les Francs appartiennent à une aire culturelle qui s'étend

du Rhin à la Weser. Elle se caractérise par des formes communes de céramiques et de parures, par l'incinération des morts et la pauvreté des tombes, par des maisons à pièce unique entourées de petites annexes et de palissades et par une technique de construction originale : des pieux obliques appuyés en renfort contre les murs extérieurs.





Bague-sceau

Pointe de lance

Fibules

Poignée d'épée

PHOTOS GIRAUDON

## Childéric, chef franc et général romain

Bien qu'il soit devenu général romain en Gaule, le père de Clovis restait un chef de clan. Les objets qu'il portait dans sa tombe sont les attributs de sa double fonction. A gauche : bracelet d'or de chef, sphère de roche dure, francisque et ornements du fourreau de son scramasaxe (long couteau) typiquement barbares; à droite : bague-sceau de général, fibules en forme d'abeille, pointe de lance et poignée d'épée spécifiquement romaines. L'influence de la mode barbare était telle que les armes romaines présentaient elles aussi des motifs barbares.

pas, est un défi paradoxal pour l'archéologie ! Couvrant de longues distances en des temps très courts et vivant de ce qu'ils trouvent en chemin, les nomades ne se laissent reconnaître qu'à la fin du voyage, lorsqu'ils s'arrêtent enfin ; lorsqu'ils sont morts et enterrés ou qu'ils ont renoncé à leurs errances. Encore

faut-il qu'ils n'aient pas trop modifié leurs habitudes ni renouvelé leur arsenal en cours de route, ou qu'ils ne se fondent pas totalement dans la population qui les accueille.

Car certains semblent si intégrés à la civilisation gallo-romaine qu'ils en deviennent méconnaissables. Mais ils n'échappent pas à la vigi-

lance conjointe des archéologues et des anthropologues. La présence dans une nécropole de groupes contemporains morphologiquement différents constitue un premier indice de l'insertion d'un groupe étranger dans la communauté locale. Cependant, ces caractéristiques s'estompent vite, à la



■ ■ ■ suite des mariages mixtes, le groupe acquérant rapidement d'autres traits spécifiques. Le changement de certains traits morphologiques au sein d'une nécropole, non imputables aux conditions de vie, est donc le deuxième indice de l'arri-

## Un royaume né d'alliances politiques et matrimoniales

vée récente d'un groupe étranger.

Ce fut le cas au <sup>vi</sup> siècle en Basse-Normandie, où les Romains avaient édifié des fortifications pour endiguer les incursions pirates des Frisons, des Francs, des Saxons... De nombreux vestiges de forts, ainsi que des trésors monétaires constitués des soldes payées par Rome à ses soldats, montrent l'importance de la présence militaire. Les grands cimetières locaux, tels ceux de Frénoville ou de Saint-Martin-de-Fontenay, montrent des différences morphologiques entre les sujets inhumés qui coïncident avec les différences des objets contenus dans les tombes.

Afin de mieux identifier les divers peuples barbares présents en Gaule, les archéologues sont donc partis à leur recherche en Europe centrale. Les fouilles conjointes menées en Normandie et en Crimée par le CRAM – Centre de recherches archéologiques médiévales (CNRS-université de Caen) – et par l'Institut des études orientales de l'Académie nationale des sciences d'Ukraine ont mis en évidence le parallélisme entre des objets orientaux trouvés dans des tombes normandes – fibules, appliques de vêtement en or, boucles

de ceinture, pointes de flèche... – et ceux qu'on a découverts dans les nécropoles de Loutchistoïe et de Droujnoïe, en Crimée. Ces objets se retrouvent d'ailleurs d'est en ouest, dans le bassin du Danube, dans le sud de l'actuelle Autriche et dans l'est de la Gaule. « Mais, souligne Christian Pilet, directeur du CRAM, il ne faut pas y voir l'avancée d'un groupe unique et y chercher des liens d'homme à homme. En revanche, ces découvertes expriment clairement l'ampleur des mouvements de populations et des échanges culturels entre l'Asie et l'Europe. »

Les Barbares implantés en Gaule, tels que les Francs, les Burgondes ou les Wisigoths, ne tardent pas à profiter de la carence de pouvoir local pour fonder leur royaume.



### A la solde de Rome

**Les solidi – ici, un solidus trouvé à Frénoville, Calvados – servaient à payer les mercenaires, souvent barbares, engagés par Rome pour lutter contre... les Barbares.**



de ceinture, pointes de flèche... – et ceux qu'on a découverts dans les nécropoles de Loutchistoïe et de Droujnoïe, en Crimée. Ces objets se retrouvent d'ailleurs d'est en ouest, dans le bassin du Danube, dans le sud de l'actuelle Autriche et dans l'est de la Gaule. « Mais, souligne Christian Pilet, directeur du CRAM, il ne faut pas y voir l'avancée d'un groupe unique et y chercher des liens d'homme à homme. En revanche, ces découvertes expriment clairement l'ampleur des mouvements de populations et des échanges culturels entre l'Asie et l'Europe. »

Les Barbares implantés en Gaule, tels que les Francs, les Burgondes ou les Wisigoths, ne tardent pas à profiter de la carence de pouvoir local pour fonder leur royaume.

arbore en effet une bague-sceau et une fibule cruciforme en or, attributs des hauts dignitaires romains, et le bracelet d'or des chefs barbares. Sur la bague qui porte son nom et son effigie, il est vêtu du manteau et de la cuirasse des généraux romains, mais a gardé sa chevelure sur les épaules. Il est armé de la francisque, la hache des Francs, mais aussi des luxueuses armes d'apparat des chefs de l'armée romaine.

### DOUBLE HÉRITAGE PRÉSERVÉ

La dispersion géographique des très riches tombes princières franques de la fin du <sup>v</sup> siècle et du début du <sup>vi</sup>, autour d'une zone entre Rhin et Somme, reflètent la mainmise progressive de Clovis sur une partie de la Gaule. Il donna à son aristocratie militaire les terres tombées progressivement dans sa dépendance. Les récits de batailles chers aux historiens ont occulté une réalité qui apparaît dans l'ensemble plus diplomatique que meurtrière.

A la fois chefs de tribu et commandants de l'armée romaine, les Francs ont fondé leur royaume sur la farouche défense de leurs nouvelles terres contre d'autres Barbares, sur les alliances politiques et matrimoniales, sur le respect des us et coutumes. C'est de ce souci de préserver l'héritage romain et l'héritage germain qu'est née la civilisation médiévale.

#### POUR EN SAVOIR PLUS

- Les Francs, Patrick Périn et Laure-Charlotte Feffer, Armand Colin.
- Les Francs, catalogue de l'exposition, Petit-Palais, Paris, 1997.



# Un point de vue unique sur le monde !

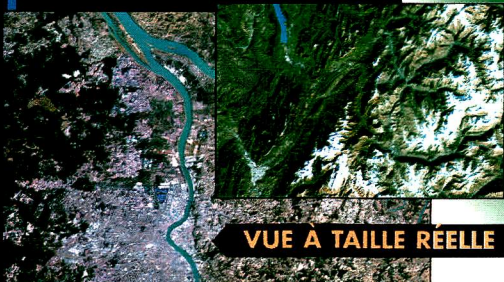
**l'Europe vue de l'espace maintenant sur CD Rom**



Aujourd'hui embarquez-vous à bord d'un satellite d'observation pour visiter notre continent comme seuls les astronautes ont pu l'admirer avant vous. Vous allez pouvoir zoomer sur chaque pays, calculer les distances, plonger dans chaque région, survoler les grandes villes, et même vous promener dans toutes les capitales européennes. Un voyage unique vous attend !

Pour mieux comprendre notre planète, éloignez-vous de 800km ! Voici en cartes, vu de l'espace, un portrait exact et magnifique : le Monde, l'Afrique et les continents, 16 pays dont la France, et plus de 200 sites extrêmement précis. Les images réalisées par M-SAT sont une première européenne : 500 prises de vue satellite mosaïquées sous formes numériques, couvrant l'intégralité de l'Europe ; des milliers d'heures de calculs informatiques, pour des documents d'une qualité et d'une beauté exceptionnelles. Leur compréhension est immédiate grâce aux couleurs réelles des fleuves, reliefs, forêts, zones urbaines... Dans les cartes des régions et des sites apparaissent les routes, parcelles cultivées...

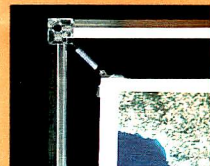
**OFFRE SPÉCIALE**  
**3 Cartes au choix**  
**299 F**



Conformément à la loi sur l'information et la liberté, vous bénéficiez d'un droit d'accès et de rectification sur les données vous concernant.

Seuls les images satellite de M-SAT sont en vente. Les autres images naturelles. Numéro 1 de l'édition d'images satellite. M-SAT est présent en France et aux USA. M-SAT, Le Jean Claret, 63063 Clermont Ferrand, Tél. 04 73 27 75 75.

**EXCLUSIF**  
**Le kit d'encadrement**



Exposez immédiatement votre carte grâce à ce système d'encadrement par tension du document entre des baguettes d'aluminium rigides et prêtes à assembler. D'une grande simplicité d'utilisation (temps de montage 2 mn), il vous sera livré dans un tube cartonné d'expédition de votre commande.

Kit d'encadrement pour cartes format 50 x 70 cm : **120 F** (ref. 01)  
50 x 100 cm : **149 F** (ref. 02)

## BON DE COMMANDE

à retourner à M-SAT - rue Jean Claret - 63063 Clermont-Ferrand - Tél. 04 73 27 75 75 - Fax. 04 73 28 19 92

| PAYS & CONTINENTS   | Ref |
|---------------------|-----|
| Le Monde            | MO  |
| Europe de l'Ouest   | EUR |
| France* (100x110)   | F   |
| Belgique            | B   |
| Bénélux             | BNL |
| Suisse              | CH  |
| Luxembourg          | L   |
| Autriche            | A   |
| Hollande            | NL  |
| Espagne* (70x90)    | E   |
| Portugal* (55x80)   | P   |
| Allemagne           | D   |
| Italie              | I   |
| Îles Britanniques   | GB  |
| Danemark            | DK  |
| Europe Continentale | EUC |
| Eurasie             | EAS |
| Amérique du Nord    | NOA |
| Amérique du Sud     | SUA |
| Afrique             | AFR |
| Océanie             | OCE |

| REGIONS                   | Ref |
|---------------------------|-----|
| Baie de Seine             | SN  |
| Continent                 | CT  |
| Baie du Mont Saint-Michel | MM  |
| Côtes Granit Rose/Gaëlle  | GG  |
| Finistère Nord            | FN  |
| Finistère Sud             | FS  |
| Quiberon/Morbihan         | QG  |

| REGIONS                     | Ref |
|-----------------------------|-----|
| La Baule/Île d'Yeu          | LB  |
| Îles de Ré/d'Oleron         | IR  |
| Bordeaux/Gironde            | BG  |
| Les Landes/Arcachon         | LD  |
| Pays Basque                 | PB  |
| Aix-Marseille               | AM  |
| Toulon et sa région         | TR  |
| Mulhouse/Ballon d'Alsace    | MB  |
| Strasbourg/Vallee du Rhin   | ST  |
| Bourbonnais                 | BB  |
| Clermont-Ferrand/Sancy      | CF  |
| Cantal/Margeride            | CG  |
| Guéret/Châteauroux/Berry    | GU  |
| Nivernais/Bourges/Soignie   | NI  |
| Tulle/Brive/Limoges         | TB  |
| Annecy/Mont-Blanc/Genève    | AB  |
| Bresse/Maconnais/Chalon     | CS  |
| Grenoble/Maurienne          | GM  |
| Jura/Genève                 | JG  |
| Lyon/Saint-Etienne          | LE  |
| Lyon/Rhône et Saône         | LS  |
| Corbières/Montagne Noire    | CI  |
| Montpellier/Nîmes/Béziers   | MS  |
| Nice/Alpes Côte d'Azur      | NC  |
| Nîmes/Alès/Lodève           | NS  |
| Pyrénées Orientales         | PY  |
| Rodez/Millau                | RM  |
| Ouest de la France* (67x85) | OF  |
| Londres/Le Havre* (60x75)   | MA  |
| Massif Central* (68x92)     | MC  |
| Le Massif Alpin             | MA  |

☐ **Oui**, je souhaite bénéficier de l'offre spéciale et ne paie que **299 F** les 3 premières images satellite, j'économise jusqu'à **148 F**.

| Désignation  | Ref. | Quantité | Prix Total |
|--|------|----------|------------|
| <b>OFFRE SPÉCIALE</b> • Je choisis mes 3 premières images satellites |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |
|  |      |          |            |

**Le Kit d'encadrement**

☐ Je choisis mes posters à l'unité : Pays : **149 F** la carte 70 x 100 cm • Régions : **120 F** la carte 35 x 70 cm

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

☐ Je commande sous 14 jours, je reçois en cadeau Venise vue de satellite (format 40 x 60 cm, d'une valeur de 90 F).

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

☐ Je préfère régler par carte bancaire.

EXPIRE FIN \_\_\_\_\_

N° de la carte : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Signature : \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code Postal : \_\_\_\_\_ Tél. : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_

Date de naissance : \_\_\_\_\_

**NOUVEAU** : Commandez par internet <http://www.ed-msat.fr> • e-mail [msat@net.fr](mailto:msat@net.fr)

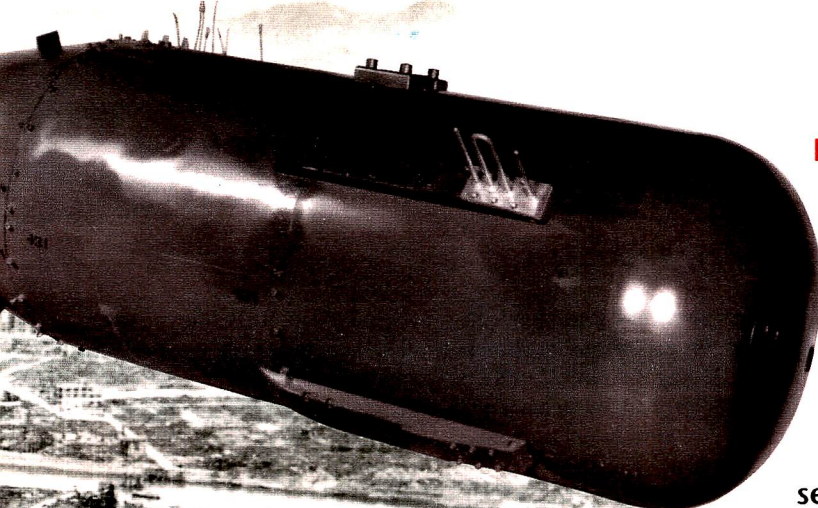


# PUGWASH

## La conscience des scientifiques







LOS ALAMOS LAB./SPL/COSMOS



■ Dans les coulisses de l'histoire, les scientifiques du mouvement international Pugwash, né il y a quarante ans, se veulent les artisans d'un monde sans bombe atomique. Pugwash peut se prévaloir d'être à l'origine du traité d'interdiction des essais nucléaires qui fut signé le 24 septembre 1996 à New York.

PAR BEN CRAMER

Nous sommes en 1955. Le philosophe et mathématicien britannique Bertrand Russell et son ami Albert Einstein estiment que la communauté scientifique internationale ne doit pas s'abandonner à l'indifférence, alors que, de Moscou à Washington, le monde détient la possibilité de s'autodétruire au moyen des armes atomiques. Dix ans après la victoire sur le nazisme, la guerre froide laisse présager le pire.

Grande est, en effet, la menace qui pèse sur l'humanité, à la suite des travaux menés dans le plus grand secret par les scientifiques regroupés autour du projet Manhattan, à Los Alamos (Nouveau-Mexique). Les apprentis sorciers de la bombe étaient-ils tous d'accord ? Le physicien américain d'origine hongroise Leo Szilard estimait que le Japon capitulerait si l'on se contentait d'une démonstra- ■ ■ ■

## Plus jamais ça

Le choc d'Hiroshima (photo de fond), dévastée le 6 août 1945 par la bombe "Little Boy" (en haut), a fait réfléchir le monde scientifique. En juillet 1957 se tient la première conférence du mouvement Pugwash (ci-contre), qui réunit des savants d'une trentaine de pays décidés à user de leur prestige pour préserver la paix.



*« Nous en appelons à vous, d'êtres humains à êtres humains : souvenez-vous que vous êtes des hommes et oubliez tout le reste. »  
(Extrait du Manifeste Russell-Einstein)*

■ ■ ■ tion sur une île déserte de la terrible puissance de l'arme atomique. De son côté, Robert Oppenheimer, directeur du centre de Los Alamos, « maudira son cerveau » après les bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki. Quant à Einstein, il qualifiera le 6 août 1945 de « jour le plus noir de [sa] vie ».

Le Danois Niels Bohr est convaincu que le secret de l'atome doit être partagé avec les Soviétiques. De son côté, le Polonais Josef Rotblat considère, dès 1944, que la bombe américaine n'a plus de raison d'être, puisque les nazis s'avèrent incapables

de fabriquer l'arme atomique.

Bref, les explosions de Hiroshima et de Nagasaki ont troublé les consciences (1). L'avènement de la guerre froide va mobiliser ceux-là mêmes qui ne veulent pas être jugés coupables d'un éventuel chantage nucléaire réciproque, ou qui regrettent amèrement l'aboutissement de leurs recherches. Selon Bertrand Russell, les scientifiques doivent assumer leurs responsabilités et user de tout leur prestige pour influencer les hommes politiques. Pourquoi ne pas organiser une conférence internationale qui scellerait l'entente des savants par-dessus les frontières et les idéologies ?

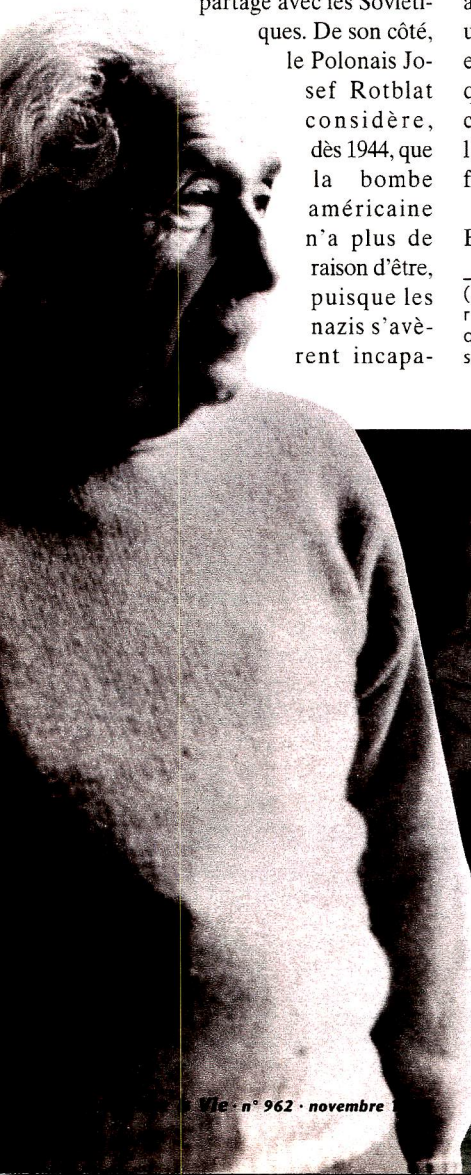
Dans une lettre adressée à Einstein, qui réside alors à Princeton

(1) Le journal *le Monde* du 8 août 1945 rend compte du bombardement d'Hiroshima en titrant : « Une révolution scientifique ».

(New Jersey), Russell invite solennellement le père de la relativité à appeler à la tenue d'une conférence de scientifiques de renom, qui discuterait des moyens de prévenir une guerre nucléaire. Einstein donne tout de suite son accord de principe et demande à Russell de rédiger un projet de déclaration, qui portera la signature des deux hommes.

### « EINSTEIN EST MORT... »

En avril 1955, Russell écrit son texte et l'envoie à Einstein. Dans l'avion qui conduit le philosophe britannique de Rome à Paris, le pilote annonce aux passagers qu'Albert Einstein vient de mourir. Russell est bouleversé. Cette disparition ne risque-t-elle pas de faire échouer le projet de déclaration commune ?



## Deux hommes en colère

Le projet du philosophe britannique Bertrand Russell (ci-dessus) séduit instantanément Albert Einstein (à gauche). Le père de la relativité se joint à Russell pour appeler les scientifiques du monde entier à prévenir la guerre nucléaire.



## Malgré la guerre froide

Pugwash réconciliera autour d'un même idéal des savants de l'Ouest et de l'Est (à gauche, le Français Frédéric Joliot-Curie, à droite, le Soviétique Igor Tamm).



ROGER-VOLLET

A son arrivée à Paris, la missive qu'on lui remet contient la déclaration, revêtue de la signature d'Einstein. « Nous devons nous demander ce que nous pouvons entreprendre pour empêcher un conflit armé dont l'issue ne pourrait être que catastrophique pour toutes les parties », dit le texte. A partir de cet instant, tout redevient possible. Le *Manifeste Russell-Einstein* existe bel et bien.

Quelques semaines suffiront pour qu'il obtienne les signatures de neuf autres savants : Max Born, Perry W. Bridgman, Leopold Infeld,

Frédéric Joliot-Curie, Herman J. Muller, Linus Pauling, Cecil F. Powell, Hideki Yukawa et Josef Rotblat. Le manifeste, qui appelle les scientifiques du monde entier à se réunir, est rendu public lors d'une conférence de presse à Londres, le 9 juillet 1955. Elle est présidée par le plus jeune des signataires, le Polonais Josef Rotblat. « Parce que j'étais le seul signataire à avoir participé à l'élaboration de la bombe A », nous confiera-t-il à Edimbourg, en mars 1996. Entre-temps, Rotblat, professeur *honoris causa* de l'université de Londres, président du mouvement Pugwash depuis 1988, s'est vu décerner en 1995, au nom de

Pugwash, le prix Nobel de la paix.

Revenons aux préparatifs de la conférence. Parmi les nombreuses propositions, trois retiennent l'attention. La première émane d'un certain Aristote Onassis. Cet armateur grec propose de couvrir les frais de la conférence, à condition qu'elle se tienne à Monte-Carlo. Mais, pour des motifs qu'il n'a jamais explicités, Russell ne veut pas que la conférence ait lieu dans cette ville.

La deuxième offre, séduisante, provient du gouvernement indien. L'Inde est alors à l'avant-garde du mouvement des pays non alignés ; son destin est aux mains de Nehru, homme d'Etat d'envergure qui désire porter haut le drapeau d'un tiers monde nouveau. En 1954, son ardeur pacifiste l'a poussé à inviter les scientifiques de la planète à

■ ■ ■

PHOTOS UPI/CORBIS-BETTMAN/PPCM



## Mauvaise conscience

A partir de 1946, les expérimentations nucléaires américaines se poursuivent dans le Pacifique, sur l'atoll de Bikini (photo de fond). Pourtant, pris de doutes devant la terrible puissance de l'arme qu'ils ont mise au point, les artisans de la bombe atomique eux-mêmes s'interrogent sur sa raison d'être... (Ci-dessus, Robert Oppenheimer, à gauche, Leo Szilard.)





*« La science est l'élément principal qui relie les hommes disséminés aux  
Je crois qu'il n'existe aucune autre activité humaine où la concorde*

■ ■ ■ créer un comité capable d'expliquer à l'humanité les conséquences d'une guerre nucléaire. C'est Nehru qui implore le Dr Albert Schweitzer de lancer du Gabon un appel réclamant l'arrêt des essais nucléaires, appel qui sera retransmis dans cinquante pays du globe. Mais, en 1956, les événements dramatiques de Budapest et la crise de Suez vont enterrer les espoirs d'une rencontre à Delhi.

La troisième proposition émane d'un industriel américain du nom de Cyrus Eaton, qui offre de financer la conférence. Il est même disposé à le faire anonymement, à la seule condition que les savants se réunissent dans son village natal, Pugwash, au Canada. L'option ne tente guère les promoteurs du manifeste, car, pensent-ils, le choix de cette localité pourrait discréditer le sérieux de leur entreprise : le nom de Pugwash est associé à une bande dessinée pour enfants et à son héros, le pirate Pugwash !

C'est pourtant là, dans cette bourgade de pêcheurs de la Nouvelle-Ecosse, que les savants d'une trentaine de pays vont se rencontrer pour la première fois, en juillet 1957. Le mouvement Pugwash, dénommé officiellement The Pugwash Conferences on Science and World Affairs, est né.

### DIALOGUE JAMAIS ROMPU

Depuis cette époque, les scientifiques de renom – dont des dizaines de prix Nobel – se sont relayés pour faire pression sur leurs gouvernements respectifs. La réussite des conférences générales – dont l'une, la seule en France, s'est tenue à Nice durant l'été 1968 – peut être attribuée à plusieurs facteurs. *Primo*, les participants ne représentaient qu'eux-mêmes ; ils suivaient donc la philosophie de la déclaration Russell-Einstein : « Nous parlons non en tant que membres de tel ou tel continent, nation ou croyance, mais

en qualité d'êtres humains, dont la poursuite de l'existence n'est pas assurée. » *Secundo*, les rencontres avaient lieu à huis clos. Le monde a parfois frôlé la catastrophe nucléaire ; mais, même aux pires moments de la guerre froide, avec ou sans "téléphone rouge", les scientifiques soviétiques et américains ont maintenu leur dialogue. Sans publicité, ou plutôt dans la plus grande discrétion.

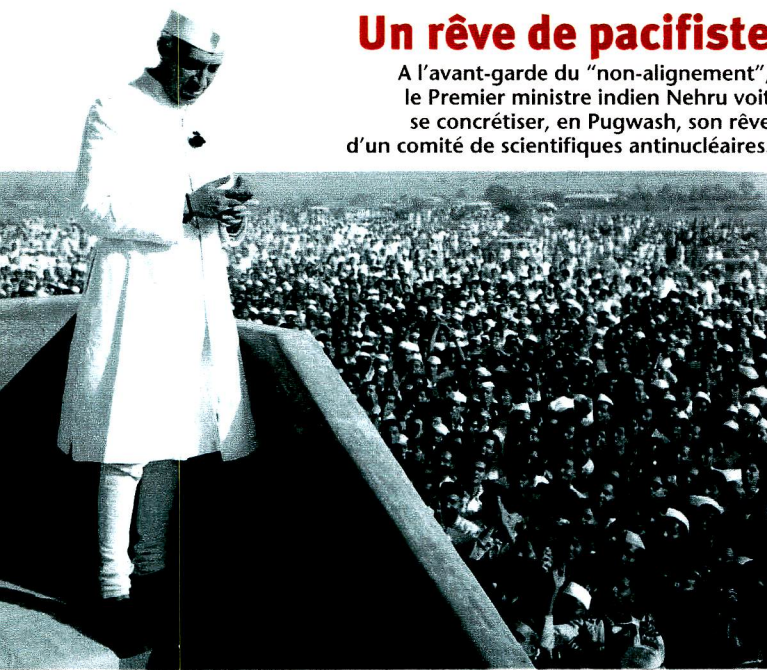
Pugwash a refusé de prendre ouvertement position contre la guerre du Vietnam, par souci de neutralité. Et, surtout, au nom de l'efficacité. Mais, d'un autre côté, les membres français du mouvement ont établi des relations directes avec Hô Chi Minh, et, plus tard, c'est grâce à des contacts informels, par l'intermédiaire de personnalités comme Raymond Aubrac, que des représentants du Vietnam et des Etats-Unis ont pu entamer, à Paris, les pourparlers qui ont conduit à la fin de la guerre du Vietnam.

En France, Pugwash n'a pas réussi à s'implanter. Si certains conservaient un souvenir amer de l'engagement prosoviétique de membres éminents du Commissariat à l'énergie atomique, dont Frédéric Joliot-Curie, écarté de son poste de directeur du CEA en 1945, l'attitude pronucléaire d'une majorité de scientifiques n'a fait que confirmer l'exception française.

Dès 1962, Pugwash veut promouvoir la création d'une zone dénucléarisée au centre de l'Europe, incluant

## Un rêve de pacifiste

A l'avant-garde du "non-alignement", le Premier ministre indien Nehru voit se concrétiser, en Pugwash, son rêve d'un comité de scientifiques antinucléaires.



UPI/CORBIS-BETTMAN/PPCM



L. BURROW/LIFE/CECOSMOS



*quatre coins du globe, et c'est là sa grande vocation.  
entre les hommes aurait été si bien acquise. » (Frédéric Joliot-Curie)*



AKG PHOTO

les deux Allemagne(s). Ce projet de dénucléarisation (qui sera relancé par les diplomates et encouragé par les experts en 1994, cinq ans après la chute du mur de Berlin)

dérange alors aussi bien les Etats-Unis que l'URSS, deux empires pour qui le continent européen est un champ de bataille nucléaire potentiel. Mais l'idée de dénucléariser une

## Sur tous les fronts

Les scientifiques de Pugwash ont joué un rôle déterminant dans la résolution de nombreux conflits (ci-dessus, la guerre du Vietnam). Usant de leur influence dans la plus grande discrétion, ils ont réussi à maintenir le dialogue même aux pires moments de la guerre froide (ci-contre, la construction du mur de Berlin).

partie de cette zone prenait une dimension nouvelle à partir du moment où de sérieux soupçons pesaient sur la volonté des Allemands de l'Ouest de se lancer à leur tour dans l'aventure nucléaire. Aux yeux de l'Occident, le projet contrecarrait les ambitions de l'OTAN. Il avait surtout pour inconvénient de "reprenre" la proposition avancée par le Premier ministre ■ ■ ■



■ ■ ■ polonais, connue dès 1957 sous le nom de plan Rapacki.

Les membres de Pugwash ont été présents sur tous les fronts du désarmement. Les projets de zone denucléarisée se concrétiseront par le traité de Tlatelolco (Mexique), entré en vigueur en 1967 et ratifié par la France il y a deux ans. Depuis, d'autres protocoles du même type ont vu le jour.

### L'INTERDICTION DES ARMES BACTÉRIOLOGIQUES

Pugwash a joué un rôle déterminant dans l'établissement de la convention de 1972 sur l'interdiction des armes bactériologiques (également appelées biologiques), ainsi que nous le rappelait récemment, à Genève, l'ex-secrétaire général du mouvement, Martin Kaplan (2). Pugwash se mobilise aussi pour l'interdiction des armes chimiques. Il obtient en 1978 – c'est une première – l'autorisation de visiter les installations de destruction de ces armes, à Tooele (Utah, États-Unis).

Parmi les armes dites de destruction de masse, ce sont encore les armes atomiques qui dominent les débats et les recherches au sein de la nébuleuse Pugwash. Selon l'étude réalisée conjointement par la Federation of American Scientists et le Comité soviétique des savants pour la paix, les ogives nucléaires peuvent être supprimées de façon que leur destruction

soit prouvée de façon incontestable, mais sans qu'il soit nécessaire de révéler leurs secrets de fabrication.

