

Le plaisir de savoir

SCIENCE & VIE

MENSUEL • N° 111 • OCTOBRE 1997



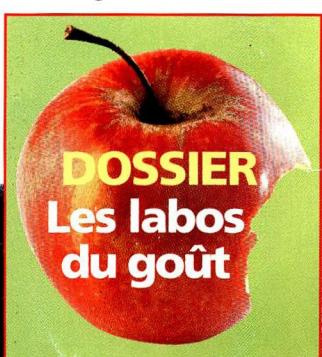
ASTRONOMIE
La photo qui
raconte l'Univers



SOCIÉTÉ
Adoptez une
créature virtuelle



TÉLÉPHONE
Ce qui va changer
le 1^{er} janvier



Existe-t-il des
**MONDES
PERDUS ?**



T 2578-961 - 23.00 F





ANTI-CHUTE DERCOS

A L'AMINEXIL®

10 ANS DE RECHERCHE POUR LA NOUVELLE
MOLÉCULE ANTI-CHUTE QUI LUTTE
CONTRE LA FIBROSE DES RACINES : **L'AMINEXIL®**.



EFFICACITÉ PROUVÉE*
À 6 SEMAINES
EN MILIEU HOSPITALIER.

Voici le premier traitement anti-chute à l'Aminexil® qui lutte contre la fibrose des racines. Cette fibrose entraîne la chute prématurée des cheveux.

* En application quotidienne contre placebo sur 130 personnes.



En cure de 2 à 3 mois, 2 fois par an.
3 applications minimum par semaine.
Sans effet indésirable.
Consultez votre pharmacien.

VICHY
LABORATOIRES

LA SANTÉ PASSE AUSSI PAR LA PEAU.



Pour élucider le crime de Pleine Fougères, ses habitants vont être soumis à une prise d'empreinte génétique.

les marqueurs étudiés).

Si les laboratoires agréés par la justice sont censés se limiter à produire la carte

ADN, justice et liberté

Les hommes âgés de 15 à 35 ans de Pleine Fougères (Ille-et-Vilaine) sont soulagés : on va prendre leurs empreintes génétiques et les comparer à celle du violeur de la petite Caroline Dickinson. Ils cesseront

alors d'être tous des coupables en puissance. Pourtant, les empreintes génétiques ne cessent de provoquer des réactions indignées. A juste titre ou par peur irraisonnée d'une avancée technologique implacable ? Assisterait-on aux mêmes débats s'il s'agissait simplement de prendre des empreintes digitales ?

A la différence de ces dernières, les empreintes génétiques nécessitent un prélèvement de sang ou de cellules buccales avec le consentement de la personne. Mais on voit mal comment, dans cette affaire, un suspect pourrait en appeler à son intégrité corporelle sans immédiatement attirer sur lui les soupçons... Pour sa part, la justice estime que cette petite entrave à la liberté est négligeable, comparée à la nécessité d'établir la vérité sur un crime atroce.

On évoque aussi le risque de fournir ainsi à la police des informations sur l'individu : sa race, son sexe, ses maladies, etc. A partir de l'ADN nucléaire d'une seule cellule, on peut en effet dévoiler quantité de caractéristiques génétiques (avec plus ou moins de précision selon

d'identité génétique – une sorte de code barres sans autre signification –, il n'en reste pas moins que les échantillons d'ADN peuvent être conservés pendant vingt ans dans l'éventualité d'une révision du procès. Ce qui pose le problème de l'établissement de grands fichiers d'ADN. En France, ils ne sont pas autorisés. Il en existera pourtant un à Pleine Fougères. Et il en existe ailleurs, puisque les laboratoires possèdent tous plusieurs milliers d'échantillons, indispensables pour établir les probabilités d'identification. Rien, hormis la morale et quelques règles élémentaires de confidentialité, ne limite les usages qui peuvent en être faits.

Les empreintes génétiques ne sont pas non plus une panacée policière, car il faut prouver que les cellules prélevées sur le lieu du crime appartiennent bien au coupable...

On ne saurait cependant éliminer cette possibilité nouvelle offerte par la science pour faire éclater la vérité. Tests d'ADN, oui, mais sous contrôles éthique et juridique sévères.

S&V

SCIENCE & VIE

Le plaisir de savoir

n° 961 • octobre 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 p. 45 et p. 161. Vous pouvez aussi vous abonner par minitel en tapant 3615 ABON. Organigramme p. 7.

Encart abonnement jeté dans *Science & Vie*, diffusion vente au numéro France métropolitaine.

Couverture : Dream Ink. En fenêtre : STScI ; DR ; S. Hunt/Fotogram Stone ; J. Feine.

VO TRUNG/
COSMOS



■ Implantés dans la cornée, ces deux demi-anneaux en plastique changent la vue (et la vie...) des myopes. p. 104

■ Des stars désincarnées hantent Internet et les jeux vidéo. Les sentiments aussi vont-ils devenir virtuels ? p. 156

FORUM 6

ACTUALITÉ

- RECHERCHE 12
- ENVIRONNEMENT 28
- TECHNOLOGIE 38
- MÉDECINE 46
- FOCUS 50

Pollution : les carburants vont-ils enfin changer ?

ASTROPHYSIQUE

La photo qui raconte l'histoire de l'Univers. 56

OCÉANOLOGIE

Des fumées noires sous l'Atlantique 64

ETHOLOGIE

Les fils du loup 68

EN COUVERTURE



Existe-t-il des MONDES PERDUS ? ... 74

Les oiseaux de la discorde 80

Comment fabriquer un dinosaure 84

ANTHROPOLOGIE

Le premier Américain était-il européen ? 88

CAHIER PHOTOS

Les pharaons noirs 94

BIOLOGIE

Sclérose en plaques : le réveil du virus ancestral 100

OPHTALMOLOGIE

- Des chirurgies qui voient loin 104

D O S S I E R**LES LABOS
DU GOÛT . . . 109**

- Le goût a la santé 110
- Les robots ont du nez 116
- Le bouquet mystérieux 122

H I S T O I R E S

- 1957 : Spoutnik ouvre l'ère spatiale 126

- RÉTRO 134
Il y a 75 ans

COMMUNICATIONS

- Téléphonie : le big bang de 1998 136

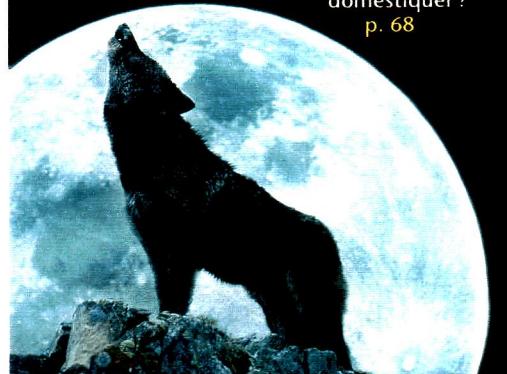
SCIENCE & VIE
SÉLECTION

- High-tech 140
- Astronomie 144
- Livres 146
- CD-Rom 150
- Internet 154

F U T U R S

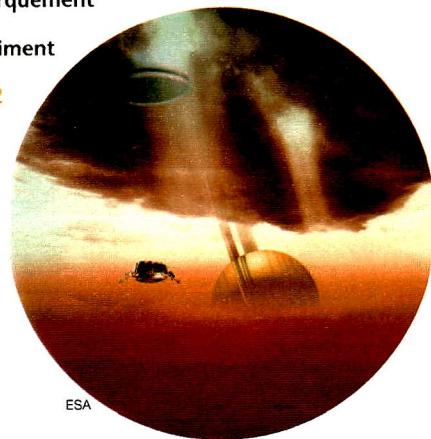
- Cet objet virtuel du désir 156
Sept ans pour atteindre Saturne 162
► C'EST DÉJÀ DEMAIN ! 166

■ C'est sûr aujourd'hui : le chien descend du loup. Comment l'homme est-il parvenu à le domestiquer ?
p. 68



G. LACZ/SUNSET

■ Juin 2004 : la sonde Cassini-Huygens se place en orbite autour de Saturne. Embarquement pour l'infiniment loin.
p. 162



ESA

■ Le 1^{er} janvier prochain, le téléphone s'ouvre à la concurrence. La guerre des tarifs s'annonce féroce.
p. 136



*On ne mange pas,
on prend soin de nous.*





“Filières Qualité” Carrefour. La santé, ça se construit chaque jour.

Et si pour se sentir bien, on commençait par manger bien ?

Une alimentation variée, équilibrée, à base de produits de qualité,

n'est-ce-pas le b-a-ba de la santé ?

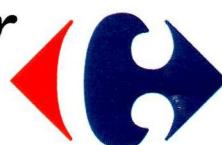
*En matière de produits frais, Carrefour met en œuvre depuis 1992
des “Filières Qualité” réunissant agriculteurs, éleveurs et préparateurs
autour d'un même projet : développer des produits sains.*

avec du goût, à un prix accessible.



Finalement, consommer ça sert aussi à construire sa vie.

*Avec Carrefour
je positive!*



Environnement : l'ex-ministre répond

■ L'ancienne ministre de l'environnement Corinne Lepage réagit à notre article intitulé "A quoi sert le ministère de l'Environnement?" (Science & Vie n° 958, p. 52) : « Je tiens à corriger les inexactitudes qui figurent dans ce texte et à rappeler le bilan effectif des deux années passées dans un climat économique difficile et qui n'a pas changé. (...) Ainsi, Ségolène Royal n'a pas été ministre de 1992 à 1994 mais de 1992 à 1993, Mme Bouchardieu n'a jamais été à l'origine de la loi imposant des études d'impact puisque cette loi date de 1976. C'est Michel d'Ornano qui l'a inspirée. »

Mme la ministre estime que notre article noircit injustement son bilan. La protection de la nature a été « plus que largement poursuivie : 12 réserves naturelles ont été créées, conduisant à doubler la surface classée en réserves naturelles en deux ans, performance sans précédent en France (149 915 ha en mai 1995, 323 896 ha en avril 1997) ; 32 sites ont été classés pour une surface de plus de 50 000 ha au titre de

FOCUS

A quoi sert le MINISTÈRE

■ Poste clé de tout Etat moderne, le ministère de l'Environnement porte tous les espoirs d'une société responsable. Le nouveau ministre saura-t-il, mieux que son prédécesseur, jouer son rôle de "poil à gratter" du gouvernement ?

PAR HÉLÈNE CUE

Le nouveau ministre de l'Environnement a-t-il à la fois l'autorité nécessaire pour faire évoluer les politiques en cours et l'expertise ? Corinne Lepage, qui a été l'une des premières à se mobiliser pour l'environnement, nous répond à ces questions.

de l'Environnement?

Sciences & Vie, n° 958, 24 mai 1997, p. 52. Le ministère de l'Environnement, 1992-1996, de Corinne Lepage à Ségolène Royal, par Hélène CUE. Document à l'origine de la loi sur les réserves naturelles, le 22 juillet 1996. ***



la loi de 1930, dont certains très importants et attendus depuis des dizaines d'années : Gavarny, massif de l'Estérel, marais de Guérande, canal du Midi, montagne Pelée... Le plan de sauvegarde du marais Poitevin a été mis en place, et trois parcs naturels régionaux ont été créés, cependant que les marais de Guérande et de la Petite Camargue gardoise étaient inscrits au titre de la convention de Ramsar. En ce qui concerne la biodiversité, la création de l'Institut de l'écologie de gestion de la biodiversité au Muséum d'histoire naturelle, la signature du protocole de la convention de Barcelone, relative aux aires protégées et à

la diversité biologique en Méditerranée, la création de 14 réserves biologiques dirigées, la mise en place des parcs marins d'Iroise et de la Corse, et, enfin, la réintroduction de l'ours dans les Pyrénées démontrent que le sujet n'a de loin pas été négligé.

» Enfin, à ma demande, précise l'ancien ministre, la ligne à très haute tension du Val-Louron a été abandonnée, permettant ainsi la sauvegarde d'une vallée d'exception. En ce qui concerne les milieux industriels (...), les relations ont été très fructueuses. Pour la première fois, un groupe informel avec les industriels, chargé de suivre l'évolution du calendrier international et de chercher les voies d'une réflexion prospective, a été institutionnalisé ; 11 engagements volontaires, dont 6 de réduction de gaz à effet de serre, notamment avec le Syndicat français de l'industrie cimenterie, la Chambre syndicale des verreries et la Fédération du verre, et Gaz de France. (...)

Enfin, Corinne Lepage relève un point très important du fonctionnement du ministère auquel sera évidemment confronté l'actuel ministre : « La grande difficulté du ministère de l'Environnement tient aux moyens réduits en personnel comme en matériel qui le placent systématiquement en position de faiblesse par rapport aux autres ministères et ce, quel que soit le ministre. »

Enfin, Corinne Lepage relève un point très important du fonctionnement du ministère auquel sera évidemment confronté l'actuel ministre : « La grande difficulté du ministère de l'Environnement tient aux moyens réduits en personnel comme en matériel qui le placent systématiquement en position de faiblesse par rapport aux autres ministères et ce, quel que soit le ministre. »

Fragments de comète

■ « Mon petit-fils Maxime s'est emparé de votre revue et a regardé avidement ses belles images colorées. En regardant cette photo, je m'interroge : lorsqu'il aura mon âge, pourra-t-il répondre à la question de la couverture ? » nous écrit G. Boutersky, de Pontault-Combault (Seine-et-Marne).



Cruelles amazones

■ « Je suis ancien lecteur de votre toujours très intéressante publication mensuelle, que j'ai connue sous le nom de La Science et la Vie, nous écrit M. Jean Mainil, de Bruxelles. Il est certain que les Amazones ont existé et étaient des guerrières [Science & Vie n° 957 p. 24].

Mais le terme amazone ne signifie pas tueuse d'hommes [...]. En grec, amazone est formé d'a (α) privatif et de mazos (μαζός) : sein. Il est probable que les amazones antiques montaient à califourchon et ne pratiquaient pas la monte dite actuellement en amazone, les deux jambes d'un même côté de la selle. »

On attribue en effet aux amazones la coutume de tuer leurs enfants mâles, mais également celle de brûler le sein droit de leurs filles afin de faciliter le tir à l'arc ...



3615 SCV

La question du mois

Chaque mois, la meilleure question posée sur notre serveur minitel 3615 SCV est récompensée par un abonnement d'un an à *Science & Vie*.

Voici celle d'octobre, posée par "Crustaces" :

Pourquoi les crustacés n'ont-ils pas le sang rouge ?

Chez les crustacés, l'équivalent du sang humain est l'hémolymphe. La structure des pigments respiratoires et la quantité d'oxygène qu'ils transportent – elle-même fonction de la température – expliquent les variations de teinte de cette hémolymphe. Chez de nombreuses espèces, comme la crevette, le crabe ou le homard, les pigments sont en effet des hémocyanines, qui contiennent un atome de cuivre central ; chez les ostracodes et les brachiopodes, les pigments sont des hémoglobines, comportant un atome de fer central.

Publié par
Excelsior Publications SA
Capital social : 11100000 F.
Durée : 99 ans.
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.

SCIENCE & VIE

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 Latsegue. 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 Feerchak. Rédacteurs : Renaud de La Taille, Pierre Rossion, Marie-Laure Moinet, Henri-Pierre Penel, Alexandre Dorozyński, Hélène Guillermot, Roman Ikonikoff, Marie-Sophie Germain. Conception graphique, direction artistique : Gilles Moine. Maquette : Lionel Crooson, Valérie Samuel. Service photo : Anne Levy. Documentation/internet : Marie-Anne Guffroy. Renseignements lecteurs : Monique Vogt. Correspondante à New York : Sheila Kraft, 11211, South Military Trail, Baytown 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, Yves Delaye, Marielle Mayo, Sophie Duroux, Pauline Gravel, Carine Hahn, Philippe Henarejos, Eric Lloret, Kelly Martial, Jean-Philippe Noël, Jean Savary.

RELATIONS EXTÉRIEURES

Michèle Hilling, Maud Bannier.

MARKETING INTERNATIONAL, REVENTES

Directeur-adjoint : Marie-Ange Rouquet-Deszellus, 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 Interdéco, 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 : un an, 12 numéros, 220,80 F ; un an, 12 numéros + 4 hors-série, 300,80 F ; un an, 12 numéros + 6 cahiers, 374,40 F ; un an, 12 numéros + 4 hors-série + 6 cahiers, 454,40 F. Aux Etats-Unis et au Canada : Periodica Inc. - C.P. 444, Outremont, Québec, Canada H2V 4R6. En Suisse : Naville, case postale 1211, Genève 1, Suisse. En Belgique : 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. Changeant 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*.



Le drame de Montérolier

« Le 21 juin 1995, mon fils, deux de ses camarades, leur père, un civil et quatre pompiers, au total neuf personnes, sont décédés dans les grottes de Clairefeuille, galeries percées par les Allemands dans les années 1943-1944 pour le stockage des bombes volantes B1, nous rappelle M. José Lamperier, de Buc-
chy (Seine-Maritime) [Science & Vie, n° 936, p. 42]. [...] Une ordonnance de non-lieu vient d'être rendue par Mme le juge d'instruction, comme suite au réquisitoire définitif du procureur. Dans son pré-rapport, un expert, M. Kle-

Le civisme d'un pépiniériste

■ « La plante que vous avez nommée "la vengeance de Staline" [Science & Vie n° 949, p. 34] ne serait-elle pas la berce du Caucase, *Heracleum mantegazzianum* ? s'interroge M. Christian Gruszka, pépiniériste à Saint-Alban-Leysse (Savoie). Devant les brûlures qu'elle provoque et l'envahissement spontané de nos cultures, nous avions déjà mis en garde notre clientèle et cessé sa commercialisation, bien qu'elle soit appréciée dans les jardins pour son aspect spectaculaire. »

Bravo. Tous les pépiniéristes n'en ont pas fait au-

ACTUALITÉ

Enigme au fond du

■ **Nest morts**, en juin dernier, dans une grotte de Seine Maritime : mystère complet. La version officielle des emanations d'oxyde de carbone provoquées par un feu de bois, ne résiste pas à l'examen. Et si, à cinquante ans de distance, les terribles VI allemands avaient fait de nouvelles victimes ?

o 1965, o Brasil teve a maior taxa de crescimento da economia entre os países da América Latina. O resultado da política econômica adotada pelo governo de Jânio Quadros, que priorizou a industrialização e a diversificação da economia, levou ao aumento da produção industrial e ao desenvolvimento de novos setores econômicos. No entanto, a crise econômica de 1968, que afetou o Brasil e muitos outros países, levou ao fim da política industrialista e ao retorno à política monetária e fiscal tradicional.



labyrinth

Family Factors

какао-бобов. А в маке, к
примеру, в 100 граммах в 100 грам-
мов содержится 5,5 граммов ка-
коа-бобов. И это не единственный
источник какао-бобов, и не
единственный способ их употреб-
ления. Более того, можно
получить какао-бобы из

gaz de combat très volatile, le phosgène, semble confirmée par la présence d'étain, établie dans le pré-rapport de M. Kle-niewski. L'analyse du sang des victimes aurait permis de trancher, mais, pour des raisons obscures, le juge d'instruction s'est refusé à y procéder. Pourquoi s'est-on opposé aux investigations complémentaires qui ont été réclamées par Kle-niewski? Le non-lieu règle rien, et le mystère est entier.

Heure d'été :
à l'année
prochaine

■ L'abondant courrier que nous avons reçu confirme que "l'heure d'été" a ses partisans et ses détracteurs, certains de ces derniers l'associant au souvenir de l'occupant allemand, qui l'imposa de 1940 à 1944. M. Jean Coudert, de Flayosc (Var) et M. Yves Herrouin, de La Chapelle-sur-Erdre (Loire-Atlantique), proposent une médiation : centrer sur l'heure solaire nos usages coutumiers, dont les horaires (lever, ouverture des bureaux, des écoles, des magasins...) sont tout aussi conventionnels. Quoi qu'il en soit, jusqu'en 2001, l'Union européenne perpétuera le changement horaire qu'elle a instauré, à la demande de la France, en 1980. Le 26 octobre, nous profiterons donc à nouveau d'un dimanche de 25 heures. ■

niewski, demandait des investigations complémentaires, mais elles lui ont été refusées. [...] Il y explique que le drame ne peut être dû à un feu de bois allumé par les enfants. Dans la galerie côté Bosc-Renard, les relevés d'air ambiant ont permis de détecter pas moins de sept substances chimiques. [...]. Dans celle de Clairefeuille, qui

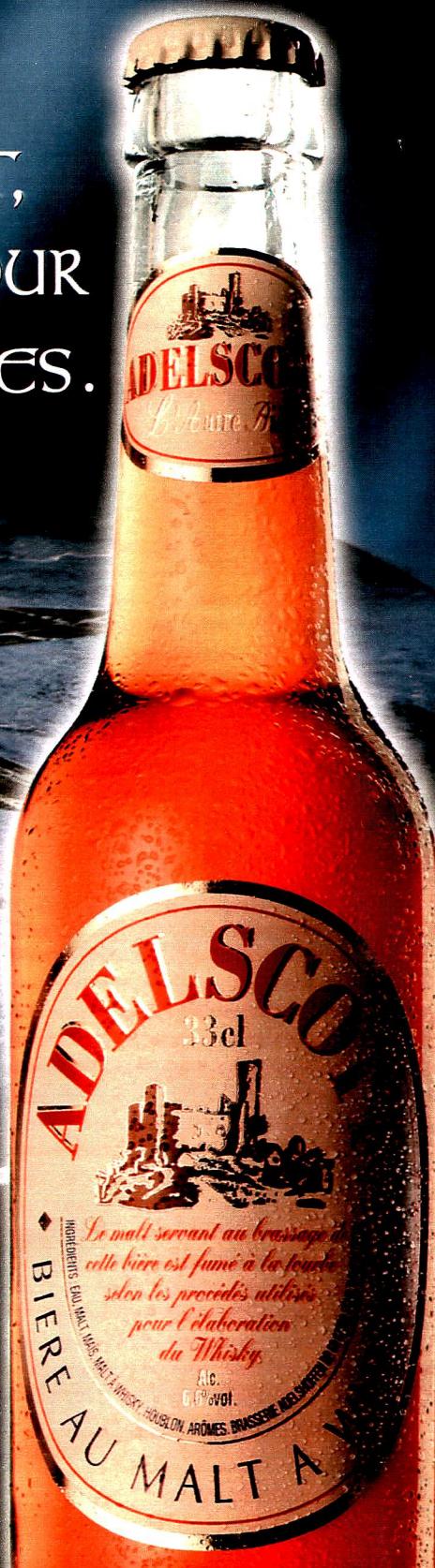
communique avec la précédente, l'expert a retrouvé des traces d'étain sur les parois, "qui ne peuvent provenir que de décomposition de munitions, au sens large du terme". [...] »

Ainsi, sur cette terrible affaire, la conclusion de l'expert rejoint la nôtre. Et l'hypothèse que nous avions émise de la présence d'un



tant. Dans un article sur les "belles ombelles", la revue de la Société nationale d'horticulture, *Jardins de France* (juillet-août 1997), insiste sur les redoutables allergies cutanées qu'elle provoque. Mais, déjà, cette espèce très prolifique

A delscott,
UN PENCHANT POUR
LES TABLES RONDDES.



ADELSCOTT, the different beer.

L'abus d'alcool est dangereux pour la santé - Consommez avec modération

Le malt servant au brassage de
cette bière est fumé à la foudre
selon les procédés utilisés
pour l'élaboration
du Whisky.

INGRÉDIENTS: EAU, MALT, MALT À WHISKY, HOUSLON, ARÔMES, BRASSÉE AU SUCRETIER
AC. 6,6% VOL.

BIÈRE AU MALT A

CHRYSLER GRAND VOYAGER. On aurait pu aisément ajouter au manuel de bord du Grand Voyager une carte géographique du véhicule. En effet, pour ceux qui l'ignorent encore, ce monospace vient d'un pays où l'on sait ce qu'espace et grandes étendues veulent dire. Avec 7 places modulables, un incroyable volume de coffre pouvant atteindre 4880 l, il pourrait aussi bien servir de salle de jeux pour vos chérubins. Une

"Papa, on peut jouer dans le Grand Voyager ?"





autre surprise est sa tenue de route, optimisée par le système de suspension arrière compensée. Et pour finir, vous ouvrirez grands vos yeux devant son confort (climatisation, régulateur électronique de vitesse, radiocassette RDS) et sa sécurité (ABS, airbags - coussins gonflables de protection - conducteur et passager en série). Et tout ça à partir de 192 900 F. THE SPIRIT OF AMERICA ON WHEELS.™



Chrysler

"Oui, mais ne vous éloignez pas trop."