Les groupes de travail vont également préparer un texte américano-soviétique sur le contrôle et la vérification des essais nucléaires souterrains ; ce projet inclut l'idée de "boîtes noires" contenant un dispositif sismique destiné à détecter les explosions. Il est mis au point par l'Américain Alex Rich, spécialiste de biologie moléculaire, et par le physicien soviétique Igor Tamm. Pugwash peut donc légitimement revendiquer sa paternité dans l'élaboration du traité d'interdiction des essais nucléaires. Débattu depuis les années 60, ce traité a finalement été signé à New York par un grand nombre d'États – dont la France – le 24 septembre 1996. Pugwash peut enfin se prévaloir d'avoir contribué à la mise au point de nombreux traités de maîtrise des armements.

## Triomphe modeste

Consacrant quarante années de travail dans l'ombre, le prix Nobel de la paix a été décerné en 1995 au mouvement Pugwash, représenté

par son président, Josef Rotblat (à droite), et par son secrétaire général, Francesco Calogero.

A l'aube de l'an 2000, ils sont plus de 3 000 savants à travers le monde à avoir assisté à plus de 220 conférences et à recevoir le bulletin trimestriel de Pugwash. Trente groupes nationaux animent ce réseau très informel, et des groupes d'étudiants Pugwash, constitués dans neuf pays européens, illustrent la pérennité du mouvement (3).

« Un monde sans arme nucléaire : est-ce souhaitable ? Possible ? » Cette question figure sur la couverture d'un ouvrage de Pugwash, paru en anglais en 1993 et aujourd'hui disponible en français, en russe, en suédois, en arabe, en chinois et en japonais.

Ni société secrète ni club élitiste, Pugwash a été une pépinière d'idées inédites. Ses membres ont privilégié le "lobbying" auprès des gouvernants, au risque d'être mal compris et non reconnus par les opinions publiques. Il appartiendra aux historiens d'évaluer à quel point cette discrétion a été payante, et d'estimer à leur juste valeur les mérites qu'il faut attribuer à Pugwash dans la "désescalade" nucléaire... ■

(3) On les trouve sur Internet :

• European Student Pugwash  
<http://www.qmw.ac.uk/pugwash/student/index.html>

Autres sites :

• Pugwash <http://www.qmw.ac.uk/pugwash/home.html>  
• Student Pugwash USA  
<http://spusa.org/pugwash>

ARCHIVE PHOTO FRANCE

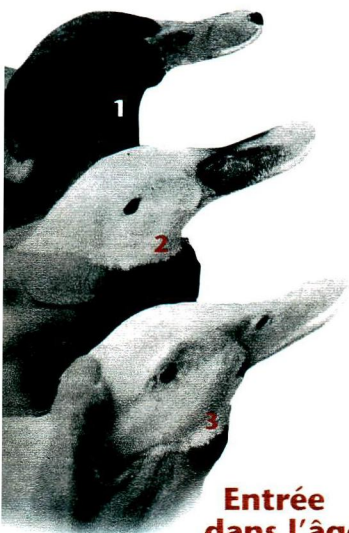
(2) Auquel a succédé en 1988 le physicien italien Francesco Calogero.





# Il y a 40 ans

par Véronique Rochewsky



## Entrée dans l'âge de la génétique

Sur les douze canetons de race Pékin (3) ayant reçu des injections d'ADN provenant de canards de la race Khali (1), trois ont gardé toutes les caractéristiques du Pékin, mais les neuf autres sont devenus des canards d'une race jamais vue, sans pareille dans la nature. On les a appelés Blanche-Neige (2), à cause de leur plumage d'un blanc éclatant.

**SCIENCE VIE**

• Fusée, Bombe et Satellite

• Les Françaises réclament la liberté de la conception

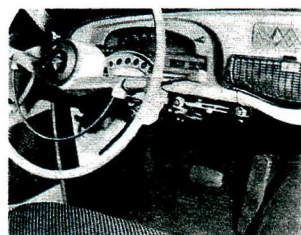
Une grande enquête de Jean Vignat

**LES MILLIARDS DU SAHARA**

Voir page 30

**Novembre 1957**

Une forêt de derricks : c'est le Sahara de demain. Aujourd'hui, toute la France se passionne pour les milliards qui dorment sous le sable. A Paris, une queue de 2000 personnes a attendu toute la nuit pour souscrire de nouvelles "actions de pétrole".



## La Frégate devient automatique

Moyennant un supplément de 94000 F, la Régie Renault propose d'équiper votre Frégate d'un ensemble mécanique appelé "Transfluide". Ce système supprime la pédale de débrayage et permet, pratiquement, de conduire sans changer de vitesse.

## Formose : Chine flottante

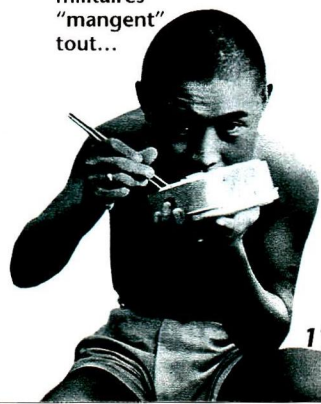
Avec les 2 millions de réfugiés qui ont fui le communisme, la population de l'île atteint aujourd'hui 10 millions d'hommes. La terre a beau donner deux ou trois récoltes par an, une armée de conseillers américains aident à augmenter les rendements pour que l'île puisse nourrir tout le monde et même exporter. Mais les dépenses militaires "mangent" tout...

## La haute-fidélité se démocratise

Teppaz propose un électrophone portatif à baffle "spatio dynamic" avec trois haut-parleurs, contrôle séparé des registres grave et aigu, et basculeur de courbe permettant la création d'un fond musical.




PHOTOS X - TOUS DROITS RÉSERVÉS





**Seat Alhambra. N'achetez pas d'autre monospace sans l'avoir vu. Vous nous remercirez.**



**À partir de 129.900F\*** Et dans l'immédiat, n'allez pas plus loin sans avoir lu attentivement ce qui suit : double airbag Seat®, air conditionné électronique ( finition SXE ), direction assistée, sièges avant pivotants, cache-bagages à enrouleur, verrouillage centralisé, vitres teintées électriques à l'avant, retroviseurs électriques et dégivrants, pare-chocs laqués, volant réglable, motorisations de technologie allemande 2.0i (essence ou bicarburation essence/GPL) et 1.9 TDi catalysé, antidémarrage électronique agréé SRA 7 clés, ordinateur VTech pour vos enfants et garantie 3 ans. De rien... De rien... Seat vous recommande les huiles Castrol . **Seat sur Internet : <http://www.seat-france.com>.**

\*Prix promotionnel hors options de l'Alhambra SE 2.0i, aide Seat et de votre concessionnaire de 15 000 F déduite du prix tarif au 25/06/1997 (AM 98). Version présentée (hors options) Alhambra SXE 2.0 (161 000 F). Offre promotionnelle valable sur les véhicules commandés et livrés avant le 31/12/1997.

**VOUS ÊTES LOIN D'AVOIR TOUT VU. **



# COMA

## Aux portes de la mort... Ce qu'ils ont vu

Ils sont sur le billard, en salle de réanimation. Soudain, ils ont l'impression de planer au-dessus de leur propre corps... Leur vie en sera transformée. Certains croient avoir franchi les portes de l'au-delà. Que pensent les neurologues de ces "expériences de mort imminente" ? La science peut-elle les expliquer "naturellement" ?

PAR PHILIPPE CHAMBON

**S**ophie B. avait les pieds sur terre. Géophysicienne, rationaliste et pragmatique, elle se passionnait pour les phénomènes de convection dans le manteau terrestre. Athée par tradition familiale autant que par choix personnel, elle ne s'était jamais départie de ses convictions matérialistes. Jusqu'à ce qu'une étrange aventure bouleverse sa vie et sa vision du monde.

Alors qu'elle rentrait chez elle après une journée de travail ordinaire, pressée de retrouver ses enfants, un chauffard perd le contrôle de son véhicule et la percute de plein fouet. Gravement blessée, elle reste étendue sur le macadam. Sirènes. Blouses blanches. SAMU. Salle de réanimation. « Soudain, raconte-t-elle, je me vis, ou plutôt je vis mon corps étendu sur le billard, entouré de médecins et d'infirmières aux gestes précipités. J'étais en haut de la pièce, contre le plafond. Je pouvais même distinguer la poussière au-dessus du projecteur. » ■ ■ ■



# Les notions de temps et

■ ■ ■ Ensuite, son récit devient plus hermétique. Elle insiste sur le caractère ineffable de ce qu'elle a vécu dans cet hôpital parisien. Elle dit avoir été happée dans une sorte de tunnel très sombre, au bout duquel elle s'est trouvée plongée dans une lumière extraordinaire – «plus forte que celle du soleil mais qui ne faisait pas mal aux yeux». Sophie B. voit alors défiler le "film" de sa vie. Les notions de temps et d'espace sont abolies. Des événements qu'elle croyait anodins ou oubliés prennent une importance considérable à ses yeux. Puis des personnages s'adressent à elle. Elle ne sait pas de qui il s'agit, mais elle a le sentiment d'une certaine familiarité. «Tu as encore beaucoup à faire, entend-elle. Si tu le veux, tu peux repartir.» Elle repense à ses enfants, à sa mère malade. «Je décidai soudain de réintégrer mon corps. Ce fut horrible : j'avais mal partout, terriblement mal.»

## AUX FRONTIÈRES DE LA VIE

Cette expérience a bouleversé la vie de Sophie. L'extraordinaire "réalisme" de sa vision lui donne la certitude d'avoir atteint la frontière de l'au-delà, d'avoir compris le sens de la vie, de s'être ouverte à une nouvelle dimension, spirituelle. Désormais, elle "sait" que le monde réel n'est pas ce qu'en dit le froid «matérialisme scientifique qui [l]'aveuglait».

Avant qu'elle ose formuler cette révélation mystique, plusieurs années se sont écoulées. Elle n'a vraiment pu en parler qu'après avoir lu plusieurs articles relatant des expériences similaires. D'après les spécialistes – principalement des psychologues et des médecins –, Sophie B. a vécu ce qu'ils désignent du terme anglais NDE (*Near Death Experience*, expérience de mort imminente, en français). Aujourd'hui, elle poursuit son travail de géophysicienne à mi-temps et se consacre à des missions humanitaires.

Crise mystique ? Illumination ? Délire ? L'histoire de Sophie B., personne équilibrée et parfaitement saine d'esprit, n'est pas un cas isolé. Selon un sondage réalisé aux Etats-Unis par l'institut Gallup, 15 % de la population a déjà connu une telle expérience... Un pourcentage suffisant pour qu'on s'interroge sans idées préconçues sur ce phénomène. La bonne foi des "revenants" n'est pas en cause. Certains voient dans leur expérience une preuve de l'existence de l'âme, qui se sépare du corps, une confirma-

tion de la réalité d'un "autre monde". Et ils caressent l'espoir d'y trouver de quoi démontrer scientifiquement leur croyance.

Avant d'aller plus loin, arrêtons-nous sur une lapalissade : la mort étant, par définition, une fin irréversible, les "revenants" (*returnees* en anglais) ne reviennent pas, puisqu'ils ne sont pas morts. Mais, disent-ils, leur NDE les a conduits aux frontières de la vie, au bord du Rubicon. Ceux qui ont "décidé" de revenir auraient "vu" de l'autre côté.

Ame, portes du paradis, libération de l'énergie vitale – baptisée *kundalini* par les yogis et *ki* par





# d'espace abolies

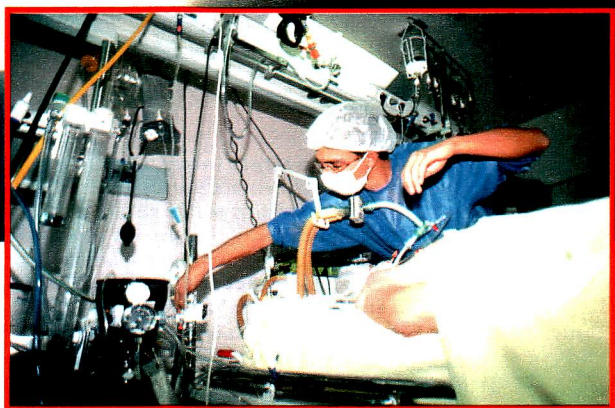
## Vision de l'au-delà

**Au cours d'un accident, quand leur vie est brutalement en danger, certaines personnes éprouvent l'étrange sensation de sortir de leur corps et de le contempler d'en haut. Vision de l'au-delà ou hallucination ?**



les Japonais –, voyage initiatique des chamans, voyage astral des adeptes du New Age... Tout l'arsenal des mystiques orientales, occidentales, amérindiennes ou extraterrestres est mobilisé au chevet des revenants. Lesquels, profondément troublés par le réalisme de leur vision, n'ont plus que l'embarras du choix.

Il est indéniable que les récits de NDE, si variables qu'ils soient d'un individu à l'autre, contiennent beaucoup d'éléments communs.



VLIEEGHE/SIPA

Plusieurs chercheurs ont multiplié les interviews de revenants et en ont extrait les points forts. Il en ressort que des personnes non averties de l'existence de ce type d'expériences peuvent néanmoins les vivre – des enfants, par exemple. De plus, ces récits sont sensiblement les mêmes ■ ■ ■



# Quand les sens ne commu

■ ■ ■ d'une culture à l'autre, d'une époque à l'autre. Les chercheurs ont aussi établi une liste de critères qui permettent de caractériser les NDE : sensation de quitter son corps, passage à travers un tunnel ou un espace obscur, émotions intenses, perception d'une lumière mystérieuse et d'un discours du type « Ton heure n'est pas arrivée », rencontre de personnages familiers ou de figures religieuses, impression de clairvoyance, défilement de la vie en accéléré, atteinte d'une frontière, décision de retourner dans le corps et, enfin, réintégration corporelle. Cinq de ces sensations réunies suffisent à qualifier une authentique NDE.

Cependant, l'interprétation de ces récits n'est pas universelle. Elle diverge selon les cultures. Chez les enfants, plutôt que le "divin" au bout du tunnel, ce sont plus souvent les copains, le maître d'école ou les parents qui apparaissent au voyageur de l'au-delà. Dans la majorité des cas, la NDE se déroule dans une sorte de félicité et apporte au revenant une sérénité sans pareille. Mais il existe aussi des NDE infernales, qui laissent le sujet terrorisé. Vision de l'enfer, ou

simple angoisse face à l'étrangeté des sensations et au danger de mort ?

Une telle aventure peut-elle arriver à n'importe qui ? Pour répondre, il faut comparer un groupe de personnes ayant frôlé la mort sans avoir de NDE à un groupe ayant vécu cette ex-

périence dans des circonstances analogues. De telles études sont rares, et elles ne révèlent pour l'instant aucun profil de personnalité plus "vulnérable" qu'un autre. Suzanne Blackmore, une psychologue britannique passionnée par les phénomènes paranormaux et leurs explications rationnelles, estime cependant que ces études ne sont pas assez poussées pour qu'on puisse définitivement trancher la question.

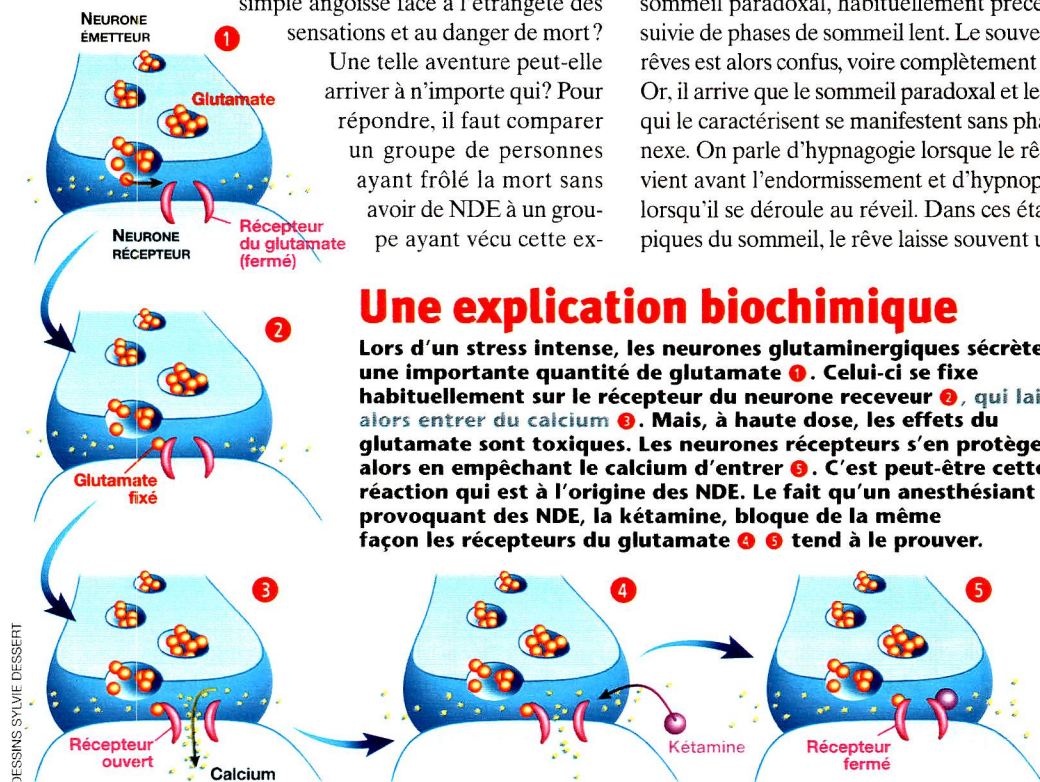
## DES ÉTATS ATYPIQUES DU SOMMEIL ?

Curieusement, il ne paraît pas nécessaire d'être aux frontières de la mort pour éprouver une NDE. Si elles diffèrent légèrement des NDE classiques, les NDE sans D (*death*, mort) n'en comprennent pas moins un élément caractéristique : la sortie du corps. Catherine Lemaire, primatologue de formation et psychothérapeute, a étudié de près ces phénomènes. Après avoir été elle-même longtemps abusée par le réalisme de ses propres visions, elle met aujourd'hui l'accent sur leur aspect onirique.

Normalement, les rêves surviennent au plus profond du sommeil, pendant la phase dite de sommeil paradoxal, habituellement précédée et suivie de phases de sommeil lent. Le souvenir des rêves est alors confus, voire complètement effacé. Or, il arrive que le sommeil paradoxal et les rêves qui le caractérisent se manifestent sans phase annexée. On parle d'hypnagogie lorsque le rêve survient avant l'endormissement et d'hypnopompie lorsqu'il se déroule au réveil. Dans ces états atypiques du sommeil, le rêve laisse souvent un sou-

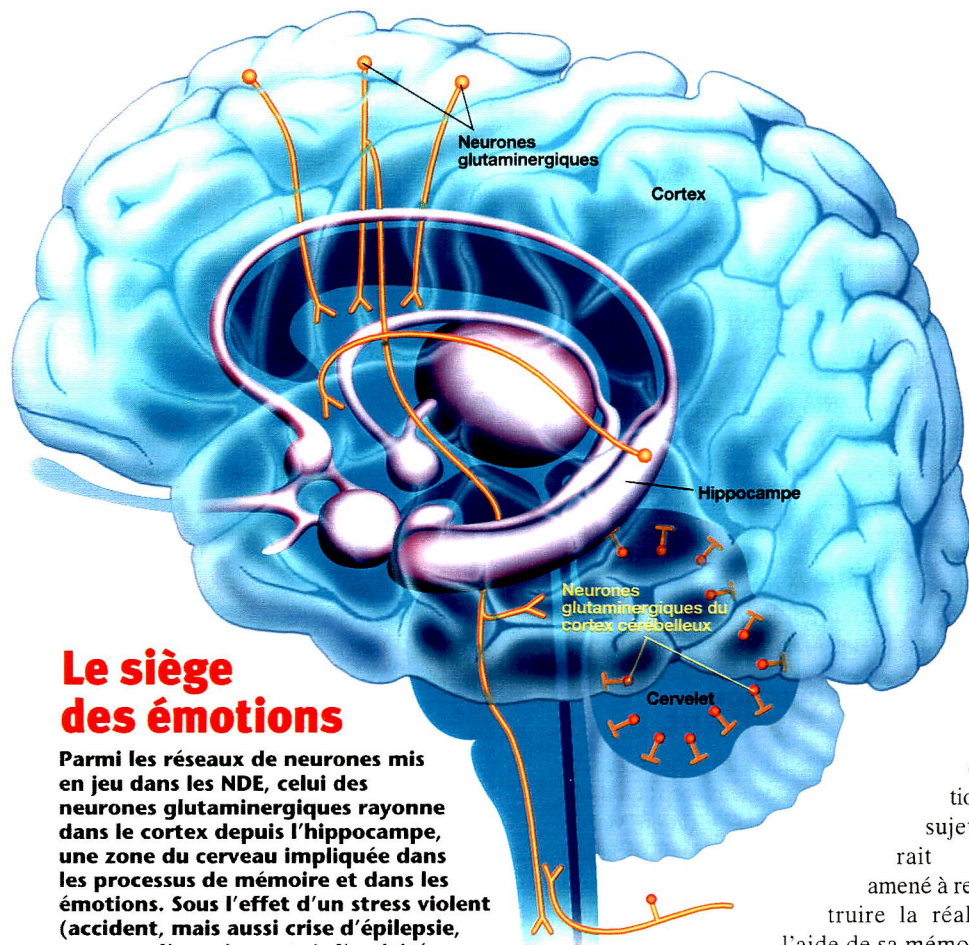
## Une explication biochimique

Lors d'un stress intense, les neurones glutaminergiques sécrètent une importante quantité de glutamate ①. Celui-ci se fixe habituellement sur le récepteur du neurone receveur ②, qui laisse alors entrer du calcium ③. Mais, à haute dose, les effets du glutamate sont toxiques. Les neurones récepteurs s'en protègent alors en empêchant le calcium d'entrer ④. C'est peut-être cette réaction qui est à l'origine des NDE. Le fait qu'un anesthésiant provoquant des NDE, la kétamine, bloque de la même façon les récepteurs du glutamate ⑤ tend à le prouver.





# niquent plus avec le cerveau



## Le siège des émotions

Parmi les réseaux de neurones mis en jeu dans les NDE, celui des neurones glutaminergiques rayonne dans le cortex depuis l'hippocampe, une zone du cerveau impliquée dans les processus de mémoire et dans les émotions. Sous l'effet d'un stress violent (accident, mais aussi crise d'épilepsie, manque d'oxygène, etc.), l'activité de ces neurones est perturbée, ce qui a des conséquences sur l'état de conscience.

venir incroyablement réaliste et spectaculaire. Ces épisodes peuvent parfaitement survenir dans la journée, souvent dans un état de fatigue inhabituel dû au manque de sommeil, et il est parfois difficile de distinguer ces véritables hallucinations d'une expérience objective.

La frontière entre rêve et réalité peut également s'estomper au cours d'une "paralysie du sommeil", lorsqu'on se réveille brutalement tandis que le corps reste dans un état de sommeil dit paradoxal, c'est-à-dire déconnecté des commandes motrices du cerveau. Pour Suzanne Blackmore, les voyages hors du corps peuvent survenir dans des circonstances où les organes des sens, les yeux en particulier, ne communiquent plus avec les centres cérébraux de la per-

ception. Le sujet serait alors amené à reconstruire la réalité à l'aide de sa mémoire et de son imagination. Toutes ces

hypothèses rendent assez bien compte d'un aspect important des récits de voyages hors du corps : le mélange de détails exacts et de faux.

Le surgissement du rêve dans la réalité est particulièrement recherché par ceux qui veulent accéder à leur "monde des dieux" ou des ancêtres. C'est pour trouver cet état et atteindre l'extase de la prière que les grands mystiques se privaient de sommeil. Mais, quand une personne expérimente sans préparation des états de conscience aussi extraordinaires, elle risque d'être fort troublée. Elle va donc chercher à donner à l'événement un cadre de référence, une interprétation intelligible. Ce cadre peut être la religion ou le syncrétisme spirituel du New Age.

Si le voyage hors du corps est une constante des NDE, il ne suffit pas à définir une vraie NDE. L'expérience est généralement beau- ■ ■ ■



# Des anesthésiques qui pro

■ ■ ■ coup plus riche lorsque la vie est en danger. Parce que divers mécanismes cérébraux entrent en jeu ?

Puisque les NDE surviennent souvent en salle de réanimation ou en salle d'opération, des chercheurs se sont demandé si certains médicaments pouvaient en être la cause. L'un d'entre eux, la kétamine, est un anesthésique puissant, largement utilisé, jusque dans les années 80, pour endormir les enfants, les brûlés, ou en cas d'intervention urgente. La kétamine est également bien connue des animateurs américains du mouvement psychédélique, qui usaient de ses pouvoirs hallucinogènes pour explorer les confins de leur imaginaire. Elle provoque une expérience mentale identique aux NDE, fort bien décrite par le psychologue Timothy Leary et ses émules. Mais, à l'époque où les apôtres du psychédélisme expérimentaient sur eux-mêmes les drogues les plus violentes, les NDE n'étaient pas connues en tant que telles, ni étudiées en détail (paru aux Etats-Unis en 1975, *la Vie après la vie*, de Raymond Moody, est le premier ouvrage sur la question).

## DISSOCIATION DE LA PERSONNALITÉ

Sous l'effet de la kétamine, les patients se sentaient à tel point séparés de leur corps qu'ils ne percevaient pas la douleur de l'opération. Mais la substance avait aussi un pouvoir de dissociation de la personnalité que les médecins ont cherché à éviter. La nouvelle génération des anesthésiques a supprimé cet inconvénient. Cependant, comme la kétamine avait le pouvoir de donner l'impression de mourir, de quitter son corps, de traverser un tunnel, etc., on pensa que l'analyse de ses effets permettrait de comprendre les processus neurologiques qui conduisent aux NDE.

Le psychiatre britannique Karl Jansen s'est longuement penché sur les mécanismes d'action de la kétamine. Cette substance se fixe sur un récepteur particulier des neurones, le récepteur du N-méthyl-D-aspartate (NMDA). Celui-ci est alors bloqué. Normalement, il est activé par une molécule naturelle, le glutamate. Or, le glutamate est le neurotransmetteur exciteur le plus important du système nerveux central. Les neurones à glutamate sont essentiellement situés dans le cortex et dans l'hippocampe, formation cérébrale impliquée dans les processus de mémoire et dans les émotions, qui intègre les signaux en provenance de nombreuses parties du cerveau.





# voquent des hallucinations

Le glutamate joue un rôle vital dans tous les processus cognitifs auxquels participe le cortex : la pensée, la mémoire et la perception. Le récepteur NMDA, lui, est une structure moléculaire assez importante située à la surface de nombreux neurones. Il comprend plusieurs sites de réception et commande un canal à travers lequel des ions calcium pénètrent dans le neurone, déclenchant une cascade de réactions chimiques complexes. Ce récepteur est notamment impliqué dans ce qu'on appelle la potentialisation à long terme, phénomène lié à la mémoire (voir *Science & Vie* n° 953, p. 72).

Lorsque survient un manque d'oxygène, une réduction du flux sanguin ou du taux de sucre dans le sang, ou encore une crise d'épilepsie, le glutamate est libéré en quantité excessive. Or, à forte dose, cette molécule est toxique pour les neurones. Si la kétamine provoque des NDE en bloquant les récepteurs NMDA, il y a



L. FRANEY/RAPHO

## La lumière au bout du tunnel

**Principale caractéristique des NDE :** la sensation de traverser un tunnel obscur avant de se trouver plongé dans une lumière très intense. Ce phénomène se produit notamment chez les victimes d'accidents qui perdent beaucoup de sang, et chez les noyés sauvés *in extremis*.

PH. FUSSENVILLOU

de fortes chances pour que, en cas de surproduction de glutamate, le cerveau dispose d'un moyen de protection naturel qui vient également bloquer le récepteur afin d'éviter une surexcitation fatale des neurones. Ce moyen reste à découvrir, mais il pourrait être à l'origine des NDE non médicamenteuses qui se produisent dans certains états critiques.

D'autres neurotransmetteurs ont été longtemps soupçonnés d'être responsables des NDE : les endorphines. Ces molécules proches ■ ■ ■





# Un afflux soudain de molé

■ ■ ■ de l'opium sont sécrétées en abondance dans les états de mort imminente. Mais elles ne provoquent ni hallucination ni dissociation. Sans être directement à l'origine des NDE, les endorphines sont plus probablement impliquées dans la félicité qui les accompagne généralement. De plus, les endorphines semblent bloquer les cellules inhibitrices de l'activité de l'hippocampe. Dans la mesure où cette formation cérébrale joue un rôle fondamental dans les processus de mémorisation, sa désinhibition pourrait expliquer l'actualisation simultanée de nombreux souvenirs.

Suzanne Blackmore cite l'expérience menée par le Dr Meduna, un psychiatre qui a fait respirer à ses patients et à d'autres sujets divers mélanges gazeux composés d'oxygène et de gaz car-

sés qui perdent beaucoup de sang ou qui étouffent ; il est particulièrement fréquent chez les noyés sauvés *in extremis*.

Lorsque le danger de mort surgit brusquement, les victimes ont une plus forte propension à visualiser le film de leur vie. Peut-être s'agit-il d'une sorte de défense psychologique face à l'inéluctable. Ces personnes n'auraient pas eu le temps de s'y préparer, comme peuvent le faire les victimes d'une longue maladie. On peut évoquer un argument plus physiologique : le dysfonctionnement de l'hippocampe sous l'effet de la privation d'oxygène, du stress ou de la perte de sang. Ce trouble peut provoquer une crise d'épilepsie. Or, l'épilepsie suscite d'étranges sensations. Lorsqu'une crise atteint le lobe temporal du cerveau, elle déclenche ce qu'on appelle un "état de rêve" : souvenirs ayant la forme d'hallucinations et impression de "déjà vu".

Le lien entre ces perceptions troublantes et l'excitation de certaines parties du cerveau est connu depuis les expériences de Wilder Penfield. Dans les années 50, le célèbre neurochirurgien américain avait été amené à stimuler à l'aide d'électrodes le lobe temporal de certains de ses patients non endormis. L'un d'eux s'écria : « Mon Dieu ! Je quitte mon corps ! » ; d'autres eurent des hallucinations faites de souvenirs, vrais ou faux. Des expériences de stimulation corticale plus récentes ont provoqué des voyages hors du corps, des sensations d'élévation, des épisodes de rêve et des expériences religieuses et mystiques.

### LES ÉPILEPTIQUES SERAIENT PLUS MYSTIQUES

En France, Patrick Chauvel et ses collaborateurs de la clinique neurologique de Rennes ont localisé un réseau de neurones responsable de l'état de rêve caractéristique de l'épilepsie temporale. Réseau auquel les neurones de la partie antérieure de l'hippocampe, de l'amygdale et du gyrus temporal supérieur ont un accès privilégié. La plupart des sensations vécues dans la crise d'épilepsie sont cependant empreintes de peur, de tristesse, de solitude, tandis que les NDE s'accompagnent plutôt d'un sentiment de calme, de paix, voire de joie. On retrouve ici l'apaisement procuré par l'importante libération d'endorphines consécutive au stress d'un accident ou d'un arrêt cardiaque.

Le neurologue canadien Michael Persinger a pu observer que les personnes qui manifestent

## Etat de transe

**Danse frénétique, modification de la respiration, prise de drogue et autres techniques de l'extase modifient la conscience et provoquent des expériences proches des NDE. Les "voyages" des chamans au pays des esprits relèvent de tels processus (ici, vaudou au Togo).**



D. LAINE/COSMOS

bonique. Chez certains, la rareté de l'oxygène ou la forte teneur en gaz carbonique a provoqué des visions de lumière brillante, de tunnels, des sorties du corps et l'évocation de souvenirs enfouis. Les uns éprouvèrent de la terreur, d'autres une extase. S'agissait-il de véritables NDE ? Un phénomène semblable se produit souvent chez les bles-



# cules qui mènent à l'extase

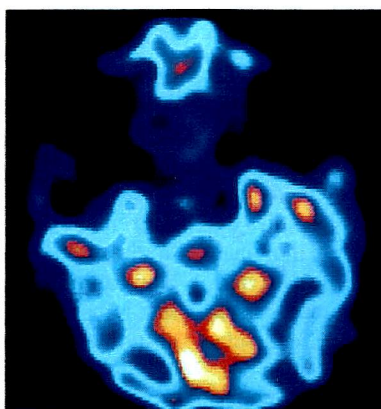
une instabilité de l'activité temporelle, c'est-à-dire une tendance à l'épilepsie, sont plus enclines à vivre des expériences mystiques, des voyages hors du corps et des NDE. L'instabilité temporelle pourrait donc être responsable d'une partie de ces épisodes hallucinatoires. Persinger a également remarqué que des lésions cérébrales peu importantes occasionnent parfois des NDE.

Le tunnel qu'empruntent les revenants dans leur voyage vers l'au-delà et la lumière qu'ils perçoivent au bout sont les caractéristiques le plus fréquemment

évoquées dans les expériences de mort imminente. L'intensité de cette lumière ne cesse d'étonner les revenants. Une interprétation très répandue veut que cette vision soit le souvenir de la naissance. Suzanne Blackmore a cherché à vérifier cette hypothèse. Elle a donc comparé les récits de NDE de personnes nées par la voie naturelle aux récits d'individus nés par césarienne. Et elle n'a trouvé aucune différence... Ce qui est assez logique, puisque le nouveau-né est pratiquement aveugle ; et que, quelle que soit sa façon de venir au monde, il ne traverse pas à proprement parler de tunnel.

Pour Suzanne Blackmore, la sensation du revenant est plutôt le résultat d'un trouble du système visuel, à la suite soit d'une privation d'oxygène, soit de perturbations neurochimiques. L'organe sensoriel – l'œil, mais aussi l'oreille, le nez ou la peau – ne communique plus avec le cortex. Les perceptions sont donc engendrées par le cortex lui-même, qui fonctionne "en roue libre", sans référence à des stimuli sensoriels. Cela expliquerait aussi pourquoi la lumière est si forte, si mystérieuse, si différente d'une lumière naturelle qu'elle paraît venir d'un autre monde, être d'essence divine...

Jusque-là, rien de très mystérieux. La plupart des aspects des NDE trouvent des explications physiologiques raisonnables. Pourtant, les revenants acceptent mal qu'on réduise leur expérience à des processus biochimiques. Cette résistan-



T. BEDDOW/SP/COSMOS

## Etat de rêve

**L'épilepsie (ici, tomographie du cerveau au cours d'une crise) provoque parfois des "états de rêve" dont de nombreux aspects rappellent les NDE.**

ce va bien au-delà de celle, compréhensible, qui répugne à voir la question de la nature humaine épuisée par les seules réponses scientifiques. Ce qui frappe dans le discours des revenants, c'est leur certitude d'avoir vécu quelque chose de réel, d'avoir accédé à la vérité qui se cache derrière le monde observable.

Un sentiment si puissant qu'aucune argumentation rationnelle ne parvient à l'ébranler. C'est pourquoi la vie des revenants s'en trouve fréquemment bouleversée et prend une orientation nouvelle, désormais empreinte de mys-

ticisme, d'une sacralisation du vivant, d'une grande compassion humaine. La plupart affirment ne plus craindre la mort. Rares sont ceux qui réagissent en sombrant dans la dépression.

Quand on compare le discours de patients réanimés qui ont eu une NDE à celui de personnes qui n'ont pas vécu cette expérience mais ont également frôlé la mort, on découvre que les deux groupes manifestent les mêmes transformations de la personnalité, de leurs valeurs et de leur attitude à l'égard de leurs semblables. A ceci près que le groupe NDE montre une religiosité plus marquée, une moindre peur de la mort et une plus forte croyance en l'au-delà. Mais on ne sait pas si cette différence-là est la cause de la NDE ou si c'est la religiosité qui l'a provoquée.

## RÉFLEXE DE SURVIE

Suzanne Blackmore suggère que, « au cours de la NDE, le modèle courant du "soi" est brisé. Pourtant, une expérience consciente est encore possible. Cela suffit pour abolir la peur de la mort et comprendre que, finalement, le "soi" n'est pas si important ». La NDE pourrait aussi constituer une réaction de défense à la fois physiologique et psychologique dans une situation de danger mortel. Elle permet à l'individu de faire face à l'épreuve, de se dépasser afin de mieux lutter pour sa survie.

« Malgré ses belles théories neuro-chimico-psychologiques, la science ne parvient pas à nous ■ ■ ■





# Science, foi et philosophie

■■■ convaincre que la NDE n'est pas une porte ouverte sur une réalité cachée», disent en substance les croyants. Pourquoi, proposent-ils, ne pas tenter l'inverse : démontrer que la NDE ou le voyage hors du corps sont bien la preuve de l'existence de l'âme ? Les plus astucieux ont conçu une expérience qu'ils présentent comme définitive. Il s'agit de placer dans les salles de réanimation, ou à proximité, un écran d'ordinateur que le patient étendu sur son lit ne peut voir. Sur l'écran s'affichent au hasard des images assez simples pour être facilement mémorisées. Si la conscience s'élève et voyage réellement au-dessus du corps, le revenant pourra dire quelles images il a vu sur l'écran.

On s'en doute, aucun service d'urgence n'accepterait une telle expérience. Et, surtout, elle ne servirait à rien ! Car, si aucun revenant ne se souvient des images affichées, cela n'empêchera pas les tenants du corps astral de croire à son existence. On imagine leur argument : la dimension dans laquelle voyage la conscience n'interfère pas exactement avec le monde matériel...

## LE SCIENTISME DU NEW AGE

On peut d'ailleurs s'interroger sur l'obstination des New Agers à en appeler à la science. A quoi bon lui soutirer d'improbables preuves de l'existence de l'au-delà ? Puisque, justement, sa démarche et ses moyens d'investigation la condamnent irrémédiablement au monde matériel. Les scientifiques ont déjà tant de mal à résoudre les problèmes qui les préoccupent qu'on les voit mal investir leurs maigres crédits dans d'aussi vaines recherches. Mais la conception de la démarche scientifique promue par les militants du New Age n'est naïve qu'en apparence. Elle ressemble à une tentative désespérée de mettre la pensée rationnelle en difficulté. Si la science parvenait à démontrer l'existence de l'au-delà, ses propres fondements seraient sapés, elle devrait abandonner son détestable réductionnisme – seul moyen pour elle d'avancer dans la connaissance – et se soumettre enfin à la vision globalisante du nouveau syncrétisme.

Projet absurde. La démarche scientifique ignore la pensée religieuse – si ce n'est sous ses aspects culturels, historiques et anthropologiques. A quelles conditions pourrait-on reconnaître l'au-delà dans les visions d'une NDE ? Jusqu'ici, rien, sinon le sentiment des témoins, n'étaye cette hypothèse ni celle d'une conscience indépen-

dante du corps qui aurait accès à l'autre monde.

Au milieu du XVIII<sup>e</sup> siècle, le philosophe britannique David Hume expliquait que, pour croire aux miracles et admettre une réalité radicalement contraire aux lois de la nature, il faudrait que la probabilité d'une erreur de jugement de la part des témoins soit très faible. Autrement dit, pour croire au témoignage, il faudrait que l'erreur du témoin soit un plus grand miracle que le miracle qu'il relate. Le bon sens refuse qu'une absurdité soit étayée par une absurdité plus grande encore.

## LES MIRACLES À L'ÉPREUVE DE LA RAISON

Par exemple, pour reconnaître la réalité de l'au-delà, il faut admettre que la conscience soit indépendante du corps, et que cette entité immatérielle puisse interférer avec la matière. Ce qui est contraire à la totalité des connaissances acquises par la raison. Croire aux miracles est donc un miracle en soi, conclut Hume : « La pure raison ne suffit pas à nous convaincre de [la] véracité [d'un miracle] : quiconque (...) y donne son assentiment est conscient d'un miracle continu dans sa personne, qui bouleverse tous les principes de son entendement. » Il n'y a donc aucune bonne raison pour que les scientifiques se soucient de l'au-delà ou pour que les croyants se préoccupent de la science, d'autant moins que, par définition, la foi n'a pas besoin de preuve.

Cependant, pour les uns comme pour les autres, les états proches de la mort renferment encore de nombreux mystères. Les théologiens n'ont pas fini de s'interroger sur le sens des visions mystiques et initiatiques. Quant aux neurologues et aux pharmacologues, ils sont loin d'avoir exploré tous les aspects des états modifiés de la conscience. Une meilleure compréhension des processus biochimiques et psychologiques qui se manifestent aux limites de la vie apportera peut-être de nouvelles armes aux réanimateurs et aux infirmiers chargés d'accompagner les mourants. Depuis quelques années, les services et les associations de soins palliatifs à l'hôpital ou à domicile se multiplient, et les personnels compétents sont de plus en plus nombreux. Ils s'efforcent de fournir aux malades en phase terminale les conditions d'une fin de vie plus paisible. Leur action mérite un soutien sans faille, mais non sans une condition : le profond respect de la liberté de pensée des mourants. ■



# "Les révolutions scientifiques"

## **LES CAHIERS** **DE SCIENCE & VIE**

ISSN 1157-4827

RÉVOLUTIONS SCIENTIFIQUES

### **JAPON**

**Comment les samouraïs  
sont devenus des savants**



**LES CAHIERS**  
**DE SCIENCE & VIE**

**DES HISTOIRES RICHES EN DECOUVERTES**

**EN VENTE PARTOUT**





**Notre concours de l'été, organisé avec France Info et les stations locales de Radio France, a suscité un vif intérêt : nous avons reçu plus de 10 000 réponses. Ce succès témoigne de l'attachement passionné que les Français manifestent pour la science, sous son double aspect : la poursuite inlassable de la connaissance et la part de rêve qu'elle éveille – ou réveille – en chacun de nous. C'est à cette tâche que *Science & Vie* continuera de se consacrer, grâce à la fidélité de ses lecteurs.**

## Les réponses

**1** Après la Grande-Bretagne, quel est le pays où l'on a recensé le plus de "vaches folles" ?

Réponse : 3. La Suisse.

**2** Qu'est-ce qui rend le lait blanc ?

Réponse : 2. La caséine.

**3** Parmi ces aliments, lequel n'est pas issu d'une fermentation ?

Réponse : 3. La semoule.

**4** En physique, les particules élémentaires ne peuvent pas :

Réponse : 1. Dépasser la vitesse de la lumière.

**5** L'ordinateur fut inventé pour : 1. imiter le cerveau humain ; 2. accélérer les calculs ; 3. automatiser les usines.

Réponse : 1.

C'est le Britannique Alan Turing (1912-1954) et l'Américain John von Neumann (1903-1957) qui ont inventé l'ordinateur. De nombreux écrits et témoignages des historiens des sciences attestent que, sous couvert de fabriquer une machine pour accélérer les calculs, ces deux scientifiques désiraient construire un cerveau électronique. Imprégnés des idées de philosophes et de mathématiciens tels que Leibniz, Kant, Boole, Frege, ils se passionnaient pour les mécanismes qui régissent la pensée.

**6** Quel est le plus important déposant français de brevets couvrant la France (selon les dernières statistiques) ?

Réponse : 2. La société L'Oréal.

**7** Parmi les premières manifestations du réchauffement climatique dû à l'effet de serre que prévoient les scientifiques, on peut s'attendre à :

Réponse : 3. Une augmentation de la force et de la fréquence des tempêtes, des cyclones et des précipitations.

**8** Parmi ces régions de France, laquelle est la moins sismique ?

Réponse : 3. Le Bassin parisien.

**9** Parmi les particules qui composent la matière dont est fait l'Univers, l'une n'est pas élémentaire. Laquelle ?

Réponse : 1. Le proton.

**10** Quand les médecins parlent d'hématopoïèse, de quoi s'agit-il ?

Réponse : 2. De la fabrication des cellules sanguines.

**11** Que signifie ARN ?

Réponse : 3. Acide ribonucléique.

**12** Le DVD (Digital Versatile Disc) remplacera demain les bandes vidéo des magnétoscopes et permettra l'enregistrement de plusieurs heures de film. Quel est le diamètre de ce disque ?

Réponse : 3. 12 cm.

**13** EDF facture l'électricité en kilowattheures. A quoi correspond cette unité, au sens physique du terme ?

Réponse : 1. A un travail.

**14** La gravitation universelle a été découverte par :

Réponse : 2. Isaac Newton.

**15** De ces trois métaux, 1. l'iridium ; 2. le plomb ; 3. le mercure, lequel est le plus lourd ?

Réponse : 1. L'iridium.

**16** Quels sont les professionnels qui consomment le plus d'or, après les bijoutiers ?

Réponse : 3. Les électroniciens.

**17** Quel est le talon d'Achille des bébés de 3 mois ?

Réponse : 2. Leur stock d'anticorps est minimal.

**18** Ebola est :

Réponse : 2. Un virus.

**19** Quelle nation emploiera le plus de robots en l'an 2000 ?

Réponse : 3. Le Japon.

**20** Dolly est :

Réponse : 1. Le clone d'une brebis.



# Les lauréats

## 1<sup>er</sup> prix La croisière des explorateurs entre le Kenya et les Seychelles

Jean-Pierre DENIS (AGON-COUTAINVILLE).

## 2<sup>e</sup> prix La croisière golfe d'Arabie et Inde

Benoît VERDENAL (RAMBERVILLERS).

## Du 3<sup>e</sup> au 5<sup>e</sup> prix Un caméscope HI 8 Sharp

Hervé L'HOSTIS (MERLINES), Daniel RICHARD (THURÉ), Pierre ROZET (PARIS).

## Du 6<sup>e</sup> au 8<sup>e</sup> prix Un ordinateur Macintosh Performa 5260

André SECCO (ORNAISONS), Véronique PASSELAIGUE (RONCHIN), Ferdinand COUTANCEAU (LE MANS).

## Du 9<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> prix Un appareil-photo numérique Konica et son scanner

Luc CRUZ (MONTPELLIER), Anne-Lise DUMANT (PERIGNY), Christian GAUDRON (LYON), Jacqueline AUDUBERTEAU (HYÈRES).

## Du 13<sup>e</sup> au 17<sup>e</sup> prix Un week-end à Lisbonne pour l'Exposition universelle 1998

François CREOLA (PESSAC), Jacques DEFRAIN (LES CARROZ-D'ARACHES), Françoise LEMOINE (MORTIERS), Patrick BRETON (AIGNE), Emmanuel CORVAISIER (LE MANS).

## Du 18<sup>e</sup> au 23<sup>e</sup> prix Un appareil-photo numérique Konica Q-Mini

Sylvain BRETON (SAINT-SATURNIN), Eric FRADIN (LE FENOUILLE), Christian GORRIQUER (SAINT-MAUR-DES-FOSSES), Janine DESSET (MAILLY-LE-CHÂTEAU), Robert MUNSCH (CHILLY-MAZARIN), Graziella SIMONATTI (VERRIÈRES-LE-BUISSON).

## Du 24<sup>e</sup> au 31<sup>e</sup> prix Une montre Beuchat Abyssal 6000

France DEGORGUE (FONTENAY-SOUS-BOIS), Christophe OULMANN (INGWILLER), Jean BEAUGRAND (AMIENS), Robert DOUBLET (LE GUÉ-D'ALLERE), Alain MAZIERES (BOURGES), Georges LAGRANGE (LAON), Michel RIBAS (CHARTRES), Pascal WEBER (SAINT-CYR-SUR-MORIN).

## Du 32<sup>e</sup> au 41<sup>e</sup> prix Un téléphone-répondeur-télécopieur Samsung

Nicole BESNARD (SAINT-MARS-D'OUTILLE), Gérard GRELET (PARIS), André MARTIN (MONTPELLIER), Lucile CLIDIÈRE (PARIS), Annie ECHARDOUR (CORNÉ), Chantal GENEST (LA BASTIDE-MARNHAC), Jeanine LE GLEAU (GOUESNOU), Cécile BABEAU (VENTABREN), Rosanna PASSELAIGUE (LYS), Stéphane REYMONDET (SAINT-CLAUDE).

## Du 42<sup>e</sup> au 71<sup>e</sup> prix Un appareil-photo Konica BMS 630S

Michel BOQUET (CHERRY), Martine ENJALBERT (MONTPELLIER), Marie-Thérèse THOMAS (BONNEVAL), Alain VERTENSTAIN (PARIS), Patrick OROSCO (BADEN), Bernard PACORY (REBRECHEN), Bertrand BAROU (SAINT-MARIE-LA-MER), Nathalie PIERQUIN (IVRY-SUR-SEINE), Anne EDERY (PARIS), Eric THOMAS (ARGENTEUIL), Béatrice ELIAS (GOULIEN), Jean-Luc ZENOU (SIX-FOURS-LES-PLAGES), Françoise BRANCOURT (WATIGNY), Marie BRAUN (CARNON), Renée PERQUIN (CHATILLON-COLIGNY), Damien VOINOT (SAINT-OUEN), Hervé BAUDRY (SAINT-JUST), Michel AMANDJULES (VIUZEN-SALLAZ), Sylvie FEUILLOLEY (LE HAVRE), Didier HAUDEPIN (PARIS), Georges MENEAU (CHATILLON-COLIGNY), Alain FERRATON (NANTES), Guy MANSUY (BOURBONNE-LES-

BAINS, Aline BEURRIER (YERRES), Michel MAZOUADE (GRAND-COURONNE), Robert GROUIN (GRADIGNAN), Françoise MONPERT (STEINBRUNN-LE-HAUT), Jacky JEANNEAU (BREST), Gérard MARTINEZ (PARIS), Michel BELINGARD (NARBONNE).

## Du 72<sup>e</sup> au 91<sup>e</sup> prix Une paire de jumelles fix-focus Jason

Dominique FERRAND (NAUCELLE), Geneviève WEIGEL (SAINT-JEAN-DE-VEDAS), Emmanuel BLOCH (COLMAR), Daniel DANVRIN (LE MANS), Delphine COURVOISIER (MONTLOUIS-SUR-LOIRE), Bernard REYMONDET (LYON), René TARDIEU (MOISSAT), Michel FERRARI (PARIS), Joëlle FRACHET (SAINT-MARCELLIN), Jean-Paul CARDOIT (MANDELIEU), Françoise MORVANT (SEGRÉ), Marc PIERRON (VITRY-SUR-ORNE), Claude POULY (COUX), Hélène CHAMAND (SAINT-MARTIN-DE-CRAU), Philippe POIRIER (CHATILLON-COLIGNY), Pascale ROBINEAU (PALAISEAU), Marie-Louise FENECH (AIRMARGUES), Paulette PREVEL (GRAND-COURONNE), Nadine BESSET (MONTPELLIER), Jean MENTEUX (MONTARCIS).

## Du 92<sup>e</sup> au 126<sup>e</sup> prix Une montre Beuchat Race 2

Nicole ROUQUET (SAINT-AFFRIQUE), Géraldine HEIME (SAINT-BRICE-COURCELLES), Christian GAC (GUILERS), Maryse SERRES (REVEL), Mylène MARTIN (SAINNOIS), Alain COULVIER (MAREUIL-SUR-CHER), Marie-Henriette KERLOC'H (GOULIEN), Patrick BRAUN (SAINT-JEAN-DE-VEDAS), Jeannine FRANÇOIS (AMIENS), Didier GELE (TOURNUS), Gérard ESCOFFIER (COUX), Francis FOUILHÉ (MONTPELLIER), Jacques BRANCOURT (PARIS), Jacques SOLAZ (LANNEMEZAN), Sinaïta PIN (AUCH), Francis HOEZ (HARGNIES), Jacqueline CORMIER (LABENNE), Georges BARRIER (COURDIMANCHE), Germaine HOSSEREL (ERCE-EN-LAMÉE), Lisette BEURRE (MEYZIEU), Pascal DEPLECHIN (PARIS), Maud SEGHERS (LYS-LEZ-LANNOY), Magalie PRUNAC (JACOU), Michèle CLERGUE (RODEZ), Catherine GUYMARE (CASTELSAZAZIN), Francine BILLARD (ARTENAY), Muriel STAELLEN (FONDETTES), Jean-Claude GUILLERME (ARGENTEUIL), René OLDRA (LAVAIL), Jeannine ROCHE (VALENCE), Martine HINOT (MAZÉ), Jacques ANDRIEU (CANET-EN-ROUSSILLON), Andrée PREMONT (MONTPELLIER), Paul SERRERO (FRANCHEVILLE), Catherine FINQUEL (DELLE).

## Du 127<sup>e</sup> au 276<sup>e</sup> prix Le CD-Rom Les 60 événements qui ont changé le monde

Stéphane COUILLAUD (VANNES), Jean-Marie DESVAUD (LIMOGES), Claire MERCUSOT (VILLENEUVE-TOLLOSANE), Christine FONTENILLE (BAILLY), Jean-Christophe MALPEYRE (LA CHAPPE-DE-GUINCHAY), Serge MONNIN (LA VEZE), Jean-Emmanuel BISSEY (DIJON), Georgette FEUILLETTE (LA CHARITÉ-SUR-LOIRE), Benoît FAES (VOLMERANGE-LES-MINES), Jean-Claude DALBOS (MENESTREAU-EN-VILLETTE), Paul GERMILLAC (BIARS-SUR-CERE), Christine LACKNER (CHARTRES), Philippe BREVET (MALVILLE), Stéphane VERDIER (PERIGNAT-SUR-ALLIER), Pierre DUBREUIL (LES ESSARTS-LE-ROI), Carole GUILLAUME (NOISIEL), Marc PERROT (SAINT-ALBAN), Véronique BOUTIN (COLOMBES), Pierre NOLOT (VENCE), Annette TALLEC (CLÈDEN-CAP SIZUN), Isabelle GACHER (EPINAY-SOUS-SÈNART), Pierre DOGON (PIERRIC), Vincent DI CRESCENZO (MARSEILLE), Soizic BUGAST (NANTES), Marie-Claude LABATUT (SAINTES), Frédérique FALL (PARIS), Corinne DESLOGES (AHUN), Frédéric WACHTEL (MULHOUSE), Françoise JALLIFIER (BREST), Yves ETEVE (BARLY), Pierre PICHEYRE (VENEJAN), Georges GUENON (PARIS), Eric NEVEU (REUREUX), Françoise LIARDEAUX (VILLEBON-SUR-YVETTE), Claude GUITTIN

(MONTROUGE), Georges GUYOT (SAINT-SOULET), Monique RICCI (GUIPAVAS), Alain VAUTRAIN (LYON), Marie-Ange GONTIER (ISIGNY-LE-BUAT), Stéphane CALÉ (LE BLANC-MESNIL), Bernard PANSU (PARIS), Roger FOUTEL (RENNES), Marie-Claire DUPONT (PONTSCORFF), Patrick BARRET (CHAVILLE), Guillaume DELUBAC (GRENOBLE), Pascale MERCIER (CHAMPCEVINEL), Caroline MACIA (MONTPELLIER), Ivan FOUTEL (THIVARS), Yann GRAVOUIL (PORNIC), Pascal CHARPENTIER (LA GARDE), Luc AYE (MIRAMAS), Jean-Pierre LADOIS (PAVILLON-SOUS-BOIS), Brigitte SALMON (PIERRES), Frédéric HOUEL (CHENNEVIÈRES), Jean-Jacques SOULAT (COUTARNOUX), Bernard DOYEN (CHARLEVILLE), Philippe SOLAS (PARIS), Norbert SERRERO (PARIS), Vincent MILLOT (TROMAREY), Jean-Christophe BACCI (ERMONT), Madeleine DEMICHELIS (CASSIS), Marie-Michèle COLIN (MORLAIX), Nicole BOVIN (NEUILLE-PONT-PIERRE), Martine JULIEN (TOULOUSE), Herman VERTENSTAIN (QUISTREHAM), Rosanna ANGCO (ROUBAIX), Henriette GARGOU (RIONS), Roger GARDERE (LA BASTIDE-VILLEFRANCHE), Gérard FOCK (AUDINCOURT), Sophie DESAINT (DOULENS), Stéphane LEFEBVRE (ENQUIN-SUR-BAILLONS), Fabien BLUY (HUCQUELIERS), Michèle FRIED (PARIS), Fabrice PASTOR (SARTROUVILLE), Pierre MOREL (RETOURNAC), Jean-François BALZAC (SAINT-CHRISTOPHE-DU-BOIS), Nathalie FOLLIOT (WALLON-CAPPEL), Claude DE FLEURAC (DIJON), Thérèse JACQUOT (DOUZAINS), Jean-Claude JOUE (AUBAGNE), Isabelle DHENIN (SANTIGNY), Laurence BARRE (LES ESSARTS-LE-ROI), Catherine CAPRON (BOISSY-SAINT-LÉGER), Ouedad M'BAREK (ASNIÈRES), Yohann HINOT (ANGERS), Hervé GRANDHAYE (FROIDETERRE), Pierre THEVENIN (DIJON), Séverine LAFORGE (CHATILLON-COLIGNY), Alain PERAULT (TOURNEFEUILLE), Daniel HAVET (GONDECOURT), Madeleine GUÉGAN (VANNES), Solange TUCHOWSKI (ALLEX), Marie DE LEYSSAC (MONTPELLIER), Marc PILARSKI (BRUEBACH), Jean-Yves LAHITTE (GRENOBLE), Didier CLAUDON (VERSAILLES), Madeleine DARNÉ (TOULOUSE), Brigitte KUENY (NISSAN-LEZ-ESERNUNES), Jeanne DOUISSARD (FRANCHEVILLE), Nathalie BILLAULT (ORANGE), Luc FOGEL (MOYEUVRE-GRANDE), Malou FORT (PLOEMEUR), Marion RUBERT (BURES-SUR-YVETTE), Virginie JABIOLE (POISSY), Yannick LE GALL (LE MANS), Esther HIRSCHFELD (PARIS), Pierre BORNE (RIS-ORANGIS), Olivier BIGNAUD (LIMOGES), José JAENADA (LE CAP-D'AGDE), Jean-Paul GALLOIS (PONTOISE), Robin HACQUARD (LA MOTTE), Nicolas PAULHIAC (SAINT-AVIT-SENIER), Christian GOSSART (SAINT-ETIENNE), André BARREAU (LESCURE-D'ALBI), Gilles BUCLET (MONTPELLIER), Magali LE BOARD (KERFOURN), Pierre DAVISSEAU (SIX-FOURS-LES-PLACES), Marie LATTELAIS (CANTELEU), Jeanne CUGNET (SAUZON), Janine LEDET (LES ISSAMBRES), Thierry REVEL (PARIS), Jean GUITTIN (PARIS), Antoine PHILIPPE (SARREGUEMINES), Jean-Claude GACHER (BRIE-COMTE-ROBERT), Nicole VELLY (PLONEVEZ-PORZAY), Catherine RABAUD (SAINT-ETIENNE-DE-MONTLUC), Nicole RABINOVITCH (RAMBOUILLET), Bernard de SAINT-PHALLE (LA ROCHEFFE), Hervé RICHEUX (PLUNERET), Anne THOMAS (REVILLE), Pierre DUPUY (CLERMONT-FERRAND), Gilles SCHNEIDER (SIX-FOURS-LES-PLACES), Raymond GUITARD (PRAYSAC), Odette GIBOIRE (PARIS), Charlotte TERRACOL (LIMOGES), Cécile BOITTIN (SIX-FOURS-LES-PLACES), Sylvain DURAND (VALENTON), Sylvain MARCHAL (QUINCEY), Françoise BRUNET (VOUILLE), Jean-Paul PARTOY (SAINT-AGNANT), Jean-Louis LECOEUR (SAINT-FARGEAU-PONTHIERRY), Daniel MOURRAIN (QUIMPER), Jacques MOCAER (BREST), Fernand BASILE (MASSY), Franck HOF (CRUSEILLES), Olivier SALMON (BONNEVAL), Denis ONIMUS (PARIS), Philippe PELLE (IMPHY), Jacky BOUSQUET (LA ROCHELLE) Adeline SANÇON (NICE).