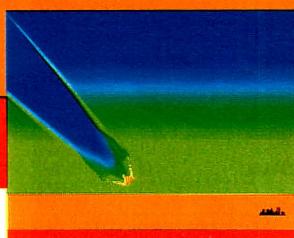
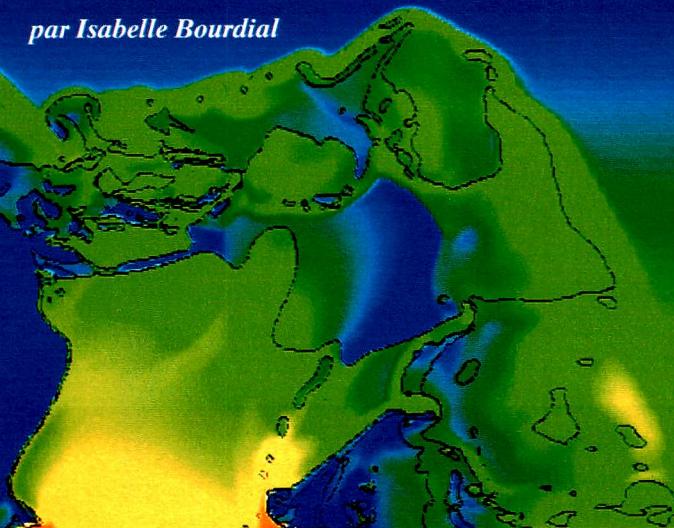


ACTUALITÉ

RECHERCHE

par Isabelle Bourdial

Après avoir traversé l'atmosphère (photo du bas), la comète heurte l'océan (en orange), ce qui entraîne une projection de vapeurs sous pression (en vert). Tels sont les résultats d'une simulation en 3D.



Cataclysme virtuel

Que se passerait-il si une comète pesant un milliard de tonnes percutait la Terre ? Une simulation montre les spectaculaires effets de cet événement heureusement peu probable !

L'ordinateur le plus rapide du monde a simulé la plus grosse des catastrophes : la collision d'une comète avec notre planète. A raison de 1 000 milliards d'opérations par seconde, il a fallu quarante-huit heures à Teraflop Intel (des Sandia National Laboratories, aux Etats-Unis) pour provoquer, en trois dimensions, la chute dans l'océan d'une comète de un kilomètre de diamètre pesant un milliard de tonnes.

Résultat soufflant, mais qui correspond aux précédentes prévisions : l'impact équivaut à l'explosion de 300 milliards de tonnes de TNT, soit dix fois la puissance de l'arsenal nucléaire

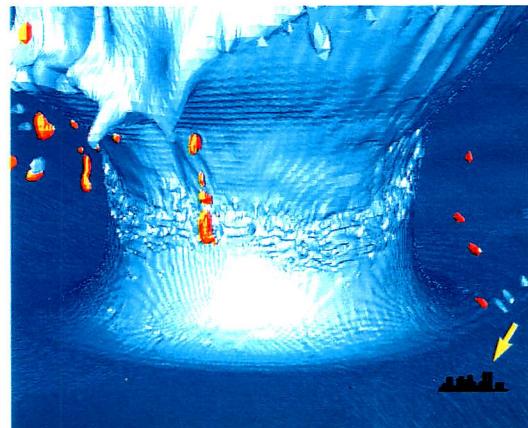
mondial au plus fort de la guerre froide. La comète ferait un trou dans le plancher océanique, en s'évaporant au passage avec quelque 400 km³ d'eau. Entre autres conséquences, on peut prévoir un hiver durable, le soleil étant masqué par les débris du choc, avec les effets qu'on imagine sur l'agricultu-

re et les espèces vivantes. Une consolation : statistiquement, ce genre de catastrophe ne se pro-

duirait qu'une fois tous les 300 000 ans... La panique n'est pas encore de mise.

H. G.

Une ville (flèche) de 3 km de diamètre donne une idée de l'ampleur du choc.



PHOTOS SPL/COSMOS

L'équation d'un flâneur

Le parcours d'un promeneur insouciant dans un parc public est-il statistiquement prévisible ? Oui, à en croire le modèle conçu par une équipe de chercheurs germano-américaine. D. Helbling, J. Keltsch et P. Molnár se sont en effet

LE LANGAGE DES ÉMOTIONS

■ **Lorsqu'un Japonais se dit "heureux", ressent-il une émotion comparable à celle d'un Américain ? Cette question, du genre de celles qui hantent linguistes et cognitivistes, aurait reçu une réponse grâce à une expérience de l'équipe de Kim Romney, de l'université de Californie, à Irvine. L'anthropologue a proposé à trente-trois étudiants américains et à trente-deux étudiants japonais deux tests portant sur les mêmes mots, chacun dans sa langue. Dans le premier, on leur demandait de choisir, parmi trois mots, celui dont le sens différait le plus des deux autres. Dans le second, ils devaient évaluer, sur une échelle de cinq niveaux, le lien de similarité entre deux mots. Résultat : le classement des termes exprimant des émotions était semblable à 66 %. R. I.**

demandé pourquoi et comment, dans un espace initialement homogène, par exemple un parc entièrement recouvert de gazon, certains parcours finissaient par être empruntés par la majorité des promeneurs.

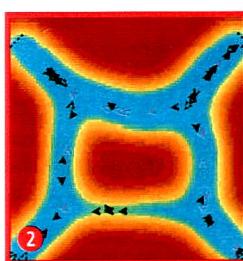
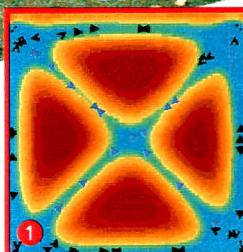
L'attraction que les traces des pas sur le sol (ou l'usure du gazon) exerce sur les promeneurs est le paramètre essentiel de leur modèle.

Les chercheurs ont considéré le cas d'une place carrée ayant des entrées aux quatre coins. Lorsqu'il n'y a encore aucune trace, les promeneurs empruntent le chemin le plus court qui mène d'une entrée à une autre ①. Mais, au fil du temps, cette structure évolue vers une autre plus



D. HELBLING/STUTTGART UNIV.

Quel chemin emprunte un promeneur dans un parc public ? Un modèle mathématique démontre que le choix du flâneur est prévisible.



simple, qui demeure "confortable" à tous les promeneurs ②. Ce modèle, en adéquation avec ce qui est effectivement observé dans les parcs publics, pourrait servir de base à l'étude d'autres phénomènes d'"auto-organisation" urbaine. R. I.

INTERNET

NETTOYAGE DU NET

■ **Depuis qu'Internet est devenu un produit de consommation courante, les problèmes de congestion ne cessent de s'aggraver. Pour combattre ces embouteillages, incontrôlables en apparence, deux scientifiques du Centre de recherche de la société Xerox, à Palo Alto (Californie), ont développé un modèle qui devrait conduire à une meilleure gestion du réseau. Selon ces chercheurs, le "Net" est victime, notamment, de ce qu'on nomme un dilemme social : l'utilisateur n'est pas taxé en fonction de l'occupation qu'il**

fait du réseau. Il ne se restreint donc pas, convaincu qu'il n'est qu'une goutte d'eau dans la mer. Comme chaque utilisateur fait le même raisonnement, les "points" de saturation se multiplient. Dans leur modèle, les chercheurs ont donc attribué à l'utilisateur "moyen" un comportement type qui tient compte de ce dilemme social, mais aussi du fait qu'il raccroche quand l'attente se prolonge, etc. La simulation informatique de la saturation du réseau qui en résulte coïncide avec ce qu'on observe dans la réalité. R. I.



CHIMIE

Coquillages synthétiques

S'ils ne savent pas construire de toutes pièces un être vivant, les scientifiques sont aujourd'hui capables de forger des coquilles artificielles conformes à ceux de mère Nature.

En remplaçant le calcaire par du silicate de tétraéthyle, et les divers polymères organiques, dont les liaisons bâissent la forme des coquilles, par une molécule

de chlorure organique, puis en mélangeant le tout à de l'eau acidifiée, des chimistes de l'université de Toronto (Canada) ont réuni les conditions pour faire émerger spontanément de minuscules structures (de l'ordre du dixième de millimètre). Elles se sont révélées être des spirales à trois dimensions semblables aux véritables coquillages !

Ces travaux s'inscrivent dans une nouvelle tendance de la chimie : étudier comment des formes géométriques complexes peuvent émerger d'une soupe chimique. H. G.

NEUROLOGIE

Bilingue ou bilingue ?

Pourquoi est-il plus difficile de devenir bilingue à l'âge adulte que pendant l'enfance ? Parce que certaines zones cérébrales qui interviennent dans l'apprentissage des langues ne sont pas les mêmes suivant l'âge. Cette découverte est le fait d'une équipe de chercheurs américains du Memorial Sloan-Kettering Center à New York.

Après avoir soumis 12 sujets bilingues (6 "précoces" et 6 "tardifs") à des tests portant sur l'énonciation des mots dans les deux langues, les chercheurs ont constaté – à l'aide d'un dispositif d'imagerie à résonance magnétique – une surprenante différence. Le cerveau des bilingues précoce concentre le traitement des deux langues en une zone unique de l'aire de Broca (dans le lobe

frontal). En revanche, chaque langue est traitée dans des zones distinctes (mais accolées) de l'aire de Broca chez les bilingues tardifs. Le dédoublement des zones serait dû à la perte de plasticité de l'aire de Broca, ce qui explique les difficultés rencontrées par les adultes.

R. I.



A l'âge adulte, l'apprentissage d'une seconde langue est concentré dans une zone du cerveau différente de celle de la langue maternelle.

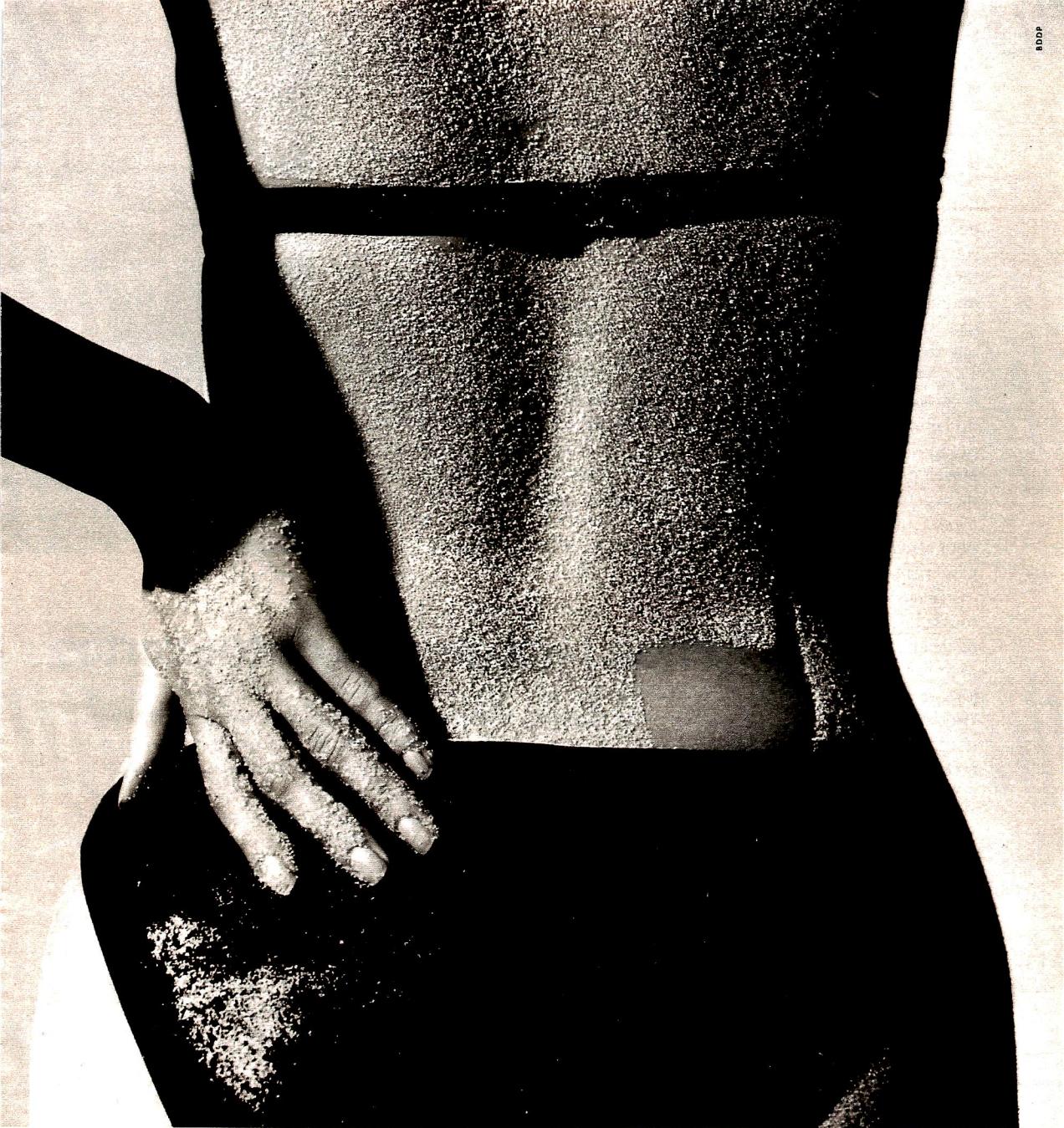
SANTÉ

L'IVRESSE DES TROIS-HUIT

■ Bien que les travailleurs manuels, notamment ceux qui effectuent les trois-huit, subissent souvent des états de fatigue légers ou avancés, les risques associés sont mal quantifiés. Deux chercheuses australiennes, Drew Dawson et Kathryn Reid, sont toutefois parvenues à établir une relation entre le nombre d'heures de

veille d'un individu et la chute de ses performances psychomotrices. En comparant cette courbe avec celle liée à la consommation d'alcool, on constate qu'une veille de vingt-quatre heures a les mêmes conséquences sur la performance que la présence de 0,21 g d'alcool (par litre) dans le sang.

R. I.



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™

MUSÉE DE L'HOMME

Langaney s'en va-t en guerre

La modernisation du musée de l'Homme doit-elle passer par son démantèlement ? Une issue que beaucoup rejettent, à commencer par André Langaney. Son slogan imagé, « Plutôt à poil que sans musée », avait, il y a quelques mois, défrayé la chronique. Le directeur du laboratoire d'anthropologie du musée, qui n'avait pas hésité à payer de sa personne, se dit prêt à poursuivre le combat pour sauver l'illustre établissement.

Créé en 1937, ce musée sous la tutelle du ministère de l'Education nationale a pour vocation de diffuser les savoirs de l'Homme sur l'Homme de tous les continents et de toutes les époques, de façon interdisciplinaire – anthropologie,

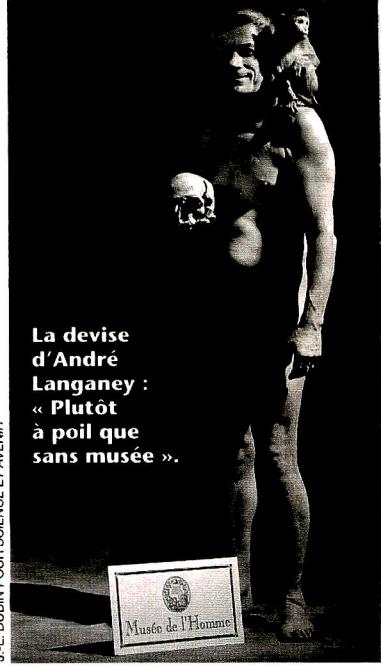
éthnologie, préhistoire. Mais l'indigence des crédits, l'insuffisance du personnel et l'inadaptation des locaux y ont générés de lourds problèmes muséographiques. Depuis des années, ses responsables réclament donc une modernisation afin de mieux protéger les collections et de présenter au public avec plus de rigueur « l'universalité et la diversité des réponses apportées par l'homme aux contraintes de l'environnement, de la

nature humaine et de la vie sociale », selon les termes du comité de défense du musée.

Ce projet risque toutefois d'être sacrifié à la volonté de créer un grand musée des « arts premiers » à partir des collections ethnologiques du musée de l'Homme. La question sera abordée lors d'un colloque qui se tiendra à l'Assemblée nationale, le 10 octobre prochain. C. C.

J.-L. DUBIN POUR SCIENCE ET AVENIR

La devise d'André Langaney :
« Plutôt à poil que sans musée ».



MÉDECINE

Prion : encore des découvertes

L'effort de recherche qui s'exerce sur le prion porte ses fruits, comme en témoignent trois récentes découvertes. L'équipe de Claude Reiss (CNRS, Gif-sur-Yvette) vient de montrer que les maladies qu'il cause ne sont pas toujours dues à des contaminations. La conformation pathogène du prion peut naître spontanément à la suite d'une modification de la machinerie cellulaire qui traduit son ARN messager en protéine. On peut ainsi supposer qu'un stress ou la vieillesse modifie la vitesse de synthèse protéique et engendre une protéine à structure différente, le prion pathogène. Découverte d'autant plus intéressante que la plupart des cas de Creutzfeldt-Jakob sont des cas « sporadiques » dont on n'explique pas l'origine.

L'hypothèse de la contamination en chaîne vient, elle, d'être confirmée par trois équipes qui utilisent pour modèle une protéine de levure, la Sup 35 (1). Comme le prion, elle est produite par un seul et même gène, mais peut épouser deux conformations : l'une « normale », facilement digérée par des enzymes, les protéinases K, l'autre « mutée », résistante à ces protéinases. *In vitro*, la

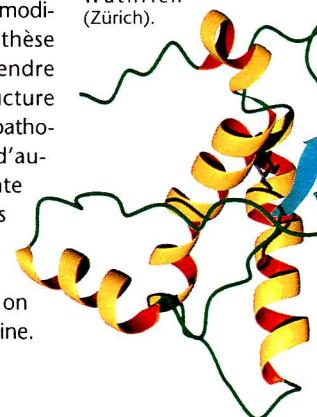
seule présence des protéines mutées suffit à transformer les protéines normales en protéines mutées, qui s'agrègent en plaques fibreuses comme dans le cerveau des mammifères contaminés par le prion.

Enfin, la structure complète de la protéine normale du prion vient d'être mise en évidence (voir ci-dessous).

K. M. et M.-L.

La protéine normale du prion de la souris a été modélisée par l'équipe zurichoise de Kurt Wüthrich. Le fil à son extrémité pourrait contenir la clef de la transformation en protéine pathogène.

(1) Équipes de Michael Ter-Avanesyan (Moscou), de Susan Lindquist (Chicago) et de Kurt Wüthrich (Zürich).



COPYRIGHT BIOLOGIQUE

● Certaines informations sont codées deux fois dans les gènes. Or, suivant la logique des lois de l'évolution, un tel gaspillage de place aurait dû disparaître sous la pression de la sélection naturelle. En concevant une simulation informatique, des biologistes anglais sont arrivés à la conclusion, publiés dans *Nature* (10 juillet 1997), que certains cas de redondance seraient en fait « stables », au regard de la théorie de Darwin. R. I.

EN CAS D'URGENCE BRISEZ LA GLACE

**En cas de découvert,
appelez la dernière personne
que vous auriez envie d'appeler :
votre banquier.**

Etre à découvert, ça peut arriver à tout le monde. Il faut donc arrêter de penser que c'est une faute grave et que nous allons forcément vous sanctionner. Au contraire, nous pouvons vous aider. Plus tôt vous nous informerez, mieux nous pourrons anticiper ensemble votre situation et

vous apporter des solutions : découvert autorisé, crédit personnel, crédit permanent. Tout ceci est déjà prévu dans nos Conventions au Quotidien ou avec Crédilion. Il vous suffit juste de nous appeler.

Votre banque vous doit des comptes.



CREDIT LYONNAIS

ÉTHOLOGIE

Eponges protège-nez



Astucieux, certains dauphins femelles se protègent le rostre d'un morceau d'éponge, pour aller pêcher l'oursin.

Les dauphins sont parfois douillets. Dans la baie des Requins en Australie, cinq femelles dauphin transportent occasionnellement des éponges au bout de leur rostre pour le protéger! C'est ce qu'a découvert la biologiste Rachel Smolker, de l'université du Michigan, aux Etats-Unis. Grâce à cette protection, quand elles cherchent leur nourriture, les malades évitent d'abîmer leur rostre en l'éraflant contre les roches, les oursins et autres poissons à peau toxique, comme le poisson-pierre.

Reste à savoir pourquoi seulement cinq femelles ont eu cette idée.

M.-S. G.

R. SMOLKER

L'INVENTEUR D'ANTIBIOTIQUES

● Comment trouver de nouveaux antibiotiques ? En impliquant les bactéries elles-mêmes. L'idée n'est pas nouvelle, mais elle reste efficace. Certaines comme *Streptomyces coelicolor* sont munies d'une chaîne comprenant une trentaine d'enzymes. A partir d'un élément simple de départ, ces enzymes fabriquent un antibiotique complexe : l'érythromycine. La première enzyme transforme un composé initial en un produit X qui sert alors de substrat à la deuxième enzyme qui prend le relais, etc. Chaitan Khosla, chimiste à l'université Stanford, en Californie, a perturbé ce système, pour obliger la bactérie à synthétiser de nouveaux antibiotiques. En modifiant génétiquement la troisième enzyme de la chaîne, il a interrompu le processus. Puis il a fourni aux enzymes suivantes une molécule différente de celle qui résultait du déroulement normal de la chaîne. Son action perturbatrice a bien eu pour effet l'obtention d'un nouveau produit. Reste maintenant à le tester pour savoir s'il possède bien les propriétés d'un antibiotique. J. V.

ARCHÉOLOGIE

Petits fours gaulois

L'exceptionnelle découverte d'un site métallurgique du fer exploité de l'époque gauloise au milieu du Moyen Age sur l'autoroute A 28 (Le Mans-Alençon-Tours) a donné lieu à une expérimentation archéologique fructueuse. Au pied d'une colline métallifère percée de galeries d'extraction, les archéologues, sous la direction de Christophe Dunikowski (Association pour les fouilles archéologiques nationales), ont retrouvé une centaine de fours de réduction du minerai.

A. SZCZUCZYNSKI



« Ce site est unique en Europe, s'enthousiasme Michel Fluzin, paléométallurgiste au CNRS. Par son ancienneté, par sa pérennité et par la diversité des types de fours utilisés. »

Cinq types ont été reconstitués et expérimentés sous la direction d'Alain Ploquin (Centre de recherches pétrographiques et géochimiques-CNRS). Plus d'une journée était nécessaire pour obtenir une masse pâteuse de fer à 1 300 °C. Mais, alors qu'on pensait que des soufflets en peau constituaient le seul moyen de faire monter la température, la reconstitution a montré qu'ils étaient inutiles, les orifices de ventilation étant disposés de façon judicieuse dans la plupart des cas. C. C.

Grâce à un judicieux système de ventilation, les fours reconstitués ont montré un étonnant pouvoir de chauffe.



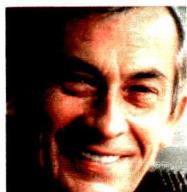
Jean
Louis
David
Résultat Professionnel

GEL SPRAY ET GEL « 3 EN 1 »

NOUVEAU

VOUS NE VOUS PRENDREZ PLUS

LATÈTE
AVEC UN GEL



“Les cheveux cartonnés, collés pour la journée ou scotchés du mauvais côté, c'est terminé. Voici deux nouveaux Gels, deux outils indispensables pour vous faire chez vous la tête qui ne ressemble qu'à vous. Invisibles, incollables, ils sèchent lentement, le temps de... changer de tête.”

Jean Louis David

COIFFEUR CRÉATEUR

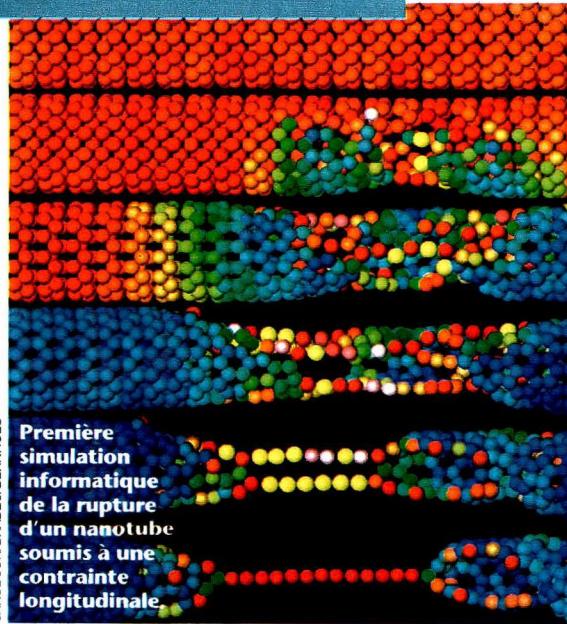
RETROUVEZ CHEZ VOUS
MON RÉSULTAT PROFESSIONNEL.

Parce qu'un mauvais gel est comme une mauvaise paire de ciseaux pour un coiffeur, j'ai créé deux Gels qui vont enfin vous permettre de réussir toutes les coiffures en un clin d'œil.

- Le Gel Spray « 3 en 1 » pour la tenue légère de toutes les coiffures souples.
- Le Gel « 3 en 1 » pour la tenue forte de toutes les coiffures structurées.



Jean Louis David. Des cheveux faciles à vivre.



JAKOBSON/BRABEC/BERNHOLD

ÉTHOLOGIE

Le flair des oiseaux

Les oiseaux ont-ils du flair ? C'est ce qu'ont cherché à savoir les biologistes Tim Roper et Nicola Marples, de l'université du Sussex à Brighton. Verdict : ils arrivent surtout à reconnaître la forte odeur des insectes toxiques.