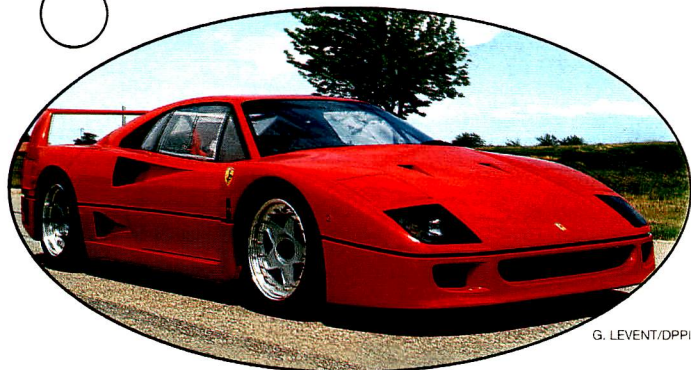
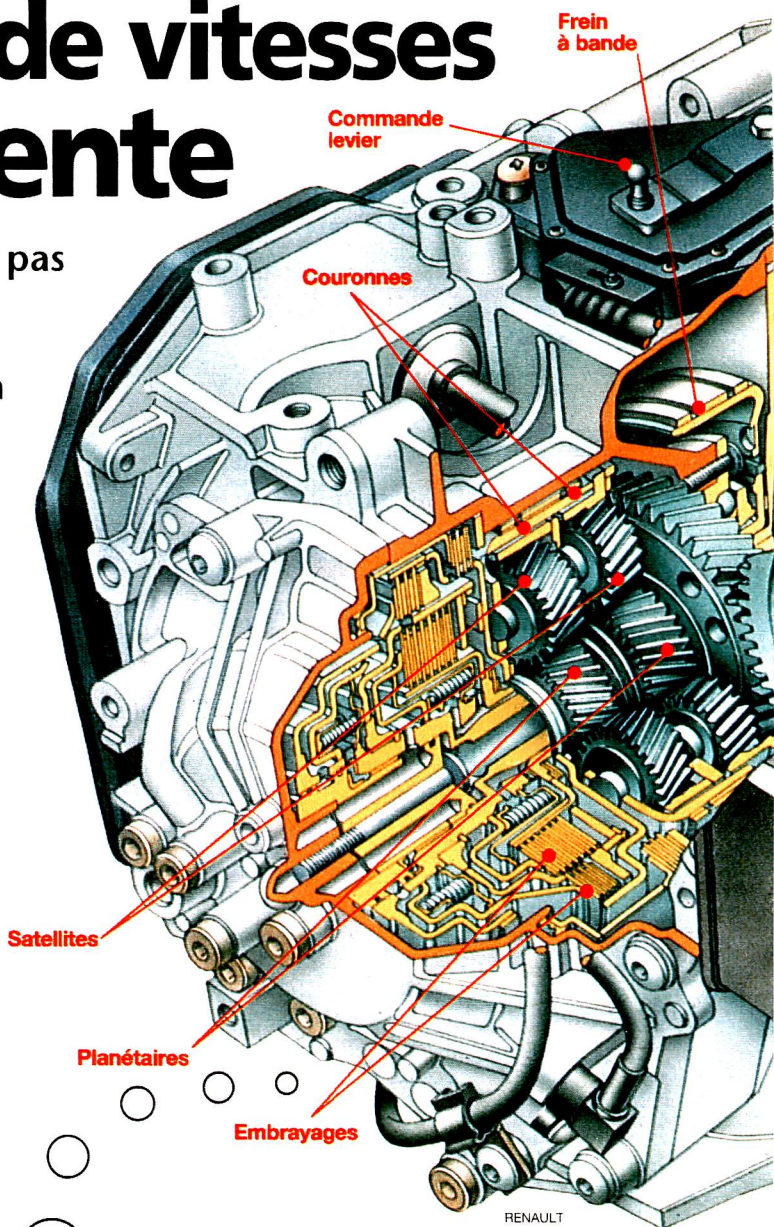
# La boîte de vitesses intelligente

■ Les Français n'aiment pas la boîte de vitesses automatique : à peine 3 % de leurs voitures en sont équipées. Renault et Peugeot viennent de créer une boîte intelligente, gérée par informatique en "logique floue", qui s'adapte au conducteur pour passer les vitesses comme il le ferait lui-même.

PAR RENAUD DE LA TAILLE

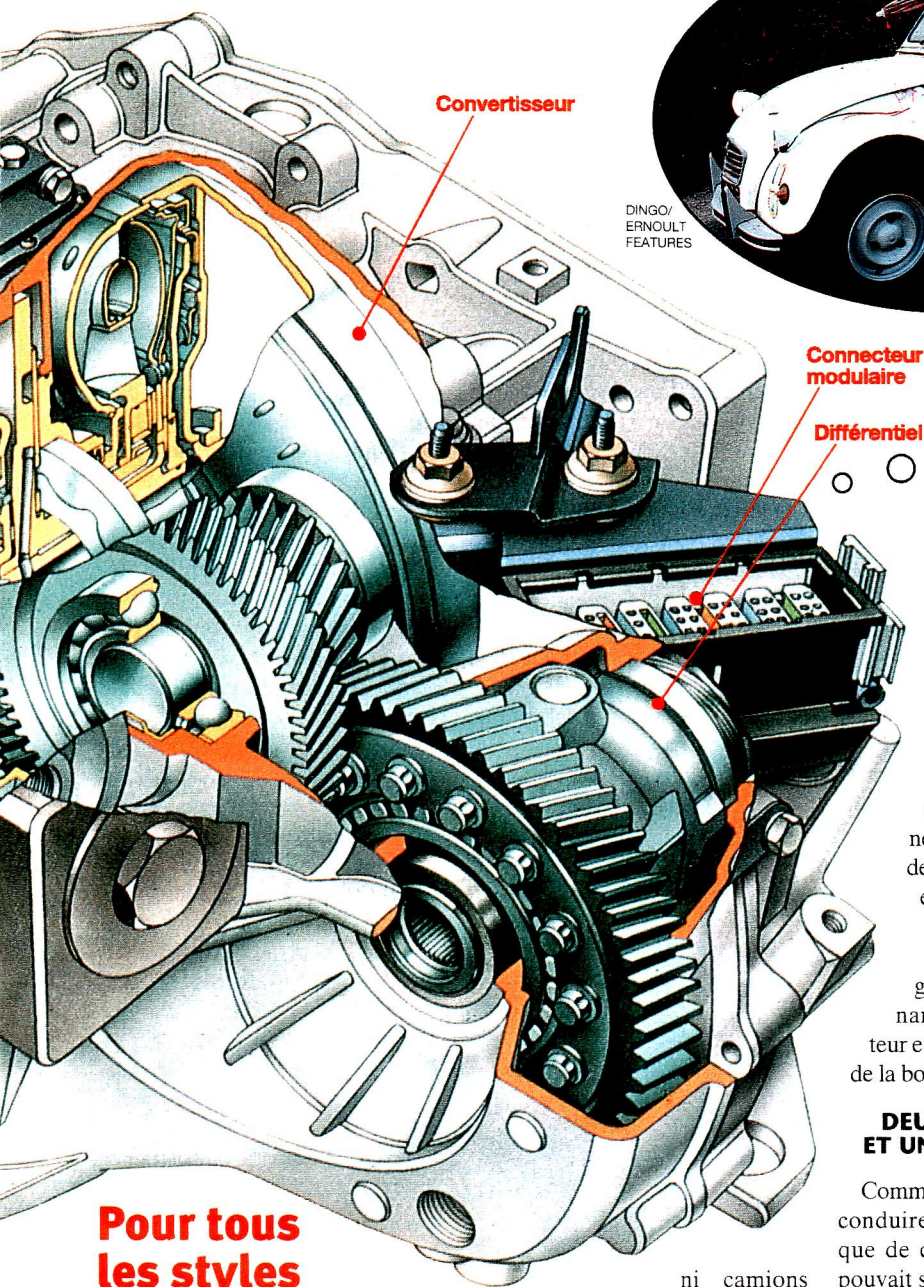
**A** Rome ou à Paris, à Madrid ou à Athènes, on est viril et on conduit "sport" : pied droit de l'accélérateur au frein, pied gauche sur l'embrayage, une main sur le volant, l'autre sur le levier de vitesses – comme Fangio il y a quarante ans. La boîte automatique, pourtant universelle aux Etats-Unis, chez nous, c'est bon pour les vieux, pour les "bonnes femmes", pour les handicapés.

Mais ce viril pilotage à boîte manuelle, où peut-il donc se pratiquer ? En ville ? Absurde. En rase campagne ? Mais les kilomètres sur autoroute ont autant de caractère sportif que la conduite d'une rame de métro. Alors, dans les lacets de montagne ? Peut-être, mais à condition qu'il n'y ait ni trainard devant



G. LEVENT/DPPI





DINGO/  
ERNOULT  
FEATURES

## Pour tous les styles

La nouvelle boîte de vitesses automatique TA 96 est basée sur un système classique, mais qui a été perfectionné par les deux constructeurs français. Elle reproduit le style de chaque conducteur, qu'il soit père tranquille ou sportif audacieux : le passage des vitesses est commandé par un calculateur qui s'adapte en permanence à chaque type de conduite.

ni camions en face. Ajoutons, pour faire bonne mesure, qu'il y a bien longtemps que Schumacher et Alesi n'ont plus de levier au plancher ni de pédale d'embrayage : en formule 1, les passages de vitesse et les débrayages sont exécutés par des vérins hydrauliques sous commande électronique.

En dehors de ce mythe bien latin du pilote sportif levier sous la main,

d'autres éléments, cette fois financiers, ont terriblement freiné la diffusion en France des boîtes automatiques : supplément de prix d'environ 8 000 F, puissance fiscale alourdie (vignette plus chère), consommation majorée en moyenne de 10 %. C'est pour sortir de cette impasse que Peugeot et Renault se sont associés dans le but de proposer une boîte automatique qui gomme les inconvénients financiers et offre au conducteur européen tout ce qu'il attend de la boîte manuelle.

## DEUX ROUES À AUBES ET UNE ROUE À AILETTES

Comme il y a autant de façons de conduire et de passer les vitesses que de conducteurs, l'entreprise pouvait sembler utopique. D'autre part, réduire le coût de production d'un ensemble mécanique est toujours une tâche de longue haleine. Enfin, il fallait tenir compte de la concurrence, en particulier celle de la société allemande ZF (Zahnrad Fabrik), le plus grand spécialiste européen en ce domaine, qui livre déjà des boîtes "intelligentes" à gestion électronique.

La partie mécanique de la nou- ■ ■ ■



■ ■ ■ velle boîte TA 96 développée par Renault et Peugeot fait appel au système classique des trains épicycloïdaux, mais avec de nombreuses astuces de construction qui ont permis d'optimiser le procédé tout en allégeant le prix de revient. Comme toute boîte automatique, la TA 96 comprend un coupleur hy-

## Une minute suffit à l'ordinateur pour reconnaître le style de conduite

draulique : deux roues à aubes séparées par une troisième roue à ailettes, dite réacteur, tournant dans un carter étanche rempli d'huile.

Ce type de convertisseur a fatalement un certain glissement : la turbine réceptrice ne tourne jamais exactement à la même vitesse que la turbine motrice, d'où une perte de puissance qui explique le supplément de consommation. La solution est connue depuis longtemps : en régime stabilisé, un embrayage rend solidaires les deux turbines. Ici, pour passer des couples élevés, cet embrayage est à double face, ce qui constitue une nouveauté.

### PRIX DE REVIENT DIMINUÉ DE 25 MILLIONS DE FRANCS

Les divers rapports sont obtenus – formule classique – par des trains épicycloïdaux : un engrenage central, dit planétaire, entouré de trois engrenages satellites, le tout étant logé dans une couronne à denture interne. En liant par des embrayages ou en bloquant par des freins l'un de ces éléments (planétaire, porte-satellites ou couronne), on obtient deux rapports dans un sens – marche avant – et un autre en sens inverse – marche arrière (voir illustration page de droite).

En accolant deux trains de ce type

dont on va coupler ou bloquer les éléments, on obtient quatre rapports avant et un rapport arrière. Comme nous l'a précisé Joël Poupon, ingénieur en chef chez Renault, tout l'art consiste ensuite à choisir les bons couplages et à les mettre en œuvre avec le moins de pertes possible. A cet effet, il a fallu innover : par exemple, remplacer les freins multidisques habituels par des freins à bande, qui ont moins de trainée, ou utiliser des disques dont un seul côté est garni, ce qui permet d'évacuer facilement la chaleur au moment du frottement.

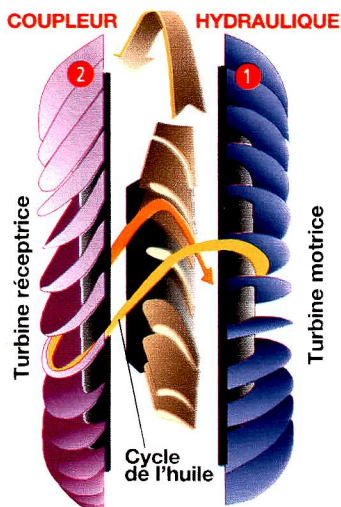
Alléger le différentiel à l'aide d'une cage en alliage léger, réduire le prix grâce à des engrenages dont les dents viennent directement de la forge au lieu d'être usinées, couler l'alliage du carter sur un maillage de tuyaux en acier pour éviter d'avoir ensuite à percer les canalisations

d'huile : autant de nouveautés qui ont simplifié la fabrication tout en améliorant le rendement et en abaissant le coût de production. Ainsi, nous a signalé Philippe Pescarou, responsable du programme, en concevant un carter dont tous les perçages ou les fraisages sont à angle droit, on économise 25 m de machines-transferts, donc à peu près autant de millions de francs en prix de revient.

Restait à commander ces trains d'engrenages d'une manière bien plus affinée que ne le permettent les boîtes automatiques les plus récentes. Comme nous l'avons dit, les divers rapports s'obtiennent en couplant ou en bloquant certains éléments des trains épicycloïdaux avec des embrayages ou des freins actionnés par de petits vérins hydrauliques. Ceux-ci reçoivent l'huile sous pression par l'intermédiaire de six tiroirs de distribution, qui vont donc gérer deux embrayages et trois freins pour obtenir quatre rapports avant et une marche arrière.

Chaque tiroir est commandé par une électrovanne qui ne connaît que deux états : ouvert ou fermé. Avec six tiroirs, cela fait donc soixante-quatre combinaisons possibles, mais une bonne partie d'entre elles est exclue d'emblée, par exemple passer directement de première en quatrième ou de troisième en marche arrière. D'ailleurs, chaque passage ne se fait pas comme on bascule un interrupteur, mais doit assurer la transition progressive d'un régime au suivant. De surcroît – et c'est la vraie nouveauté –, cette transition doit être conforme à ce qu'aurait fait le conducteur à ce moment.

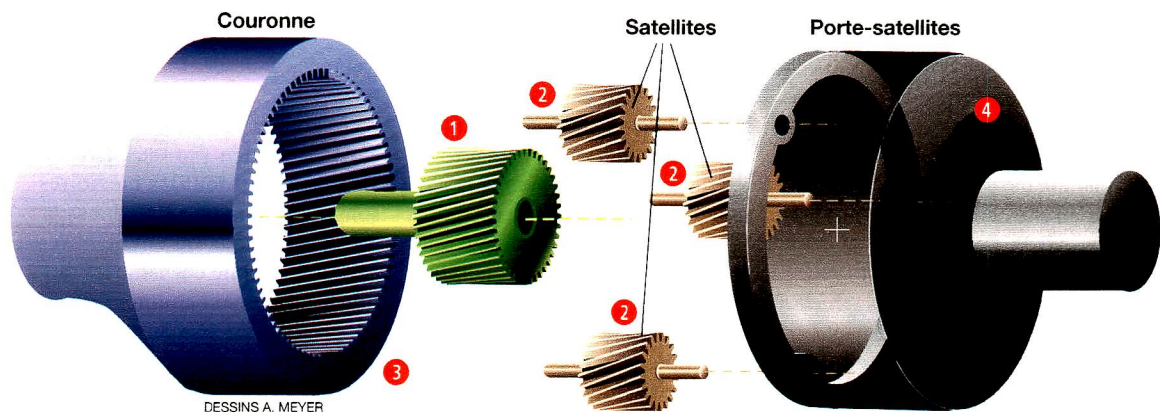
Il faut par conséquent connaître son style de conduite, donc l'avoir analysé pendant au moins une minute. Cette étude relève, bien sûr, de l'informatique : un certain nombre de capteurs évaluent en permanence le régime du moteur, la vitesse de la voiture, les mouvements de la pédale d'accélérateur,



## Evaluer les accélérations

L'écart de régime entre la turbine motrice ① et la turbine réceptrice ② du coupleur hydraulique permet à l'ordinateur d'analyser les accélérations et les décélérations du véhicule. Il peut évaluer ainsi le comportement du conducteur.





DESSINS A. MEYER

les périodes d'accélération ou de décélération, etc. Ces données sont envoyées à une unité de calcul programmée en logique floue. Ce "flou" très artistique peut laisser un peu perplexe, mais, comme nous l'a expliqué Christian Taffin, responsable informatique du projet, il ne faut pas se laisser impressionner par le vocabulaire ésotérique qu'adoptent volontiers les spécialistes.

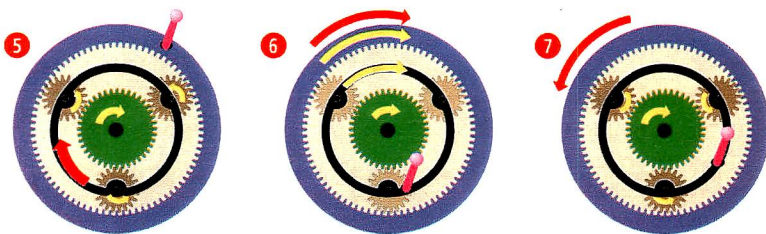
La logique booléenne des microprocesseurs travaille uniquement sur des bits 0 ou 1, ce qui est un peu juste pour caractériser un style de conduite. La logique floue, elle, travaille plutôt sur des octets, selon des règles de langage adaptées à cette logique. Un octet est un nombre binaire de huit chiffres, donc dans le système décimal un nombre allant de 0 à 255, ce qui est plus commode pour évaluer des états intermédiaires. En fait, il s'agit d'une méthode de programmation qui peut s'appliquer aussi bien en Pascal qu'en C++, alors que le microprocesseur, lui, fonctionne toujours en logique binaire, 0 ou 1.

### LE CONDUCTEUR LATIN A DE QUOI ÊTRE SATISFAIT

En binaire, il n'y a pas de place pour le conducteur moyen, qui se situe entre le pépère total (0) et le sportif absolu (1). Avec les octets de la logique floue, on a 254 gradations entre ces deux extrêmes, ce qui permet de jauger avec une bonne précision le type de conduite à un moment donné. Notons toute-

## Un planétaire et des satellites...

Sur une boîte automatique, on obtient les divers rapports de vitesses en couplant ou en bloquant certains éléments des trains épicycloïdaux. Un train épicycloïdal comporte un planétaire ①, trois satellites ②, une couronne ③ et un porte-satellites ④. Ici, le planétaire est moteur ; si on bloque la couronne, le porte-satellites tourne dans le même sens que le planétaire (première vitesse) ⑤ ; si on bloque les satellites, c'est tout l'ensemble qui tourne (deuxième vitesse) ⑥ ; enfin, si on bloque le porte-satellites, la couronne tourne en sens inverse (marche arrière) ⑦.



fois que cette évaluation concerne uniquement l'usage du moteur et des vitesses, et n'a rien à voir avec les mouvements du volant ou la manière de prendre les virages.

L'objectif que s'étaient assigné les responsables du projet commun Peugeot-Renault, c'était que la boîte soit toujours sur le rapport le mieux adapté, en fait celui qu'aurait choisi le conducteur lui-même avec une boîte manuelle. Mais celui-ci, quel que soit son style de conduite, aurait tenu compte du profil de la route (plaine ou montagne), des réactions de la voiture et de la charge emportée – on ne conduit pas de la même manière seul au volant ou avec femme, enfants et bagages.

Le calculateur reçoit donc des données propres au style du conducteur, nous l'avons vu, mais aussi des

données relatives au profil de la route, à la charge du véhicule et aux conditions extérieures – par exemple, ascension d'un col en pleine chaleur. Nul besoin ici d'une batterie de capteurs supplémentaires : ainsi, la valeur du couple moteur en régime stabilisé (donc en dehors des périodes d'accélération ou de freinage) comparée à la vitesse du véhicule renseigne tout de suite sur le profil de la route. Or, cette valeur du couple se déduit immédiatement du régime moteur par rapport à l'ouverture du papillon des tubulures d'admission.

De même, l'écart de régime entre la turbine motrice et la turbine réceptrice du convertisseur (hors période de couplage fixe entre les deux, dit lock-up) donne la valeur des accélérations ou des décéléra-



■ ■ ■ tions. Il suffit donc d'un petit nombre de capteurs placés aux bons endroits pour évaluer aussi bien le comportement du conducteur que la nature de la route.

Bien entendu, l'unité de calcul re-

## Le prix de la nouvelle boîte ne devrait pas dépasser 5 000 F

çoit aussi les informations concernant le moteur (température, régime, paramètres d'alimentation) et la boîte (rapport enclenché, glissement du convertisseur). C'est après avoir analysé toutes ces données que cette unité va agir sur les six électrovannes des distributeurs hydrauliques de la boîte et sur deux électrovannes proportionnelles – l'une sert à ajuster la pression d'huile globale, l'autre commande le lock-up du convertisseur.

La séquence de passage des vitesses va alors se faire en tenant compte de tous ces paramètres de conduite, et cela de manière graduée. Un conducteur qui freine fort entrera dans le registre "sportif", selon la règle floue "plus freinage fort, plus conducteur sportif". Mais cela ne suffit pas à l'amener d'emblée à 100 % dans cette catégorie : disons, pour simplifier, qu'il n'y sera qu'à 20 %.

Si les freinages suivants sont, eux aussi, puissants et brefs, il monte à 60 %. Si, de plus, les accélérations sont franches et appuyées, il monte à

90 % : tout est pris en compte par l'unité de calcul, et dosé de manière proportionnelle. Inversement, des freinages doux ajoutés à un pied léger sur l'accélérateur vont faire glisser le conducteur dans la catégorie "économique". Mais il suffirait qu'il se mette à conduire plus "pointu", de crainte, par exemple, d'être en retard, pour que le calculateur en tienne compte en moins d'une minute et change la séquence de passage.

En fait, la boîte s'adapte constamment au type de conduite de celui qui est au volant, selon neuf "lois auto-adaptatives" qui tiennent compte du conducteur (économique, médium, sport), de la route (montée raide ou moyenne, descente) et des conditions extérieures (départ moteur froid, roulage à

freinage, saut de rapport (kick-down) sur enfoncement rapide de l'accélérateur.

Ainsi guidée par des circuits électroniques dont les mémoires sont constamment rafraîchies par les informations qu'envoient les capteurs, la boîte enchaîne les rapports exactement comme l'aurait fait celui qui est assis au volant : en ville ou sur la route, il a l'impression de changer lui-même les vitesses, alors qu'il n'a même pas bougé le petit doigt – à la limite, ce serait presque de la télékinésie.

Le conducteur latin, friand d'accélérations et de rétrogradages à la volée, a de quoi être satisfait. Encore fallait-il que ce progrès ne s'exerce pas au détriment du portefeuille. L'option automatique se traduisait jusqu'ici par un supplément à l'achat de l'ordre de 8 000 F. Peugeot et Renault espèrent ne pas

dépasser 5 000 F pour la nouvelle boîte. Mais, grâce à un choix des rapports judicieusement calculé, la catégorie fiscale de la voiture reste inchangée : aucune augmentation, donc, ni de l'assurance ni de la vignette.

La consommation était le gros point faible des voitures automatiques. Ce défaut a été totalement gommé : pour la même carrosserie équipée du même moteur, la boîte TA 96 fait jeu égal avec une boîte manuelle. On ne consommera donc ni

plus ni moins : celui qui conduit en force et a l'habitude de faire 12 litres aux 100 km fera toujours ses 12 litres. Mais le conducteur économe, très fier de ses 8,5 litres aux 100 km, restera à 8,5 litres – preuve supplémentaire que la boîte sait s'adapter au conducteur. ■



BOLUSSET

## Pas plus dépensière

**Grâce au choix des rapports et au blocage du convertisseur, la voiture équipée de la boîte TA 96 ne consomme pas plus que son homologue à boîte de vitesse manuelle. Elle garde en outre la même puissance fiscale, donc les coûts de la vignette et de l'assurance restent inchangés.**

chaud, régime antipollution). Ajoutons une loi spéciale "faible adhérence" (neige, chemin boueux), commandée par un interrupteur, et trois corrections dynamiques : rétrogradage automatique en freinage appuyé, blocage du rapport enclenché sur lever de pied rapide non suivi de



# SCIENCE & VIE JUNIOR

Pour Noël,  
offrez "LE SCIENCE & VIE des 11-15 ans"  
à votre enfant : abonnez-le à  
SCIENCE & VIE JUNIOR.

En abonnant votre enfant à SCIENCE & VIE JUNIOR,  
vous lui offrez une ouverture  
sur l'actualité scientifique.  
Et surtout vous lui donnez les moyens  
de mieux préparer son avenir.

SCIENCE & VIE JUNIOR,  
c'est bien plus qu'un cadeau de Noël.

Abonnez vite votre enfant,  
Noël approche...

## BULLETIN D'ABONNEMENT CADEAU SPECIAL NOEL 1997

à compléter et à retourner avec votre règlement sous enveloppe affranchie à : SCIENCE & VIE JUNIOR  
Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.  
Vous pouvez photocopier cette page.

### OUI j'offre un abonnement d'un an à :

- Cocher la case de votre choix :
- ☐ SCIENCE & VIE JUNIOR et ses 4 DOSSIERS trimestriels :  
16 numéros pour 345 francs au lieu de 420 francs (\*)
  - ☐ SCIENCE & VIE JUNIOR :  
12 mensuels pour 260 francs au lieu de 300 francs (\*)

#### COORDONNÉES DU PREMIER ENFANT QUI REÇOIT LE CADEAU :

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
ADRESSE \_\_\_\_\_  
CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_  
Ne (e) en 19 \_\_\_\_\_

#### COORDONNÉES DU DEUXIÈME ENFANT QUI REÇOIT LE CADEAU :

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
ADRESSE \_\_\_\_\_  
CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_  
Ne (e) en 19 \_\_\_\_\_

\*Prix de vente des magazines chez votre marchand de journaux.

Offre valable  
jusqu'au 30/01/1998  
et réservée à la France  
métropolitaine.

#### COORDONNÉES DE LA PERSONNE QUI OFFRE LE CADEAU :

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_  
ADRESSE \_\_\_\_\_  
CODE POSTAL \_\_\_\_\_ VILLE \_\_\_\_\_



# L'ordinateur majordome

■ Largement oubliée, la domotique trouve un nouveau mécène.

**A Viroflay, Microsoft patronne une aventure futuriste : quatre familles partagent une maison entièrement gérée par un ordinateur qui parle réellement à ses hôtes... sans se montrer.**

PAR HENRI-PIERRE PENEL

**Q** quatre amis font construire ensemble une maison. L'aventure prend une tournure un peu folle lorsque l'un d'eux, Emmanuel Ducanda, ingénieur chez Microsoft, décide de transformer leur acquisition de Viroflay (Yvelines) en maison du futur, gérée par un ordinateur. Microsoft et d'autres sociétés (Legrand, Matra, Siemens...) s'intéressent au projet et le sponsorisent. Le vieux concept de la domotique est remis au goût du jour.

« Si la domotique s'est soldée hier par un échec, déclare Emmanuel Ducanda, c'est que les gens voient dans l'ordinateur un outil de travail. Demain, pour contrôler la maison, il sera aussi banal qu'une chaudière de chauffage central. »

Première innovation de la maison du futur : son réseau électrique. Dans une installation conventionnelle, l'interrupteur commande une lampe, une prise, etc. Mais, si l'on souhaite que l'interrupteur du lustre commande un lampadaire, il faut modifier la câblerie. La gestion centralisée libère l'installation de cette configuration figée. Les interrupteurs ne commandent plus directement les lustres ou les prises. Ils indiquent à l'ordinateur leur position : allumé ou éteint. Fiches, lustres et appareils électriques at-

tendent l'"ordre" de l'ordinateur pour se mettre en route ou pour s'éteindre. Ce type de fonctionnement suppose une "conversation" entre chaque élément et l'ordinateur. Mais il est difficilement envisageable de doubler le réseau électrique d'un réseau informatique pour établir ce dialogue.

## INSTALLATION ÉLECTRIQUE ÉVOLUTIVE

La solution a été trouvée grâce au matériel électrique de la gamme Sagane. Avec cette nouvelle génération de produits, Legrand propose des installations électriques évolutives. Le système Sagane emploie des courants porteurs. Chaque inter-

rupteur émet sur le réseau électrique de l'installation un signal haute fréquence (environ 250 KHz) : une émission codée, convoyée par les fils électriques eux-mêmes. Il a un numéro, qu'il communique à chaque manœuvre, ainsi que sa position.

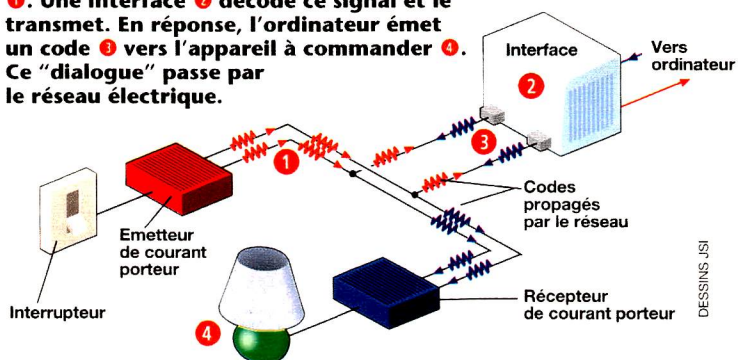
Les fiches possèdent un récepteur de courants porteurs. Quand on les pose, on fixe le numéro d'interrupteur auquel elles doivent répondre. En jouant sur les numéros des interrupteurs et des fiches, on peut commander n'importe quelle fiche à partir de n'importe quel interrupteur. D'abord conçu pour être autonome, le système Sagane a dû s'adapter à une gestion informatique : dans ce but, Emmanuel Ducanda et les ingénieurs de Legrand ont conçu un boîtier de connexion à l'ordinateur. Il capte l'ensemble des informations émises par les interrupteurs et les communique à la machine. Réciproquement, lorsque l'ordinateur souhaite télécommander une fiche, il transmet ses ordres au boîtier, qui émet le code adéquat.