Les chercheurs ont présenté à une centaine de poussins de l'eau de couleur verte qui avait un goût amer et une odeur suggérant l'amertume du liquide. Après avoir goûté l'eau plusieurs fois, les poussins

ont appris à éviter d'en boire en reconnaissant son odeur. Mais si l'eau n'a pas d'odeur, les poussins la boivent, malgré sa couleur peu engageante. Même résultat avec de l'eau bleue.

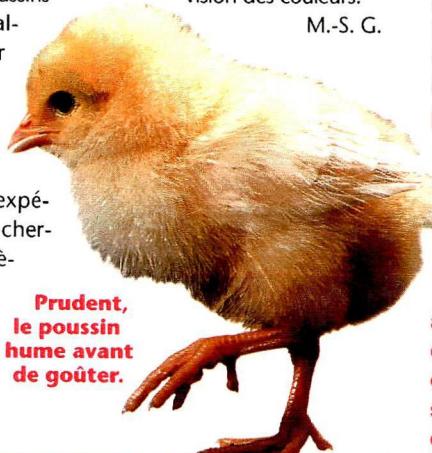
Après ces expériences, les chercheurs suggèrent qu'avant de se décider à manger un insecte toxique,

Prudent, le poussin hume avant de goûter.

D. HALLEUX/BIOS

que de teinte vive, les oiseaux utilisent beaucoup plus leur odorat que leur vision des couleurs.

M.-S. G.



AUDIOVISUEL SCIENTIFIQUE

RENCONTRES IMAGES ET SCIENCE

■ La 14^e édition de ces rencontres internationales se tient à Paris du 20 septembre au 12 octobre. Chercheurs, créateurs et producteurs présentent au public le meilleur de la production mondiale audiovisuelle consacrée à l'information et à la culture

scientifiques. Cette manifestation est la plus importante du genre au monde. Elle est organisée sous l'égide du CNRS et du Conseil international du cinéma, de la télévision et de la communication audiovisuelle auprès de l'Unesco.

NANOTECHNOLOGIE

Petit mais costaud

Depuis l'apparition, dans les années 80, des nanotubes – molécules cylindriques composées uniquement d'atomes de carbone – les physiciens n'en finissent pas de leur trouver des propriétés remarquables (voir *Science & Vie* n° 958, p. 68).

Simulations informatiques à l'appui, du point de vue mécanique, un câble constitué de nanotubes aurait une résistan-

ce cent fois supérieure à celle d'un câble d'acier de mêmes dimensions, pour un poids six fois plus faible ! Mais, aujourd'hui, les chimistes ne savent pas construire de nanotubes au-delà d'une longueur de l'ordre du micromètre. R. I.

UNE MESURE DE L'ORDRE

● Comment savoir si la variation des cotations boursières ou de la fréquence d'émission de particules alpha par un élément radioactif est régie par une loi ou par un processus aléatoire ? L'existence d'une loi cachée qui permettrait de faire des prévisions est un point essentiel pour les chercheurs.

Steven Pincus, mathématicien américain

inépendant, a mis au point une méthode de mesure du "degré de hasard" d'une suite de nombres ou de mesures. Grâce à cette méthode, appelée "entropie approximative", on pourrait, par exemple, en relevant les variations apparemment aléatoires des ondes cérébrales d'un sujet anesthésié, évaluer la profondeur de son sommeil. R. I.

NOUVELLE COROLLA. LE TOP MODEL DE TOYOTA.



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) : Airbag¹ passager et conducteur, direction assistée, vitres électriques à l'avant², immobiliseur antivol, condamnation centralisée des portes³, rétroviseurs électriques dégivrants².

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 présent. Corolla 3 portes 1.3 L Linea terra A.M. 96, 98400 F TTC, hors frais d'expédition et 01627767 (tous garanties combinées).
1. Conduite poussée de sécurité. 2. Siège Linea terra b. 3. Siège Linea terra b.



TOYOTA
MA TOYOTA EST FANTASTIQUE

COROLLA



PHYSIQUE

Les particules fantômes reviennent en masse

Les neutrinos sont les particules les plus abondantes de l'univers et les plus mal connues : on ignore même s'ils ont une masse. Interagissant très peu avec la matière, les neutrinos sont en effet difficiles à détecter. Trois expériences consacrées à la capture de ces "particules fantômes" viennent de livrer des résultats prometteurs.

Il existe en fait trois types de neutrinos, nommés électronique, muonique et tauique. Or les théories physiques établissent que, si les neutrinos ont une masse, ils se métamorphosent – on dit qu'ils "oscillent" – périodiquement d'une espèce en une autre. Le détecteur Sudan 2, dans le Minnesota, et le détecteur Super-Kamiokande, au Japon, qui capturent des neutrinos is-

sus du rayonnement cosmique, ainsi que le laboratoire de Los Alamos (Nouveau-Mexique), qui détecte des neutrinos produits par un accélérateur de particules, obtiennent des résultats convergents : les nombres de neutrinos

électroniques et muoniques détectés ne correspondent pas à ce que les calculs prévoient.

Une explication possible serait que les neutrinos oscillent d'un type à l'autre, brouillant ainsi la répartition entre les différents

types. Ce qui impliquerait qu'ils ont une masse ! L'enjeu est de taille : des neutrinos "massifs" complétraient en partie la fameuse "masse manquante" de l'Univers.

Pas de conclusion prémature, toutefois : les résultats des trois expériences ne sont pas totalement cohérents. Mais l'hypothèse des neutrinos massifs gagne du terrain. H. G.

L'ÉLAN SAUVEUR

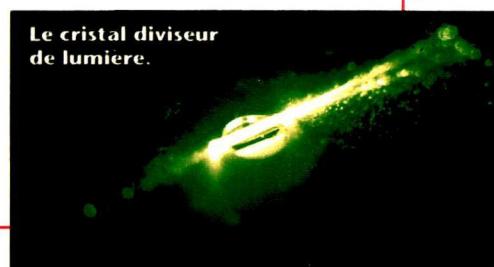
● Les aiguilles du pin Ponderosa, espèce répandue dans les pâturages de l'Ouest américain, sont abortives pour les vaches mais pas pour les élans, qui semblent être protégés par leur flore intestinale. A quelque chose, malheur est bon : les chercheurs du Montana ont extrait de ces aiguilles des lipides qui limitent l'hémorragie... M.-L. M.

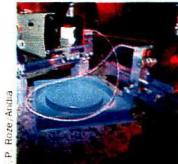
CRISTALLOGRAPHIE LUMIÈRE CRISTALLINE

■ Lorsque le cristal, structure parfaitement ordonnée, est chauffée puis étirée, il devient "non linéaire". Un tel solide possède alors des propriétés optiques particulières, comme par exemple celle d'être un "diviseur" de longueur d'onde. Ainsi, si on l'éclaire avec une lumière infrarouge dont la longueur d'onde est trop grande pour être captée par l'œil, le cristal divisera celle-ci par deux, réfractant vers l'extérieur une lumière visible (en vert). Conçu au Laboratoire de physico-chimie des matériaux luminescents (CNRS), un tel matériau pourrait servir dans l'industrie électronique. R. I.

Le cristal diviseur de lumière.

G. BOULLON/LABORATOIRE PHYSICO-CHIMIE





I.P. Biere-Audia

Avoir inventé Numéris et la télévision haute définition, c'est bien • Se remettre à l'étude et créer les technologies de l'avenir, l'ATM par exemple, c'est encore mieux • Avec plus de 20 000 salariés, la Bretagne est plus que jamais un des premiers pôles français des télécommunications • Ses atouts : une énorme capacité d'innovation et un tissu de PME particulièrement dynamique, reconnu par les grands groupes internationaux •

Aujourd'hui...

En Bretagne, la filière des télécoms se développe à grande vitesse. La région assure à elle seule 40% de la recherche française avec plus de 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, Sup'elec...). Côté entreprises, la progression est aussi remarquable. Le secteur électronique-télécoms emploie plus de 20 000 salariés, en croissance de 1 000 personnes depuis 1992, pour la plupart de niveau cadre et maîtrise ! Depuis 1995, le programme régional ITR (Informatique-Télécommunications Réseaux) mobilise 80 millions de francs. Objectifs : aider à la diffusion des nouvelles technologies et à leur développement.

... et demain

À l'étude, une grande première en France : la création dès 1998 d'un réseau régional à très haut débit. Cette méga-autoroute de l'information va s'appuyer sur une « technologie maison » devenue norme mondiale : l'ATM. L'Asynchronous Transfer Mode, inventé par Jean-Pierre Coudreuse et son équipe au CNET de Lannion, permet d'échanger sons, images et textes quasiment en temps réel.

Contact : Alain Gérardin,
Région Bretagne
tél 02 99 27 12 77 -
A-gerardin@cyberbretagne.tm.fr

Bretagne, le moteur de recherche des télécoms françaises

Pourquoi quitter Paris et s'installer en 1994 en Bretagne ? « Tout simplement pour bénéficier d'un environnement de recherche très favorable », explique Alain Untersee, directeur commercial d'ITIS. Nul doute que cette société de 37 salariés se félicite de cette décision. Elle est aujourd'hui

tout simplement leader mondial des technologies numériques appliquées au « broadcasting » et aux télécoms ! Une telle réussite industrielle méritait des



France Télécom/CNET-Michel Le Gai

perspectives commerciales internationales... dont ITIS dispose depuis son rachat en juin 1997 par le géant américain Harris. Le secret d'ITIS ? Concentrer l'entreprise sur la recherche, pour être, avant tout le monde, sur les marchés émergents. La proximité des centres de recherche bretons est bien un atout stratégique.

Toujours une technologie d'avance

C'est aussi une démarche qualitative qui a amené Faros à Lannion. Spécialiste de l'ingénierie de simulation appliquée à la plupart des secteurs (aéronautique, maritime, automobile...), l'entreprise emploie 34 salariés dont 90% se consacrent à la R&D. « Nous avons quitté l'Eure en 1992 pour recruter plus facilement les ingénieurs et Bac+4 dont nous avions besoin pour nous développer. Nos 15 derniers arrivés viennent de l'ENSSAT de Lannion ou des universités de Rennes... Aujourd'hui, nous entrons dans la phase de commercia-

lisation de nos nouveaux produits... pour espérer doubler notre C.A. », détaille le Pdg Christian Le Coadou. La plupart des PME bretonnes du secteur sont sur des trajectoires tout aussi positives. « Nous sommes toutes sur un marché mondial fortement concurrentiel », confirme Patrick Poupon, directeur général d'Atlantide, société brestoise qui applique les technologies de communication au maritime. « Alors, on se bouge en permanence ! Pour rester devant et continuer à initier les mouvements internationaux ». Atlantide travaille ainsi sur un projet de service utilisant l'ATM entre ports européens...

Un rayonnement mondial

Grâce à ses chercheurs et à ses PME high tech, la Bretagne attire les investisseurs internationaux. Les géants japonais Mitsubishi et Canon sont installés près de Rennes. Et, l'an passé, le groupe canadien Newbridge Networks s'est allié avec OST, une PME de 300 salariés à Cesson-Sévigné. Ce mariage entre deux spécialistes des réseaux informatiques débouche évidemment sur un développement à l'échelle mondiale. Mais Newbridge affiche un intérêt spécifique pour la Bretagne.

« Nous avons foi en les multiples projets qui naissent en permanence ici », explique Sylvie Ritzenhaler, directeur de la stratégie technologique. « Nous avons donc décidé d'investir dans une structure de capital-risque qui suivra et soutiendra la mise au point de nouveaux produits et les créations de nouvelles sociétés dans la région. » La Bretagne des télécoms n'a pas fini de bouger...



BRETAGNE

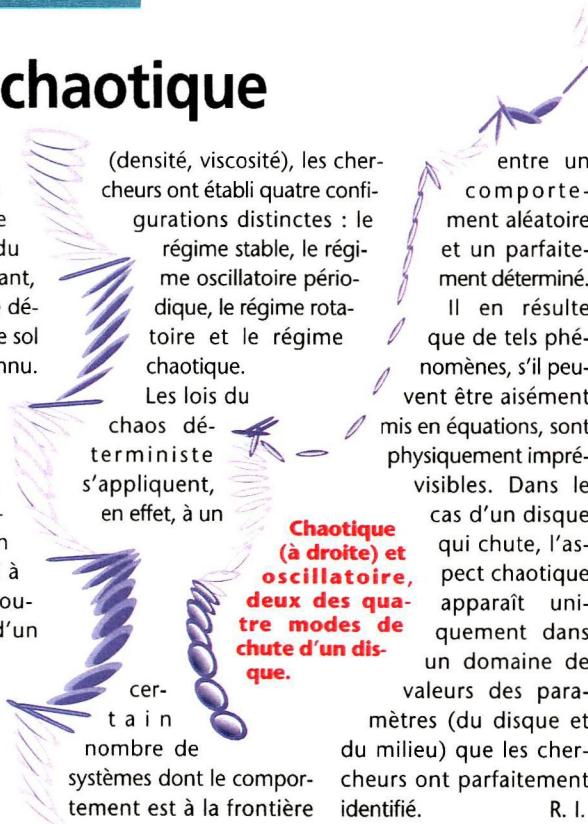
PHYSIQUE

Chute chaotique

On sait par expérience qu'une tartine qui tombe s'écrase toujours du côté beurré! Cependant, le mouvement qu'elle décrit avant de heurter le sol était jusque-là mal connu. L'équipe de physiciens américains dirigée par Franco Nori, du département de physique de l'université du Michigan (Etats-Unis), a réussi à caractériser le mouvement de chute d'un disque.

En faisant varier ses paramètres (densité, diamètre, etc.) et ceux du milieu dans lequel il se meut

A. MEYER



Chaotique (à droite) et oscillatoire, deux des quatre modes de chute d'un disque.

ALIMENTATION
La double personnalité du glutamate

Le glutamate ajouté à toutes les sauces pour renforcer le goût "umami" (salé-viande) a la réputation de provoquer le "syndrome du restaurant chinois" (migraines, mal au ventre...). C'est pourtant officiellement un additif inoffensif qu'on peut consommer sans limite.

En revanche, c'est aussi un neuro-excitateur. En général, il ne franchit pas la barrière hémato-encéphalique, le cerveau fabriquant lui-même le glutamate dont il a besoin. Heureusement, car toute élévation prolongée de sa concentration à la jonction des neurones provoque leur mort.

Le maintien à basse concentration dans le milieu extra-cellulaire se fait par des transporteurs spécifiques. Des chercheurs (1) ont montré le rôle actif de l'un d'entre eux, le GLT-1 : les souris dépourvues du gène du GLT-1 ont des crises d'épilepsie et meurent jeunes avec des lésions cérébrales. M.-L. M.

(1) Kohichi Tanaka, institut national de neuroscience, Tokyo, *Science*, vol. 276, p. 1699.

ASTRONOMIE

DEMANDEZ LE PROGRAMME

R. ARNONASA

■ L'agence spatiale américaine a trouvé une nouvelle jeunesse grâce aux succès des missions des sondes *Pathfinder* (vers Mars) et *NEAR* (vers des astéroïdes). Les idées ne lui manquent pas, toujours dans sa logique du "petit, rapide et pas cher". Ce mois-ci, c'est *Lunar Prospector* qui doit

s'envoler pour cartographier la Lune pendant un an. En 1999, la sonde *Stardust* devrait partir à la rencontre de la comète Wild 2. Quant aux projets encore dans les cartons, la NASA a imaginé pour 2003 une armada d'avions qui pourraient explorer la planète Mars avec plus d'amplitude et de facilité

que les rovers et, vers 2007, une sonde kamikaze qui approcherait le Soleil à moins de 3 millions de kilomètres.

J.-F. R.

Dès 2003, ces avions "pliables" pourraient explorer Mars.



● Avec la participation de Roman Ikonikoff. Ont collaboré à cette rubrique : Catherine Chauveau, Marie-Sophie Germain, Hélène Guillemot, Kelly Martial, Marie-Laure Moinet, Jean-François Robredo, Julie Viala.

Crédits BNP 18-25 ans

One for the money. Two for the taux*.



*Un, le crédit qu'il me faut. Deux, à un taux qui me va.

Vous avez entre 18 et 25 ans et vous êtes étudiant ?

Vous voulez financer vos études, votre logement, un stage à l'étranger ou encore acquérir votre ordinateur, entreprendre un voyage... La BNP vous facilite la vie en vous proposant des crédits à des taux exceptionnels et des conditions spécialement ajustées. Vous pouvez ainsi emprunter jusqu'à 100 000 francs et si vous le souhaitez, ne débutez vos remboursements qu'à la fin de vos études.

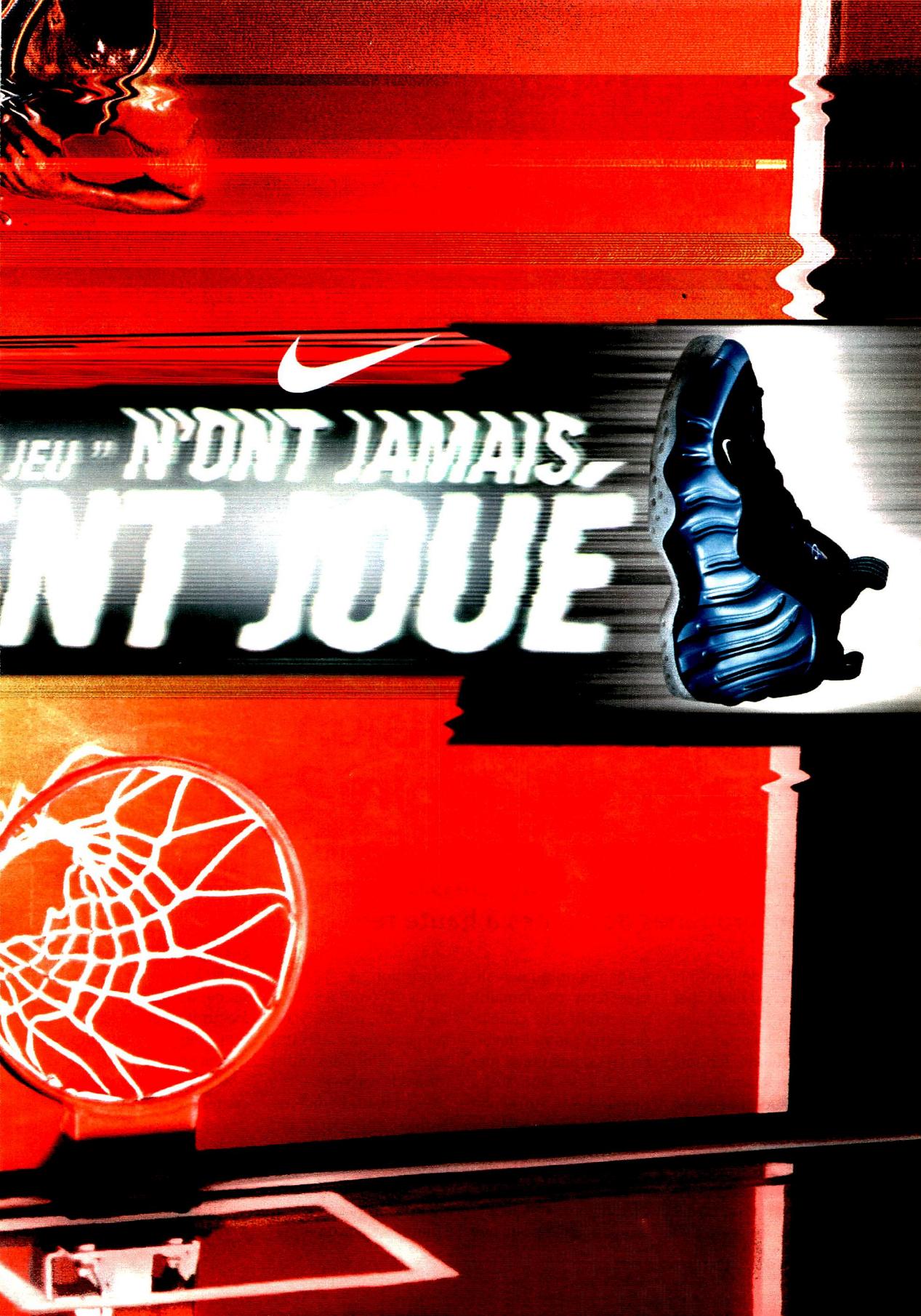
A CHAQUE INSTANT ON DOIT POUVOIR COMPTER SUR SA BANQUE.



Vous avez entre 18 et 25 ans et vous êtes déjà dans la vie professionnelle ? Vous voulez enfin pouvoir vous installer comme vous en avez envie, vivre à votre façon. Pour vous meubler, décorer votre maison, mieux profiter de vos loisirs, organiser les vacances dont vous rêvez, la BNP met à votre disposition des crédits à des taux très préférentiels. Pour vivre votre vie et vos envies... à un coût très raisonnable. Alors, si vous avez entre 18 et 25 ans, consultez un Conseiller BNP dans l'une des 2 000 agences BNP ou en appelant BNP en Ligne.



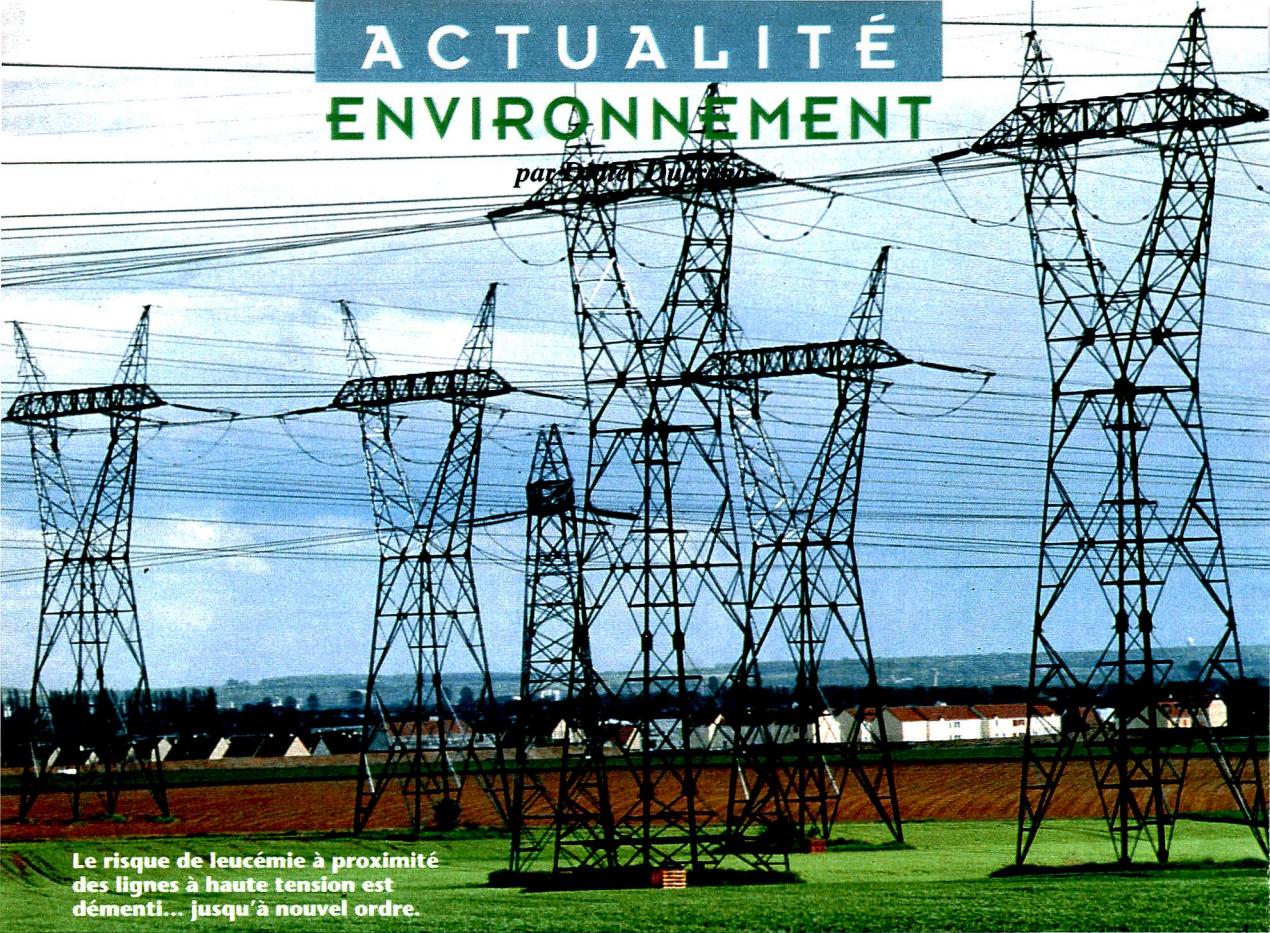
CEUX QUI DISENT "CE N'EST QU'UN
VRAIMENT



NEU - N'ONT JAMAIS
NU JOUE



par Claude Dufour



Le risque de leucémie à proximité des lignes à haute tension est démenti... jusqu'à nouvel ordre.

Haute tension et cancer : qui croire ?

Une étude américaine fait rebondir la polémique au sujet des possibles effets cancérogènes des lignes à haute tension.

Le risque de leucémie (cancer du sang) chez l'enfant ne serait pas augmenté par la proximité de lignes à haute tension. C'est la conclusion d'une récente étude américaine du National Cancer Institute (NCI). Pourtant, plusieurs travaux déjà effectués sur le sujet avaient mis en évidence le contraire.

En fait, les enquêtes

épidémiologiques réalisées dans ce domaine présentent des conclusions très contradictoires. En 1993, une étude menée par le laboratoire Karolinska de Stockholm avait montré que les enfants exposés aux champs électromagnétiques avaient quatre fois plus de risques de développer une leucémie pour une

exposition à 3 milligauss (1) (voir *Science & Vie* n° 905, p. 88). Mais, la même année, des travaux californiens affirmaient le contraire.

Cependant, l'étude du NCI est considérée par nombre de spécialistes comme très fiable. C'est la première fois que des mesures directes du champ électromagnétique

sont effectuées dans la maison des enfants suivis (une mesure pendant 24 heures dans leur chambre, et pendant 30 secondes dans trois ou quatre autres pièces et à l'entrée de l'habitation). Les précédentes enquêtes épidémiologiques se contentaient d'évaluer le champ électromagnétique, à partir de la puissance des installations électriques et de la distance les séparant des habitations.

Mais l'interprétation de ces résultats donne lieu à des divergences d'opinion. « Les travaux du NCI présentent des résultats similaires à ceux de notre étude », explique Maria Feychtung, épidé-

miologiste à l'institut Karolinska et auteur de l'étude suédoise de 1993, « mais nos conclusions diffèrent » !

En revanche, David Hafemeister, un physicien de l'université polytechnique de Californie (auteur d'un rapport sur "Les lignes électriques et la santé publique", remis à l'American Physical Society), approuve les scientifiques du NCI : « Les résultats de ces travaux correspondent à ceux de mes recherches », affirme-t-il.

Des études canadiennes et anglaises en cours pourraient apporter de nouveaux éléments au début de l'année prochaine. Pour certains scientifiques, comme David Hafemeister ou Pascal Guénel, épidémiologiste à l'INSERM, les recherches sont trop nombreuses, et les fonds accordés, démesurés. Selon d'autres, comme Maria Feychtig, il est essentiel de poursuivre ces études : « Si les scientifiques ne s'accordent pas sur la question, les gens auront peur... à juste titre. »

S. D.

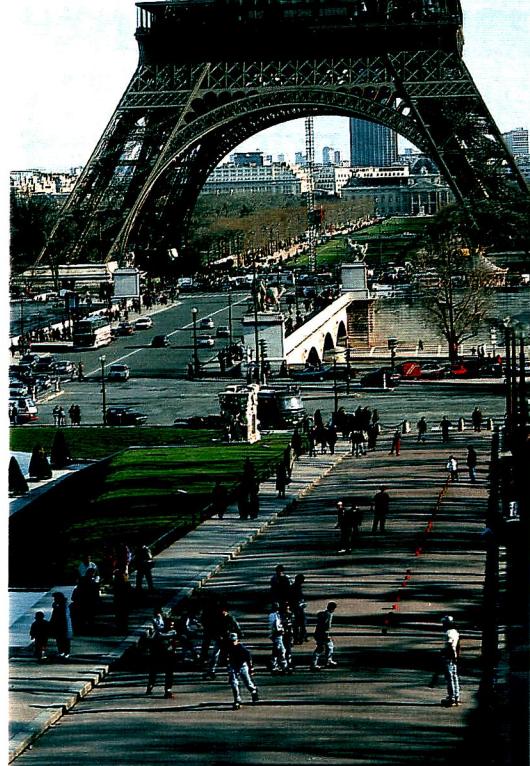
(1) Le gauss est une unité d'induction magnétique.

SANTÉ

Vigoureux Franciliens

En dépit de la pollution atmosphérique à laquelle ils sont exposés, les Franciliens ont le cœur vaillant ! L'étude SU-VIMAX, coordonnée par le Pr Serge Hercberg, de l'INSERM, a montré que les habitants de l'Ile-de-France bénéficient d'une sous-mortalité globale d'environ 6 % (- 7 % pour les cardiopathies ischémiques, et de - 18 à - 21 % pour les maladies cérébrovasculaires !).

Résultat : l'espérance de vie des Franciliens est de 77 ans en moyenne, contre 76,6 pour l'ensemble des Français. Qu'est-ce qui les distingue du reste de la population ? Ils sont plus riches : 29 % de la richesse nationale et



R. MAZINDAF

23 % des emplois, pour seulement 19 % de la population. Une différence de revenus qui se traduit par une offre de soins mé-

dicaux supérieure (5,3 lits d'hôpital par habitant, des scanners, des IRM, etc.) et par une meilleure qualité de vie.

S. F.

BIENVENUE CHEZ LES OUISTITIS !

● Selon Colleen Schaffner et Jeffrey A. French (université du Nebraska), le sort que réservent les femelles ouistitis

(*Callithrix kuhlii*) aux immigrants dépend de la taille de leur tribu. Un nouvel arrivant sera fort mal reçu par les femelles reproductrices appartenant à un grand groupe. En revanche, ces dames feront meilleure figure si elles sont peu entourées. Elles voient en effet un avantage immédiat

à cette arrivée : le nouveau venu les soulagera de lourdes tâches ménagères pendant qu'elles pouponneront à loisir. G. M.



Femelle ouistiti cherche aide-ménagère... (ici, un *C. geoffroyi*.)

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.

CLIMATOLOGIE

Les caprices d'El Niño

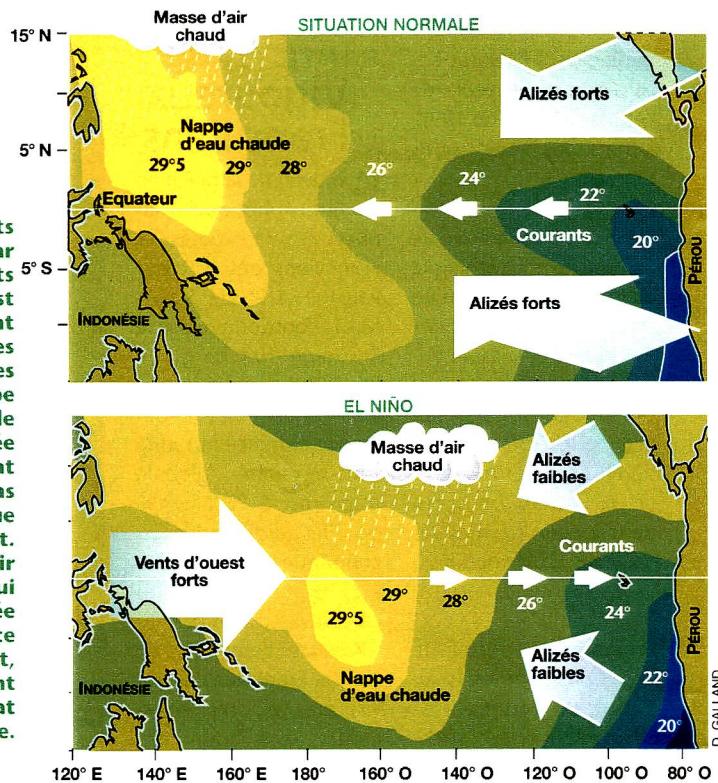
Une équipe de chercheurs de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération (ORSTOM) vient d'apporter de nouveaux éléments à la théorie concernant le phénomène climatique El Niño.

Ce dérèglement périodique du climat se produit en moyenne tous les quarante mois. Il se manifeste lorsque, dans le Pacifique central équatorial, les vents d'est (alizés) faiblissent alors que soufflent de puissants vents d'ouest.

La nappe superficielle d'eau chaude dessalée présente en temps normal dans le Pacifique ouest se

Les courants provoqués par de puissants vents d'ouest entraînent vers les côtes péruviennes la nappe d'eau chaude dessalée habituellement présente dans le Pacifique ouest. La masse d'air chaud qui lui est associée se déplace vers l'est, perturbant le climat de la planète.

displace alors vers les côtes péruviennes. La masse d'air chaud ascendant



ÉCOLOGIE

La vache et le satellite

Des génisses et des juvéniles d'un hameau d'Auvergne (Ternant, Puits-de-Dôme) ont été équipées de récepteurs GPS (Global Positioning System). Ce système de positionnement par satellite permet de suivre avec précision les déplacements des animaux. « A partir de cartes de la végétation, on sait ainsi exactement ce qu'ils mangent et à quel rythme », explique Didier

Micol, responsable de ce programme de recherche à l'Institut national de la recherche agronomique de Clermont-Ferrand.

Mieux connaître les habitudes alimentaires des deux espèces permettra la mise en place de plans de débroussaillage de la moyenne montagne par des troupeaux mixtes. Il s'agit de la rendre praticable et plus riche au niveau écologique. En effet, le développement des friches ligneuses se fait aux dépens de la biodiversité. V. R

Une tondeuse sur pattes surveillée par satellite !



produit par cette nappe d'eau se retrouve ainsi plus à l'est. Un grand nombre de nuages se forment au large du Pérou, perturbant ensuite le climat de nombreuses régions de la planète en exportant de la chaleur vers les deux hémisphères.

Selon les scientifiques de l'ORSTOM, le rôle des courants de surface et des ondes provoqués par les vents est beaucoup plus important dans le fonctionnement d'El Niño qu'on ne le pensait jus-

qu'alors. Ce sont eux, en effet, qui entraîneraient vers les côtes péruviennes la nappe d'eau chaude responsable du changement climatique. Et ce sont encore eux qui, en "rebondissant" sur les côtes sud-américaines, provoqueraient le retour de cette masse d'eau à sa place initiale, rétablissant ainsi l'équilibre climatique du globe.

Cette découverte est une pièce de plus au puzzle complexe de ce phénomène encore mystérieux. S. D.

DÉSERTIFICATION

TERRE EN PÉRIL

■ Selon l'Organisation des Nations unies, 70 % des terres arides et semi-arides de la planète sont menacées de désertification. Ce phénomène concerne 900 millions d'êtres humains d'une centaine de pays.



Bar Navona, Piazza Navona 67, Rome

MADE IN ITALY.*

MARTINI

*Elaboré en Italie et servi, comme ici, au Bar Navona à Rome. Martini Bianco se déguste pur, sur glace ou allongé de Tonic. Pour les connaisseurs, le secret d'un Martini Bianco Tonic, c'est de mélanger exactement 50 % de Bianco et 50 % de Tonic.

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

CHIMIE

Une claque aux petites mauvaises odeurs



La société Biorand, de Mutzig (Bas-Rhin), a mis au point un procédé permettant de dissiper les mauvaises odeurs : on vaporise une solution d'aldéhydes (le cas échéant additionnée d'un parfum) qui neutralisent le nuage malodorant. Biorand vend son savoir-faire dans le monde entier, aussi bien dans les domaines de la pétrochimie, de l'agroalimentaire et de la papeterie qu'aux fonderies, aux hôpitaux, aux restaurants, aux abattoirs, etc.

Cependant, les réactions chimiques impliquées dans ce processus restent mystérieuses. Les recherches sont effectuées de façon empirique. Des mesures olfactométriques en laboratoire permettent de quantifier la réduction de la nuisance en fonction du type d'odeur. Les résultats sont ensuite validés par des tests sur des personnes. « Nous travaillons à définir le processus chimique avec différentes unités de re-

Le procédé Biorand (ci-contre) neutralise la puanteur des stations d'épuration (ci-dessus, en Corée).



BIORAND

cherche (universités, entreprises privées...), souligne Robert Wuest, le directeur de Biorand, « mais

tant de composés entrent en jeu qu'il est pratiquement impossible de le cerner dans son entier ! » V. R.

INDUSTRIE

L'ozone ou le foie, il faut choisir

L'usage des CFC (chlorofluorocarbones) est interdit depuis 1990. En effet, ces gaz utilisés dans les bombes aréosols et les liquides réfrigérants altèrent la couche d'ozone et favorisent le réchauffement du climat.

Mais le remède est pire que le mal : si les produits de remplacement, les HCFC

Les nouveaux gaz réfrigérants HCFC sont dangereux pour l'homme (ici, une chambre froide).

(hydrochlorofluorocarbones), sont sans danger pour l'environnement, ils se révèlent toxiques pour le foie. Neuf employés d'une fonderie ont été

THÉ VERT

- Une enquête épidémiologique japonaise suggère que la consommation de thé vert protégerait contre certaines formes de cancer.

NOURRIR LE MONDE

- Il y aura 10 milliards de bouches à nourrir en 2050. Aujourd'hui, il y en a 5,7 milliards... dont 800 millions d'individus qui meurent de faim. Grâce à ses plantes transgéniques, la société de biotechnologie Monsanto assure qu'elle pourra nourrir la planète entière sans pour autant détruire l'environnement. On ne demande qu'à la croire...

victimes d'une hépatite après une fuite de HCFC provoquée par la défection du système d'air conditionné.

Pourtant, cette hépatotoxicité avait déjà été mise en évidence par des expérimentations animales.

En attendant de nouvelles mesures, les HCFC sont toujours utilisés, et, dans les années à venir, leur production devrait largement augmenter.

M.-S. G.



SITTNER/REA

Fujitsu
LifeBook™ 656 Tx

Processeur Intel
Pentium® 150MHz
avec technologie MMX™

32Mo de mémoire
SDRAM

Mémoire vidéo de
2Mo VRAM avec
accélérateur graphique
PCI de 12bit

2 ports PCMCIA
de type II

Port Zoomed Vidéo

Batterie Lithium Ion

Suite de logiciels
RoadOffice

Unité d'extension
multimédia

Garantie 3ans
Internationale

LIFEBOOK

Appelez-nous vite au:

01 41 97 93 22

Visitez notre site Internet

www.fujitsu-computers.com



Voyagez léger!

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!

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

Nom _____ Prénom _____

Titre _____

Société _____

Adresse _____

Code Postal _____

Tél _____

Fax _____



S.V.27.9.97. LB-8

FUJITSU

PCs • NOTEBOOKS • SERVERS

ORNITHOLOGIE

L'envol du gypaète



Ce jeune gypaète barbu est le premier à être né en liberté depuis cent ans.

Un jeune gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*) a pris son envol cet été en Haute-Savoie. C'est la première naissance en liberté du rapace dans les Alpes européennes depuis la fin du xix^e siècle (1880 en Autriche et en Suisse). Le dernier gypaète sauvage de la région avait été tué dans les années vingt, en Italie. Mais 72 individus ont été réintroduits dans les Alpes au cours des dix dernières années.

Cet oiseau, d'une envergure de 2,7 à 2,8 m pour un poids de 5 à 7 kg, peut vivre une quarantaine d'années. Bon vent au jeune gypaète !

DENNIS/SUNSET

HARCÈLEMENT

● Les éléphantes du parc Kruger, en Afrique, sont harcelées par des mâles surexcités. En effet, un programme de contraception a été mis en place pour limiter la population du parc ; mais les implants d'oestrogènes ont renforcé les chaleurs des femelles, donc les assauts des mâles. Les vétérinaires, qui craignent pour la santé des éléphantes – épuisées –, vont arrêter ce programme.

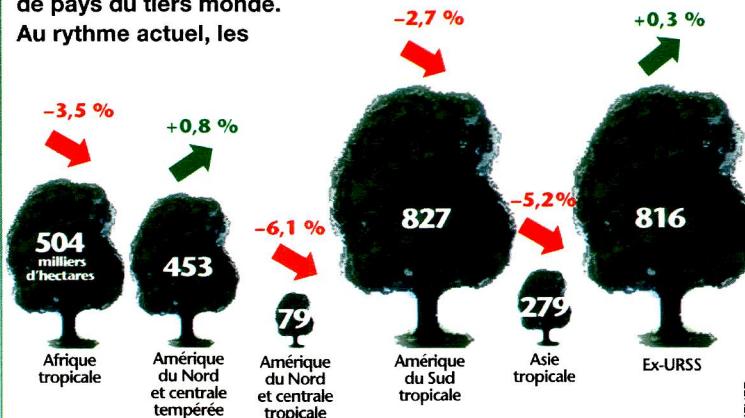
● Ont collaboré à cette rubrique : Sophie Duroux, Sonia Feertchak, Marie-Sophie Germain, Géraldine Magnan, Véronique Rochewsky.

DÉFORESTATION

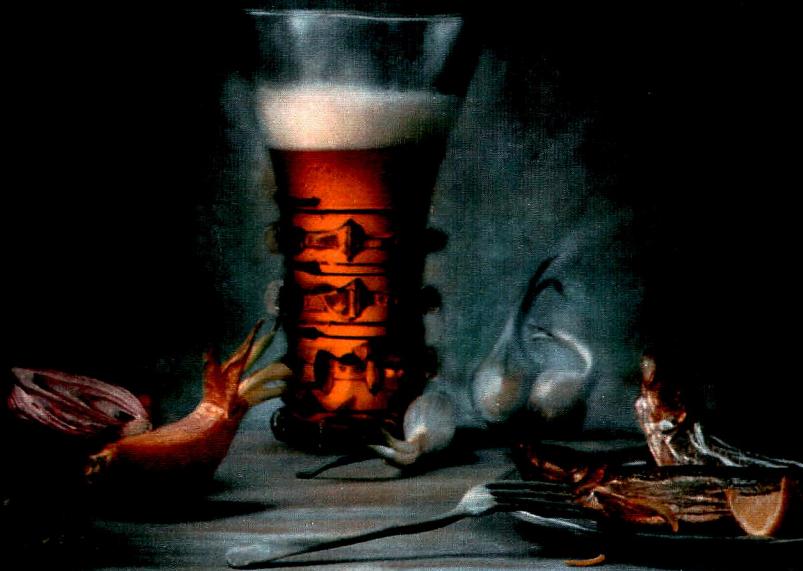
DÉSERT EN VUE

■ Le dernier rapport de la FAO concernant l'état de la couverture forestière mondiale révèle une disparité alarmante entre les pays pauvres et riches. Alors que la superficie forestière stagne, voire augmente, dans les pays développés, elle diminue à une vitesse vertigineuse dans bon nombre de pays du tiers monde. Au rythme actuel, les

forêts des Philippines auront complètement disparu dans trente ans, celles de l'Afghanistan, dans seize ans, et celles du Liban, dans quinze ans. Enfin, dans moins d'un siècle, les forêts tropicales d'Amérique du Nord et d'Amérique centrale ne seront plus qu'un vague souvenir...



A. MEYER



MAÎTRES HOLLANDAIS

BRASSÉE ET MISE EN BOUTEILLE EXCLUSIVEMENT CHEZ BAVARIA,

À LIESHOUT AUX PAYS-BAS OÙ L'ON EST MAÎTRE BRASSEUR DE PÈRE EN FILS

DEPUIS SIX GÉNÉRATIONS, LA BAVARIA 8.6, BIÈRE AMBRÉE, S'OBTIENT

EN ADDITIONNANT UN MALT CLAIR D'UNE TRÈS FAIBLE QUANTITÉ DE MALT

PLUS FONCÉ. BIÈRE SPÉCIALE, LA BAVARIA 8.6 FAIT L'OBJET

D'UNE FERMENTATION PARTICULIÈREMENT LONGUE.



BAVARIA
HOLLAND BEER

*Maîtres brasseurs hollandais
de père en fils depuis 1719*

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

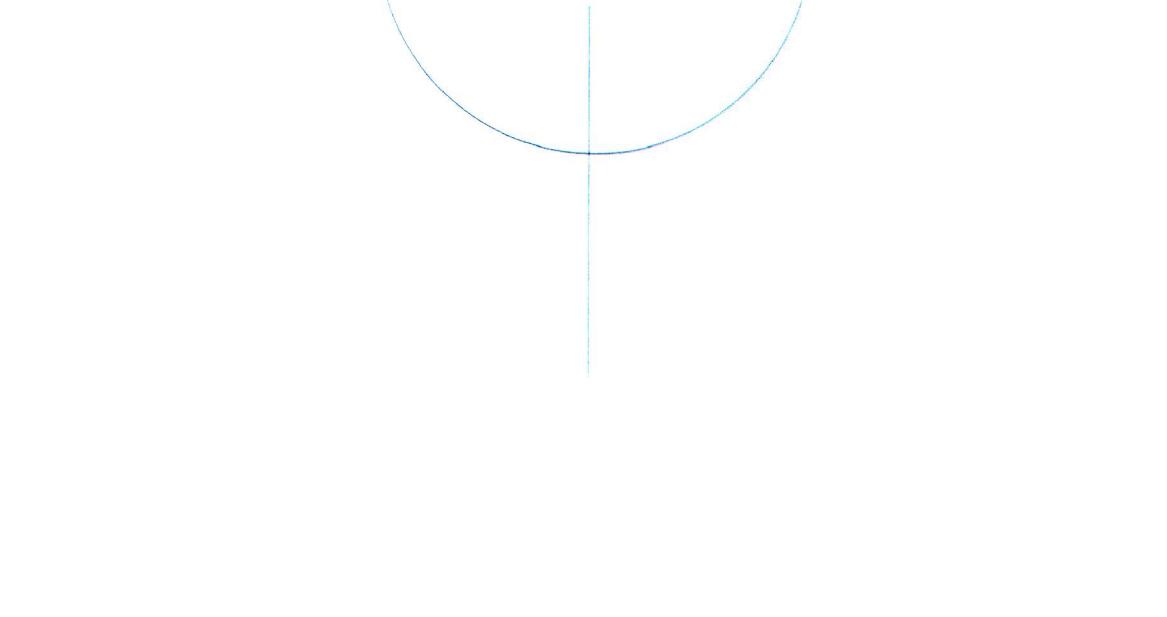


Pour trouver la meilleure façon de dire ce que l'on a envie de dire.

Mot de passe



L'Internet par France Télécom



Si l'Internet est la meilleure source d'informations existant dans le monde, c'est aussi le meilleur moyen de dire tout ce que vous avez envie de dire, à qui vous le souhaitez, où que vous soyez. 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, que vous vouliez découvrir instantanément les dernières photos de Mars ou visiter le MoMA à New York. Et pour échanger des messages et des images avec vos correspondants dans le monde entier, vous disposez d'une **adresse électronique personnalisée** et du

Carnet d'adresses (annuaire "E-mail"). Wanadoo vous propose **un kit de connexion en français**, accompagné d'un guide d'utilisation détaillé et pratique. Wanadoo, c'est aussi **une assistance téléphonique** pour répondre à toutes vos questions et une large gamme d'abonnements pour choisir la formule qui vous convient le mieux.



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 **Nazur 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

ACTUALITÉ TECHNOLOGIE

par Germain Chambost

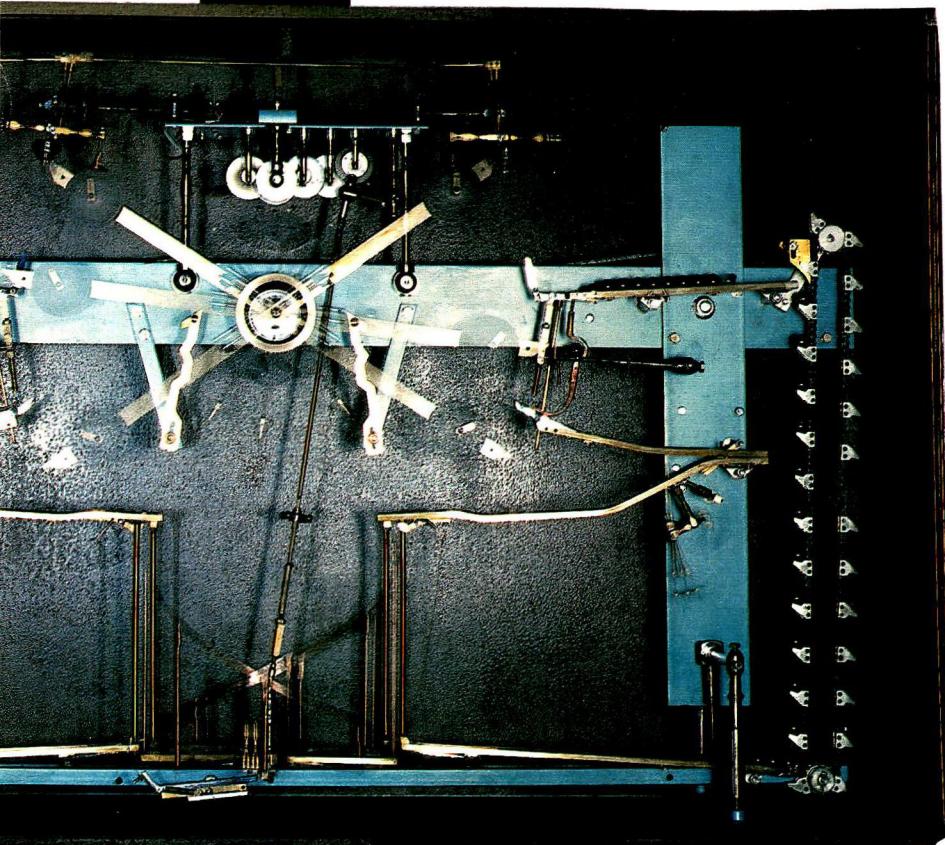


Les billes du temps

Une horloge à billes...