Cette gestion contribue aussi à la sécurité de l'habitat. On peut commander, par exemple, la mise hors tension de toutes les fiches d'une pièce occupée par des en-

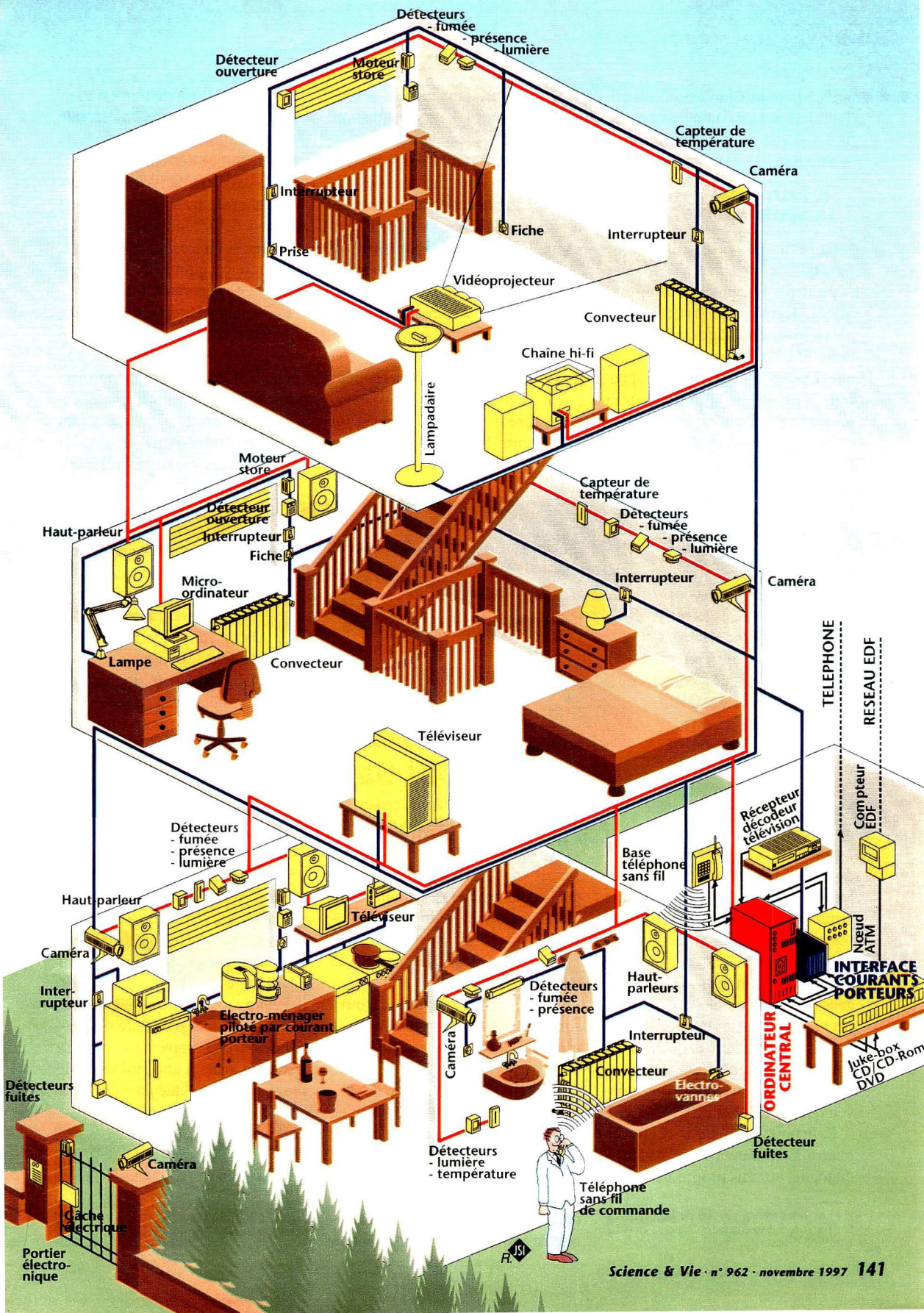
## Des interrupteurs bavards

**Dans la maison du futur, les interrupteurs envoient à l'ordinateur leur numéro et leur position par courants porteurs**

1. Une interface 2 décode ce signal et le transmet. En réponse, l'ordinateur émet un code 3 vers l'appareil à commander 4. Ce "dialogue" passe par le réseau électrique.









■ ■ ■ fants. On peut également redistribuer de fond en comble l'installation à partir de l'ordinateur sans avoir à toucher au moindre fil.

## IL PEUT FAIRE "VIVRE" SA MAISON À DISTANCE

La gestion du réseau électrique n'est qu'une faible partie de la tâche remplie par l'ordinateur. Dans nos salons, lecteurs de disques compacts, magnétoscopes, récepteurs radio FM, etc., s'entassent. Emmanuel Ducanda a regroupé ces appareils à proximité de l'ordinateur sous la forme d'une base de données multimédia. Seuls les écrans, les vidéo-projecteurs et les amplificateurs haute-fidélité trônent encore dans la maison. Un réseau de câbles assure leur liaison numérique avec la base de données à plus de 2 méga-octets par seconde (1). Cette base est constituée de "juke-box", lecteurs multiples qui contiennent jusqu'à 400 disques compacts, CD-Rom ou DVD (vidéodisques 12 cm) et peuvent les lire sous le contrôle de l'ordinateur. Si l'on souhaite écouter du Mozart dans le salon et de la musique pop dans la salle de bains, l'ordinateur ordonne au juke-box de lire les deux disques. La transmission numérique aiguille Mozart vers le salon et la pop vers la salle de bains.

L'ordinateur est capable de prouesses encore plus grandes. Logées dans chaque pièce, des caméras vidéo lui permettent de reconnaître une personne et de la suivre dans ses déplacements. Il peut ainsi diriger la musique au gré des mouvements de l'auditeur.

Pourtant, bien qu'il règne en maître, l'ordinateur reste discret. Il dialogue, au sens propre du terme,

avec ses utilisateurs grâce à des téléphones sans fil. Une unité de synthèse et de reconnaissance vocale équipe la machine. Pour la mettre en service, il suffit de lui parler. La majeure partie des commandes s'effectue en clair. On peut dire, par exemple : "allumer la lumière" ou "fermer le store". Le clavier du combiné peut compléter les instructions vocales. Il permet, notamment, de demander le numéro de plage d'un disque compact. A l'aide de ces téléphones sans fil, on peut aussi... téléphoner.

Le réseau téléphonique est lui aussi centralisé. Son cœur est un commutateur ATM, central ca-

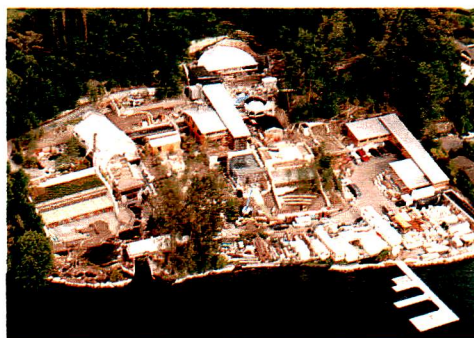
"s'aperçoit" que la maison est occupée, il se transforme en centrale de surveillance. La moindre fuite, la moindre fumée déclenche une alarme. En cas de tentative d'intrusion, les caméras transmettent leurs images à deux centres serveurs Internet et, si l'intrusion se confirme, l'ordinateur commande le déclenchement de générateurs de fumée.

Emmanuel Ducanda l'a même doté d'une créature virtuelle, qui se manifeste dès l'arrivée de son "maître". Grâce à des vidéoprojecteurs, elle apparaît sur le mur et engage la conversation. Elle peut rappeler un rendez-vous ou signaler que plusieurs messages téléphoniques sont arrivés.

La programmation de l'ordinateur, conçue par Emmanuel Ducanda, est encore expérimentale. Seuls des spécialistes en informatique peuvent intervenir sur la machine. Demain, en revanche, des icônes permettront à chacun de moduler l'installation à sa guise.

Microsoft présentera une maison de ce type à Paris, lors des festivités de l'an 2000. A terme, la société proposera des systèmes semblables à un coût n'excédant pas 10 % du prix des travaux de construction.

Ne trouve-t-on pas déjà des microprocesseurs dans les lave-linge ou les aspirateurs ? Il est probable que, demain, la présence d'un ordinateur majordome paraîtra toute naturelle. Il éteindra une lampe oubliée, signalera qu'il est temps de faire des provisions ou, plus simplement, donnera aisément accès à une multitude de programmes multimédia. ■



## Le nid de Bill Gates

**Bill Gates, le président de Microsoft, se fait construire une maison du même type sur la rive du lac de Seattle (Etats-Unis).**

pable d'acheminer des données numériques à très haut débit (plusieurs gigabits par seconde). Emmanuel Ducanda peut ainsi se connecter sur Internet, entrer chez lui virtuellement où qu'il se trouve sur la planète et "faire vivre" sa maison à distance.

## REMARQUABLE ANTIVOL

Enfin, pour que l'ordinateur se conduise en bon gestionnaire, il reçoit des informations (température, mouvements, fumée, etc.) issues de détecteurs. Associés aux caméras vidéo, ceux-ci constituent un remarquable antivol. Lorsque l'ordinateur

Henri-Pierre Penel sera, jeudi 6 novembre, à 20 h, l'invité de *Zinzin*, sur France Inter. Une émission animée par Philippe Bertrand, Sylvie Hazebrucq et Hervé Pauchon, du lundi au jeudi, avec les auditeurs de la station. Vos questions ou vos témoignages au 01 45 24 70 00 (tél.) et au 01 42 30 45 35 (fax).

(1) Un octet est un groupe de huit bits (information élémentaire). 1 méga-octet = 1 million d'octets.



# Pour mieux gérer votre portefeuille L'Agence Option Finance

**NOUVEAU**

## Toute la Bourse et les conseils boursiers

**Sans  
abonnement**

## en temps réel sur votre micro ordinateur

Le nouveau service boursier d'Excelsior Publications (**Science & Vie**,  
Science & Vie Junior, Biba, Auto Moto, Option Finance...)

**Bon pour recevoir gratuitement le logiciel Agence Option Finance**

A compléter et à retourner par courrier au : 1, rue du Colonel-Pierre-Avia - 75503 Paris Cedex 15  
ou par fax au : 01 46 48 49 60

**OUI**, je souhaite recevoir gratuitement le logiciel de communication **AGENCE OPTION FINANCE**, sous la forme de disquettes PC Windows\*, intégrant une procédure d'auto-installation accompagnée de son mode d'emploi. J'ai bien noté que l'acquisition de ce logiciel gratuit n'implique aucun droit d'accès : je ne paierai que les communications liées à l'utilisation du logiciel en fonction de mes besoins <sup>1</sup>.

1 : 2,23 F TTC/min. \* Windows est une marque déposée de Microsoft Corporation

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville ..... Téléphone .....

*Agence*  
**Option Finance**

1/1

Conformément à la Loi Informatique et Libertés du 06/01/78, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être 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.



# Le plus petit biréacteur du monde

■ Il pèse 75 kg, deux micro-réacteurs de 14 kg de poussée chacun le propulsent, il est dirigé par un pilote et il tient l'air pendant une demi-heure... Une aventure technologique de trois années.

PAR GERMAIN CHAMBOST

**D**ans dix ou vingt ans, ce sont peut-être de petits réacteurs qui propulseront les avions légers des aéroclubs, au lieu des moteurs à pistons actuels. Les pilotes pourront alors remercier Yves Duval... Commandant de bord et instructeur sur les Airbus long-courriers A 340 à Air France, Yves Duval a la passion des avions. De tous les avions, du plus gros au plus petit. Son association, Yankee Delta, possède ainsi toute une collection d'avions anciens, plus ou moins

étranges, qu'il présente dans des meetings aériens, en compagnie de son frère, également pilote de ligne.

Dernière acquisition en date, ou plus exactement dernière création, le Cristaline Jet, biréacteur dont la masse à vide est d'à peine 75 kg et qui est propulsé par deux réacteurs de 14 kg de poussée chacun. A titre de comparaison, les moteurs qui équipent le quadriréacteur A 340 – dont la masse au décollage avoisine les 257 tonnes – ont une poussée unitaire de 14 tonnes. Et ceux du gros biréacteur Boeing 777 fournissent quelque 35 tonnes de poussée chacun...

Ces micro-réacteurs, qui, comme certaines voitures, fonctionnent au gaz de pétrole liquide (GPL), ont été installés sur l'avion Cricri, conçu par un ingénieur de génie, Michel Colomban. Le Cricri d'origine est équipé de deux moteurs monopiston de 14 ch, entraînant une hélice de 68 cm de diamètre. C'est le plus

petit bimoteur du monde. Aux commandes de ce minuscule appareil, Yves Duval a battu des records de vitesse. Il a aussi enchanté les spectateurs des meetings dans lesquels il se produisait : accroché sur le dos d'un ancien avion d'observation militaire Broussard, le Cricri se détachait en vol de son porteur avant d'effectuer d'impressionnantes figures de voltige. Le remplacement des moteurs à piston par des réacteurs a fait du Cricri le plus petit biréacteur du monde.

## UN MOTEUR DE MAQUETTE

Le projet date de trois ans déjà. Car le plus difficile a été de trouver les réacteurs *ad hoc*. Duval et son équipe en ont cherché en France, aux Etats-Unis, au Japon, en Australie. Là où l'on emploie des micro-réacteurs pour propulser de grosses maquettes, des cibles volantes ou de petits avions d'observation sans pilote (drones). Mais aucun des engins ne répondait à leur attente.



PHOTOS A. PARINGAUX





## Un fou volant dans sa drôle de machine

**Commandant de bord et instructeur sur avions long-courriers (page de gauche, sur l'alle d'un Airbus A 340), passionné de meetings aériens, Yves Duval a "greffé" sur le plus petit bimoteur à hélice du monde deux micro-réacteurs de maquette. Après de nombreuses adaptations techniques, le Cristaline a vu le jour : il a pris son envol le 31 juillet dernier.**

C'est par Internet qu'ils ont appris qu'un ingénieur britannique, James Wallis, travaillait sur des réacteurs de 14 kg de poussée, dont sept exemplaires avaient été fabriqués. Yves Duval en a acheté deux. Quand il a indiqué à James Wallis qu'il souhaitait en équiper un avion tel que le Cricri, l'ingénieur britannique a d'abord cru que le Français se moquait de lui. Ou qu'il était devenu fou... Car le moteur de Wallis était conçu pour propulser une maquette ou un drone, pas un avion piloté. Son adap-

tation et son utilisation sur le Cricri ont donc posé quelques problèmes.

L'utilisation, d'abord. Sur de si petits réacteurs, le très petit diamètre du compresseur et de la turbine est compensé par une vitesse de rotation fort élevée. C'est en effet le débit d'air qui, après accélération dans la chambre de combustion, fournit la poussée du réacteur. Le compresseur, placé à l'avant, comprime l'air, tandis que l'air chaud issu de la chambre de combustion se détend à l'arrière, dans la turbine, laquelle entraîne à son tour le com-

presseur, grâce à un axe qui les relie.

Pour obtenir un débit suffisant, alors que le diamètre de passage est faible, il faut faire tourner très vite compresseur et turbine. A pleine puissance, les réacteurs du Cristaline Jet tournent ainsi à 102 000 tours par minute. Presque cinq fois plus que le régime de rotation du réacteur Marboré, qui équipe le fameux biréacteur Fouga Magister, ancien appareil d'entraînement militaire dont l'équipe Duval possède trois exemplaires, au sein de la patrouille Cristaline de voltige.

### LE PILOTAGE EXIGE DU DOIGTÉ

Or, le Marboré est connu pour être l'un des plus petits réacteurs jamais montés sur un avion piloté. La vitesse de rotation maximale du Marboré est de 22 600 tours/min, pour 400 kg de poussée. Et sa ■ ■ ■



■ ■ ■ conduite réclame une grande attention, lorsqu'on veut faire varier la puissance. De l'aveu d'Yves Duval, la difficulté du pilotage du Cristaline Jet tient aussi à la conduite des moteurs, autrement délicate que celle des Marboré. Privé de régulateur électronique pour contrôler et moduler la montée en puissance,

La réduction de puissance doit, elle aussi, se mener avec précaution, afin de ne pas risquer l'extinction. En effet, quand le micro-réacteur propulse un drone ou un missile, il n'est pas nécessaire de "jouer" avec la puissance, celle-ci étant affichée une fois pour toutes. Autre difficulté : l'adaptation sur

constamment et parfaitement lubrifiés, sinon ils grippent et se bloquent. C'est ce qui s'est produit lors d'un essai de roulage au sol, au printemps dernier.

Il a donc fallu modifier le circuit de lubrification, afin que l'huile arrive toujours aux paliers en quantité suffisante. Le réservoir d'huile

a été placé au même niveau que les moteurs, alors qu'auparavant il se trouvait légèrement au-dessous. La pompe à huile, entraînée par le réacteur, était alors soumise à des efforts trop importants et ne suffisait pas à alimenter le circuit de lubrification, notamment aux bas régimes de rotation du moteur. Le déplacement du réservoir a permis de corriger ce défaut.

Le premier vol de l'avion, le 31 juillet dernier, s'est déroulé sans anicroche, de même que les cinq heures de vol nécessaires à la "qualification" du nouvel appareil et que les vols ultérieurs, au cours de meetings aériens.

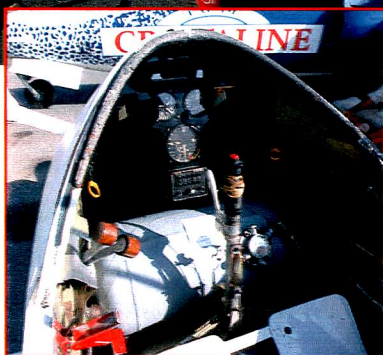
### DES RÉSERVOIRS DANS LES AILES ?

Reste l'autonomie de l'avion. Le réservoir de gaz, placé dans le fuselage, a une capacité de 23 litres. Ce qui permet à Cristaline Jet de tenir l'air durant une trentaine de minutes. C'est peu, mais suffisant pour une présentation en meeting. Pour des vols plus longs, en revanche, il faudrait augmenter la capacité d'emport en carburant du Cristaline Jet. Nul doute que l'équipe d'Yves Duval y songe. Pourquoi, par exemple, ne pas ajouter des réservoirs dans les ailes ? ■



## Révolutionnaire et rustique

**Le démarrage des réacteurs du Cristaline requiert l'assistance d'une solide équipe technique (ci-dessus). Le réservoir de carburant – du gaz de pétrole liquide – (ci-contre) est placé entre les jambes du pilote !**



PHOTOS A. PARINGAUX

du régime de ralenti (33 000 tours/min) au régime de pointe (102 000 tours/min), le pilote doit procéder avec doigté. Il faut quinze secondes pour passer du bas régime au plein régime. Ce qui suppose que le pilote anticipe largement les variations de poussée qu'il veut effectuer.

l'avion. Très vite, lors des premiers essais, l'équipe technique d'Yves Duval s'est trouvée confrontée à des problèmes de lubrification des paliers qui supportent l'axe de rotation compresseur-turbine. Pour des vitesses de rotation si importantes, y compris au régime de ralenti, les paliers doivent être



# SVM : une source inépuisable d'informations et de cadeaux....

En novembre, SVM, c'est tout ce qu'il faut savoir pour **choisir son micro :**

- Au bureau
- A la maison
- En voyage

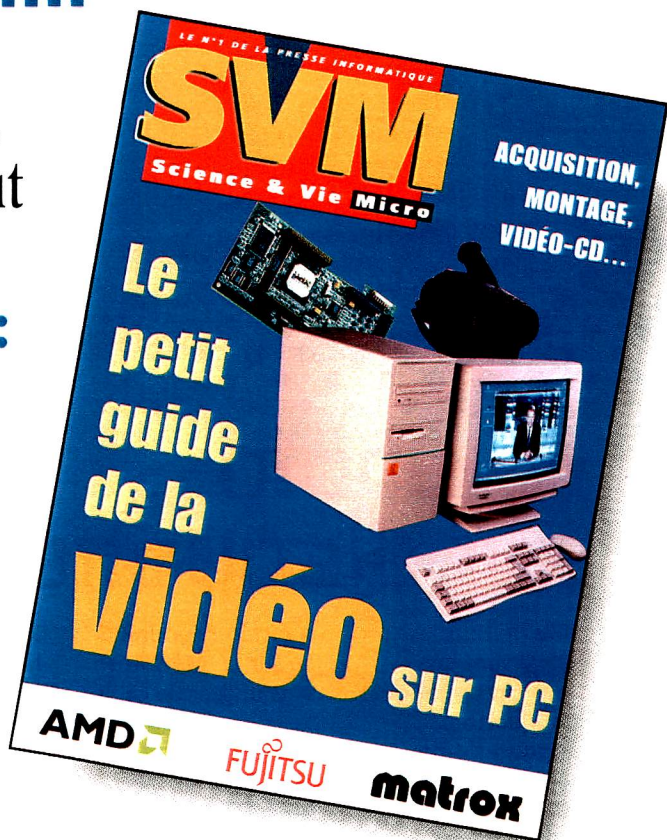
SVM, c'est en plus un livret, véritable "Guide de la vidéo sur PC".

SVM, c'est aussi un grand concours organisé avec **Matrox, Fujitsu et AMD** qui vous permettra de gagner le PC multimédia interactif de vos rêves et de nombreux autres cadeaux.

SVM, c'est tout ça et bien d'autres choses encore...

Alors à très bientôt dans les pages de SVM  
et bonne chance !!!!!

**Dans les kiosques à partir du 24 octobre**





## La photo sur disquette

**D**e tous les supports informatiques, la disquette 3,5 pouces est le moins cher et le plus utilisé. Sony vient de lui trouver une vocation inattendue en commercialisant deux appareils-photo numériques (Mavica MVC-FD5 et MVC-FD7) qui utilisent cette disquette pour stocker les images. On peut ainsi les

transférer sur un PC ou sur un Macintosh sans utiliser de câbles de connexion ni de pilotes. Prix : MVC-FD5, 4 000 F ; MVC-FD7, 5 500 F. Fuji et Olympus reprennent la même philosophie de transfert des images, mais avec un procédé légèrement différent, le Flash Path. Il s'agit d'un adaptateur de la forme d'une disquette 3,5 pouces dans

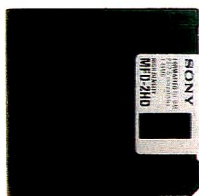
lequel on insère la mini-carte SmartMedia (3 cm x 3 cm, 2 Mo) de l'appareil. Olympus renouvelle sa gamme Camedia, avec, notamment, le C-1400L, dont les images atteignent la résolution de 1280 x 1024 pixels. Les deux modèles haut de gamme bénéficient – enfin ! – d'un zoom 3 X. Prix du Fuji DX-5 : 2 490 F. Prix des Olympus C-1400L et C-1000L : respectivement 10 000 et 8 500 F.

► Dotés d'une définition d'image moyenne (640 x 480 pixels), les

appareils de Sony et de Fuji bénéficient de nombreux atouts :



quatre logiciels intégrés – et le prix – pour Fuji, utilisation de la disquette informatique pour Sony. La gamme Camedia est fidèle à sa légendaire qualité, et Olympus annonce des cartes SmartMedia de 32 Mo pour l'année prochaine.





# Tech

et Jean-Luc Glock

## Sujet de flexion

**L**a rigidité des semelles de chaussures de randonnée est indispensable pour obtenir un maximum d'amorti, de stabilité et de résistance. Mais cette rigidité est source de fatigue. Constituée de plusieurs zones de flexion, la semelle de la Tracker GTX respecte le déroulé naturel du pied. Elle est doublée en

GoreTex et dotée de crampons biseautés pour évacuer la terre. Encastrée dans le talon, une pièce en EVA (résines de synthèse amortissantes) accroît le confort de la chaussure. Prix : 750 F.

► Une chaussure parfaitement adaptée aux moyennes randonnées en montagne ou à la campagne.



## Le pneu s'habille

**D**ans trois villes européennes (Tours, Milan, Munich), Michelin effectue un lancement test de son dernier-né, le Coraldo, un pneu en couleur destiné aux petites et moyennes cylindrées. La couleur noire traditionnelle du pneumatique est due à la présence dans les gommes de noir de carbone, qui renforce les qualités mécaniques du pneu et minimise l'action des ultraviolets (sous leurs effets, le caoutchouc se rigidifie et devient cassant). Le Coraldo

abandonne le noir de carbone au profit de la silice, qui autorise l'emploi de colorants. Des pigments de couleurs compatibles avec la formule chimique de chaque élastomère ont été sélectionnés pour reproduire les

teintes choisies par les designers du groupe Michelin et par des coloristes : le rouge Etna, le jaune Rio, le vert Nordik... Prix : 422 F et 506 F, selon la taille.

► Il n'existe pour l'instant qu'en deux tailles : 155/70 x 13 et 175/70 x 13.





## Quelle énergie !

L'une des priorités des fabricants de skis est de parvenir à canaliser la transmission d'énergie du pied vers le ski sans trop de déperdition. Nordica a mis au point l'Exo Power, procédé qui optimise la conduction d'énergie. Il a fallu identifier les lignes idéales de

transmission de l'énergie, qui dessinent un Y inversé, et faire appel à des matériaux de duretés différentes : une structure rigide et une empeigne d'enveloppement souple. Prix : 2 200 F.

► **Notamment appliqué à une chaussure de compétition, la Grand-Prix, le procédé sera testé cet hiver par 350 compétiteurs.**



## LE MUR DU SON

La dernière création de JBL, l'ESC 550, est une chaîne hi-fi qui peut s'accrocher au mur comme un tableau grâce à un système de fixation. Très compacte, la platine CD-tuner AM/FM est équipée d'un processeur Dolby Surround Prologic, pour exploiter la capacité "home cinema" du système, formé de cinq enceintes satellites blindées qui peuvent être montées sur pied, d'un caisson d'extrêmes basses (250 watts

d'amplification destinée à toutes les enceintes) et d'une télécommande ultralégère. Prix : 17 900 F.

► Conçu pour des pièces de dimensions normales, le système procure un son d'une grande qualité.



## Vitrine techno

La série XES, de Sony, s'adresse aux "fous d'auditoriums sur roue". Les haut-parleurs exploitent les meilleures technologies existantes : tweeters à ruban, médiums à très large bande, woofers surdimensionnés, etc. L'électronique n'est pas en reste. L'amplificateur de 2 x 200 W efficaces (compatible 1 ohm) est piloté par un préamplificateur numérique équipé d'un égaliseur paramétrique. Le changeur 10 CD et le tuner DAB sont télécommandés par un joystick amovible. Pour faire équiper son véhicule d'une chaîne XES, il faut compter environ 100 000 F (!). Pour la pose, la voiture doit être immobilisée de deux à trois jours (!).

► **Cet ensemble constitue une véritable "vitrine technologique" pour Sony, au design futuriste et à la qualité sonore inégalée.**







# Internet

*pour*



# 65

*francs*  
**par mois**

**Durée de connexion illimitée**

Renseignements  
& abonnement :

**08 36 69 13 00**

(N° national 2,23 F TTC/min)

ou

**www.hol.fr**

**1 mois**  
**d'accès gratuit**  
**pour tout**  
**nouvel abonné\***

Code promotionnel à communiquer lors de votre abonnement : 711VIE



# SCIENCE & VIE SÉLECTION

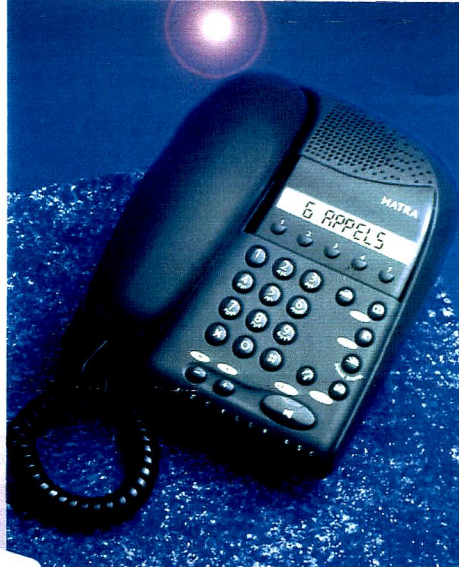
## Téléphone indiscret



**F**rance Télécom propose un nouveau service qui permet à l'abonné de savoir qui appelle, avant même de décrocher. Il faut cependant que le combiné téléphonique soit conçu pour cette nouvelle fonction. Il

doit, notamment, disposer d'un écran qui affichera le numéro et le nom du correspondant (préalablement mémorisé par l'utilisateur). Matra commercialise l'Excella 65 C, capable de stocker vingt noms. Une sonnerie particulière peut être

attribuée aux cinq numéros les plus "familiers", ce qui permet de les différencier. Pour les usagers qui ne souhaitent pas se séparer de leur appareil téléphonique, Matra a étudié deux boîtiers, Présence 1 (ci-contre) et Présence 2, qui



s'adaptent sans aucune modification à tout combiné. Présence 1 se contente d'afficher le numéro de la personne qui appelle. Présence 2 dispose d'une mémoire de soixante noms et peut rappeler automatiquement un numéro affiché. Prix : Excella 65 C, 490 F ; Présence 1, 199 F ; Présence 2, 249 F.

► **Pour préserver en permanence la confidentialité de son numéro, il faut en faire la demande à France Télécom. Ponctuellement, on peut éviter de transmettre son numéro en composant 36 51 avant d'appeler un correspondant.**

## PC mobile lumineux

**L**e PC mobile d'Oregon Scientific est un organisateur qui peut recevoir, sans câble de connexion, des informations de n'importe quel ordinateur PC. Il peut mémoriser 600 fiches. Ses fonctions sont classiques : répertoire, agenda, réveil, calculatrice, mais la transmission

est originale. Lorsqu'on insère la disquette qui contient le logiciel dans le lecteur du PC, les informations sélectionnées sont instantanément transmises au PC mobile par signal lumineux. Prix : 299 F.

► **Un prix très abordable pour une technologie élaborée. Aux Etats-Unis, le PC mobile rencontre un grand succès.**



## LE "CODE DES COULEURS"

Le téléphone portatif GSM S10 de Siemens est le premier appareil de ce type doté d'un écran couleur. Un véritable "code des couleurs" rend encore plus agréable l'utilisation de ce combiné. Le bleu recense les informations relatives au menu principal. Le vert correspond aux touches de dialogue. Quant au rouge, il est réservé à l'affichage des messages prioritaires. Hormis cette innovation, le S10 est un téléphone haut de gamme. Associé à un PC, il devient un véritable bureau mobile. Une batterie lithium-ion lui confère une autonomie de dix heures en communication et de quatre jours en veille. Prix : 2 990 F (sans abonnement).

► Cet appareil bénéficie de nombreuses fonctionnalités et d'une palette d'accessoires très complète.





# La nouvelle Nintendo

**M**unie de son microprocesseur 64 bits, étudié par Silicon Graphics, la Nintendo 64 arrive enfin en France. Sa cartouche présente plusieurs avantages : elle est plus résistante que le CD-Rom et, au cours du jeu, elle supprime les moments d'attente à chaque chargement du programme. Mario, le célèbre petit personnage de la marque, inaugure cette console, et de très nombreux jeux d'action ou de simulation vont

rapidement suivre. La manette à trois poignées est dotée d'un joystick de commande analogique qui permet de faire évoluer le personnage dans toutes les directions d'un univers en 3D temps réel. Quatre manettes peuvent se brancher

sur la façade avant. Le prix de la Nintendo 64 (environ 999 F) est inférieur à celui de ses concurrentes moins puissantes.

► **L'énorme puissance de calcul de cette console assure**

**des animations en 3D d'une extrême fluidité (100 000 polygones gérés à la seconde). Elle devrait bientôt recevoir un disque dur et un modem pour télécharger directement des jeux depuis Internet.**



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



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

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

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

NOM ..... Prénom .....

ADRESSE .....