L'idée, non dénuée
de poésie,
mais nécessitant
une technologie
aussi inventive

que précise, a vu
le jour en la bonne ville
de Cahors. Son créateur
est le sculpteur
Michel Zachariou.



N. BAYA

En matière d'horlogerie, l'invention n'est jamais en repos. Et depuis le mois de juin dernier, la ville de Cahors présente une horloge urbaine d'un genre particulier : ce sont des billes d'acier qui assurent le mouvement du balancier et du mécanisme. Cette horloge a été installée sur la place Saint-Urcisse de la capitale du Quercy. Conçu, fabriqué et mis au point par le sculpteur Michel Zachariou, le mécanisme de l'horloge est basé sur un balancier horizontal, ce qui, déjà, le différencie des horloges traditionnelles, à balancier vertical. Le balancier oscille autour d'un axe central et les billes sont élevées de part et d'autre par deux petits "ascenseurs" électriques, sorte de chaîne sans fin équipée de godets. Lorsqu'une bille, qui pèse 80 grammes, tombe sur l'une de ses extrémités, le balancier bascule vers le bas ; avant qu'une autre bille soit déposée, de l'autre côté, sur l'ex-

trémité du balancier qui s'est relevée... et ainsi de suite. Une oscillation complète de ce dernier dure quinze secondes, et fait donc appel à deux billes. Mais le travail de ces dernières ne se borne pas à faire osciller le balancier horizontal. Lorsque le balancier les a déposées, après son basculement, elles font tourner par leur poids le mécanisme d'entraînement des engrenages qui commandent les aiguilles de l'horloge. Puis elles rejoignent le pied des ascenseurs...

Le mécanisme imaginé par Michel Zachariou possède une bonne précision, et comporte ses propres systèmes de régulation, qui tiennent compte des variations de température et d'hygrométrie. Pour un fonctionnement à long terme sur une place publique, comme c'est le cas, on a même prévu un système de remise à l'heure par radiocommande.

PÈSE-PERSONNE POIDS PLUME

● La société japonaise Naxat Co. propose un pèse-personne qui tient dans une toute petite sacoche de voyage, puisqu'il ne mesure que 12 x 8 x 3 cm, et dont le poids n'excède pas 350 g. Pour se peser, il suffit de se mettre en équilibre sur un seul pied : en trois secondes, la machine indique le poids de l'utilisateur.



HYGIÈNE

LE SHAMPOOING SANS LES MAINS

■ Cinq minutes : c'est le temps qu'il faut à la machine "à laver la tête" - inventée par des Japonais - pour mouiller les cheveux, appliquer le shampooing et rincer. Elle est spécialement destinée aux clientes des salons de coiffure qui n'apprécient guère le contact des mains de la coiffeuse durant cette opération (il en existe !). La cliente place sa tête dans une sorte de coquille fermée : un jet de shampooing, un jet d'eau chaude - qui mouille les cheveux, fait mousser le shampooing et masse le cuir chevelu -, un rinçage et un séchage par air... Le tour est joué !



DR

AUTOMOBILE

Fraîcheur solaire

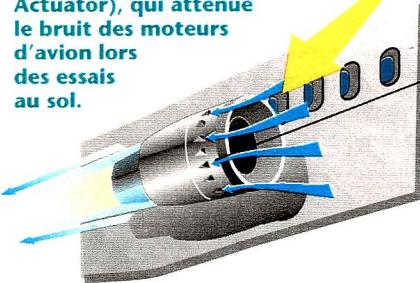
Une voiture climatisée, même à l'arrêt... Un rêve ! Que la société allemande Bayer Solar GmbH vient de réaliser sur des Audi. Et cela, grâce à

l'énergie de notre bon vieux Soleil.

Avec la réduction de leur prix de revient, due notamment à des processus de fabrication plus simples, les cellules solaires, qui convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique, trouvent des applications de plus en plus nombreuses. Y compris, bien sûr, dans le domaine de l'automobile. Certes, on sait qu'il existe des véhicules munis par un moteur électrique et qui font appel à ce type d'énergie. Des compétitions sont même assez régulièrement organisées. Mais cette utilisation reste encore du domaine expérimental, le manque de puissance constituant un handicap certain. Il en va tout autrement

avec cette nouvelle application, imaginée par les chercheurs de la société allemande de Fribourg. Ces derniers ont mis au point un système de climatisation qui fonctionne grâce à des cellules solaires installées sur le toit des véhicules, comme les Audi A6 et A8. La climatisation fournit de l'air frais en permanence, y compris dans les endroits les plus chauds. Le système continue de fonctionner lorsque le moteur de la voiture est arrêté et que celle-ci se trouve immobilisée "en plein cagnard"... Fini la pollution due au rejet des gaz d'échappement du moteur que l'on fait tourner dans un parking ou en pleine ville, juste pour alimenter la climatisation !

La société britannique Cambridge Concept propose le DPA (Digital Pneumatic Actuator), qui atténue le bruit des moteurs d'avion lors des essais au sol.



Le "DPA du futur" : placé dans le réacteur même, il neutralisera le bruit de l'avion en vol...

AÉROPORTS

Le silence des avions

Ce que l'on appelle le "contrôle actif du bruit" est déjà couramment utilisé à bord des avions ou des véhicules terrestres. Il repose sur la détection de la fréquence des ondes sonores à neutraliser, auxquelles on oppose d'autres ondes de même niveau mais en opposition de phase. Le

passager ne perçoit de la sorte qu'un bruit atténué. Les Britanniques semblent décidés à aller beaucoup plus loin pour protéger les riverains des aéroports contre le grondement des moteurs lors des essais effectués au sol par les mécaniciens, et que l'on appelle des "points fixes". Une société, Cambridge

Concept, propose ainsi un système, le Digital Pneumatic Actuator (DPA). Le DPA, placé au sol près de la source sonore, mesure les variations du bruit du moteur au point fixe, et adapte ainsi sa contre-émission. Des essais ont été effectués avec succès sur l'aérodrome de Cranfield, et vont l'être bientôt sur

FABRICATION

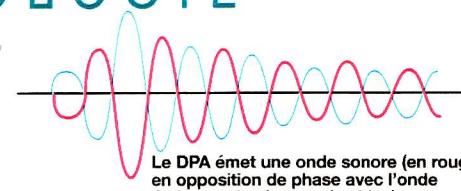
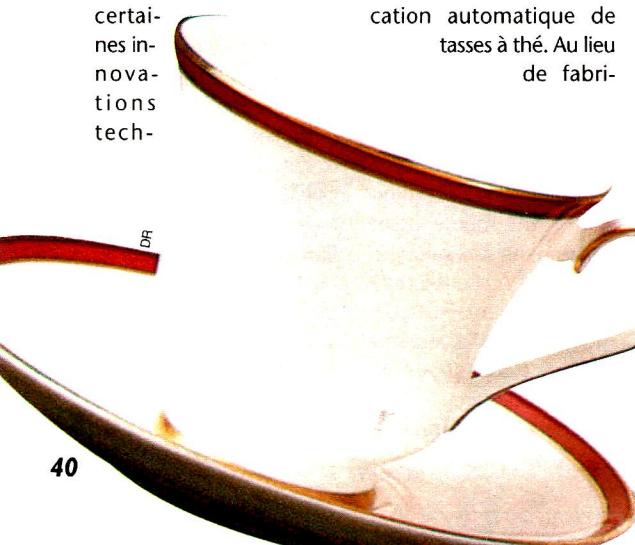
Des tasses à la chaîne

Grâce au programme européen Euréka, qui aide au financement de certaines innovations techni-

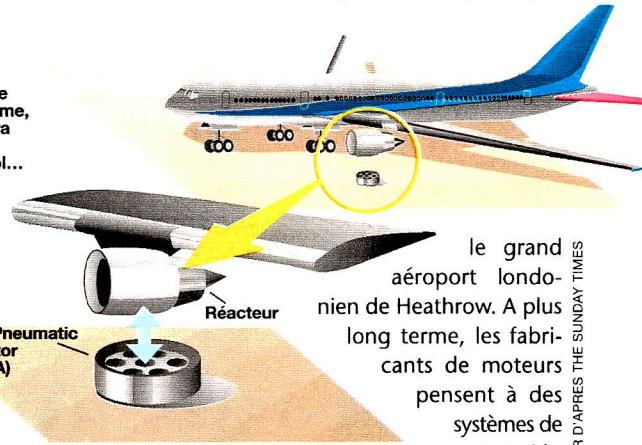
nologiques, la société française Elmetherm a mis au point un procédé de fabrication automatique de tasses à thé. Au lieu de fabri-

quer les trois parties de la tasse – corps, anse et pied –, puis de les assembler, la machine Tea-Cup réalise l'ensemble des opérations en une seule fois. D'où des gains de productivité importants, notamment dans la réalisation de produits haut de gamme.

Le prototype industriel de Tea-Cup est déjà installé chez les partenaires britanniques d'Elmetherm, Royal Doulton et Wedgwood, spécialistes de la céramique.



Le DPA émet une onde sonore (en rouge) en opposition de phase avec l'onde émise par le réacteur (en bleu).



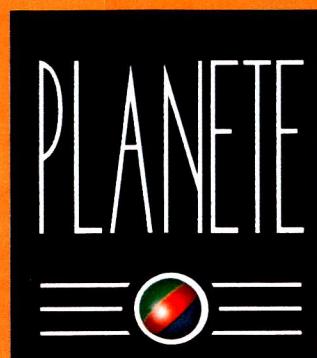
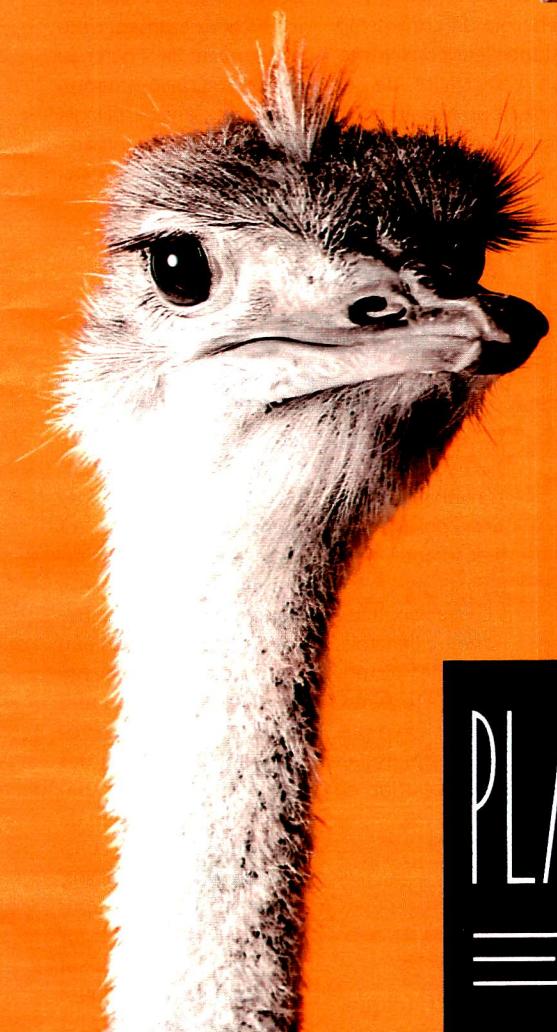
INFGRAPHIES A. MEYER D'APRÈS THE SUNDAY TIMES

ROBE ANTI-STRESS

● L'électricité statique emmagasinée en vol par les avions est évacuée par des "balais" de fibres métalliques disposés sur les ailes. Pourquoi ne pas appliquer le même principe aux vêtements ? On sait, en effet, combien l'électricité statique est source de stress pour les êtres vivants... C'est ainsi que le couturier Pierre Cardin a introduit, dans le tissu des robes d'avocat qu'on lui a demandé de dessiner, des particules métalliques qui en évacuent l'électricité statique.

Être Planète

ou ne pas être ?



Le monde a tant de choses à raconter, qu'une chaîne de télévision y consacre l'ensemble de ses programmes. Avec des films et des documentaires d'une rare rigueur éditoriale, Planète accompagne les curieux de tout dans leur quête de découverte, et d'émotion. Depuis 10 ans, ce sont ainsi plus de 8000 documentaires que Planète a choisi de vous présenter. L'histoire, les phénomènes de société, les sciences, la nature, les civilisations sont d'inépuisables richesses qui chaque jour nous révèlent, s'y l'on y prête attention, ce que le monde a de contradictoire, de dur et de magique.

LA CHAÎNE DU DOCUMENT SUR LE CÂBLE ET CANALSATELLITE

COUCHES BIODÉGRADABLES

● Mise au point par la société finlandaise Neste Oy, une fibre en polylactide se décompose en eau et en oxyde de carbone après usage. Couches, serviettes d'hygiène personnelle, mais aussi paillages agricoles sont ainsi biodégradables sous l'action de la chaleur, de l'humidité et des micro-organismes.

ÉNERGIE

La chasse aux gaspis, toujours...



fait appel au téléphone relié à un central particulier. L'utilisateur qui s'est absenté de chez lui appelle le central et, par l'intermédiaire du clavier téléphonique, donne ses ordres : mise en marche d'un appareil, modification de la température, contrôle de l'aération... Des commutateurs à microprocesseurs sont installés sur le site à contrôler et sont commandés à distance depuis le central selon les instructions fournies. L'utilisateur peut ainsi gérer au mieux sa consommation d'énergie, sans gaspillage, qu'il s'agisse de son habitation privée ou de locaux professionnels.

Un nouveau projet européen Eurêka vient de déboucher sur une réalisation concrète : celui qui permet aux utilisateurs

d'énergie de contrôler à distance leur consommation d'électricité, de gaz ou de fioul. Mis au point par deux firmes nordiques, une suédoise et une norvégienne, TelePower



MÉCANIQUE

De l'eau de mer dans le moteur !

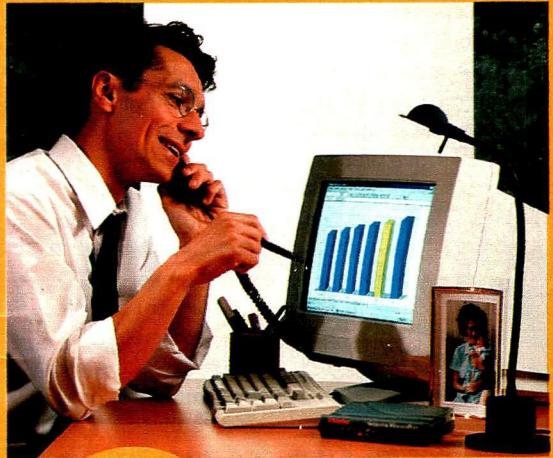
Les moteurs utilisés pour les travaux sous-marins – poses de câbles, forages, etc. – font souvent appel à l'huile pour transmettre l'énergie, dans les pistons ou les turbines, par exemple. D'où des risques de pollution en

Le moteur sous-marin d'Hytar utilise l'eau de mer comme liquide hydraulique.

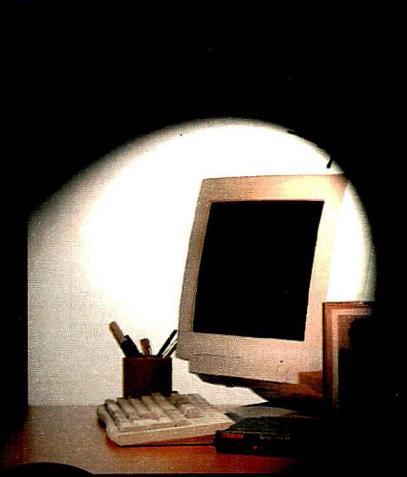
cas de fuite, car le liquide est mis en pression en surface, envoyé aux équipements par un tuyau, et ramené en surface. La firme finlandaise Hytar a donc conçu des équipements qui utilisent l'eau de mer comme liquide hydraulique. Pour résoudre le problème de la corrosion, il a fallu choisir des aciers inoxydables spéciaux. Et comme l'eau de mer, par ailleurs, ne constitue pas un bon lubrifiant, Hytar a dû développer des revêtements nouveaux pour les métaux et des plastiques spécifiques pour les roulements, les joints et les valves.

N°1
mondial
des modems

Nouveau Modem Sportster Message Plus



PC Allumé



PC Eteint

- Jusqu'à
56 000 bps
- **Evolutif par**
téléchargement*

*(standard 56 000 bps, télécopie 28 800 bps...)

**(40 pages de télécopies ou 20 minutes
de conversation téléphonique.)

Pour en savoir plus
01 41 97 46 46

<http://www.3com.fr>



Livré avec WinPhone de



Club Internet, AOL, Easynet et CompuServe
offriront un accès à **x2** pour recevoir
jusqu'à **56 000 bps** sur une ligne
téléphonique classique

3Com

MÉDECINE

L'uniforme,
un auxiliaire médical

Un sous-vêtement qui signale à distance en quel endroit du corps il a été transpercé (par une balle ou un éclat d'obus), et quelle est l'importance de la blessure : l'uniforme des soldats de l'an 2000 comportera peut-être ce genre de pièce d'équipement. Des chercheurs d'un centre de la Marine américaine de San Diego, en Californie, travaillent à sa mise au point. Le tissu en polyester de ce sous-vêtement comporterait un émetteur radio qui signalerait à la fois la position du blessé et l'étendue de la blessure. Pour ce faire, le tissu serait doté d'un réseau de minces fibres optiques dont la détérioration en un ou plusieurs

points donnés permettrait, par l'intermédiaire d'un microprocesseur, de localiser la blessure. La portée d'un tel émetteur serait de un à deux kilomètres. Les essais en vraie grandeur devraient débuter au printemps prochain sur les "Marines" américains. S'ils se révèlent concluants, le sous-vêtement serait généralisé dans quelques années.

Mais les chercheurs militaires de San Diego espèrent aller encore beaucoup plus loin. Un spectromètre de masse incorporé au tissu pourrait détecter la nature des substances et matériaux présents dans le tissu, y compris le sang du blessé. Le sous-vêtement pourrait même être doté de garrots placés sur cha-

que jambe et qui seraient activés en cas d'hémorragie.

Il est même



Les "Marines" testent l'uniforme de l'an 2000, doté de senseurs qui signaleront la position et la gravité des blessures.

VERRERIE

VITRAUX AU BRONZE

■ **Le plomb est, depuis des siècles, utilisé pour fixer les pièces de verre teinté qui composent les vitraux.** Antoine Benoît,

maître-verrier à Nancy, vient de réaliser un vitrail où le plomb est remplacé par le bronze. D'où un gain de poids considérable.

possible d'imaginer, au-delà de ces perfectionnements, des sous-vêtements chargés de produits antiseptiques ou analgésiques. Ou des sous-vêtements auxquels on incorporerait un film capable de mesurer la force d'impact d'un projectile, afin d'évaluer, à distance, la gravité d'une blessure. Les médecins pourraient alors, avant de se trouver sur les lieux, ébaucher leur diagnostic et gagner un temps précieux...

LE PLATINE TRAQUE LES FUITES

Dépourvu d'odeur, le gaz domestique est difficile à détecter, et une fuite peut passer inaperçue.

Un laboratoire du Commissariat à l'énergie atomique (CEA), en association avec l'Institut national de l'environnement et des risques industriels,

Gaz de France et l'Anvar, vient de réaliser un détecteur infaillible. Celui-ci est composé d'un filament constitué d'une couche de platine de six microns d'épaisseur déposée sur un substrat de quartz.

A haute température, le platine réagit en présence de méthane, et sa résistance varie.

Il suffit de chauffer le filament trente millisecondes toutes les trente secondes.

Gaz de France juge que l'on peut envisager l'industrialisation de ce type de détecteur.

3615
SCV

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

ROLLERS À MOTEUR

■ Un inventeur allemand de la ville de Goettingen, Helmut Stockfisch, a eu l'idée d'ajouter un petit moteur d'une puissance de deux chevaux à des rollers-

blades. Une télécommande par poignée permet de régler la vitesse.

Celle-ci peut atteindre 30 km/h...



H. HOLLEMAN/EPA/DPA

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 METROPOLITAINE.

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 prospections 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.

par Philippe Chambon



Cellule humaine infectée par le virus de l'herpès.

Elle produit des copies du virus (en orange).

Le virus qui donne le cancer

L'augmentation du nombre de myélomes multiples – un cancer des cellules sanguines – chez les personnes atteintes du sida serait due à l'action cancérogène d'un virus de l'herpès.

Le virus de l'herpès humain de type 8 pourrait être plus nuisible qu'on ne le croyait. On connaît depuis peu son rôle dans le sarcome de Kaposi, un cancer de la peau fréquent chez les malades du sida. Il semble aujourd'hui qu'il soit impliqué dans le myélome multiple, un cancer des cellules sanguines très difficile à soigner.

Des chercheurs ont remarqué que le génome de ce virus contient un gène semblable à celui de l'interleukine-6 (IL-6), une protéine humaine. Or, l'IL-6 est connue pour provoquer, notamment, la prolifération des plasmocytes, cellules de la moelle osseuse chargées de sécréter des anticorps. Le virus de l'herpès infecte des cellules de la moelle

osseuse nommées cellules dendritiques et leur fait produire de l'IL-6 virale. Celle-ci intensifie la prolifération des plasmocytes, ce qui accroît le risque de mutations cancérogènes dans ces cellules.

Cela pourrait expliquer pourquoi on observe actuellement une augmentation du nombre de myélomes chez les personnes atteintes du sida.

En effet, celles-ci sont souvent infectées par le virus de l'herpès. Comme les progrès dans le traitement du sida prolongent leur vie, cela laisse au myélome le temps de se manifester.

Selon les chercheurs, une stratégie vaccinale pourrait donner de meilleurs résultats que la chimiothérapie anticancéreuse – hélas ! peu efficace.

BIOCHIMIE

La molécule de la douleur

La douleur est au corps humain ce que le signal d'alarme est à un détecteur d'incendie : elle nous prévient qu'il se passe quelque chose d'anormal. Comment la douleur parvient-elle à notre conscience ? Elle utilise une molécule protéique en forme de tube, logée dans la membrane des neurones sensoriels, qui joue le rôle d'un canal ionique. Cette molécule, baptisée *Asic*, vient d'être isolée par l'équipe de Michel Lazdunski (CNRS), qui a par ailleurs élucidé son mécanisme d'action.

On sait depuis longtemps que certains ennuis de santé

(crampe, crise cardiaque, tumeur) se traduisent par une production locale d'acide lactique, laquelle engendre une production

de protons H⁺. Les chercheurs ont montré que ces protons H⁺ ouvrent le canal ionique, ce qui permet aux ions Na⁺ du milieu extracellulaire de pénétrer à l'intérieur des neurones sensoriels.

Ce flux ionique engendre un courant électrique qui, se propageant de neurone sensoriel en neurone sensoriel, gagne le cerveau, où la douleur est identifiée. Cette découverte devrait permettre de mieux comprendre les processus de communication entre celles nerveuses et, à terme, de fabriquer une nouvelle gamme de médicaments antidouleur. P. R.

GREFFES

DON D'ORGANES : QUI NE DIT MOT CONSENTE

Les familles ne pourront plus s'opposer à un prélèvement d'organes sur un parent proche, à moins que celui-ci n'ait, de son vivant, manifesté son opposition en s'inscrivant sur le "Registre de refus du don d'organes". Géré par l'Etablissement français des greffes (EFG), ce registre devrait être opérationnel en 1998. Le décret de sa mise en application a été récemment publié au *Journal officiel*.

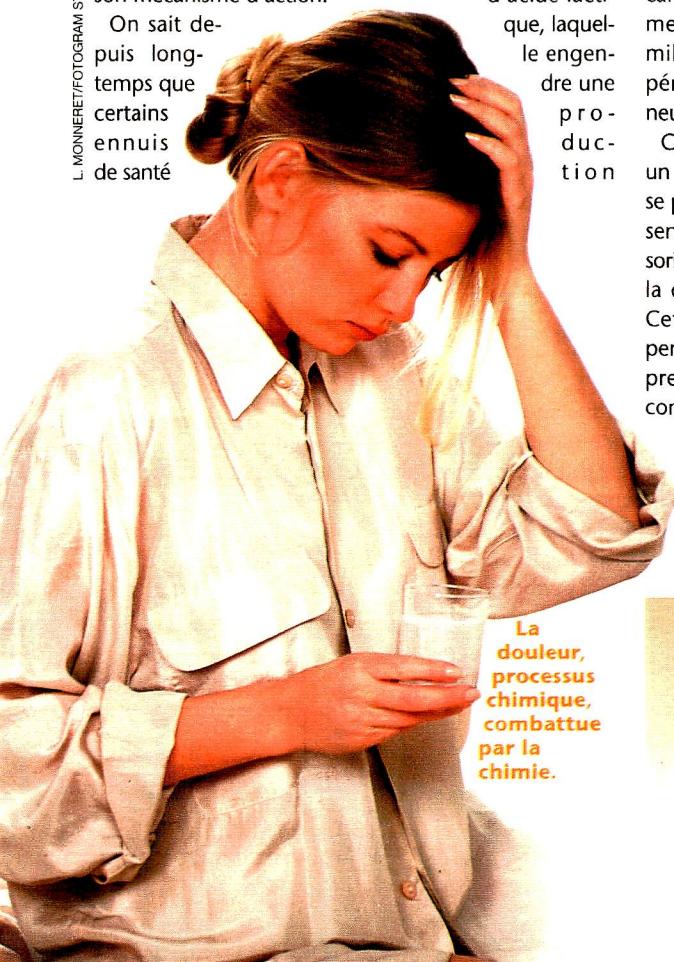
Pour s'inscrire, il suffit d'avoir 13 ans et d'adresser une demande écrite à l'EFG. P. R.

La greffe d'organes humains : une technique difficilement remplaçable.



B. ILLUSTRAISON/COSMOS

L. NONNERET/PHOTOGRAM STONE



3615
SCV

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

LES RÉGIMES FONT LE POIDS

Les enfants nés en France de parents étrangers n'ont pas une croissance identique à celle des petits Français. C'est la conclusion d'une étude menée par Françoise Rovillé-Sausse (CNRS, Paris). Jusqu'à l'âge de 3 mois, les Vietnamiens grandissent plus vite que les Français, alors que les Maghrébins grossissent plus vite. Plus petits et plus maigres que les Français à la naissance, les Africains sont plus grands et plus lourds à 5 mois. Selon le Dr Rovillé-Sausse, ces différences anthropométriques seraient liées à un surdosage des biberons, dans certains cas, et à l'introduction précoces de bouillies, dans d'autres cas. P. R.



PHARMACEUTIQUE

Sclérose en plaques : bientôt deux médicaments

Deux médicaments susceptibles de freiner l'évolution de la sclérose en plaques devraient être bientôt commercialisés en France, comme ils le sont déjà en Suisse. L'interféron bêta-1a a déjà

reçu son autorisation de mise sur le marché (AMM). Il doit encore être soumis au Comité économique, chargé de déterminer son prix de remboursement par la Sécurité sociale. Il

sera commercialisé sous le nom d'Avonex par le laboratoire Biogen. Le copolymère-1 est en cours d'évaluation et attend son AMM. Il pourrait être bientôt disponible à titre compassionnel. Il sera diffusé par le laboratoire Teva, sous le nom de Copaxone. P. R.

J. ZAJICEK/SPL/COSMOS

OBSTÉTRIQUE

PESTICIDES MEURTRIERS

■ Selon une étude américaine, chez les femmes enceintes exposées aux pesticides pendant les trois premiers mois de leur grossesse, le risque de donner naissance à un enfant mort-né est pratiquement multiplié par trois. Quelque 37 % des décès observés dans cette étude étaient dus à des anomalies du placenta, des membranes intra-utérines ou du cordon

ombilical, et 12 %, à des problèmes congénitaux. Plusieurs recherches avaient déjà été effectuées sur le sujet, mais c'est la première fois que des scientifiques décrivent les causes de décès et font état de l'importance des temps d'exposition aux pesticides. S. D.

C. RUOSOBROS



VERTUEUSE VITAMINE E

● On ne cesse de découvrir des vertus à la vitamine E. Liposoluble, abondante dans les germes de céréales, dans certaines huiles végétales ou dans les légumes verts, la vitamine E est un antioxydant puissant. Elle semble protéger de l'athérosclérose (maladie dégénérative des artères) ; une dose quotidienne de 100 à 800 UI (unité internationale) serait efficace contre la maladie coronarienne ; elle retarderait la progression de la maladie d'Alzheimer (2 000 UI par jour). Dernière nouvelle : le *Journal of the American Medical Association* annonce l'effet bénéfique de la vitamine E sur l'immunité des personnes âgées. Une dose de 300 UI par jour augmente le taux des anticorps produits après l'injection d'antigènes ou de vaccins. Curieusement, cet effet cesse pour une dose supérieure.

● Ont collaboré à cette rubrique : Sophie Duroux, Pierre Rossion

Le matin, pour aider votre corps à être
plus fort, apprenez
à boire à la
bouteille.



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.

POLLUTION

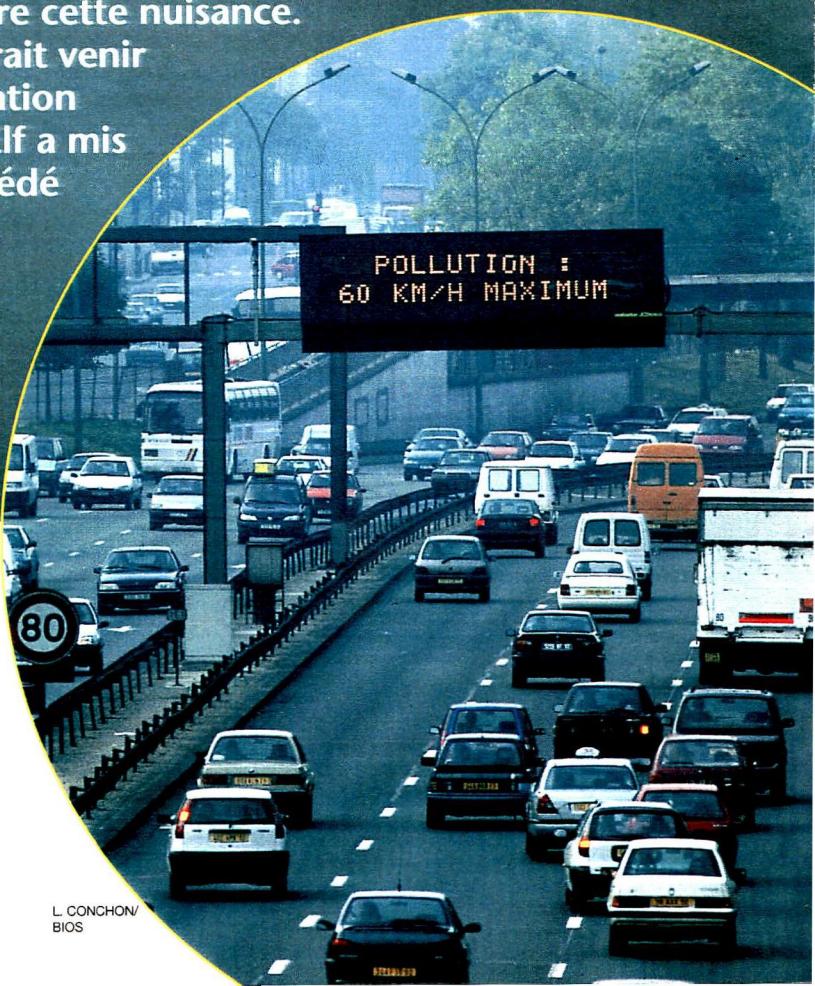
Les carburants vont-ils enfin changer ?

■ La majorité du parc automobile français pollue outrageusement. On a déjà expérimenté – sans grand succès – divers moyens de réduire cette nuisance.

La solution pourrait venir d'une transformation des carburants. Elf a mis au point un procédé révolutionnaire : de l'eau dans le gazole !

PAR JEAN SAVARY

L'été fut rude pour les poumons des citadins français. A cause d'une météo ensoleillée qui a favorisé la formation d'ozone, des pics de pollution records ont été enregistrés dans les grandes villes comme Paris, Strasbourg, Lyon ou Marseille. Si la loi sur l'air, mise au point par l'ex-ministre de l'Environnement Corinne Lepage, doit, à l'avenir, assainir





E. HADJ/SIPA PRESS

Les fléaux mobiles

Cet été, dans les grandes agglomérations françaises (ci-contre, le boulevard périphérique parisien), on a relevé des pics de pollution catastrophiques. Selon l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME), 80 % de la pollution de l'air par l'automobile est due à 20 % des voitures. Et 50 % des voitures, usées ou déréglementées, polluent de vingt à cinquante fois plus que la normale (enquête réalisée en 1994).

l'air des villes, c'est surtout la disparition progressive des vieilles voitures, fabriquées avant les normes antipollution, qui réduira la pollution urbaine. Peu à peu, disparaîtra l'immense cohorte des voitures à essence sans catalyseur qui constituent encore l'essentiel du parc automobile. Plus tard, les diesels sans pot d'oxydation, d'avant 1997, disparaîtront à leur tour.

En 1994, une enquête de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) concluait que 80 % de la pollution de l'air par l'automobile était due à 20 % des voitures. Cette enquête montrait que 50 % des véhicules étaient déréglés ou usés au point de polluer de vingt à cinquante fois plus que la normale. On peut estimer que si toutes les voitures qui circulent actuellement dans nos rues polluaient de la même façon que les voitures à essence de fabrication récente, la pollution urbaine serait moins importante. Ce serait trop vite oublier le diesel, principal accusé dans le grand procès que l'écologie fait à l'automobile. Sur le banc de la défense, les avocats du moteur sans bougies, PSA en tête, rappellent que, depuis une dizaine d'années, les progrès réalisés sur le moteur Diesel moderne l'ont rendu plus propre que le moteur à essence non catalysé, qui équipe encore l'essentiel du parc ! Exact, réplique l'accusation, si l'on excepte les particules.

FAUX ESPOIR : LE POT D'OXYDATION

Ces poussières de carbone, fumante signature du diesel, s'accumulent dans les poumons et constituent un polluant à double détente. A court terme, elles favorisent les affections respiratoires – bronchite chronique en tête – et cardiovasculaires. A long terme, même si la preuve reste à établir, on les sus-



L'échec du sans-plomb

Les raffineries ont investi 5 milliards de francs pour produire le super sans-plomb. Mais il se vend si mal qu'il doit être exporté à perte. D'où la réticence des industriels à axer leur recherche vers un nouveau carburant.

pekte fortement d'être cancérogènes. Le pot d'oxydation (généralisé en Autriche depuis huit ans), qui équipe les nouveaux modèles depuis le début de l'année 1996 et tous les diesels neufs depuis janvier 1997, s'est révélé être un faux espoir : il ne supprime, au mieux, que 30 % des particules. Il y a pire : « Tout comme les améliorations apportées à la combustion des moteurs, ce pot se contente de supprimer les grosses particules et de réduire la taille des autres, ce qui risque d'avoir des conséquences sur la santé publique, explique Alain Morscheoinne, de l'ADEME. En effet, ce sont les suies dites "moyennes fines" qui sont les plus dangereuses, car elles s'accumulent au plus profond des poumons ; les grosses étant éliminées par l'appareil respiratoire, et les plus fines ne s'y fixant pas. Un détail d'impor-

tance qu'ignorent les normes anti-pollution, axées uniquement sur la quantité globale de particules mesurée dans l'opacité des fumées. »

Ce pot qui oxyde mais ne catalyse pas est également impuissant contre les oxydes d'azote (NOx) émis en quantité deux fois plus importante par le diesel que par le moteur à essence catalysé. Ces oxydes d'azote ne font pas bon ménage avec les hydrocarbures (HC) imbrûlés, qui sont cancérogènes, et le monoxyde de carbone (CO), qui entraîne une désoxygénéation du sang. HC et CO sont principalement émis par les moteurs à essence non catalysés. Sous l'effet du soleil et en l'absence de vent, comme cet été, tous trois produisent de l'ozone. Ce gaz irritant, qui pique les yeux, fait couler le nez et tousser même les gens en bonne santé, est particulièrement redouté des asth-

matiques et des insuffisants respiratoires. Faut-il pour autant condamner l'invention de Rudolf Diesel ? L'ostracisme qui frappe ce moteur a quelque chose d'injuste. Le moteur à essence non catalysé produit deux fois et demie plus d'oxydes d'azote que lui. Quant aux particules, les vieux moteurs à essence mal réglés et voraces en huile – tout comme les deux roues à moteur 2 temps – en crachent également en quantité. Combien ? Difficile de le savoir : sur ces véhicules, on ne mesure que le taux de monoxyde de carbone...

Plus étonnant encore : si l'on sait mesurer les particules à la sortie des échappements des moteurs Diesel, nul ne sait quelle part elles prennent dans l'air des villes, où elles se confondent avec les pollens et surtout avec les poussières, carbonées elles aussi, qui résultent de l'usure des pneus et du bitume. Bref, une particule peut en cacher une autre.

En fait, cette motorisation souffre surtout d'avoir été longtemps mal évaluée par les dépollueurs – constructeurs, Verts, pouvoirs publics – qui la déclaraient d'une propreté exemplaire il n'y a pas si longtemps.

Mais la recherche n'a pas dit son dernier mot. « Avec le filtre à particules, nous attendons impatiemment la mise au point du fameux catalyseur Denox [NDLR : qui catalyse les oxydes d'azote]. Son efficacité est encore limitée à environ 30 % », commentait, fin 1996, un membre éminent de la direction des études de Peugeot.

La pouvoirs qu'aurait le catalyseur Denox de débarrasser le moteur Diesel des oxydes d'azote est la clé

de son avenir. Ce polluant, que le moteur produit en quantité d'autant plus grande qu'il est sobre et performant, est le seul obstacle qui l'empêche de réduire encore sa consommation de carburant. Pour les constructeurs, il s'agit d'un point important. Car, après les normes antipollution, la Communauté européenne imposera des normes de consommation de plus en plus basses. Normes impossibles à respecter sans le secours du bon vieux diesel, qui vise désormais la barre des 3,5 litres aux 100 pour une voiture familiale.

Les constructeurs allemands, Mercedes en tête, parient gros sur le diesel à injection directe, très économique, susceptible de laver leurs grosses berlines de l'accusation de gloutonnerie.

En attendant, préalable indispensable à toute amélioration des moteurs, les pétroliers vont devoir faire évoluer leurs produits. Le ga-

zole, comme l'essence, est jugé impur et trop rustique par les motocyclistes. Des constructeurs aux pouvoirs publics, en passant par les Verts, tout le monde relance la balle du côté des raffineries : les carburants doivent changer.

LA FIN DES FUMÉES NOIRES DUES AU DIESEL

Une perspective accueillie sans enthousiasme par la profession : elle a investi 5 milliards de francs pour produire un super sans-plomb qui se vend si mal qu'il doit être exporté à perte pour pouvoir importer le gazole, très demandé. Gazole dont la teneur en soufre a été considérablement réduite depuis le mois d'octobre 1996. L'opération n'a coûté que 4 milliards de francs... Le tout dans un contexte de concurrence aiguë avec les stations essence des grandes surfaces. « C'est le consommateur qui tire à la baisse la qualité des carburants en voulant économiser le prix d'un paquet de cigarettes à chaque plein », confie un chercheur lyonnais de chez Elf.

Et si l'avenir du diesel, c'était Aquazole, inventé par la compagnie pétrolière française ? Ce nouveau carburant permet de réduire considérablement les émissions polluantes des moteurs Diesel, qu'il s'agisse des oxydes d'azote ou des fumées noires, caractéristiques de ce type de moteur. Aquazole devrait être commercialisé au prin-

temps prochain, avec pour cible principale les véhicules lourds, notamment les autobus urbains. Du moins, dans un premier temps.

Comme son nom l'indique, il s'agit d'un mélange de gazole et d'eau (aqua), celle-ci entrant pour 10 à 20 % dans la composition du carburant. Chez Elf, on ■■■

Le bon marché revient cher

Les raffineries fournissent des carburants de mauvaise qualité, les grandes surfaces les vendent à bas prix, et les automobilistes s'empressent de les acheter : cercle vicieux.



refuse de se montrer plus précis pour l'instant. Tout comme on fait preuve de la plus grande discréction quant aux additifs utilisés pour favoriser le mélange du gazole et de l'eau, liquides de densités très différentes, non miscibles. Secret industriel oblige.

UNE SORTE DE VINAIGRETTE

On peut en effet comparer l'Aquazole à une vinaigrette : il faut que le mélange reste stable longtemps après avoir été obtenu, sans qu'il soit nécessaire de battre à nouveau le vinaigre et l'huile, ou de secouer la bouteille, avant de s'en servir. Dans le cas de l'Aquazole, le mélange se présente sous l'aspect d'un liquide laiteux, qui reste stable durant une période comprise entre quinze jours et un mois. Cela explique, notamment, que le nouveau carburant soit plus spécifiquement destiné aux flottes d'autobus urbains, les sociétés de transport étant plus à même de gérer son utilisation en fonction de sa "durée de vie". Chez un distributeur classique, il n'en va évidemment pas de même. La demande du public est trop fluctuante pour que le pompiste soit assuré d'écouler son stock dans les délais nécessaires au maintien d'une bonne qualité du produit.

Car, c'est effectivement dans le procédé de mélange d'eau et de gazole et dans le maintien de ce mélange que réside l'innovation. L'idée elle-même n'est pas nouvelle. On sait depuis longtemps qu'une certaine quantité d'eau ajoutée au carburant favorise une meilleure combustion de ce der-

Le Sauveur du diesel ?

Mis au point par Elf, l'Aquazole est un mélange de gazole (de 80 à 90 %) et d'eau (de 10 à 20 %). Ce pourrait être l'un des carburants de l'avenir, car il réduit considérablement les émissions polluantes des moteurs Diesel. Mais il n'est stable que pendant une période de quinze jours à un mois. D'où la difficulté de le stocker.

nier. En se vaporisant sous l'effet de la chaleur dans le cylindre, pendant la compression du mélange air-carburant, et avant que les hydrocarbures eux-mêmes se soient totalement vaporisés, l'eau provoque la dispersion des molécules de carburant et leur meilleure répartition dans la totalité de la tête de cylindre. Les molécules d'eau servent en quelque sorte de véhicules aux molécules de carburant !

La combustion qui se produit est donc beaucoup plus complète, et la quantité de résidus et d'imbrûlés,

c'est-à-dire de polluants, s'en trouve fortement réduite. Elf annonce une réduction de 30 % des oxydes d'azote, et de 50 % des fumées. Avec un pot catalytique, le résultat est encore plus spectaculaire. Rien d'étonnant, donc, si l'effet le plus impressionnant que l'on obtient avec l'Aquazole est justement la disparition totale des fumées noires au démarrage, fumées qui sont composées, notamment, de particules de carbone non brûlées.

Avantage du nouveau carburant : il ne nécessite aucune modification du moteur. Et les expériences en vraie grandeur qui ont été effectuées depuis plus de deux ans, notamment à Chambéry, sur une flotte de quatre autobus, montrent que l'Aquazole ne provoque aucune corrosion. Seuls des réglages mineurs du moteur sont nécessaires. La présence d'eau induit cependant une perte de puissance de 3 %, qui se retrouve intégralement dans une diminution de la consommation. Mais il est possible de régler la pompe à injection de manière à compenser la

perte de puissance initiale. Enfin, il existe des formules d'Aquazole pour l'hiver et pour l'été, comme dans le cas du gazole.

PLUS CHER QUE LE GAZOLE

La fabrication du nouveau carburant revient cependant plus cher que celle d'un gazole classique. Une question qui ne manquera pas de se poser au moment de la commercialisation. A moins qu'une mesure fiscale particulière ne permette de compenser le surcoût de ce "carburant propre"...

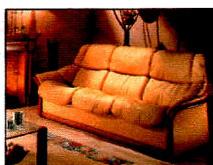


L'instinct du confort



Le Système
Plus[®] :
L'inimitable
exclusivité
Stressless

Les vrais amateurs de confort ne s'y trompent pas : seul STRESSLESS procure une détente parfaite. Grâce au Système Plus, exclusivité STRESSLESS, une légère pression de la nuque ou du dos permet de trouver l'inclinaison idéale. Vous pivotez à 360°, l'angle de la tête varie selon l'inclinaison, le cale-reins épouse toutes les positions, sans réglage, ni manipulation. 25 coloris de cuirs et tissu, bois nobles, mécanisme garanti 10 ans. STRESSLESS propose aussi une gamme complète de canapés qui bénéficient des mêmes caractéristiques que les fauteuils. Désormais, le confort absolu se partage ! L'authentique STRESSLESS est en exclusivité chez les 150 revendeurs agréés STRESSLESS. Pour connaître leur adresse,appelez au **01.40.45.45.35** ou écrivez à STRESSLESS - EKORNES B.P. 1142 - 64011 PAU CEDEX



Nouveau :
Les canapés
Stressless.

Stressless[®]
EKORNES

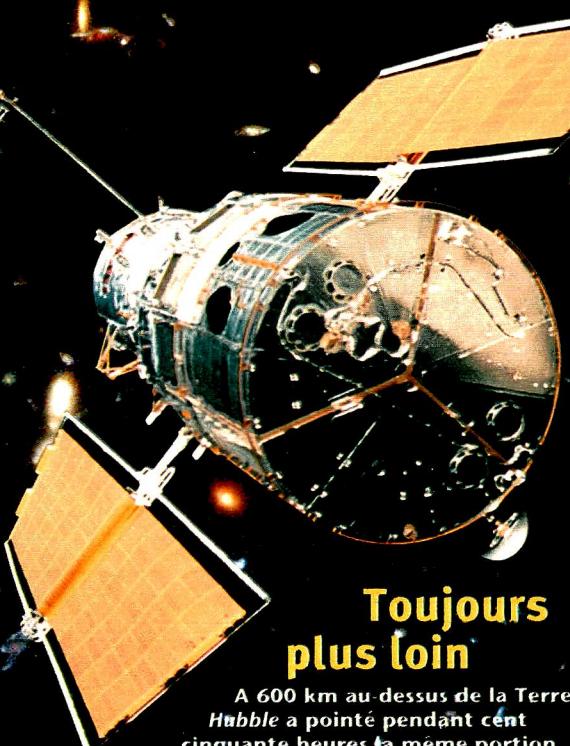
Le confort absolu !

ASTROPHYSIQUE

La photo qui raconte l'histoire de l'Univers

■ Une photo prise par le télescope spatial Hubble révèle pour la première fois la morphologie d'une multitude de galaxies parmi les plus lointaines jamais observées. Les astronomes du monde entier y lisent la fabuleuse histoire de l'Univers.

PAR PHILIPPE HENAREJOS



Toujours plus loin

A 600 km au-dessus de la Terre, *Hubble* a pointé pendant cent cinquante heures la même portion de ciel pour obtenir cette photographie (en fond), baptisée *Hubble Deep Field*.

Parce que la vitesse de la lumière n'est pas infinie (1), regarder loin revient à regarder dans le passé. Ainsi, la galaxie d'Andromède (M 31), qui se trouve à 2,2 millions d'années-lumière, ne nous apparaît pas telle qu'elle est en ce moment mais telle qu'elle était il y a 2,2 millions d'années – temps qu'il a fallu pour que sa lumière arrive sur Terre aujourd'hui. Les astronomes tentent donc d'observer ce qu'il y a de plus lointain dans l'Univers afin d'en reconstituer l'histoire depuis le big bang. Or, cela suppose de détecter des astres si éloignés de nous que leur éclat et leur taille apparente restent ridiculement faibles.

Cette difficile exploration, entamée au début du siècle par l'astronome américain Edwin Hubble, connaît aujourd'hui une grande avancée grâce au télescope spatial qui porte son nom. En janvier 1995, la NASA publiait une extraordinaire photographie réalisée par cet instrument. Baptisé *Hubble Deep Field* (ou champ profond de Hubble), elle montrait avec un luxe de détails jamais atteint une multitude de galaxies parmi les plus lointaines. Deux ans plus tard, les astro-

(1) Vitesse de la lumière : 300 000 km/s.

■ ■ ■ nomes du monde entier n'ont toujours pas fini de dépouiller les formidables informations contenues dans ce seul cliché qui raconte la fabuleuse histoire du monde.

Comment, à quelle époque et en quelles quantités se sont formées les galaxies ? Comment ont-elles

que le télescope puisse voir les objets situés bien plus loin. Cela condamnait d'emblée le voisinage de l'équateur galactique dans lequel la densité d'étoiles est si élevée qu'elle constitue un véritable rideau. Les astronomes ont finalement arrêté leur choix sur un point situé dans la Grande Ourse, juste au-dessus du manche de la "casserole", non loin de l'étoile Alioth. Le Hubble Deep Field, entrepris au cours du mois de décembre 1994, a monopolisé cent cinquante heures d'observation,

réparties sur dix jours, et nécessité quatre filtres colorés différents.