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

(\*) Chaque reliure est conçue pour classer 12 numéros (\*\*). Dans la limite des stocks disponibles.  
OFFRE VALABLE JUSQU'À FIN 97

## MEADE ETX

### LE TELESCOPE COMPACT ET TRANSPORTABLE

# 4.490 F<sub>TTC</sub>

PRIX MAINTENU



**Diamètre 90 millimètres**

**Focale 1250 millimètres**

Visée directe ou à 90 degrés

Monture équatoriale de table

Motorisation sur piles

Chercheur redressé 8 x 21

Oculaire SP 26 millimètres

**Nos accessoires exclusifs pour ETX :**

Trépied haut, Chercheur 90°, Base équatoriale, Mallette "coque dure", Moteur de mise au point, Motorisation 2 axes, Cercles digitaux...

LISTE SUR DEMANDE

Vente au magasin et par correspondance

Commande par téléphone ou fax

Règlement par carte Visa

Au cœur de Paris, métro Hôtel de Ville

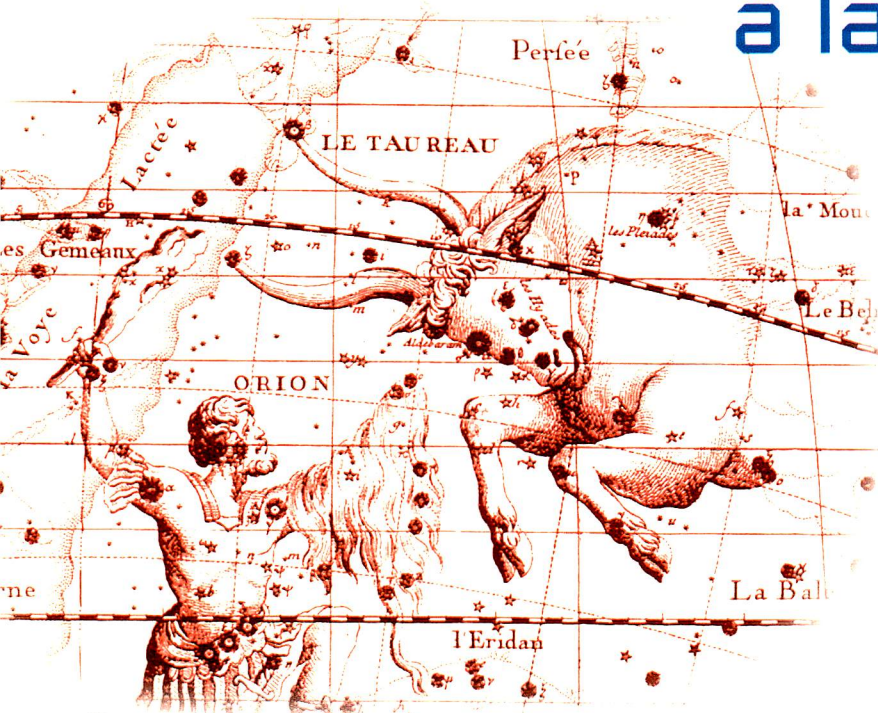
**Magasin ouvert du Mardi au Samedi de 9h 45 à 18h 45**

**Tél. : 01 42 77 99 55 - Fax : 01 48 87 40 87**

la maison de l'Astronomie - 33-35, rue de Rivoli - 75004 Paris



## Les constellations à la carte



DR

**La constellation du Taureau dans le célèbre atlas de John Flamsteed, publié en 1729.**

L'observation du ciel repose sur un acte essentiel : localiser sur la voûte céleste l'astre qu'on veut regarder... Pour y parvenir, on dispose d'un "découpage" commode : les constellations. Encore faut-il les reconnaître. C'est ce que permet la carte mobile du ciel.

Il en existe un grand nombre de modèles, qui diffèrent par leur présentation et leur support (carton, plastique...), mais tous reposent sur le même principe. La carte mobile se compose de la carte céleste proprement dite et

d'une partie découpée, de forme ovale, grâce à laquelle on délimite une zone de la carte céleste.

Ces deux disques sont mobiles par rotation. Chacun comprend une graduation, l'un portant les jours de l'année, l'autre les heures de la journée. Le principe d'utilisation est très simple : il suffit de faire tourner la partie mobile

de telle sorte que le jour et l'heure d'observation coïncident. La découpe ovale ne laisse alors apparaître que les étoiles visibles dans le ciel local à ce moment déterminé.

L'heure qu'on affichera sur la carte est celle du fuseau horaire dans lequel on se trouve. Cel-

le-ci ne coïncide pas forcément avec l'heure légale en vigueur dans le pays.

En France, nous avançons d'une heure en hiver et de deux heures en été. L'heure à afficher est donc celle de la montre, diminuée d'une ou de deux heures.

Une fois ce réglage effectué, il reste à surmonter une petite difficulté : celle de la tenue de la carte. Sur le bord de l'ovale, qui matérialise en fait l'horizon du lieu d'observation, sont inscrites les directions des quatre points cardinaux. La carte étant réglée à l'heure et à la date, on la tiendra verticalement devant soi en orientant vers le bas le point cardinal vers lequel on regarde. Par exemple, si on veut observer les constellations situées côté sud, la marque Sud de la carte sera dirigée vers le sol.

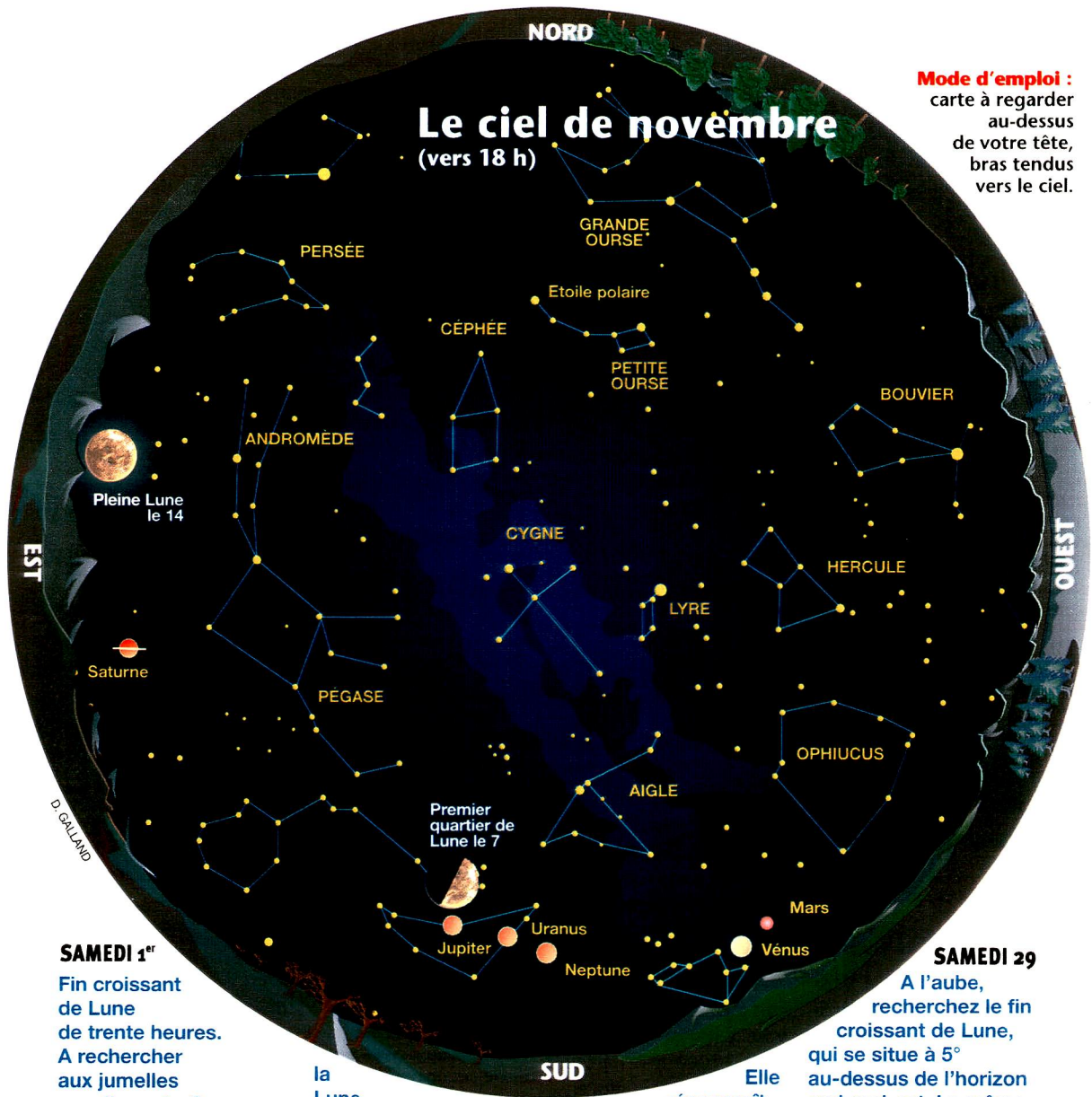
Mais on prendra garde de se souvenir que la carte représente la totalité de la voûte céleste visible à cet instant. En réalité, on a, à un instant donné, environ la moitié de la carte en face de soi.

Il faut savoir enfin que les cartes mobiles sont établies pour une latitude déterminée mais qu'on peut aisément les utiliser dans une plage de latitude de plus ou moins dix degrés.

**A  
ne pas  
manquer**

**L'occultation  
de Saturne  
le 12**





**Mode d'emploi :**  
carte à regarder  
au-dessus  
de votre tête,  
bras tendus  
vers le ciel.

### **SAMEDI 1<sup>er</sup>**

Fin croissant  
de Lune  
de trente heures.  
A rechercher  
aux jumelles  
vers l'ouest, dès  
le coucher du Soleil.

### **DU 1<sup>er</sup> AU 5**

Lumière cendrée  
de la Lune, le soir,  
après le coucher  
du Soleil.

### **LES 3 ET 4**

Vers 18 h (légale),  
rapprochement  
de la Lune  
avec Vénus et Mars.

### **VENDREDI 7**

Quatre degrés  
seulement séparent

la  
Lune  
de Jupiter.  
Cette conjonction  
a lieu à 21 h 20  
(légale), au-dessus  
de l'horizon sud-ouest.

### **MERCREDI 12**

Fantastique  
occultation de Saturne  
par la Lune ! Vers 2 h  
du matin (légale),  
les deux astres  
sont en conjonction  
géocentrique.  
Puis, à 2 h 29 (légale),  
la planète  
est occultée.

Elle  
réapparaît  
environ une heure  
plus tard. A suivre aux  
jumelles ou, mieux,  
avec un instrument.

### **MARDI 18**

Maximum de l'essaim  
des Léonides,  
dont on attend  
un regain d'activité  
exceptionnel  
en 1998 et 1999.  
La Lune risque  
cependant  
de gêner un peu  
son observation  
cette année.

### **SAMEDI 29**

A l'aube,  
recherchez le fin  
croissant de Lune,  
qui se situe à 5°  
au-dessus de l'horizon  
sud-sud-est. Le même  
jour, le Soleil entre  
dans la constellation  
d'Ophiucus.

### **DIMANCHE 30**

On peut observer  
le plus fin croissant  
de Lune. Vers 17 h 15  
(légale), il se trouve  
à l'azimut 237°, tout  
juste 2° au-dessus  
de l'horizon. Il faut  
se rendre dans un site  
bien dégagé, loin  
de toute pollution.  
Une paire de jumelles  
sera l'instrument idéal.



## Le temps enchaîné

Dava Sobel

**LONGITUDE**

JC Lattès,

196 p., 89 F.

**E**n cette nuit brumeuse de l'automne 1707, l'amiral Cloudisley Shovell est nerveux. Selon ses na-

te vers les îles Scilly, à la pointe sud-ouest de l'Angleterre. Quatre des cinq navires se brisent sur les écueils; deux mille marins périssent.

Com bien d'autres sont morts de soif pour avoir manqué l'île salvatrice, ou du scorbut pour avoir continué vers l'est, alors que le port se trouvait à l'ouest, à quelques milles dans la brume ou la nuit...

En 1714, à la suite de toutes ces catastrophes, qui nuisent aussi au commerce maritime du pays, le parlement britannique vote le Longitude Act : il offre 20 000 livres à qui trouvera enfin le moyen de déterminer avec certitude la longitude (1).

Ce livre, merveilleusement traduit par Gérard Messadié, raconte la lutte acharnée que mena John Harrison, un artisan horloger solitaire, contre l'esta-

**Chef-d'œuvre de précision, la quatrième version du chronomètre de Harrison ne dérive que d'une seconde par mois.**

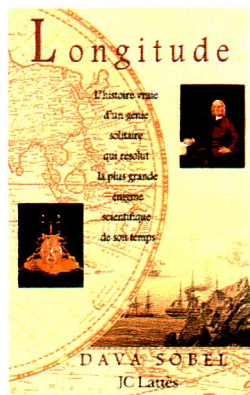
blishment scientifique pour lui faire admettre que la solution réside dans l'amélioration de la technologie des horloges, et non pas dans la recherche de théories astronomiques élégantes.

Grâce aux travaux de Harrison, la "dérive du temps" va passer d'un quart d'heure par jour à une seconde par mois, et l'Empire britannique pourra asseoir sa maîtrise sur

les mers.

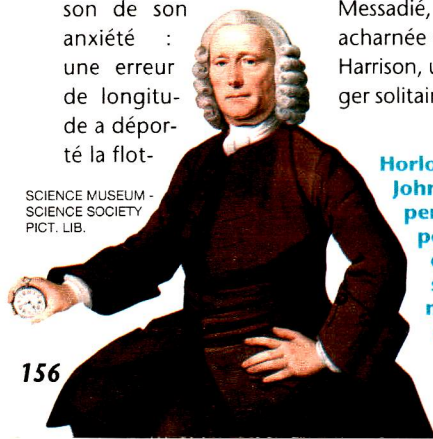
Mais, au-delà de cet enjeu, les hommes ont dompté le temps lui-même, ce fluide immatériel qui continue de s'écouler, même quand le sablier s'est cassé ou que le ressort de la montre s'est déroulé. Ils savaient enfin où ils étaient, mais ils avaient aussi enchaîné le tyran qui égrène implacablement les secondes qui leur restent à vivre.

Gilles Moine



vigateurs, les cinq vaisseaux britanniques qu'il commande, revenant victorieux de Gibraltar, croisent au large de la Bretagne. On peut donc continuer vers le nord. Un grondement sourd va lui révéler – trop tard – la raison de son anxiété : une erreur de longitude a déporté la flot-

**Horloger obstiné, John Harrison perfectionna pendant quarante ans son chronomètre de marine.**



SCIENCE MUSEUM -  
SCIENCE SOCIETY  
PICT. LIB.

(1) Depuis Christophe Colomb, on savait naviguer "en latitude" : on se fixait sur un parallèle et on poursuivait jusqu'au but. Il suffisait, par exemple, de mesurer l'angle que fait l'étoile polaire avec l'horizon.



## Justice pour Darwin

Patrick Tort

### DARWIN ET LE DARWINISME

Quadrige/PUF,  
128 p., 49 F.

**P**ourquoi un tel livre, alors que Darwin nous semble l'un des scientifiques les plus connus ? Parce que sa célébrité a occulté sa pensée. Bien que ses observations sensées et ses géniales intuitions sur les mécanismes de l'évolution naturelle aient agressé le sens commun et la morale de ses contemporains, elles n'ont cessé de nourrir la réflexion sur les sciences de la nature, mais aussi sur les sciences de l'homme et de la société. On s'est servi de Darwin depuis plus d'un siècle pour justifier, étayer les idées les plus diverses – eugénisme, impérialisme, lutte des classes...

Une accumulation de déviations, de récupérations, de surinterprétations qui a rendu bien flous l'image du grand homme et le contenu de son œuvre.

Revenir aux origines pour une salutaire mise au point : c'est ici l'objectif de Patrick Tort.

Catherine Chauveau

## Science et philosophie

Michel Paty

### EINSTEIN

Les Belles Lettres,  
156 p., 39 F.

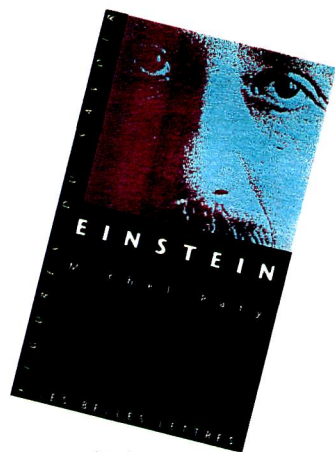
**L**es éditions Les Belles Lettres viennent de lancer une collection de poche, intitulée "Figures du savoir", dont l'objectif est de présenter à un large public la vie et les œuvres de grands auteurs en philosophie et en science. Ces deux thèmes sont de plus en plus souvent associés, comme si la philosophie ne pouvait plus se passer de la science (ce qu'elle a fait pendant deux mille ans...) ou la science de la philosophie (ce qu'elle fait tous les jours... dans les laboratoires).

On passe donc, dans cette collection, d'un texte sur Heidegger (philosophe qui, il est vrai, a grandement contribué à éclairer nos rapports avec la technique) à un autre sur Nietzsche (dont les relations avec la science ont évolué de l'amour à la haine). A Freud aussi (la question de la scientificité de sa théorie psychanalytique déchire encore les spécialistes), enfin à Einstein (dont la préoccupation philosophique a été constante pendant toute sa vie).

Michel Paty – qui a d'ailleurs publié, en 1993, un monumental *Einstein philosophe* (PUF) – est l'un des plus grands spécialistes à la fois du savant allemand et de la théorie de

la relativité. Il donne cette fois un résumé concis, clair et très original de ses nombreux travaux.

Mais qu'on ne s'y trompe pas : il ne s'agit pas de froids exposés sur les multiples contributions d'Einstein à la science du  $xx^e$  siècle. Michel Paty re-situe chacune des découvertes dans l'histoire personnelle du savant, sans négliger le contexte épistémologique et politique. La mécanique quantique, la relativité restreinte, la relativité générale, la



cosmologie : autant de domaines exposés de manière rigoureuse et vivante.

Voilà incontestablement l'un des "petits" ouvrages de vulgarisation les plus réussis sur l'homme de science et l'amateur de philosophie le plus passionnant du siècle.

Jean-François Robredo

## Légendes modernes

Véronique  
Campion-Vincent

### LA LÉGENDE DES VOLS D'ORGANES

Les Belles Lettres,  
220 p., 125 F.

**L**es vols d'organes, c'est une légende, Véronique Campion-Vincent le prouve. Ethnologue, spécialiste des rumeurs et des légendes urbaines, elle passe en revue les multiples scandales présumés de vols d'organes relatés par la presse.

Du  $xviii^e$  siècle à nos jours, les thèmes sont récurrents, les récits stéréotypés, mettant les enfants au

premier rang des victimes d'un improbable dépeçage. Le dernier en date étant le "scoop" de Marie-Monique Robin sur de prétendus vols d'yeux en Amérique latine.

Le bon sens va pourtant à l'encontre de ces croyances : à quoi bon voler des organes, alors que les cadavres frais ne manquent pas, surtout dans des pays où les milices ne rechignent pas aux massacres ?

Des enquêtes minutieuses ont permis à l'ethnologue de donner à ces récits le statut de légendes. Un ouvrage indispensable pour affûter son esprit critique.

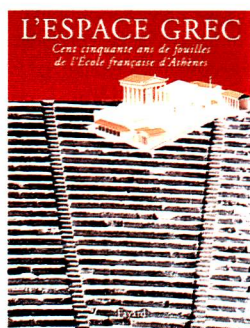
Philippe Chambon





## Une grande école

Ouvrage collectif  
**L'ESPACE GREC**  
Cent cinquante  
ans de fouilles  
de l'Ecole  
française  
d'Athènes  
Fayard, 192 p., 240 F.



chéologues de l'EFA en Grèce continentale, mais aussi en Crète, à Chypre et en Turquie. Sites parfois prestigieux, comme Delphes ou Délos, parfois moins connus, comme Amathonte ou Ténos.

Comme un voyageur entrant dans un pays étranger, le lecteur, de chapitre en chapitre, affine



**A Philippes (Thrace), à l'époque paléochrétienne, le forum n'est plus réservé à la vie civique : il devient un lieu de passage.**

Catalogue de l'exposition organisée récemment pour le cent cinquantième anniversaire de l'Ecole française



**Merveilles crétoises du II<sup>e</sup> millénaire : un étonnant vase en forme de triton et des sceaux de pierre tendre.**



d'Athènes (EFA), cet ouvrage retrace la naissance et l'épanouissement de la civilisation grecque, au fil des sites fouillés par les ar-

chaitectes, à travers la campagne, puis franchit les portes de la ville, suit des rues qui le mènent à la place centrale, visite les monuments publics et religieux, avant d'être enfin invité dans une maison.

En avant-propos sont présentées les activités de l'EFA – le plus ancien établissement scientifique français à l'étranger –,

les grands chantiers archéologiques qu'elle dirige et l'évolution de sa politique de recherche. C. C.

**Cette statue d'Hadrien témoigne d'un culte impérial sur l'agora de Thasos (Grèce).**





# Trop de passion.

dénature l'information.

FRANCE  
*info*  
105.5



## Être ou ne pas être

### QUI SOMMES- NOUS ? Les rencontres philosophiques de l'Unesco

Découvertes Gallimard,  
112 p., 57 F.

Nous posons la même question en couverture de *Science & Vie*, en juillet dernier (n° 958), et nous y répondions en rapportant les débats des pa-

léontologues et des spécialistes de l'évolution. Ce recueil de courts textes fournit les réponses, plus philosophiques et non moins passionnantes, de quarante-cinq penseurs, philosophes, historiens, biologistes ou artistes.

Ces interventions, effectuées au cours des Rencontres philosophiques de l'Unesco (en mars 1996), invitent à poser une autre question : que voulons-

**Une réflexion sur la condition humaine. Œdipe et le Sphinx, vers 470 avant J.-C.**

nous être ? Au-delà de la science, une réflexion foisonnante sur la condition humaine.

*Philippe Chambon*



## Le père de Mari

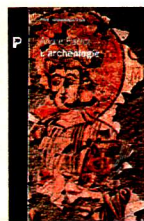
André Parrot

### L'ARCHÉOLOGIE

Petite Bibliothèque Payot,  
170 p., 56 F.

Petit traité d'archéologie orientale initialement publié en 1976, ce livre passionnera les amateurs d'histoire de l'archéologie. Il retrace l'activité archéologique au Proche- et au Moyen-Orient après la Seconde Guerre mondiale, période où des sites majeurs furent découverts, notamment en Anatolie – Çatal Höyük, par exemple, et ses sanctuaires dédiés à la déesse-mère et au dieu taureau. Ces découvertes conduisirent les chercheurs à reconsidérer certaines hypothèses sur les civilisations néolithiques et protohistoriques.

André Parrot avait dirigé en 1935 les fouilles de Mari, en Syrie, où furent mises au jour des milliers de tablettes cunéiformes. Depuis la première parution de ce livre, la poursuite des fouilles et l'invention de systèmes de datation plus précis ont modifié et complexifié l'histoire de la région. Les hypothèses d'André Parrot n'ont pas toujours été confirmées. Mais il est enthousiasmant de voir que bon nombre des questions qu'il pose ont aujourd'hui trouvé une réponse. C. C.



## Les idées à l'endroit

Sous la direction  
de Jean-François  
Bouvet

### DU FER DANS LES ÉPINARDS Et autres idées reçues

Le Seuil, 158 p., 89 F.

Il est impossible d'éliminer les idées reçues. Nul ne peut vérifier une à une les idées avant de les accepter. Et nous charions tous notre lot de lieux communs, déformés ou amplifiés par les médias, et partagés par nos semblables.

D'une certaine manière, cela est heureux, car les idées reçues forment le ciment d'une civilisation ou d'une société.

Comme toute autre activité humaine, la science n'échappe pas aux lieux communs. Il suffit de remplacer le terme "idées reçues", par celui de "paradigme dominant".

En fait, dans le domaine scientifique, le grand défaut des idées toutes faites, c'est qu'elles masquent la complexité du monde, si bien que la vérité ultime se dérobe toujours.

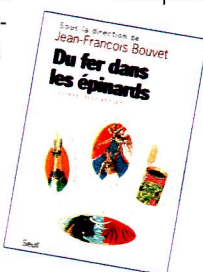
C'est donc pour tordre le cou à quelques lieux communs que cet excellent petit ouvrage, insolent à certains égards, a été écrit.

On apprendra ainsi pourquoi il est faux de

dire que les épinards contiennent beaucoup de fer, ou que les antibiotiques fatiguent. Oui, on peut dormir dans une pièce où il y a des plantes vertes ; non, il ne naît pas plus de bébés à la pleine lune, etc.

Les faits valent-ils plus que les mots qui les décrivent ? Les idées qui les véhiculent et les organisent sont-elles exemptes d'irrationnel ? Vrai, faux... Nous voilà au cœur de la problématique scientifique. C'est

le grand mérite de cet ouvrage, d'une lecture agréable, que de la mettre en évidence.





# Aujourd'hui

**en profitant de notre offre**

**exceptionnelle d'abonnement...**

**vous aussi partie des  
4 millions de lecteurs  
de**

# SCIENCE & VIE

## 12 numéros mensuels

**226**  
**francs**  
seulement

# Bulletin d'abonnement à SCIENCE & VIE

**à retourner sous pli affranchi avec votre règlement à SCIENCE & VIE 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris Cedex 15**

# Ovi

**Je m'abonne à SCIENCE & VIE  
pour 1 an soit 12 mensuels.**

● Je règle la somme de **226 francs\*** seulement.

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**

\* Au lieu de 276 francs  
prix normal de vente  
des magazines chez  
votre marchand de journaux

OFFRE VALABLE JUSQU'À FIN 1997 ET RÉSERVÉE À LA FRANCE MÉTROPOLITAINE.

**Vous pouvez aussi vous abonner par téléphone au 01 46 48 47 17 ou Minitel : tapez 36 15 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 écrire en nous indiquant votre nom, prénom, adresse et, si possible, votre référence client.

RC PARIS B 572 134 773

SV 962

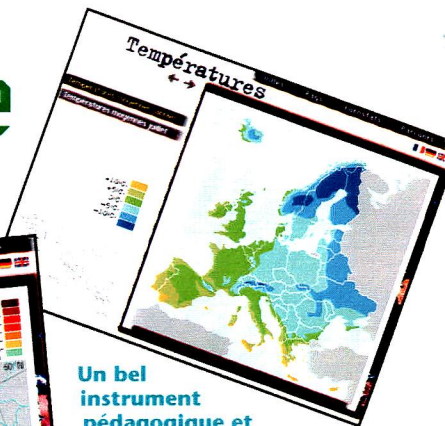
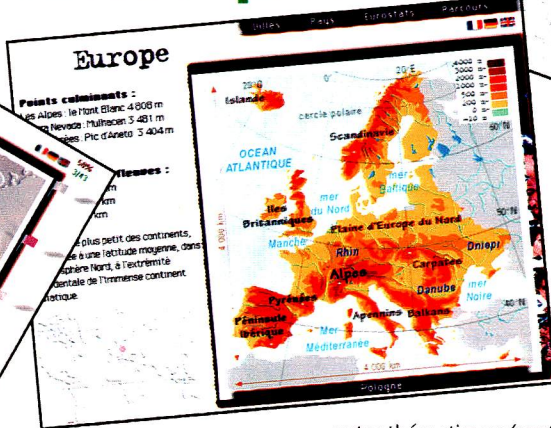
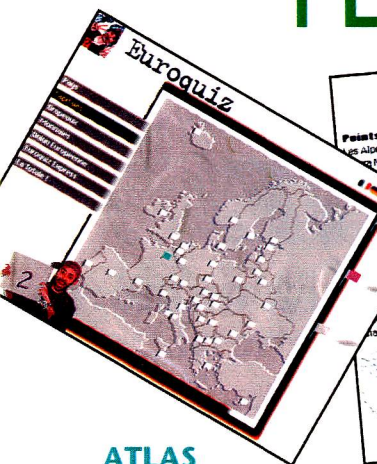


SCIENCE  
& VIE  
SÉLECTION

# CD-Rom

par Jean-René Germain

## Notre mère l'Europe



Un bel instrument pédagogique et une incitation à la réflexion.

### ATLAS DE L'EUROPE

Infogrames, 199 F (pour Mac et PC).

« L'essentiel pour comprendre l'espace européen », annonce l'éditeur. Sa richesse en cartes et en photos, en commentaires,

en statistiques, en données politiques, géographiques et économiques fait de cet atlas plus qu'un simple répertoire de cartes, mais bel et bien un instrument pédagogique et une incitation à la réflexion. Il propose à la fois des

cartes thématiques (santé, démographie, niveau de vie, voies de communications, etc.) et des dossiers pour chaque pays, en français, en anglais et en allemand, qu'il est possible d'imprimer. Il dif-

fuse même les hymnes nationaux !

Il offre aussi la possibilité – capitale pour un atlas – d'en actualiser le contenu, grâce à une connexion avec Internet. Le maniement de cet ouvrage n'est toutefois pas aisé. Il réclame la parfaite maîtrise de son mode d'emploi. Le foisonnement des données disponibles, souvent mises sur le même plan, peut être également déroutant.

Isabelle Bourdial



L'un des trésors du célèbre opéra de Venise.

### L'opéra sauvé

#### LA FENICE

Opéra de Paris/Le Monde de la musique, 349 F (pour Mac et PC).

Il y a plus d'un an, le célèbre opéra vénitien de la Fenice brûlait à la suite d'un incendie criminel. L'histoire de

cet édifice est ici magnifiquement resituée dans l'éblouissante culture vénitienne et dans l'histoire mondiale de l'art lyrique. Les bénéfices du CD-Rom iront à la reconstruction du bâtiment.



## NOUVELLE FORMULE

*En exclusivité  
dans la presse automobile,  
AUTO MOTO lance  
le comparatif interactif qui vous  
permet de créer vous-même  
un classement à votre mesure,  
selon vos propres critères  
de choix.*

*AUTO MOTO est  
LE magazine  
du conseil  
automobile  
destiné à un public  
d'automobilistes,  
non de spécialistes.*

*Avec AUTO MOTO,  
vous avez toujours  
le dernier mot.*

Chaque mois  
**12 F**  
seulement

**action**  
**Auto**  
**moto**

**le bon  
choix  
automobile**

**action**  
**Auto**  
**moto**  
LE BON CHOIX AUTOMOBILE

**Comparatifs interactifs**

**4 matchs  
détonnants**

**NOUVELLE  
FORMULE  
12F**

**Porsche 911**  
Chevrolet Corvette

**Alfa 156**  
Peugeot 406

**Mercedes A**  
Suzuki Vitara  
Renault Laguna  
Ford Puma

**Renault Kangoo**  
Citroën Berlingo

**Guide d'achat géant**

**Les meilleures familiales**

► Essence, diesel et GPL ► Des petites aux monospaces

40 • NOVEMBRE 97



# CD-Rom

## Histoires de famille

### ARBRE GÉNÉALOGIQUE

Softkey, 199 F (pour PC).