Le champ photographié ne mesure que $2,7' \times 2,7'$, soit le diamètre apparent du chas d'une aiguille tenue à bout de bras. Dans cette petite surface de ciel contenant à peine une dizaine d'étoiles faibles appartenant à la Voie lactée, *Hubble* a révélé près de 3000 galaxies dont les moins brillantes ont la magnitude 30 (jamais atteinte auparavant) (2). Un tel éclat, correspond à celui d'une allumette grattée sur la Lune (soit à une distance de 380 000 km). Dans

ces conditions, l'œil humain ne perçoit qu'un seul misérable photon par semaine ! Pour mémoire, les plaques photographiques réalisées au télescope de 5 m du mont

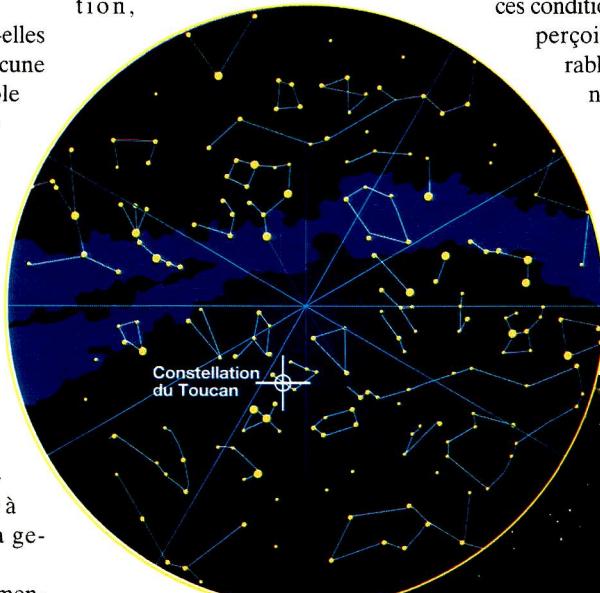
(2) La magnitude est inversement proportionnelle à l'éclat de l'étoile.

Des galaxies ni spirales, ni elliptiques, ni irrégulières...

évolué ? Comment "décident"-elles du destin de l'Univers ? A chacune de ces questions, le *Hubble Deep Field* apporte son lot de réponses – des confirmations comme des surprises. Et, au bout du compte, sur la base de ce seul cliché, c'est une véritable révolution de l'astrophysique qui s'annonce : la manière dont l'Univers s'est agencé semble bien différente de ce qu'imaginaient les astronomes, il y a encore quinze ans. Le télescope spatial est en train de la réécrire à partir de ce cliché unique la genèse des galaxies.

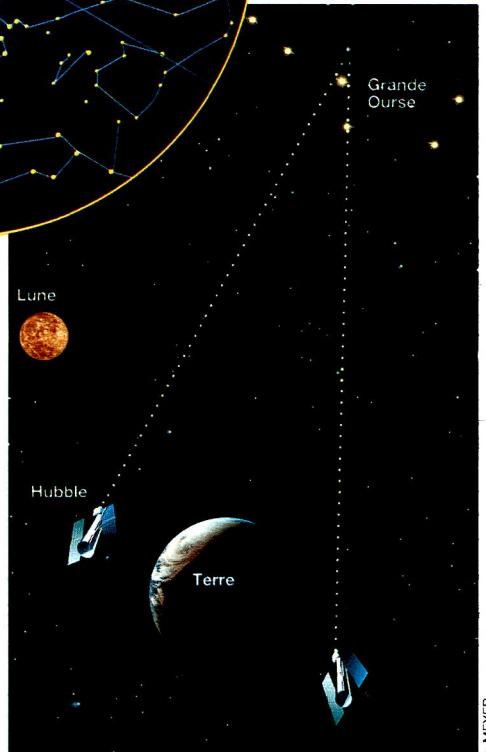
La quête de ce savoir fondamental ne pouvait ainsi progresser qu'au prix d'une performance technique sans précédent. De longs mois ont donc été employés à la préparation de "la" photo. La première difficulté consistait à disposer du temps nécessaire pour réaliser des poses de plusieurs dizaines d'heures. Le directeur du STSCI (l'institut américain du télescope spatial) Bob Williams a ainsi décidé d'utiliser à cette fin une grande partie du temps d'observation qui lui était personnellement réservé.

La seconde difficulté consistait à trouver une partie du ciel suffisamment pauvre en étoiles de la Voie lactée et en galaxies proches pour



Un deuxième cliché dans l'hémisphère sud

Le *Hubble Deep Field* a été réalisé dans la Grande Ourse. Une autre prise de vue devrait être effectuée prochainement par *Hubble* dans le ciel de l'hémisphère sud, dans la constellation du Toucan, à l'endroit indiqué d'une croix blanche sur la carte.



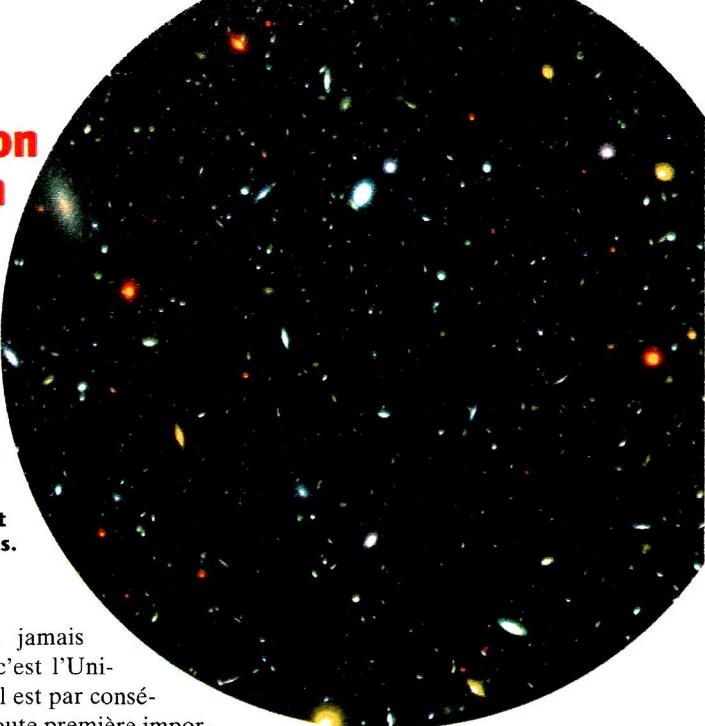
Palomar atteignaient la magnitude 24 et les poses CCD faites actuellement au Keck (10 m), à Hawaï, arrivent à la magnitude 29. La plupart des galaxies du Hubble Deep Field auraient pu être décelées depuis le sol avec ce télescope, mais comme de vagues taches floues. Le grand apport du télescope spatial est de montrer leurs formes.

Immédiatement, Bob Williams a mis à la disposition des astronomes du monde entier, *via* le réseau Internet, toutes les données récoltées par *Hubble*. « Cela correspond à une nouvelle façon de faire de la science, dit Bruno Guiderdoni, cosmologiste à l'Institut d'astrophysique de Paris (IAP). Rendre les données accessibles à tous a permis à un grand nombre de chercheurs de travailler dessus et de préparer de nombreuses publications ».

Le but principal du Hubble Deep Field était donc de traquer le passé de l'Univers. Pour cela, la première tâche des astronomes a été tout simplement de compter les galaxies en fonction de leur magnitude. Il est ainsi possible de se faire une idée du « paramètre de densité » de l'Univers (c'est ainsi que les cosmologistes nomment ce qui n'est autre que sa masse volumique), un élément qui concourt à déterminer quel type d'évolution il va suivre. Si ce paramètre est supérieur à une valeur critique, l'Univers devrait, après l'actuelle phase d'expansion, entrer dans une phase de contraction jusqu'à un « big crunch ». Dans ce cas, on parle d'Univers fermé. En dessous de la valeur critique, l'expansion se poursuivrait indéfiniment : c'est l'Univers ouvert. Si le paramètre de densité égale la valeur critique, l'expansion se ralentirait tou-

La simulation avait raison

Avant que ne soit réalisé le cliché Hubble Deep Field, une simulation (ci-contre) de cette région du ciel avait été réalisée par ordinateur. Bien que le véritable cliché soit moins fourni en galaxies, les deux documents sont cependant très ressemblants.



jours sans jamais s'arrêter ; c'est l'Univers plat. Il est par conséquent de toute première importance de cerner ce paramètre pour comprendre l'évolution du cosmos.

LE BIG BANG CONFIRME

Dans la première moitié du XX^e siècle, après qu'Edwin Hubble ait découvert la véritable nature des galaxies et l'expansion de l'Univers, les astronomes ont considéré qu'il devait être possible de mesurer ce paramètre de densité en comptant les galaxies en fonction de leur éloignement (voir encadré p. 62). Mais cela suppose que les galaxies aient toujours, quel que soit leur éloignement et leur âge, la même luminosité. Or, à mesure que l'on se rapproche de l'origine de l'Univers, toutes les galaxies observées sont forcément de plus en plus jeunes, donc de plus en plus lumineuses. Cet effet d'évolution des galaxies a été modélisé afin de déduire leur nombre réel en fonction du nombre observé sur une image. Théoriquement, en mesurant le décalage du spectre des galaxies lointaines vers le rouge, on détermine leur distance, mais aussi leur âge. A leur tour, ces données permettent de déterminer le paramètre de densité.

Les astronomes ont donc appli-

qué cette méthode à l'image du Hubble Deep Field à la seule différence que de nombreuses galaxies étaient trop faibles pour donner un spectre fournit son décalage vers le rouge. Il a donc fallu se contenter de les compter en fonction de leur magnitude.

Mais l'évolution erratique des galaxies rend quasiment impossible tout calcul précis du paramètre de densité. Les astronomes obtiennent une fourchette qui exclue d'emblée le scénario de l'univers fermé. Et, à leur grand soulagement, ils constatent que l'hypothèse du big bang se vérifie : les galaxies intrinsèquement les plus brillantes correspondent aux plus éloignées.

Pour la première fois, grâce à la résolution spatiale du télescope *Hubble* (0,1" au lieu de 0,5" pour les meilleurs observatoires terrestres), les astronomes ont pu voir la morphologie de ces galaxies. Alors que dans l'espace proche de la Voie lactée 70 % d'entre elles sont des spirales, 25 % des elliptiques et 5 % irrégulières, à « l'autre bout » de l'Univers, 40 % de la population totale est définie comme « inclassifiable », ce qui laisse supposer que ce sont de très jeunes galaxies, à un

■ ■ ■ stade antérieur d'évolution. Une confirmation qu'il y a bien eu un début à l'Univers, un big bang.

Mais cette observation du Hubble Deep Field révolutionne ce que l'on croyait savoir sur la naissance des galaxies. Jusque dans les années 70, en effectuant des sondages profonds du ciel, les astronomes espéraient trouver les galaxies primordiales, c'est-à-dire les premières galaxies à s'être constituées dans l'Univers.

« Nous pensions alors que toutes les galaxies avaient traversé une phase très lumineuse de création d'étoiles, rappelle Daniel Kunth, astrophysicien à l'IAP. Les modèles à la mode suggéraient que leur formation avait été rapide et localisée sur une courte période. Or, nous n'avons jamais trouvé de galaxies lointaines et très brillantes. »

Si Hubble Deep Field n'a pas décelé ces fameuses galaxies primordiales, en revanche, le cliché montre qu'un grand nombre de galaxies lointaines sont de masses largement inférieures aux galaxies normales actuelles telles que la Voie lactée.

Là encore, cette ob-

servation remet en cause ce que l'on croyait savoir. Il y a quelques années, le scénario de vastes nuages de gaz donnant des super-amas, puis des amas et enfin des galaxies isolées avait la faveur des pronostics. Aujourd'hui, à la lumière de ces toutes dernières avancées, l'idée inverse gagne du terrain. Les galaxies pourraient se fabriquer à partir de simples amas globulaires. Tout pourrait en effet avoir commencé quelques centaines de millions d'années après le big bang avec des nuages de gaz de 10^6 masses solaires (le minimum requis pour qu'un effondrement gravitationnel ait lieu) au sein desquels se seraient allumées les premières étoiles. Ces amas globulaires se seraient regroupés en noyaux plus grands qui eux-mêmes se seraient agglomérés en galaxies de différentes tailles, plus tard associées gravitationnellement en amas et en super-amas.

LES ALÉAS DU DÉCALAGE SPECTRAL

Le Hubble Deep Field aurait-il saisi la fin de cette période très étalée dans le temps au cours de laquelle de gros grumeaux d'étoiles se

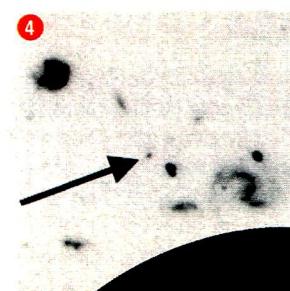
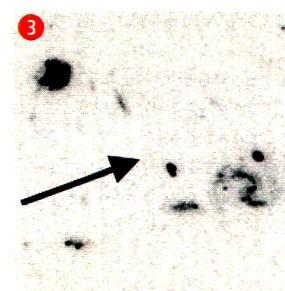
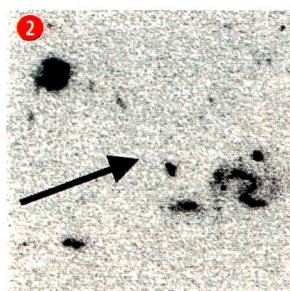
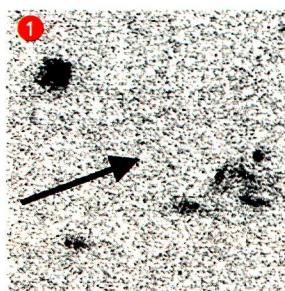
rencontreraient pour donner naissance aux galaxies actuelles? Toujours est-il que

la vision que les astronomes se faisaient de cette époque est en plein changement :

« Aujourd'hui, nous nous demandons ce qu'est une galaxie primordiale, ajoute Bruno Guiderdoni. »

La formation des galaxies ne serait donc plus comme on le croyait un phénomène limité dans le temps mais au contraire continu. Et rien

n'interdirait que de nouvelles galaxies continuent à se former aujourd'hui. « Les grosses ellip-



Addition de couleurs

Le Hubble Deep Field (ci-contre) a été obtenu en combinant quatre photographies à longue pose, prises chacune dans une couleur. Ainsi, la galaxie pointée par une flèche, qui n'apparaît que dans le rouge (4^e cliché noir et blanc), se retrouve en rouge sur le cliché final en couleurs.





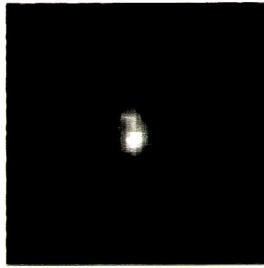
14 milliards d'années



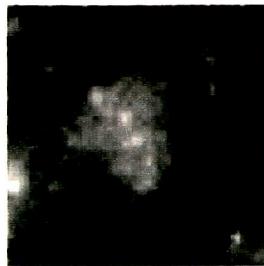
9 milliards d'années



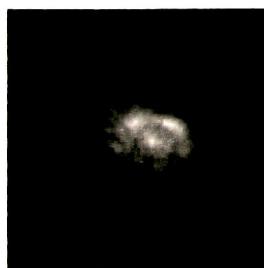
5 milliards d'années



2 milliards d'années



GALAXIES ELLIPTIQUES



GALAXIES SPIRALES

tiques peuvent résulter de la fusion de deux spirales de tailles comparables, explique Bruno Guiderdoni. Lorsque la Voie lactée et M 31 se rencontreront, le gaz qu'elles contiennent sera compressé et se consommera presque totalement en nouvelles étoiles. Une nouvelle galaxie elliptique sera née. »

Des obstacles subsistent encore dans ce scénario. Si les petits objets "inclassifiables" observés par *Hubble* sont à l'origine de toutes les galaxies, comment peuvent-ils créer des galaxies elliptiques aussi homogènes que celles observées partout dans le ciel ?

Répondre demandera du temps. Il est en effet quasiment impossible pour les astronomes d'obtenir directement des spectres des objets observés dans le *Hubble Deep Field* afin d'en déterminer le décalage vers le rouge. La lumière de

Cette série d'images montre des galaxies d'âges différents, dont les plus anciennes sont extraites du *Hubble Deep Field*. De gauche à droite, chaque colonne présente respectivement des galaxies vieilles de 14, 9, 5 et 2 milliards d'années. En haut, des galaxies elliptiques; au milieu et en bas, des galaxies spirales.

ces galaxies lointaines est beaucoup trop faible : dispersée par un spectrographe, elle devient quasiment inexistante. En spectroscopie, le plus gros télescope du monde, le Keck ne peut atteindre que la magnitude 24,5. Or une galaxie de magnitude 29 (comme celles du *Hubble Deep Field*) est encore 100 fois moins lumineuse ! Sur 3000 galaxies, le télescope Keck n'a pu donner le décalage vers de rouge, nommé z (voir encadré page suivante) que de 80 d'entre elles. Parmi celles-ci, les plus éloignées se trouvaient aux alentours de $z = 3,5$ (ce qui signifie qu'elles existaient à

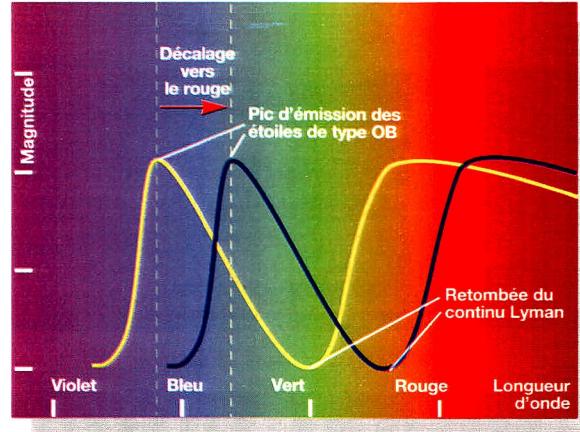
une époque où l'Univers n'avait qu'environ 10 % de son âge actuel).

Pour contourner cet épingleux problème, et parvenir quand même à mesurer les décalages spectraux, les

Rien n'interdit la formation de nouvelles galaxies

astrophysiciens ont ressuscité une méthode indirecte qui repose sur le constat suivant : l'émission de lumière d'une galaxie actuelle est à peu près aussi forte dans toutes les ■ ■ ■

■ ■ ■ couleurs du visible sauf entre le bleu et l'ultraviolet où elle chute de manière remarquable (voir courbe ci-contre). Ce "trou" d'émission rendant la galaxie quasiment invisible à cette longueur d'onde est appelé "retombée du continu Lyman". Plus loin, elle remonte et forme un pic d'émission. Ce pic correspond à la lumière émise par les étoiles jeunes de type spectral OB. Pour une galaxie éloignée, la même courbe de lumière se dessine mais est plus ou moins décalée vers le rouge en fonction de son éloignement. En la reconstituant par l'ob-



Etat civil d'une galaxie

Les astronomes connaissent la forme de la courbe de lumière des galaxies contemporaines : c'est le continu Lyman (en jaune). En observant une galaxie très lointaine successivement dans le violet, le bleu, le vert et le rouge, ils peuvent tracer sa propre courbe de lumière (en bleu). Le décalage entre les deux courbes donnera l'éloignement et l'âge de la galaxie lointaine.

Le satellite ISO explore aussi, dans l'infrarouge, ce coin du ciel

bservation dans quatre filtres de la lumière visible : l'ultraviolet, le bleu, le vert et le rouge, il est théoriquement possible de retrouver la retombée du continu Lyman et le pic

des étoiles OB. De la mesure réelle de la retombée du continu Lyman ou du pic des étoiles OB comparée à leur emplacement théorique, on en déduit l'éloignement. Si le pic se situe par exemple à 4500 angströms (dans le bleu) au lieu de 912 angströms (dans l'ultraviolet) cela signifie que $z = 3,5$. Par cette méthode, l'éloignement des 3000 galaxies du Hubble Deep Field a été estimé entre 2 et 5 ou 6, ce qui correspond à une époque où l'Univers n'avait que 5 % de son âge estimé. Mais la marge d'erreur avec cette méthode reste encore importante. Si une galaxie n'a pas d'étoiles jeunes OB ou

si leur lumière est absorbée par de la poussière, une erreur peut facilement se glisser dans l'interprétation.

Pour tenter de compléter le tableau partiel dressé par *Hubble*, les astronomes cherchent à observer ce "coin de ciel" dans d'autres longueurs d'onde que celle de la lumière visible. Le satellite européen *ISO* a d'ailleurs réalisé un cliché du même champ dans l'infrarouge. Et, bien qu'il ne puisse voir

des objets aussi peu lumineux au-delà de $z = 2$, il a détecté certaines sources ne correspondant pas à des galaxies dans le Hubble Deep Field. Il reste à savoir si elles trahissent réellement des galaxies qui auraient échappé au télescope spatial dans le visible. Si des poussières masquent la lumière de certaines des galaxies lointaines, le plus indiqué pour les révéler sera d'utiliser l'observation dans les ondes submillimétriques qui correspond en fait à de l'infrarouge décalé à cause de l'expansion. Prochainement, le télescope JCMT à Hawaï sera équipé d'un tout nouveau détecteur, baptisé Scuba, qui lui permettra de scruter le ciel dans ce domaine spectral au-delà de $z = 2$. Avec ces observations complémentaires, découvrira-t-on des galaxies totalement invisibles aujourd'hui ?

Le Hubble Deep Field a permis aux astronomes de faire un grand pas très enthousiasmant dans leur quête des origines. Ils rêvent déjà d'un autre Hubble Deep Field dans l'hémisphère sud cette fois. Celui-ci est d'ailleurs déjà programmé. Le champ choisi se trouve à 22 h 40 min et à -61° dans la constellation australie du Toucan.

La quête continue... ■

ELOIGNEMENT, REDSHIFT ET AGE DE L'UNIVERS

■ L'éloignement d'une galaxie s'établit par la mesure du décalage vers le rouge (*redshift*) des raies de son spectre lumineux. Ce décalage est dû à l'expansion de l'Univers qui tend d'une manière générale à éloigner les galaxies les unes des autres. Plus la galaxie est éloignée, plus ses raies sont décalées vers le rouge, et plus elle

appartient à une époque ancienne.

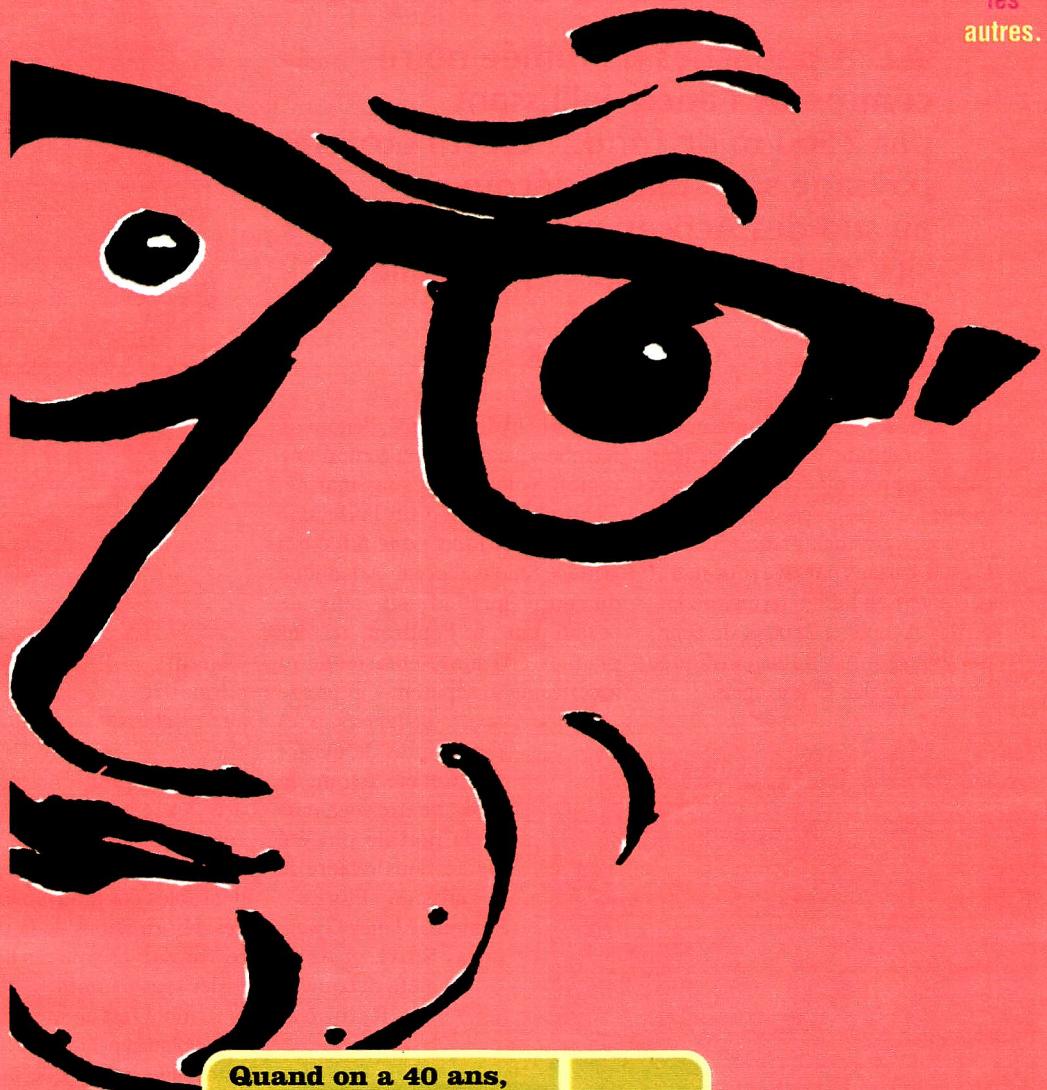
Le lien entre le décalage vers le rouge, qui se note z , et l'âge est assez complexe. Comme repère, $z = 1$ correspond à une époque où l'Univers avait environ la moitié de son âge actuel; $z = 3$ signifie qu'il avait au moins entre 25 % et 12,5 % de son âge. Le Hubble Deep Field montre des ga-

laxies vers $z = 5$, elles existaient lorsque l'Univers n'avait que 5 % de son âge actuel.

Seules les distances des galaxies les plus proches sont estimées, par d'autres méthodes, en années-lumière. A quelques dizaines ou quelques centaines de millions d'années-lumière, elles sont tenues pour contemporaines.



Protégez
vous
du sida.
Protégez
les
autres.



Quand on a 40 ans,
pourquoi se sent-on si petit
quand on doit parler
de préservatif ?

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 -
SECRÉTARIAT D'ÉTAT À LA SANTÉ.

Des fumées noires sous l'Atlantique

■ Des panaches de fumée noire comme de l'encre jaillissant par 2500 m de fond... C'est l'étonnant paysage sous-marin découvert au sud des Açores, sur un site hydrothermal très particulier.

PAR SOPHIE DUROUX

Un dédale de "cheminées" crachant des bouffées noires, où errent quelques moules, crabes et crevettes égarés dans ces grandes profondeurs... C'est le curieux paysage sous-marin découvert en juillet dernier au large des Açores, à 2500 m de fond, par une équipe de scientifiques français, anglais et portugais.

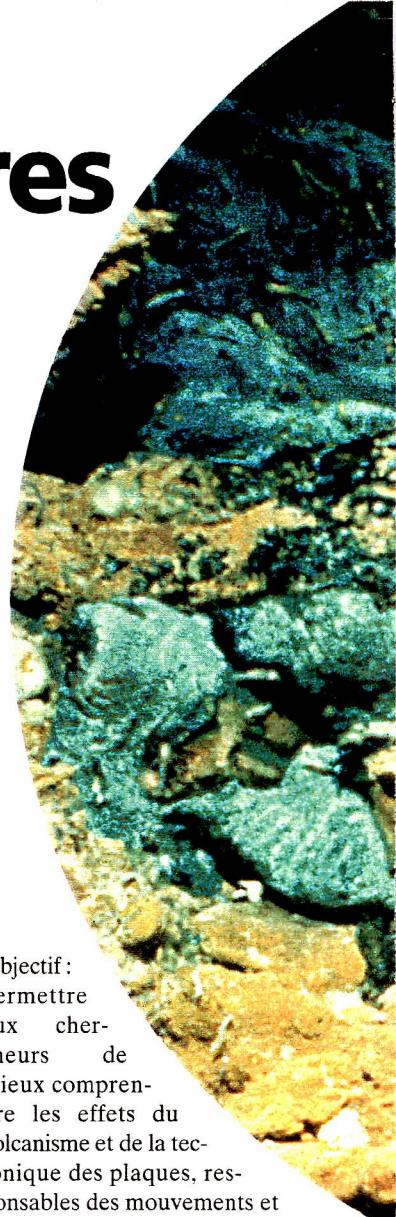
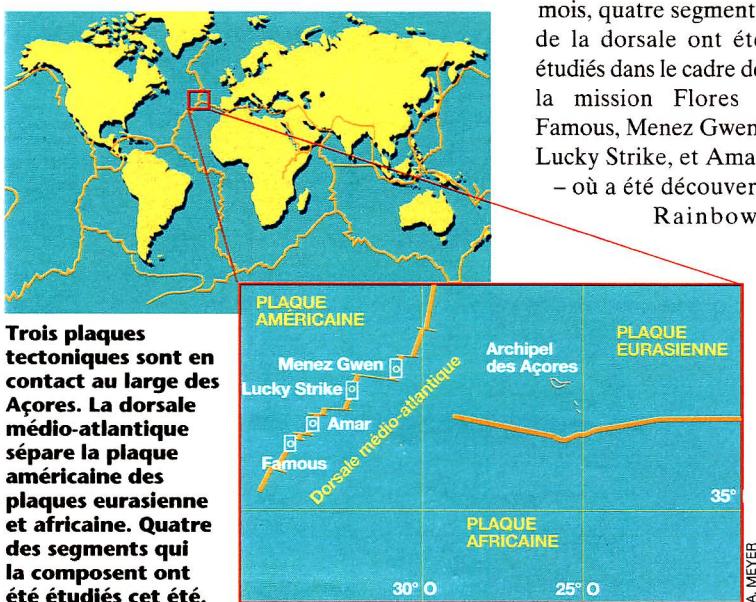
Ce site hydrothermal, dénommé Rainbow, se trouve au cœur d'une région volcanique sous-marine. Cette zone située sur la dorsale méridio-atlantique – une faille qui griffe le fond de l'océan Atlantique du nord au sud sur plus de 60 000 km, à l'endroit où les plaques africaine, eurasienne et américaine se séparent – intéresse les océanographes depuis plus de quatre ans. Cet été, durant un mois, quatre segments de la dorsale ont été étudiés dans le cadre de la mission Flores : Famous, Menez Gwen, Lucky Strike, et Amar – où a été découvert

Rainbow.

Objectif : permettre aux chercheurs de mieux comprendre les effets du volcanisme et de la tectonique des plaques, responsables des mouvements et des déformations de la croûte terrestre, sur les sources hydrothermales sous-marines.

Rainbow est un site exceptionnel sur le plan géochimique : les spécialistes ont observé que sa trentaine de sources jaillissent à même la roche "mantellique". Cette roche particulière appartient au manteau, l'enveloppe de la Terre située sous la croûte terrestre et qui s'étend jusqu'au noyau, à 2900 km de profondeur. Cela signifie donc que la croûte océanique, qui tapisse généralement le fond des mers sur une dizaine de kilomètres d'épaisseur, est absente de cette zone.

Zone de turbulences





La source et la vie...

Pourquoi les sources chaudes de Rainbow ² et de Menez Gwen ³ n'abritent-elles pas une vie aussi abondante ¹ que les autres sites hydrothermaux déjà connus ?

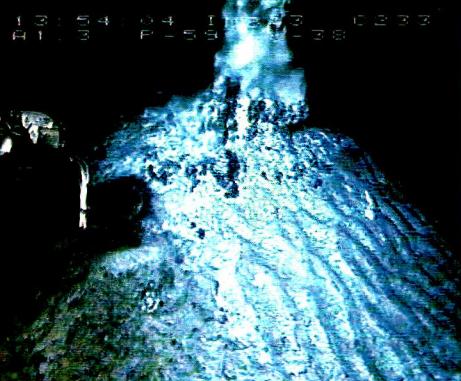
bow : les plaques s'écartant à la vitesse de 2 cm par an, une fracture s'ouvre, et la Terre ne produit pas assez de matière pour la combler. C'est pourquoi la roche du manteau affleure sur les fonds marins.

DES ROCHES À 1000 °C

Le premier, appelé Logachev, se trouve également sur la dorsale médiо-atlantique, au nord de l'équateur. Il a été découvert en 1994 par des scientifiques français, russes et américains.

L'absence de croûte océanique se rencontre uniquement dans les zones où le volcanisme est faible (c'est la production de basalte qui forme la croûte océanique) alors que l'activité tectonique est continue. C'est le cas du site de Rain-

« Une telle observation est très rare », explique Yves Fouquet, chercheur à l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) et chef de mission scientifique de la campagne Flores. « Rainbow n'est que le second site de ce type connu sur la



pla-
nète ! »

Les sources de Rainbow résultent d'interactions entre l'eau de mer et les roches mantelliques, très chaudes (plus de 1000 °C), dans lesquelles elle s'infiltre. Sa température augmente alors rapidement, et elle perd nombre de ses éléments chimiques (calcium, magnésium, sulfates). Elle devient ainsi plus acide, donc plus agressive vis-à-vis de la roche, dont elle extrait plusieurs métaux (fer, manganèse, zinc et cuivre) et du soufre.

L'élévation de température fait également chuter la densité de ce fluide. Il remonte alors par convection à la surface des fonds marins et ■■■

rejaillit au travers de cheminées. Au contact de l'eau glacée (2 °C) des fonds, il refroidit brusquement. Les éléments qu'il contient se solidifient pour donner des sulfures métalliques (particules de métaux associées à du soufre). C'est l'abondance de ces métaux cristallisés qui est responsable de la couleur «plus

840 m de profondeur, Menez Gwen est en effet le site hydrothermal connu le moins profond du globe. Or, moins le site est profond, plus la température d'ébullition de l'eau est basse – donc facile à atteindre. A Rainbow, la température d'ébullition, élevée (400 °C), n'est jamais atteinte.

En revanche, celle de Menez Gwen (300 °C) l'est très souvent. Quand l'eau entre en ébullition, elle s'évapore en partie, tandis que les métaux et les minéraux présents dans la partie liquide se concentrent. Au fur et à mesure de l'évaporation, ce liquide devient donc de plus en plus «sale». La vapeur d'eau qui remonte à la surface de la roche mantellique se transforme en liquide au contact de l'eau de mer glacée, par condensation. C'est ce fluide particulièrement pur, très pauvre en métaux, qui s'échappe des cheminées de Menez Gwen.

Des sources hydrothermales sous-marines ont été observées pour la première fois en 1977, dans le Pacifique, près des îles Galapagos, par des chercheurs américains. Le mythe des fonds sous-marins obscurs, froids et déserts s'effondre

alors. On découvre une profusion de vie autour de ces sources chaudes, très riches en minéraux, qui forment les fameuses cheminées (encore appelées «fumeurs»).

C'est grâce à des bactéries, qui absorbent les substances minérales et les transforment en sucres, que la chaîne alimentaire peut se former. Des vers, des crevettes et des organismes filtreurs se nourrissent de ces bactéries, puis sont la proie d'animaux plus gros, et ainsi de suite. Cet écosystème original, qui ne fait pas appel à la photosynthèse, est entièrement dépendant des sources. Si leur activité cesse, la chaîne est rompue : les animaux meurent, ou migrent le long de la dorsale océanique vers un autre site hydrothermal.

POLLUTION NATURELLE

Sur les quatre segments de la dorsale médio-atlantique étudiés lors de la mission Flores, la vie est loin d'être aussi abondante que dans les autres sites hydrothermaux observés dans les océans du globe. Mais c'est sur le site noir de Rainbow que la faune est la plus rare. Les rejets de ses cheminées seraient-ils nocifs pour les organismes vivants ? Les études biologiques en cours, réalisées à partir des échantillons recueillis en mer en août dernier, devraient apporter des réponses. Yves Fouquet estime «possible que la forte teneur en métaux, en hydrogène sulfuré et en méthane des rejets de Rainbow dépasse les seuils de toxicité tolérés par les communautés biologiques de ces milieux.»

Ainsi, c'est peut-être une «pollution naturelle», à plus de 2500 km de profondeur, qui éloigne la faune de ce site volcanique sous-marin.

A quelques kilomètres, des panaches blancs comme neige...

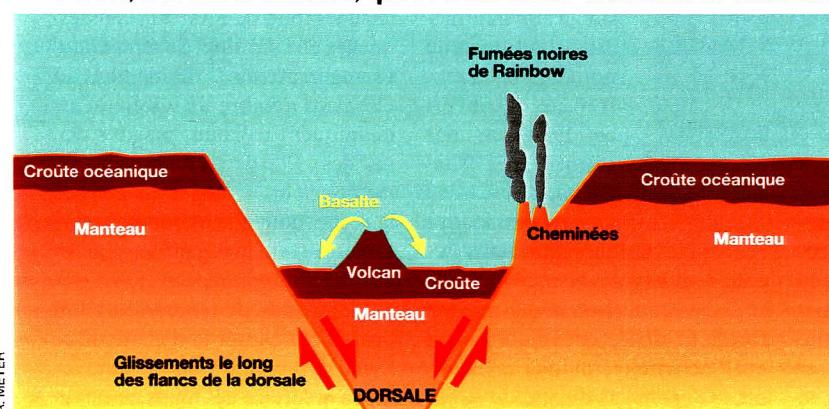
noire que de l'encre de Chine » des panaches rejétés.

Ces bouffées obscures sont d'autant plus étonnantes que, à quelques dizaines de kilomètres de là, se dressent les cheminées blanches comme neige du site hydrothermal de Menez Gwen («coline blanche» en breton), découvert en 1994 par la même équipe scientifique.

«Cette inégalité de «pureté» des sources est due à la différence de profondeur des sites et aux processus d'ébullition de l'eau», explique Yves Fouquet. A seulement

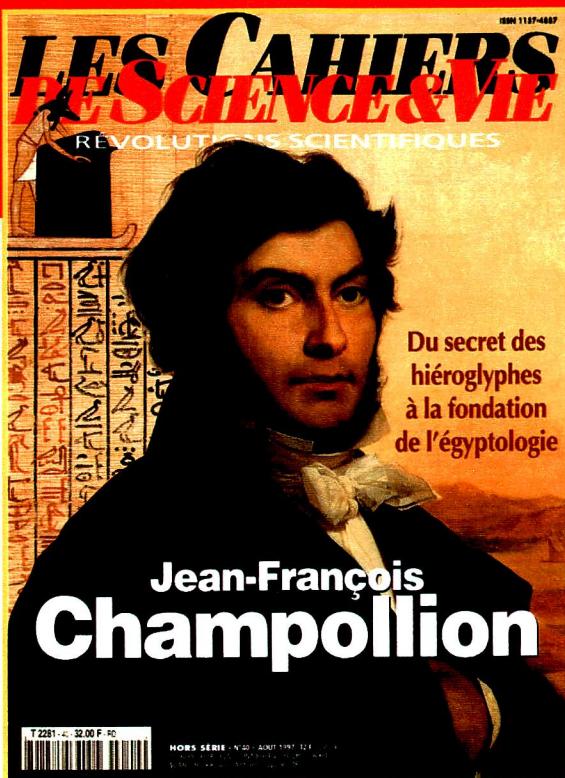
Quand les volcans sont paresseux

Au fond de la dorsale médio-atlantique, les volcans ne produisent pas assez de basalte pour recouvrir de croûte océanique les flancs de la faille : les roches mantelliques affleurent sous l'océan. C'est là, à même le manteau, que se trouvent les cheminées de Rainbow.



"Les révolutions scientifiques"

La fabuleuse histoire du déchiffrement des hiéroglyphes.



**LES CAHIERS
DE SCIENCE & VIE**
DES HISTOIRES RICHES EN DECOUVERTES

EN VENTE PARTOUT

Les fils du loup

■ Le chien descend du loup : l'hypothèse d'hier est devenue une certitude scientifique. Comment, dans la nuit de la préhistoire, l'homme et le loup ont-ils pu cohabiter au point que le féroce animal ait pu se laisser domestiquer ?

PAR MARIE-SOPHIE
GERMAIN



« **L**e chien est un loup domestiqué par l'homme », annonce en juin dernier Carles Vila, de l'université de Californie (Los Angeles), dans la revue *Nature*. Ce biologiste a étudié le matériel génétique de 27 populations de loups – 162 bêtes –, et de 67 races de chiens. Il a aussi étudié quelques coyotes et chacals, qui appartiennent, comme le loup, à la famille des canidés. Le chacal est le canidé qui “remplace” le loup en Afrique, et en Amérique, le coyote côtoie le loup. Verdict de l'enquête : *Canis lupus* est l'unique ancêtre de tous les chiens.

Aujourd'hui, cette annonce peut paraître évidente.

Pourtant, elle ne l'était pas aux yeux des scientifiques : entre loup, chacal et

coyote, qui est le véritable père des races de chiens actuelles ? Ne pourraient-ils pas revendiquer tous les trois cette paternité ?

Pour Darwin, les chiens proviennent d'au moins une douzaine d'espèces de canidés (dont les renards, les hyènes, les lyacons...). Konrad Lorenz, qui donna ses lettres de noblesse à l'éthologie dans les années 70, pense que certains chiens se rapprochent du loup, d'autres du chacal...

C'est grâce à l'étude génétique que Carles Vila est parvenu à cette conclusion. Au lieu d'analyser le cœur des cellules, il s'est basé sur l'ADN des mitochondries (les “centrales énergétiques” de la cellule), qui mute très vite au fil des générations. Cet ADN, qui évolue donc plus rapidement que l'ADN du noyau, rend plus apparentes les divergences récentes entre espèces. C'est donc un bon outil pour établir des généalogies.

Comment le chien s'est-il séparé de la lignée des loups ? Les hypothèses sont nombreuses. Selon l'une d'entre elles, tout commence entre 15 et 10 000 ans avant notre ère, au temps des hommes chasseurs-cueilleurs et des derniers mammouths, vers la fin du Pléistocène. Autour d'un feu, un groupe d'hommes dévore le butin de chasse de la journée. Une bande de loups affamés s'ap-

proche craintivement. Un des hommes leur lance un morceau de viande, sur lequel ils se ruent avant de s'enfuir, l'échine courbée et la queue entre les pattes. Ils reviendront tous les jours. Dès lors, en l'espace d'une dizaines de générations, habitués à l'homme, les féroces carnivores vont se transformer en animaux domestiques, dociles et fidèles.

Mais peut-être en fut-il tout autrement : « Les hommes avaient de gentilles femmes et de gentils enfants. Et pour leur faire plaisir, ils leur rapportaient des jouets : des bébés loups ! », propose Francis Petter, mammalogiste au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris. De cette façon, les louveaux, grandissant au contact des humains, auraient été facilement domestiqués.

LES LOUPS ONT PROFITÉ DE LA STRATÉGIE DES HOMMES

On le voit à travers ces deux exemples, les scientifiques ont encore des idées floues sur la manière dont s'est amorcée la domestication.

Cette question préoccupe les anthropologues, archéo- et ethnozoologues, car le lexique qui se rapporte aux animaux en contact avec l'homme comporte des nuances imperceptibles : animaux commensaux (qui vivent près des humains), animaux familiers, apprivoisés, dressés, captifs, élevés, acclimatés... En 1861, Geoffroy Saint-Hilaire décompose le processus de la domestication en trois stades : captivité (appropriation), apprivoisement (familiarisation), et domesticité (utilisation).

Ainsi, pour certains spécialistes, l'homme s'est approprié le loup en le capturant, l'a apprivoisé, et le loup est devenu chien, animal domestique utile. A moins ■■■

Depuis la nuit des temps

Grâce à une étude génétique, le biologiste américain Carles Vila a prouvé que le loup est l'ancêtre du chien moderne. Il avance en outre l'hypothèse que sa domestication remonte à 100 000 ans avant notre ère.

■■■ qu'il se soit auto-domestiqué ! C'est ce qu'affirmait le paléobiologue viennois Othenio Abel dans les années 30 : les loups auraient appris à suivre les hommes préhistoriques, "prédateurs intelligents", pour pratiquer la chasse en commun, ou "chasse coopérative inter-spécifique", selon le terme éthologique. Ils auraient profité de la stratégie des hommes pour attraper leurs proies plus facilement... Mais pour l'instant, faute d'en savoir plus, on ne peut exclure aucune hypothèse.

Quoiqu'il en soit, les hommes

Lorsqu'il devient chien, la capacité cérébrale du loup diminue

utilisent les premiers chiens parfois pour les consommer (en Asie ou en Europe méditerranéenne), mais surtout en tant que chiens de chasse, pour pister et rabattre le gibier.

Cette domestication n'est pas sans conséquence sur les individus. Elle entraîne des modifications comportementales, bien sûr, mais aussi chromosomiques, fonctionnelles et anatomiques.

Michel Tragnier, également mammalogiste au Muséum d'histoire naturelle, précise : « En devenant chien, le loup a perdu la puissance de sa mâchoire – sa tête s'est donc réduite – et la puissance de ses pattes avant. En outre, sa capacité cérébrale a diminué, comme c'est le cas chez toutes les espèces domestiquées. » Par ailleurs, est apparu le "stop", cassure en angle droit entre le haut du crâne et le museau, une sorte de front. Les yeux en amande fuyant vers l'arrière sont devenus ronds, et l'arrière-train s'est considérablement développé. Le chien a donc gagné en puissance de propulsion, et l'homme a réussi à sélectionner des races

Un arbre provisoire

Cet "arbre", établi par le zoologue britannique Juliet Clutton-Brock, du British



LOUP EUROPÉEN

Museum, n'est pas un arbre généalogique au sens strict, établissant l'origine et la composition de la famille canine. En l'absence de données scientifiques qui permettront



LOUP INDIEN

peut-être un jour d'établir un arbre généalogique précis, il a le mérite de représenter les races de chiens modernes et leurs ancêtres.



LOUP CHINOIS



LOUP NORD-AMÉRICAIN



Terrier



Spitz



Maltais



Epagneul



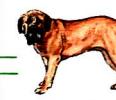
Berger



Chien d'arrêt



Saint-hubert



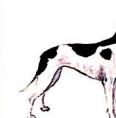
Mastiff



Deer hound



Grand danois



Lévrier



Afghan



Saint-bernard



Chien paria asiatique



Sloughi



Terre-neuve



Barzoï



Dingo



Pug



Chow-chow



Bouledogue



Chien américain



Pékinois



Chien esquimau

DESSIN W. FRASCHINI

plus performantes pour des emplois spécifiques : chiens de chasse au flair plus développé, chien d'eau excellents nageurs, chien de montagne plus gros et plus résistants...

Autre conséquence, et non des moindres : domestiqué, le loup a régressé. En effet, beaucoup de chiens adultes présentent une apparence et surtout un comportement juvénile : recherche d'attention, aboiements (qui n'existent pas chez les loups adultes), jeu... C'est ce qu'on appelle la pédomorphose. En quelque sorte, le chien est un éternel adolescent....

Mais pourquoi seul le loup a-t-il



L'œil, signe de domestication

La domestication a entraîné des modifications morphologiques. Par exemple, les yeux en amande du loup, fuyant vers l'arrière, sont devenus ronds chez le chien.

été domestiqué, et pas le chacal ou le coyote ? « Il y a eu des essais, mais peu convaincants », répond Michel Tragnier. En fait, les chiens et les coyotes sont des animaux solitaires, à l'inverse des loups qui vivent en société. En apprivoisant

l'animal social qu'est le loup, l'homme peut s'instaurer chef de meute. « Nous pouvons supposer que les chiens n'ont pas de descendants domestiqués, car leurs pupilles sont ovales quand ils ferment les yeux, ce qu'on ne retrouve chez aucune race de chien », ajoute Francis Petter. Mais on ne sait pas encore si cette particularité est un caractère dominant qui se transmet de générations en générations.

À QUOI RESSEMBLAIENT LES PREMIERS "TOUTOUS" ?

Maintenant qu'il est établi que le loup est l'ancêtre du chien, plusieurs polémiques subsistent. La première concerne l'apparence physique des premiers « toutous ». A quoi ressemblaient-ils ? Carles Vila pense qu'ils étaient semblables aux loups, jusqu'à il y a environ 10 000 ans. Ce qui n'est pas l'avis de James Serpell, de l'université de Pennsylvanie : « Il est très difficile d'imaginer que l'apparence d'animaux devenus domestiques ne change pas immédiatement ».

En fait, si ■■■

Une famille de dingos...

Pour certains scientifiques, coyotes et chacals (ci-contre) ont pu, un temps, revendiquer la paternité du chien, car ils font partie de la même famille que celle du loup, les canidés. Quant aux dingos d'Australie (ci-dessous), ce sont des chiens domestiques redevenus sauvages.



PHOTOS G. LAZZI/SUNSET



nos races de chiens sont si diverses, c'est parce que l'ancêtre *Canis lupus* a une grande variabilité morphologique : il est petit dans le désert, plus imposant en Europe ou en Asie. « Les canidés ont une grande plasticité génétique », explique Guillaume Lecointre, phylogénéticien au Museum, spécialiste en systématique moléculaire. « C'est pour cette raison qu'il y a tellement de races de chiens. Les félins, par exemple, n'ont pas cette plasticité. »

LES 300 RACES CANINES ACTUELLES

Selon l'hypothèse de Juliet Clutton-Brock, zoologue au British Museum, le loup européen serait à l'origine des chiens de type terrier, berger, chiens d'arrêt. Le loup indien aurait engendré le lévrier, le saint-bernard, le terre-neuve, ou encore le bouledogue. Le loup chinois serait le père du chow-chow et de l'épagneul, et le loup américain l'ancêtre du chien esquimau... Cette hypothèse est illustrée sous forme d'« arbre généalogique » (voir dessin pages précédentes). Comme l'explique Guillaume Lecointre, il est très difficile à reconstituer, justement à cause de la plasticité génétique des canidés, et du peu de preuves archéologiques dont disposent les experts.

Nous voyons donc qu'il est encore périlleux de retracer la grande histoire des quelque 300 races canines actuelles...

Mais les polémiques ne s'arrêtent pas là et une autre grande question agite les chercheurs : où et quand est né le premier Médor ? L'association homme-chien date d'au moins 14 000 ans : en 1979, on a retrouvé à

Oberkassel (près de Bonn, en Allemagne) les ossements d'un chien dans une tombe à côté des restes d'un humain. C'est le chien le plus ancien que l'on connaisse. Mais peut-être les loups ont-ils été domestiqués 100 000 ans avant notre ère, comme le suggère Carles Vila...

« C'est très exagéré ! », s'insurgent