**L**es passionnés de généalogie ne se contentent plus : cette science annexe de l'histoire suscite

un véritable engouement. L'ouvrage regroupe les outils nécessaires au stockage et au classement des données généalogiques sous toutes les formes : texte, dossier, photo. Une interface graphique fournit une

vision globale de la cellule familiale sous forme écrite ou graphique : arbres d'ascendance, de descendance et chronologique. Une connexion avec Internet permet d'accéder à d'autres banques de données. On peut imprimer de nombreux dossiers annexes, tels que la répartition géographique, les anniversaires ou même l'espérance de vie de la famille.



### LA MICRO FACILE AVEC WINDOWS 95

CD-Training, 290 F (pour PC).

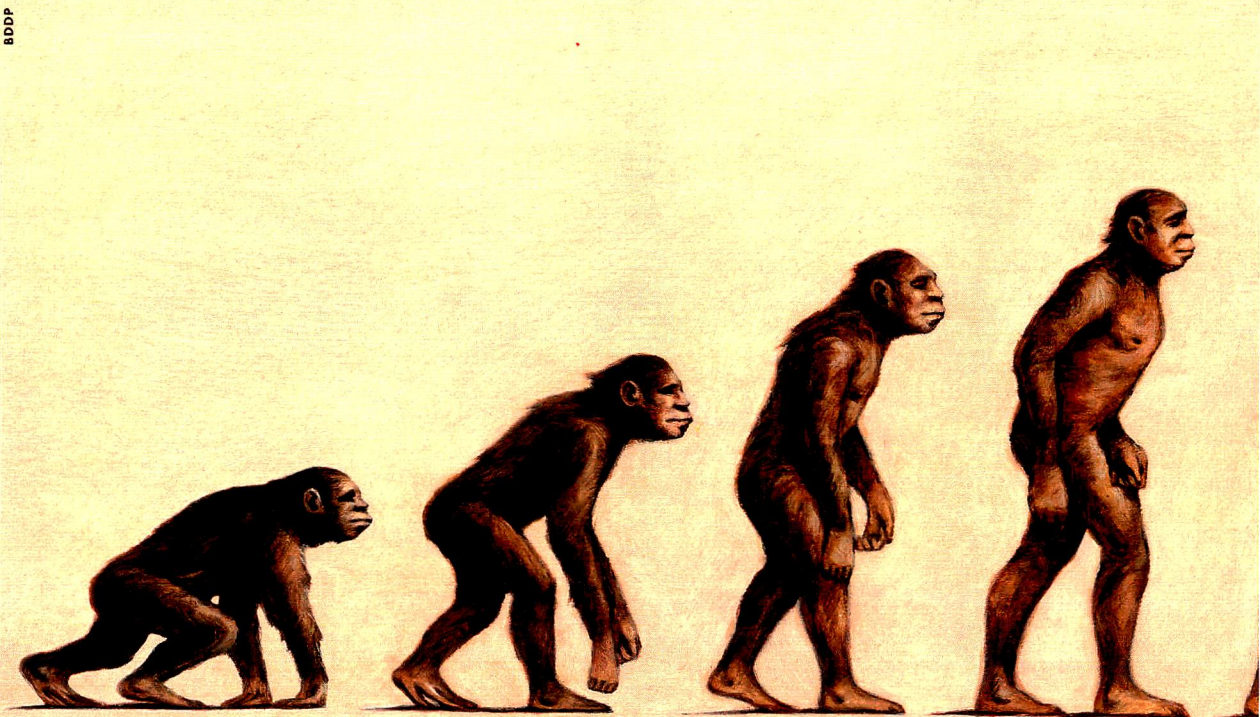
**P**our les nouveaux venus (de plus en plus nombreux), il n'est pas aisé de maîtriser son PC, même si le programme

### Les arcanes du PC

d'exploitation Windows 95 a simplifié les choses.

Ce CD-Rom nous guide pas à pas dans les arcanes du multimédia.

En prime, une apparition surprise de Thierry Lhermitte, depuis longtemps passionné d'informatique.





# Les dossiers du monde

## MAPS FACTS Grand Atlas mondial et base de données

Broderbund/Edusoft,  
249 F (pour PC).

Quand on ouvre un CD-Rom, on ne sait jamais trop ce qui nous attend... Facile à installer, celui-ci constitue un outil irremplaçable pour les collégiens et les lycéens. Outre les cartes politiques et physiques des nations, on y trouve les principales données démographiques et économiques, qu'on peut actualiser grâce à une connexion avec Internet.

Les données sont disponibles sous forme graphique, de manière à constituer des dossiers personnels. On peut même entendre les hymnes de tous les pays.



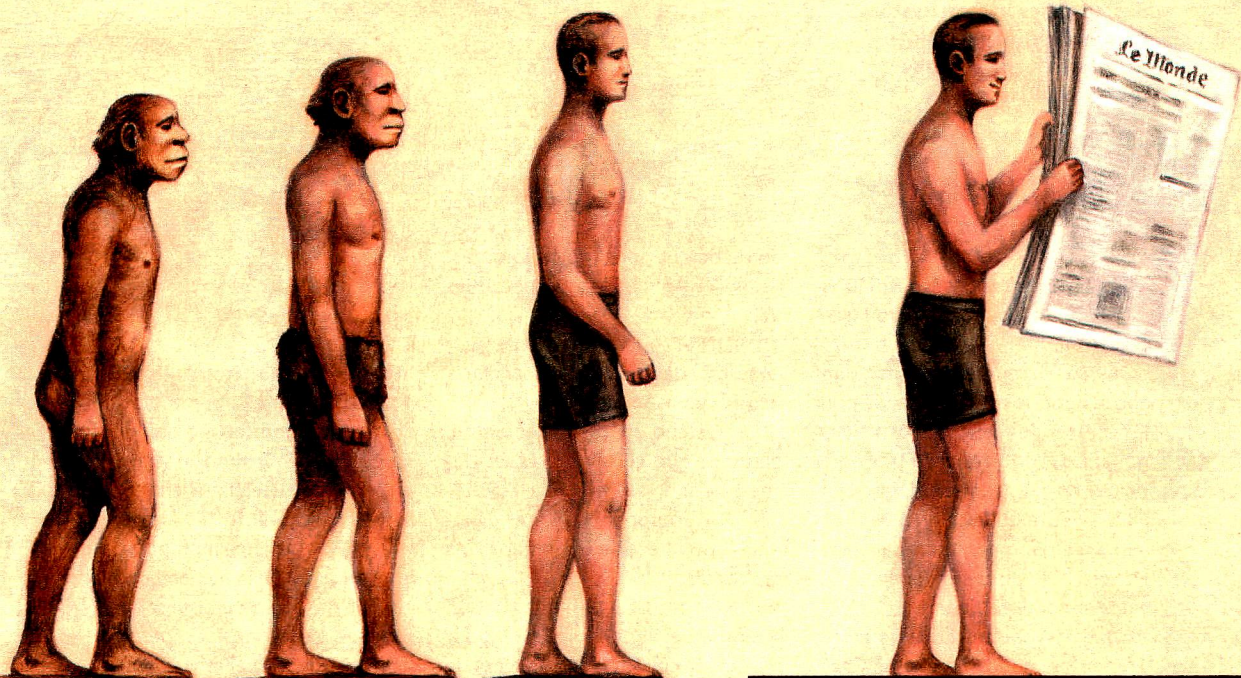
Facile à installer, ce CD-Rom est un outil irremplaçable pour les lycéens.

## Gourmandise GAULT-MILLAU FRANCE

Liris Interactive, 320 F (pour Mac et PC).

**7000** hôtels et restaurants de toute catégorie notés et commentés par les

enquêteurs de Gault-Millau (2 000 photos aident à faire son choix). Un programme spécial permet d'obtenir des informations pratiques sur le voyage à effectuer.



Le Monde



## A la recherche de la recherche

Quoi de plus enrichissant que de suivre pas à pas les travaux des centres de recherche et d'être à la pointe de ce que la science prépare ?

Science & Vie le fait mensuellement dans ses colonnes. Sur Internet, la démarche tient davantage de celle de l'explorateur : il faut se frayer un chemin dans la jungle de milliers de laboratoires – et le parcours est labyrinthique. Voici quelques-unes des adresses indispensables, comme autant de points de départ vers d'infinis approfondissements.

3A, 3B Usine COGEMA  
3C, D, E

LA HAGUE

CHERBOURG (Arsenal) 5

CENTRE DE LA MANCHE

FLAMANVILLE 2

Saint-Lô

CAEN (Univ.) 7

CALVADOS 14

MANCHE 50

Alençon

ORNE 61

Un sujet polémique :  
les dépôts de déchets  
radioactifs répertoriés  
par l'ANDRA.

### Les bonnes entrées

@ L'Annuaire des services Internet de l'administration française (Admifrance), associé à la Documentation française, est sans aucun doute la meilleure entrée pour les centres de recherche de l'Hexagone. De l'ABES (Agence bibliographique de l'enseignement supérieur) à l'Université du Pacifique, des centaines d'organismes sont à découvrir. En voici l'URL (Uniform Research Locator) ou adresse Internet : <http://www.admifrance.gouv.fr>

Si tout le monde connaît le CNRS ou l'Aérospatiale, d'autres centres

de recherche sont moins célèbres. Le service Admifrance permet de les découvrir :

- L'ANDRA (Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs) : <http://www.andra.fr>

Un secteur en pleine actualité, d'autant que certains sites de déchets ne sont pas vraiment répertoriés... On appréciera les cartes régionales qui recensent les dépôts radioactifs.

- L'INIST (Institut de l'information scientifique et technique) a pour mission de collecter, d'analyser et de diffuser les résultats de la recherche


scientifique et technique, sous l'égide du CNRS :

<http://www.inist.fr>

- L'ADIT (Agence pour la diffusion de l'information technologique) se situe à mi-chemin entre le secteur de la recherche et celui de l'entreprise : <http://www.adit.fr>

- L'ANVAR (Agence nationale pour la valorisation de la recherche), bien connue des inventeurs qui sollicitent son aide ou ses subsides, peut donner lieu à de nouvelles vocations : <http://www.anvar.fr>





L'une des magnifiques  
photos du site de la NASA :  
Valles Marineris,  
sur la planète Mars.

## Tous les trésors de la NASA

@ Palais aux mille musées, le site de la NASA (agence spatiale américaine) est un modèle de service Internet. Bibliothèque, photothèque, vidéothèque : tout est exposé, présenté et expliqué. Plus de trente années de conquête de l'espace ! Une page de garde d'une grande simplicité, aux accès aussi clairs que "Planètes", "Terre", "Univers", "Technologie", "Missions", "Images et vidéo" ou encore "Actualité" (ne pas manquer, actuellement, la rubrique consacrée à la sonde *Global Surveyor*, qui vient de se satelliser autour de Mars).

On est entraîné dans une exploration sans fin, puisque non seulement les informations et les images sont classées et disponibles, mais tous les types de liaisons avec les innombrables centres de recherche américains (et certains européens) sont possibles. Une exploration de l'es-

pace commence nécessairement par la visite de ce site :

<http://www.jpl.nasa.gov/>

D'autres sites d'astronomie existent. L'adresse suivante donne la liste des principaux observatoires et laboratoires existants :

[http://ecf.hq.eso.org/astroweb/y\\_p\\_rossdp.html#space](http://ecf.hq.eso.org/astroweb/y_p_rossdp.html#space)

## Dernières nouvelles de Mir

@ Si l'on veut tout savoir sur la station orbitale *Mir* et sur ses malheurs, autant se rendre directement à la source, en Russie. Le meilleur site (inutile de savoir le russe, tout est en anglais) est celui d'un éditeur moscovite, Maximov on line.



La grande aventure  
de Mir, sur le site russe  
Maximov on line.

On y trouvera non seulement une multitude d'informations (photos, dessins, textes...) sur *Mir*, son histoire, ses cosmonautes, l'évolution de sa configuration, ses diverses missions avec la navette spatiale américaine, mais aussi l'accès à d'autres serveurs russes consacrés à l'astronautique. En prime (en sélectionnant "links"), les sites qui donnent la position de la station orbitale en temps réel, et les prévisions de passage au-dessus de votre localité si vous désirez l'observer :

<http://www.maximov.com/Mir/>

## Débattre

@ Les forums de discussion, sur tous les thèmes scientifiques, sont principalement destinés aux chercheurs, mais chacun peut en tirer profit dans le domaine qu'il connaît le mieux.

Précisons qu'on peut se contenter de lire : on n'est pas obligé d'apporter sa contribution.

L'adresse générique d'entrée dans les "francophiles" est :

<http://www.cru.fr/listes/>

L'adresse suivante est consacrée aux sciences :

<http://www.cru.fr/listes/sciences.html>



FUTURS

# LA VOITURE hors LA VILLE!

■ Impossible de continuer à supporter l'envahissement de la ville par la voiture. Les plans de déplacements urbains prévus par la loi sur l'air devraient dissuader les automobilistes de prendre leur véhicule. Les idées foisonnent. Certaines grandes cités les appliquent déjà...

PAR LOIC CHAUVÉAU



MOTORS/SIPA



**L**a loi sur l'air adoptée en 1996 rend obligatoires les plans de déplacements urbains (PDU) dans toutes les agglomérations de plus de 100 000 habitants. C'est la vraie révolution du texte de l'ancien ministre de l'Environnement, Corinne Lepage. Si l'on va au bout de cette logique, c'est le visage même des villes françaises qui s'en trouvera bouleversé au cours du siècle prochain. Cette disposition souhaite en effet mettre un coup de frein à l'extension continue des agglomérations, à l'allongement des déplacements urbains, à l'envahissement de l'espace public par la voiture.

Corinne Lepage avait déterré une mesure contenue dans la loi d'orientation des transports inté-

rieurs (LOTI), concoctée en 1982 par le ministre des Transports, Charles Fiterman. Il s'agissait alors de coordonner les modes de transports urbains et de réduire la part de la voiture pour accroître la sécurité routière. Le texte resta lettre morte, les décrets d'application ne furent pas signés. Seule la ville de Lorient lança un vrai PDU, aujourd'hui en cours d'actualisation.

Lors de la première cohabitation

(1986-1988), les aides de l'Etat aux collectivités qui voulaient développer un PDU furent même supprimées. L'idée sera cependant reprise au début des années 90 par quelques villes qui ont de réels problèmes de circulation : Besançon, Nantes, Dijon, Strasbourg...

Signe des temps, la LOTI est remise au goût du jour quatorze ans plus tard, mais, cette fois, pour des raisons environnementales. Toutes ■ ■ ■

## EMBOUTEILLAGES à sens unique

**De plus en plus nombreux à utiliser leur voiture pour aller travailler, les habitants des grandes agglomérations affrontent d'inextricables bouchons dans le sens banlieue-ville, le matin, et inversement le soir. Parmi les solutions : la limitation de l'expansion des villes et l'accroissement des transports en commun.**





■ ■ ■ les grandes villes françaises sont touchées par des pics d'ozone, l'été, et de dioxyde de carbone, l'hiver. Principal accusé : la voiture. La loi sur l'air reprend la LOTI pour inciter à la réduction du trafic automobile grâce au « développement des transports collectifs et des moyens de déplacements moins polluants, l'aménagement du réseau de voirie, l'organisation du stationnement, la réduction des impacts du transport et de la livraison de marchandises, l'encouragement du personnel des entreprises et des collectivités à prendre les transports en commun et à recourir au covoiturage ». Depuis 1982, la part de la voiture dans les transports urbains n'a cessé de grimper : 60 % des Français l'utilisent en ville, contre 29 % qui font du vélo ou marchent et 11 % qui empruntent les transports en commun.

L'essor de la voiture individuelle a été très rapide. En 1955, on compte en France cinq véhicules pour

## L'AUTOMOBILE, UN ÉQUIPEMENT PERSONNEL ET NON PLUS FAMILIAL

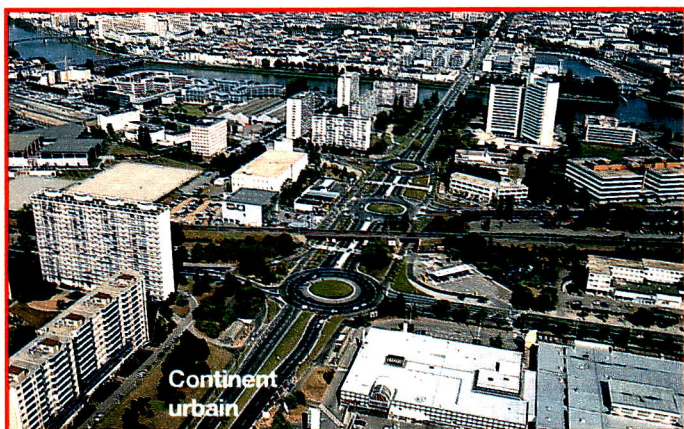
100 habitants. En 1991, il y en a cinquante. Cette même année, 30 % des ménages en possèdent deux. L'automobile est devenu un équipement personnel et non plus familial. Cette croissance est certes due à la fascination pour ce mode de déplacement, mais aussi à la révolution urbaine. La ville s'est étalée. La quasi-totalité des classes pauvres et une grande partie des classes moyennes ont quitté le centre des villes pour s'installer dans les zones périurbaines où les terrains sont moins chers et l'air est plus frais, mais où les transports en commun, non rentables, sont rares ou inexistants.

En moyenne, les zones périphé-

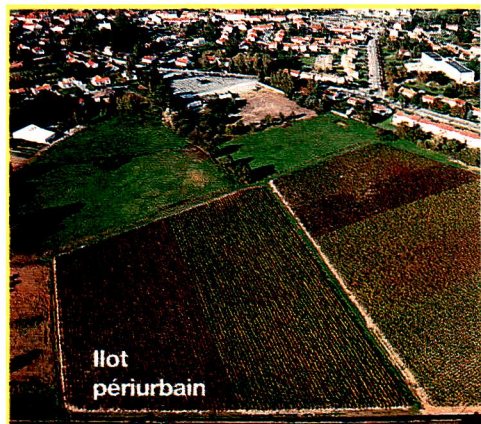
riques des villes croissent de 1,5 % par an. Les Français parcouraient au total 17,5 km dans leurs déplacements quotidiens en 1982, ils en ont fait 22,8 par jour en 1994, et la distance ne cesse de s'accroître. Pourtant, le nombre de déplacements reste le même (un peu plus de trois) et le temps passé dans les transports est toujours d'environ cinquante-cinq minutes.

Ce phénomène s'explique par le formidable essor du réseau routier. Radiales et périphériques n'ont cessé de s'améliorer ou d'ouvrir de nouveaux chemins en milieu urbain, faisant gagner du temps à l'automobiliste. Plus on va vite, plus on a tendance à s'installer un peu plus loin à la campagne. Ainsi se dessine une dangereuse spirale où le temps gagné allonge les distances au point d'engendrer un "archipel urbain". La croissance s'opère autour de villages situés à 20 km et plus du centre-ville. L'INSEE retient aujourd'hui comme unique critère de définition d'une ville les déplacements et non plus les limites du bâti.

Nantes a étudié très précisément ce phénomène. L'"archipel urbain" nantais compte 760 000 habitants, qui vivent dans 137 communes. Tous les jours, plus de 42 000 personnes quittent des maisons installées dans



PHOTOS DDE - DESSIN A. MEYER/SOURCES DDE



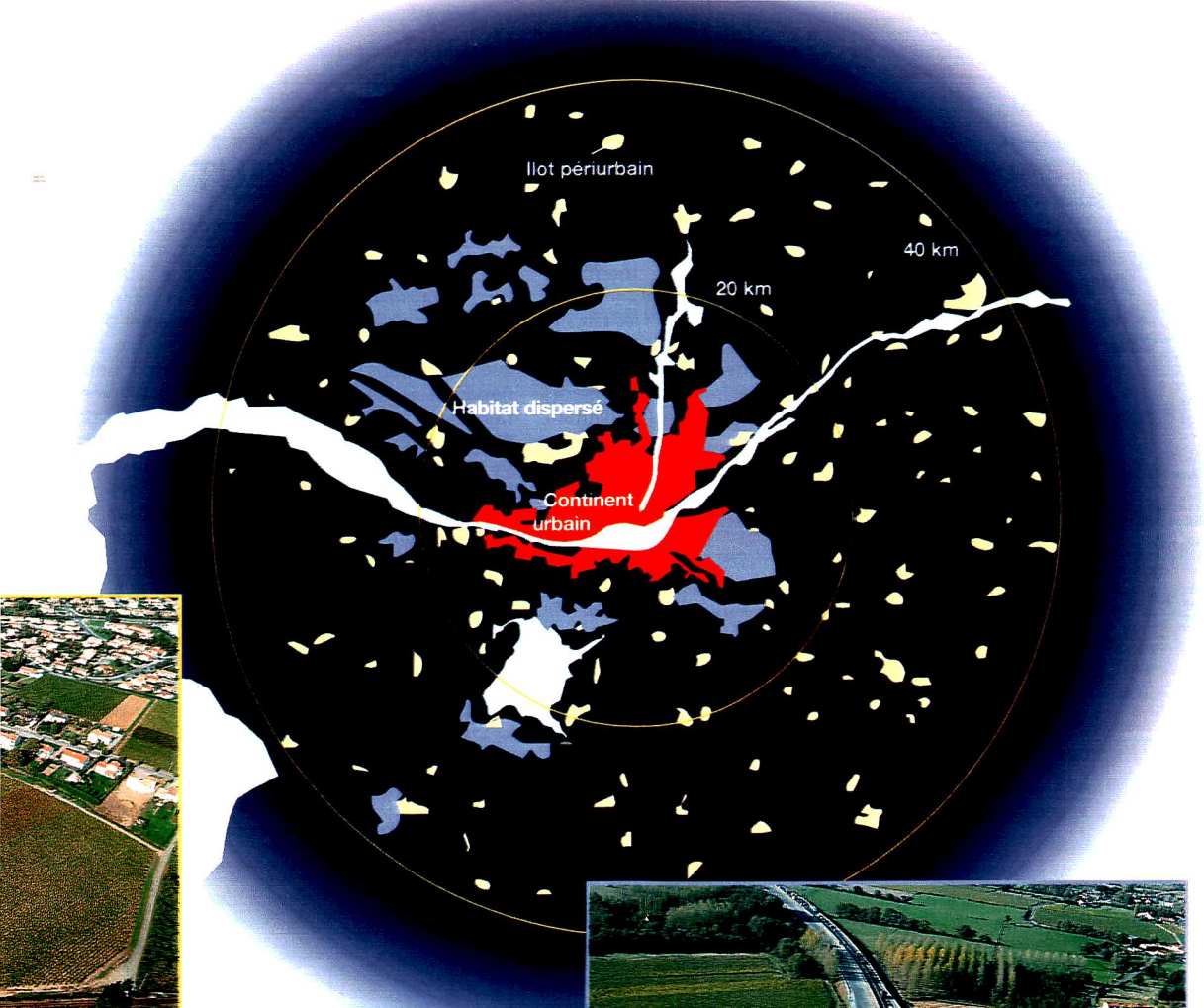
de petits lotissements ruraux pour aller travailler dans le centre de Nantes, qui concentre encore 73 % des emplois de la région. Entre 1975 et 1990, la couronne périurbaine a absorbé 60 % de la croissance de l'archipel, soit 60 000 habitants supplémentaires – en moyenne 500 habitants de plus par commune.

### UNE POLITIQUE DE REDENSIFICATION DES VILLES

L'ouverture d'une voie rapide Nantes-Cholet a même étendu le "dortoir" de la capitale régionale jusqu'au département voisin du Maine-et-Loire.

Commentaire d'Alain Chenard, vice-président de la commission transports du district de Nantes, lors d'un débat organisé par le Groupe-ment des autorités responsables des





## Nantes s'échappe à la CAMPAGNE

**La ville de Nantes draine la population active de 137 communes – les habitants des îlots périurbains construits souvent autour d'anciens villages (en jaune), mais aussi ceux des maisons plus isolées (en violet). Pour réduire cet engorgement quotidien, le cœur de Nantes va être rendu, en grande partie, aux tramways, aux cyclistes et aux piétons.**



transports (GART) : « La ville est en train de nous échapper. »

Un plan de déplacements urbains s'intéresse donc non pas uniquement aux transports, mais bien au fonctionnement de la ville entière. Les logiques d'hier atteignent leurs limites. Il est de plus en plus difficile de tracer de nouvelles routes en banlieue, à cause des nuisances que

les populations supportent mal. Le coût de ces réseaux est si prohibitif qu'il faut instaurer des péages, et les usagers refusent de payer l'autoroute deux fois par jour pour se rendre à leur travail. Les villes et les villages qui se sont étendus grâce aux lotissements ont aujourd'hui de grosses difficultés à financer les infrastructures publiques telles que les

écoles, la voirie ou les transports en commun. Les impôts locaux explosent. Enfin, l'augmentation du trafic automobile surcharge les réseaux routiers et nuit à la qualité de l'air.

Un nouveau chantier urbanistique s'ouvre, celui du périurbain. Il va marquer les villes pendant les quinze prochaines années. L'une des premières décisions devrait ■ ■ ■



- ■ ■ concernent l'arrêt de l'expansion urbaine qui peut se traduire dans les plans d'occupation des sols (POS). Déjà, le schéma directeur d'aménagement de l'Ile-de-France limite à 6000 hectares les espaces constructibles dans la prochaine décennie, ce qui est très peu. Partout en Fran-

## DISSUADER L'AUTOMOBILISTE EN SUPPRIMANT DES PARKINGS EN VILLE

ce, les communes périurbaines en font de même, le plus souvent sous la contrainte de déficits budgétaires. L'avenir est à une "redensification" des zones urbaines, mais le mot reste tabou chez les élus : ils gardent en tête l'échec des grandes cités construites dans les années 60. Ils préfèrent plutôt autoriser des lotissements que des immeubles collectifs. Surtout qu'il n'est pas question pour eux de heurter de front le rêve très répandu de la maison individuelle.

### LE RETOUR TRIOMPHAL DU TRAMWAY

Il faudra ensuite procéder à un véritable ravaudage urbain, destiné à accroître l'offre de transports publics et à dissuader les habitants des périphéries de prendre leur véhicule. Les idées foisonnent. Création de parkings de dissuasion et de pistes cyclables, interdiction des voitures dans les centres-villes, retour en force du tramway, qui triomphe à Nantes, à Strasbourg, à Saint-Denis, après avoir été évincé dans les années 50 par le tout-automobile. Nantes a réduit de huit à deux voies la circulation automobile sur l'axe emblématique de la ville, le cours des Cinquante-Otages, pour rendre l'espace aux tramways, aux piétons, aux vélos. Strasbourg a réussi à di-

## LOS ANGELES : QUI VEUT ALLER

■ Los Angeles ne connaît qu'un moyen de déplacement : la voiture. S'ils empruntent parfois les rares et malcommodes lignes de bus, la plupart des 9 millions d'habitants (pour presque autant de véhicules) vont à quatre roues. Résultat : pourtant dotée de 1000 km d'autoroutes à huit ou dix voies, Los Angeles connaît les plus gigantesques embouteillages de la planète.

Comme il n'est pas question d'abandonner ce moyen de locomotion dans une ville de 320 km de diamètre, essentiellement composée de maisons individuelles, les autorités

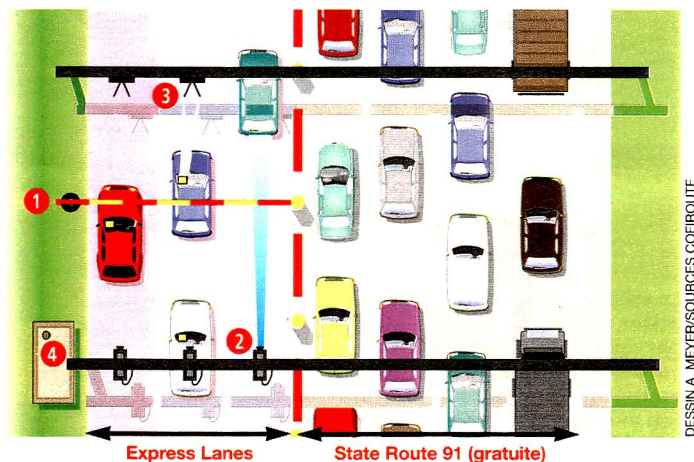
ont dû se résoudre à faire payer la mobilité.

Au milieu des années 80, elles avaient incité les automobilistes à partager leur voiture avec au moins deux passagers. Sur des centaines de kilomètres d'autoroutes, la voie de gauche a été réservée aux véhicules transportant au moins trois personnes. Les entreprises ont été invitées à fournir le parking gratuitement à

leurs employés adeptes du covoiturage. Peine perdue : au bout de quelques mois, il a fallu se contenter d'un seul passager, ce qui n'a pas rempli pour autant la voie réservée.

En 1990, l'Etat de Californie a donc accepté la création d'une autoroute à péage. Cela faisait cinquante ans qu'un tel fait ne s'était produit aux Etats-Unis, où la route est gratuite.

**Péage sur l'Express Lanes : tandis qu'un séparateur infrarouge comptabilise les véhicules ①, une caméra filme la plaque de la voiture ② et un émetteur ondes courtes lit son badge ③. Le covoiturage, qui permet de voyager gratuitement, est vérifié depuis le poste de contrôle ④. Une fois le péage passé, l'Express Lanes se réduit à deux voies.**



DESSIN A. MEYER/SOURCES COFFROUTE

minuer de 17 % la présence de la voiture dans le centre.

Mais l'arme la plus efficace reste la réduction des places de stationnement dans le cœur de la cité. Les enquêtes menées par le GART et par le Centre d'études sur les réseaux, les transports et l'urbanisme (CERTU) montrent que les Français renoncent à utiliser leur voiture s'ils ne savent pas où se garer. Progressivement, on remet en cause la règle des

POS, qui impose la création de places de parking quand on construit des bureaux. A Nantes, le nombre de places de stationnement dans le centre a diminué entre 1990 et 1995. En revanche, le stationnement est gratuit près des arrêts de tramway. Lyon impose la création d'une seule place de parking pour 300 m<sup>2</sup> de bureaux construits à moins de 400 m du métro. Paris va en faire de même dans la ZAC Magenta-Rive gauche.



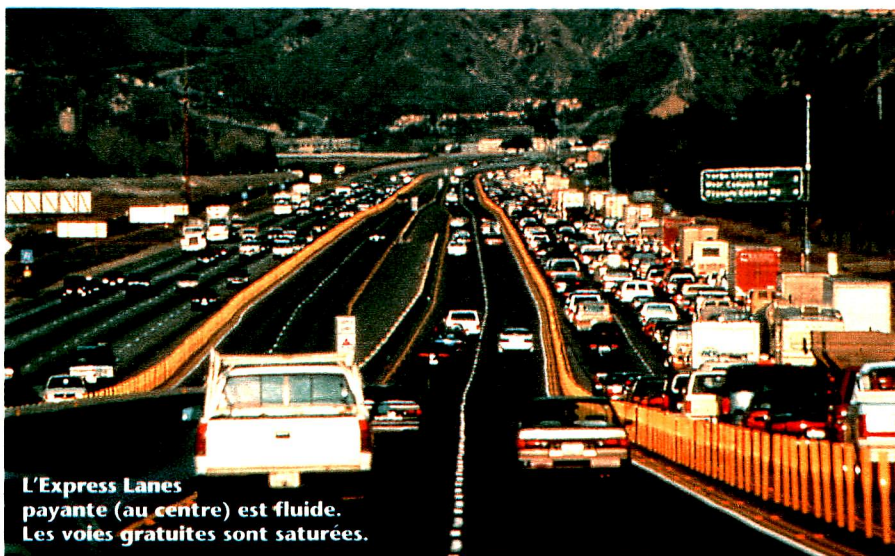
## VITE PAIE

La State Route 91 détient alors le record mondial de fréquentation. Ses neuf voies longues de 16 km relient les quartiers résidentiels des comtés de San Bernardino et de Riverside aux zones industrielles d'Anaheim et du comté d'Orange, par la seule vallée traversant la chaîne de montagne. Le trafic journalier moyen dépasse les 220 000 véhicules, si bien que l'autoroute est congestionnée dès 5 heures du matin.

Un plan urbain recommanderait de limiter la construction de maisons individuelles dans San Bernardino et dans Riverside. Mais cette solution est inconcevable au pays de la liberté d'entreprendre, et plus encore dans une ville qui tire sa fierté d'avoir ouvert en 1995 « 666 nouvelles rues ». Seul l'accroissement de la capacité de l'autoroute pouvait être envisagé.

Deux entreprises de travaux publics, Kiewit et Granite, associées au français Cofiroute, qui gère notamment les péa-

COFIROUTE



**L'Express Lanes payante (au centre) est fluide. Les voies gratuites sont saturées.**

ges de l'autoroute A 10, ont construit une "deux fois deux voies" payante sur le large terre-plein central de la State Route 91. C'est l'Express Lanes 91. Qui veut aller vite paie. Qui ne veut pas payer affronte les bouchons. Afin de s'inscrire dans le cadre de la politique californienne, l'Express Lanes est gratuite pour les véhicules transportant trois personnes ou plus.

Pour que l'utilisateur reçoive en échange de son argent la mobilité et le gain de temps promis, Cofiroute a imaginé le premier péage qui débite le compte du conducteur sans qu'il ait à ralentir. On

achète un récepteur à ondes courtes, qui est lu à chaque passage au péage (voir dessin page ci-contre).

Pour lutter contre les fraudeurs, l'Etat de Californie a voté une loi qui autorise le concessionnaire à récupérer par ses propres moyens une amende fixée à 100 dollars (environ 600 F). Aux Etats-Unis, on refuse la vignette aux automobilistes qui n'ont pas réglé leurs contraventions de l'année. Dissuasif, donc.

En France, un tel système ne serait pas envisageable sans un changement législatif. La loi française considère que c'est le conducteur qui est

responsable du véhicule qu'il conduit. Aux Etats-Unis, c'est le propriétaire qui est responsable du véhicule qu'il possède. Il ne peut donc contester la violation d'un péage sous prétexte que ce n'était pas lui qui pilotait.

Ouverte le 27 décembre 1995, l'Express Lanes a connu un très grand succès, avec des tarifs modulés de 2 F à 15 F selon l'heure. La première année, 26 000 véhicules l'ont empruntée quotidiennement. Le 1<sup>er</sup> janvier 1997, la fourchette des tarifs est passée à 3 F et 17 F sans soulever de protestations. Depuis, le nombre d'abonnés ne cesse d'augmen-

ter. Contrairement aux craintes formulées, ils se recrutent dans toutes les classes sociales, y compris les moins fortunées.

Combien de temps ce système peut-il durer? Eternellement, selon ses promoteurs, qui ajoutent que plus il y aura d'abonnés, plus les prix seront élevés. Un jour, pourtant, l'Express Lanes atteindra ses limites, dictées par l'extension urbaine de Los Angeles. Pour appâter les candidats à la maison individuelle dans les comtés de San Bernardino et de Riverside, les agents immobiliers offrent un an d'abonnement gratuit à l'autoroute à péage...

Ces mesures s'imposent sans heurt, car les mentalités changent. Un sondage réalisé en novembre 1996 par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et la SOFRES indique que 76 % des Français se disent prêts à restreindre le rôle de la voiture en ville; 89 % estiment que les transports publics, c'est l'avenir; 52 % pensent que la voiture en ville, c'est "dépassé".

Ce sondage fait suite à un phénomène politique significatif. Les municipalités élues en 1989 qui, malgré les oppositions, ont eu le courage de contraindre la voiture à quitter la ville ont été brillamment réélues en 1995, les cas les plus remarquables étant ceux de Nantes et de Strasbourg. Le GART note par ailleurs que les élections municipales de 1995 ont amené une vague de nouveaux élus qui ont clairement

affirmé leurs préférences pour les transports en commun. La prochaine révolution urbaine est en marche. Elle n'a même plus besoin de courage politique. ■

### POUR EN SAVOIR PLUS

- *Les Transports publics et la ville*, de Francis Beaucire, Les Essentiels, Milan.
- *Diagonale n° 124*, avril 1997, ministère de l'Equipement.
- *Guide des plans de déplacements urbains*, CERTU et ministère de l'Equipement.



# LA MÉDECINE de l'an 2000 sera MOLÉCULAIRE

■ Alors que le monde est menacé par la résurgence de maladies infectieuses, que le vaccin contre le sida demeure improbable, que le cancer tue de plus en plus, l'espoir du prochain siècle réside dans la médecine moléculaire. Elle commence à tenir ses promesses.

PAR JEAN FERRARA

**P**lus de mille médecins et chercheurs ont participé en mai dernier, à Berlin, au premier congrès international de médecine moléculaire. Consacrée à cette approche encore peu connue du traitement, du diagnostic et de la prévention, la réunion a permis de jauger le potentiel de cette médecine qui vient épauler la médecine "classique". Celle-ci a en effet montré ses limites face à la flambée de nouvelles maladies, à la résurgence des maladies infectieuses et à la montée en puissance des maladies dites de civilisation (voir *Science & Vie* n° 946, p. 154).

Le congrès marque une étape : la biologie moléculaire, et particulièrement la génétique, sortent d'un ghetto clinique qui les confinait dans l'étude de quelques rares anomalies, et commencent à avoir prise sur des

affections répandues, telles que l'artériosclérose, l'asthme, l'hypertension, le diabète, l'obésité, l'ostéoporose, voire les maladies mentales.

La médecine moléculaire sera la médecine des années 2000. Elle se fonde sur la connaissance du message génétique contenu dans les 70 000 à 100 000 gènes que possède chaque individu et des protéines dont ces gènes commandent la synthèse. A ce jour, environ 4 000 gènes sont entièrement déchiffrés. Le séquençage de toutes les bases de l'ADN (y compris des 95 % d'ADN qui ne détiennent le code d'aucune protéine et dont le rôle est encore incompris) devrait être terminé d'ici à 2005. Mais, déjà, la médecine moléculaire fait ses premiers pas, et les congressistes de Berlin ont pu entendre une centaine de communications faisant état d'avancées significatives dans le traitement des

maladies coronariennes, de l'arthrite rhumatoïde, du cancer ou de la maladie de Parkinson.

## LES MALADIES CORONARIENNES

Dans le domaine de la chirurgie cardiaque, une approche thérapeutique sans précédent est en cours d'essais cliniques dans un grand hôpital de Boston (Massachusetts, Etats-Unis) : la thérapie génique appliquée au pontage coronarien.

L'insuffisance coronarienne, explique le cardiologue Victor Dzau (Brigham and Woman's Hospital), est souvent traitée, dans le pontage, par un greffon veineux qui remplace une portion d'artère coronaire rétrécie. Mais le greffon, le plus souvent prélevé sur une jambe du patient, est sujet à une forme d'athérosclérose très agressive, susceptible de l'obstruer : elle exige une





## Un GÈNE contre LES BACTÉRIES

Le staphylocoque doré (grappes jaunes) est un germe "hospitalier" qui résiste à de nombreux antibiotiques. Des expériences ont montré que des gènes artificiels introduits dans des bactéries pathogènes peuvent les rendre vulnérables aux antibiotiques contre lesquels elles sont devenues résistantes.

nouvelle opération pour remplacer le greffon. C'est l'une des causes majeures de l'échec, à terme, d'environ 30 % de ces interventions.

En effet, le segment veineux doit s'adapter à des conditions très différentes de celles qui sont normalement les siennes : une pression artérielle bien plus élevée que la pression veineuse lui impose une grande charge mécanique, à laquelle les cellules musculaires d'origine veineuse réagissent parfois en se multipliant, ce qui pro-

voque le rétrécissement du diamètre intérieur du greffon. De plus, ces cellules ne répondent pas de la même façon que les cellules des parois artérielles à la présence dans le sang de certaines substances comme le cholestérol ou des anticoagulants, et elles produisent des substances potentiellement nocives, telles que des radicaux d'oxygène. Si le patient a un régime trop riche en cholestérol, une forme

d'athérosclérose du greffon se développe rapidement.

Pour pallier ces inconvénients, Victor Dzau et le chirurgien Michael Mann ont inauguré une méthode novatrice de thérapie génique. Dès que le greffon est prélevé, on le remplit d'une solution contenant des liposomes, petites sphères grasses pouvant s'intégrer aux membranes cellulaires. Ces microsphères, d'un diamètre d'environ 50 nanomètres (1 nanomètre = 1 milliardième de mètre) peuvent être obtenues artificiellement. Pour le traitement du greff-

DR TONY BRAIN/SPL COSMOS



fon, on y introduit des bribes d'ADN "antisens", sortes d'images miroirs de gènes correspondants, capables d'en inhiber l'expression. Les chercheurs américains ont ainsi inhibé l'activité de trois gènes connus pour intervenir dans la répllication cellulaire.

## ON SAIT DÉJÀ IDENTIFIER LES GÈNES DE NOMBREUSES MALADIES

Une expérience sur le lapin a montré que ce traitement empêche la prolifération de cellules sur la paroi interne des greffons. Les gènes antisens ne restent actifs que pendant quelques semaines. Plus tard, lorsqu'elles sont mieux adaptées à leur nouveau rôle, les cellules du greffon peuvent se répliquer normalement.

Victor Dzau et Michael Mann ont entrepris les essais cliniques de cette nouvelle thérapie génique. Un millier de patients en bénéficieront lors du pontage coronarien, et les résultats seront comparés à ceux des greffes classiques (sans traitement antisens) effectuées sur un millier d'autres malades.

### L'ARTHRITE RHUMATOÏDE

Touchant des millions d'individus, elle entraîne une enflure des articulations, ainsi que des lésions cartilagineuses et osseuses souvent si pénibles qu'elles interdisent les gestes les plus quotidiens. La maladie est provoquée par des dérèglements immunitaires. On n'en

connaît pas les causes précises, mais on sait qu'elle est aggravée par l'activation excessive des macrophages, cellules immunitaires qui mobilisent d'autres cellules immunitaires, les cellules T. Le Pr Gerd Burmeister (hôpital de la Charité, Berlin) a constaté qu'une substance émise par les macrophages, le facteur de nécrose tumorale alpha (TNF-alpha), active des enzymes qui détruisent le cartilage, ce qui entraîne la formation d'un tissu inflammatoire granuleux appelé pannus, tandis que la synoviale – membrane qui tapisse l'intérieur des articulations – libère des substances excitant les macrophages. Résultat : un cercle vicieux d'activation mutuelle qui continue d'alimenter l'inflammation.

Le Pr Burmeister a montré que des anticorps monoclonaux, préparés en laboratoire, peuvent bloquer des sites récepteurs sur les macro-

phages et ralentir la destruction des articulations chez les animaux arthritiques. Au Kennedy Institute of Rheumatology de Londres des essais cliniques ont montré que la neutralisation du TNF-alpha par des anticorps monoclonaux ralentit le processus inflammatoire chez certains patients.

### LE CANCER

« Le cancer est une maladie qui a ses racines dans des modifications – ou mutations – du matériel génétique des cellules, dit le Pr Manfred Dietel, directeur de l'Institut de pathologie à l'hôpital de la Charité de Berlin. Selon le type de mutation qui se produit, les conséquences seront décisives sur la progression de la maladie et sur l'efficacité du traitement. »

On en connaît trois mécanismes principaux : la mutation ponctuelle, la perte d'un gène et le réarran-

Blocage du récepteur d'une protéine nocive

Destruction cellulaire par gène suicide

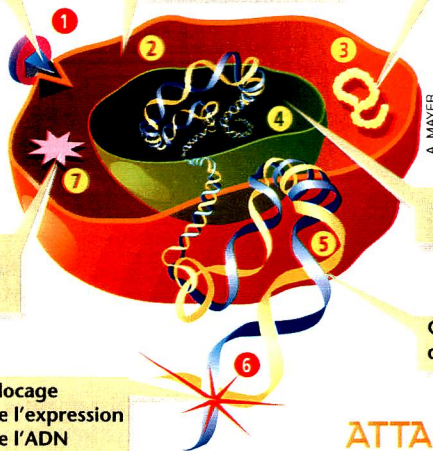
Remplacement d'une protéine défectueuse

Annulation d'une mutation chromosomique

Correction de l'ADN

Empêchement de la répllication d'un virus

Blocage de l'expression de l'ADN



## ATTAQUE sur plusieurs fronts

La médecine moléculaire autorise diverses approches thérapeutiques. L'introduction d'une molécule artificielle dans la cellule permet de bloquer le récepteur d'une protéine nocive ①. Un "gène suicide" peut accélérer la destruction d'une cellule cancéreuse ②. D'autres gènes peuvent inciter la cellule à remplacer une protéine défectueuse ③ ou annuler une anomalie due à une mutation chromosomique ④, ou encore corriger un ADN défectueux ⑤. Un gène "antisens" est capable d'inhiber l'expression d'un gène nocif ⑥. On peut aussi bloquer des sites cellulaires nécessaires à la répllication d'un virus ⑦.



gement génétique par "translocation", c'est-à-dire l'échange d'une partie de l'ADN d'un chromosome contre celle d'un autre.

Les mutations, notamment provoquées par des substances chimiques ou par des radiations, sont fréquentes ; la grande majorité d'entre elles n'ont pas de conséquences apparentes. Certaines provoquent la mort de la cellule – événement banal pour l'organisme. Rares sont les mutations qui provoquent le dérèglement d'oncogènes (ou gènes du cancer) – gènes qui contrôlent la croissance cellulaire et ont reçu ce nom parce qu'ils ont été initialement découverts dans des cellules cancéreuses.

Un cancer peut également être déclenché par la lésion d'un anti-oncogène, dont le rôle est d'inhiber la croissance de cellules endommagées, parfois en provoquant leur mort. Un anti-oncogène bien connu est le gène p53 (voir *Science & Vie* n° 951, p. 92), qui commande la synthèse d'une protéine agissant sur le noyau cellulaire pour entraîner l'autodestruction cellulaire (ou apoptose). La mutation de p53 (dit "gène suicide") est l'anomalie génétique la plus fréquemment observée dans les cancers.

Des essais de thérapie génique anticancéreuse sont en cours dans plusieurs pays.

## LA MALADIE DE PARKINSON

Une équipe française dirigée par le Pr Jacques Mallet (CNRS) a montré, grâce à des expériences chez le rat, la possibilité de prévenir cette affection neurodégénérative. L'injection d'un virus transportant le gène du facteur neurotrophique (de

croissance des nerfs) protège contre les effets de l'injection ultérieure d'une toxine qui provoque normalement la mort neuronale.

## LES NOUVEAUX MÉDICAMENTS

La médecine moléculaire est en train de bouleverser les stratégies de recherche de l'industrie pharmaceutique. Dans le passé, cette re-

Une découverte considérable a été annoncée en juillet dernier par le biochimiste Sidney Altman, prix Nobel de médecine. En introduisant dans des bactéries pathogènes des gènes artificiels, il a réussi à rendre ces bactéries vulnérables au chloramphénicol et à l'ampicilline, deux antibiotiques contre lesquels elles avaient développé une résistance. L'acquisition de la résistance aux antibiotiques par des bactéries mutantes est responsable de la recrudescence de maladies infectieuses telles que la tuberculose et la méningite.

## LE DIAGNOSTIC

La médecine moléculaire a révolutionné le diagnostic, notamment le diagnostic prénatal en décelant les anomalies génétiques graves quelques jours après la conception, ce qui permet, le cas échéant, d'interrompre la grossesse.

On peut procéder à un diagnostic pré-implantatoire avant l'implantation d'un embryon obtenu par fécondation *in vitro* : on choisit, parmi les embryons *in vitro*, celui qui est exempt d'anomalies génétiques graves.

Enfin, la médecine moléculaire ouvre largement la voie à diverses formes de prévention chez les individus susceptibles d'être atteints par une maladie génétique. On sait déjà identifier les gènes qui prédisposent à des douzaines de maladies, du diabète à certains cancers, de l'obésité au glaucome, de la maladie de Parkinson à certains troubles psychiques. La certitude de sa vulnérabilité génétique peut encourager un individu à adopter un mode de vie ou un traitement médicamenteux qui minimiseront le risque. Un fumeur, informé de la présence d'un gène le prédisposant au cancer du poumon, n'écrasera-t-il pas, une fois pour toutes, sa cigarette ? ■

## SOIGNER avant la naissance

Le diagnostic prénatal est déjà possible. Il pourrait permettre de traiter l'enfant avant sa naissance.



cherche consistait surtout à étudier empiriquement des substances naturelles, végétales ou animales, plus ou moins transformées par la chimie et passées au crible pour leur trouver une éventuelle vertu thérapeutique. Aujourd'hui, les grands laboratoires se tournent vers une technique parfois appelée "génomique", qui consiste à déterminer les protéines incriminées dans telle ou telle maladie, puis à chercher un traitement "sur mesure" pour contrecarrer leurs effets nocifs (voir *Science & Vie* n° 955, p. 92).



# An 2000 la science en fête

A Birmingham,  
le Discovery  
Center, temple  
de l'innovation  
technologique.

MILLENIUM POINT

**Les festivités de l'an 2000 feront la part belle à la science. Mais ce sont surtout les nouvelles technologies de communication et le virtuel qui seront à l'honneur.**

**E**n 1900, les actes de l'Exposition universelle de Paris proclamaient que l'"Expo" marquerait « le seuil d'une ère (...) dont les réalités dépasseront sans doute les rêves de nos imaginations ». Hiroshima, la vache folle et les manipulations génétiques ont montré que la science n'apporte pas toujours le bien. Comment l'Europe célébrera-t-elle la science à l'occasion des

festivités de l'an 2000?

En Grande-Bretagne, la municipalité de Bristol a prévu un centre d'attractions scientifiques, baptisé Science World, et un zoo entièrement virtuel, le Wildscreen World. Birmingham construira le Discovery Centre, où la communication sera à l'honneur : "village global", expositions interactives, etc. Les visiteurs s'y déplaceront dans un déda-

le de conduits munis d'échelles.

Helsinki, la capitale finlandaise, et Bologne (Italie) collaborent à la création d'un "musée virtuel" qui connectera entre elles neuf villes européennes (1) promues "cités de culture".

C'est à Hanovre (Allemagne) que se tiendra l'Exposition universelle de l'an 2000. Le land de Basse-Saxe, qui en est l'organisateur, projette de

présenter les bouleversements attendus au siècle prochain en matière d'environnement, d'alimentation, de santé, de connaissances, de travail, de transports, d'énergie...

Quant aux Suisses, ils attendront – à juste titre – le 1<sup>er</sup> janvier 2001 pour fêter l'entrée dans le troisième millénaire, en organisant autour de Neuchâtel une grande exposition. Thèmes principaux : les nouvelles formes de communications (encore!) et les transports au xx<sup>ie</sup> siècle.

(1) Saint-Jacques-de-Compostelle, Avignon, Cracovie, Bruxelles, Bergen, Bologne, Helsinki, Prague et Reykjavik.

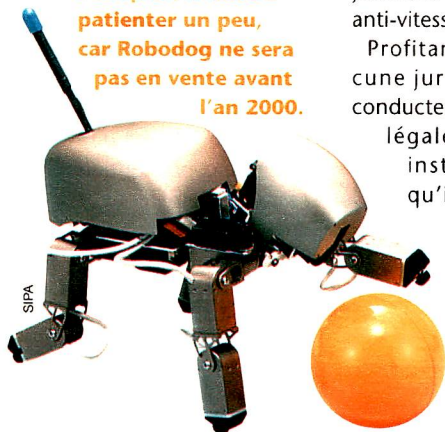


## Cybermonde à domicile

● Selon une étude du CREDOC publiée en juin dernier, 35 % des Français pensent « pouvoir faire davantage de choses à domicile dans les prochaines années grâce à l'informatique ». Parmi ces "choses", c'est la consommation qui arrive en tête des souhaits exprimés par les personnes interrogées : 44 % d'entre elles aimeraient pouvoir « acheter et s'informer sur les produits ».

## Robot-chien

● Concocté par les ingénieurs de Sony, ce "robot-chien" marche, remue la queue, donne la patte et renifle partout ! Moins virtuel que le tamagotchi (animal de compagnie électronique) et beaucoup plus sage qu'un vrai chien, il ne sent pas mauvais et n'a pas besoin d'être sorti. Pour l'adopter, il faudra patienter un peu, car Robodog ne sera pas en vente avant l'an 2000.



## POLITIQUE VOTE SPATIAL...

Envoyé à bord de la station russe *Mir*, l'astronaute américain John Blaha était inscrit sur les listes électorales pour le scrutin présidentiel de novembre 1996 dans l'Etat du Texas. Quand il a fait connaître son intention d'accomplir son devoir de citoyen, les autorités texanes lui ont rétorqué qu'il était absolument illégal de voter d'une fusée ou d'une station orbitale ! Toutefois, le 25 août dernier, Tony Garza, secrétaire

d'Etat du Texas, a annoncé qu'un nouveau logiciel informatique allait désormais permettre aux spationautes américains d'envoyer par e-mail leur bulletin de vote à la NASA, qui les transmettra à l'administration.



Grâce à l'astronaute John Blaha (à gauche), on pourra voter dans l'espace.

NASA

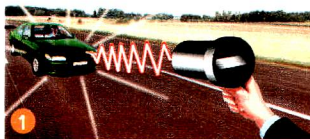
## ROUTE

# Excès de vitesse high-tech

Pour inciter les automobilistes pressés à lever le pied, la police installe sur les routes contrôles radars et caméras vidéo.

Mais, aux Etats-Unis et, depuis peu, en Grande-Bretagne, des "chauffards haute-technologie" font leur apparition : grâce à des gadgets dignes de James Bond, ils déjouent tous les pièges anti-vitesse.

Profitant d'une lacune juridique, ces conducteurs achètent légalement des instruments... qu'il est illégal d'utiliser. C'est le cas des détecteurs de radar (déjà



radars en renvoyant déformé, donc inopérant, le signal émis par la police ①.

Les contrevenants rendent également leurs plaques d'immatriculation illisibles par les caméras, en les recouvrant d'une couche plastifiée holographique ② qui leur donne l'aspect d'une feuille d'argent lorsqu'on les regarde de côté (sous un angle de plus de 20°, ce qui est généralement le cas des caméras).

Enfin, une sorte de nez de plastique noir recouvre l'avant de la voiture : le matériau dont il est composé absorbe les signaux radars, qui ne sont donc pas réfléchis ③.

D. GALLAND (SOURCE : SUNDAY TIMES)

bien connus en France), mais aussi des "brouilleurs", qui neutralisent les



## TÉLÉPHONE

## Coup de fil à bon coût

En février 1996, alors que le capital de France Télécom n'était pas encore ouvert au public, les premières boutiques de télécommunica-

tions

Le client se voit attribuer un code d'accès en achetant une carte téléphonique prépayée. De chez lui ou d'une cabine publique, il téléphone à un opérateur, compose son code confidentiel puis le numéro de son correspondant, avec lequel il est mis en relation immédiatement.

Chez World Call, qui possède des boutiques à Paris, à Lyon, à Lille et à Marseille, les communications téléphoniques sont jusqu'à 62 % moins chères que celles vendues par l'opérateur national français! Pour 100 F, par exemple, on peut appeler un pays du Maghreb pendant quarante-deux minutes, pour un peu plus de 2 F la minute, au lieu de 5 à 6 F chez France Télécom.

« Nous observons une augmentation du trafic téléphonique de 20 à 30 %

par mois », dit Jean-Marc Zajdenberg, fondateur de World Call.

Chez Call Box, autre société de "reroutage", des petites cabines ont été installées dans le magasin. On appelle donc de la bou-

D. GASTINE



Des boutiques et des cartes (à gauche) pour téléphoner moins cher.

tique, puis on paie en fonction de la durée de la communication.



à prix réduits ouvraient leurs portes à Paris. Leur principe repose sur l'"acheminement", qui consiste à faire passer l'appel téléphonique par un autre réseau, moins onéreux, que celui de France Télécom.

## MOEURS

## Stérilisées volontaires

La stérilisation forcée de plusieurs milliers de femmes suédoises, finlandaises, mais aussi françaises (1) défraye la chronique depuis août dernier.

Or, en Grande-Bretagne, une grande enquête montre que l'« interruption de la continuité des trompes utérines » se développe

aujourd'hui chez des jeunes femmes qui n'entendent pas procréer. Menée par Annily Campbell, sociologue à l'université de Derby, l'enquête révèle que 400 femmes de 20 à 30 ans, sans enfant, se sont fait stériliser en 1996 par le National Health Service (les hôpitaux publics). Les chirurgiens affirment qu'il y a dix ans on les comptait sur les doigts de la main. « Bien que jeunes, explique Annily Campbell, ces femmes sont persuadées qu'elles ne le regretteront pas... »

En France, la législation juge que cette pratique est une « atteinte à l'intégrité physique du corps ». La stérilisation, en tant que moyen de contraception et sans raison médicale, y est donc interdite. ■

(1) En France, cependant, il ne s'agissait pas d'un programme d'Etat comme dans les pays nordiques.

## OCÉANOGRAPHIE

## LE CLIMAT SORT DE L'EAU

■ Le World Ocean Circulation Experiment, une branche du Programme mondial d'études sur le climat, entrera bientôt dans sa deuxième phase.

De 1990 à 1997, les océanographes ont observé les humeurs des océans, recueilli des données et mis au point des modèles mathématiques. De 1998 à 2002, des chercheurs

de vingt pays vont utiliser ces modèles pour anticiper les variations à long terme de la circulation océanique et prévoir leurs répercussions sur le climat.

Courbes de salinité dans l'Atlantique, recueillies lors de la première partie du programme WOCE.





# VTT Décathlon Rockrider 500

Un VTT solide pour randonner sur tout type de terrain.

1 990 F



Mission Test : la traversée des Alpes.

**Usage :** Vélo destiné à la randonnée à VTT.

**Confort :** La géométrie spécialement étudiée pour la randonnée et l'utilisation d'une potence relevée à 17° permettent d'obtenir une position de conduite très confortable.



**Solidité :** L'utilisation d'acier Cromo (acier au chrome et au molybdène) sur les trois tubes principaux et sur le cadre permet de doubler la résistance par rapport à de l'acier Hi-Ten (à épaisseur et diamètre constants).

| Matériau     | D : Densité<br>kg/dm <sup>3</sup> | R02 (Mpa) :<br>limite élastique |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Acier Hi-Ten | 7,8                               | 300                             |
| Acier Cromo  | 7,8                               | 700                             |

| Comparatif d'échantillons d'acier de même section après<br>déchargement d'un poids de 500 kg |                               |
|--|-------------------------------|
| Acier Hi-Ten   | Acier Cromo                   |
| Limite élastique dépassée  | Limite élastique non atteinte |

Les jantes à double paroi avec oeillets de renfort augmentent la résistance et répartissent les pressions lors de la tension des rayons.



Le pédalier possède des plateaux interchangeables et des manivelles en aluminium forgé à froid. Pédale avec cage acier. Selle avec renforts latéraux pour éviter les déchirures.

**Sécurité :** Nous avons voulu un système de freinage efficace et sécurisant :

- Le freinage de type V-brake garantit puissance et progressivité tout en diminuant la force à exercer sur le levier.
- L'usinage des flancs de la jante permet d'améliorer l'adhérence des patins sur la jante dès les premières heures d'utilisation.
- Le cintrage des haubans à l'arrière limite l'écartement lors du freinage favorisant ainsi la puissance. Afin de garantir un excellent maintien du poste de pilotage, la potence possède un double serrage.



Ce vélo répond à la norme française de sécurité sur les VTT : NF30004.

Livré avec kit d'éclairage complet (piles fournies), sonnette et catadioptrés de roues.

## Fiche technique :

- Vélo disponible en gris, bleu, vert. Version suspendue en gris.
- Poids : 12,8 kg (taille M) et 13,2 kg (taille M en version suspendue).
- 5 Tailles : de 1m35 à 1m95 (XS, S, M, L, XL).
- Révision de sécurité gratuite dans les 3 mois qui suivent l'achat.
- Garantie 5 ans pour le cadre et la fourche et 2 ans pour les pièces.
- Prix : 1 990 F (prix de lancement jusqu'au 31/12/97), 2 590 F pour la version suspendue, équipée d'une fourche Rock Shok Indy S.



**△ Attention :** Ne pas laver au nettoyeur haute pression les pièces mécaniques.

Entre "VTTistes" on se comprend. Comme vous, nous avons la même exigence et la même recherche du produit technique. C'est pourquoi plus de cent ingénieurs de Decathlon Production travaillent afin de concevoir et produire les meilleurs articles au meilleur rapport qualité prix.

VTT

**DECATHLON**

A FOND LA FORME



*On n'est pas devant  
un ordinateur, on voyage.*



*La micro-informatique  
à prix Carrefour.  
Un monde, ça se construit  
chaque jour.*

*Parce que la connaissance se construit mieux  
quand rien ne l'arrête, Carrefour facilite le choix  
micro-informatique en opérant une sélection  
des meilleurs produits et en les proposant  
toujours à prix Carrefour.*



*Finalement, consommer ça sert aussi à construire sa vie.*

*Avec Carrefour  
je positive!*

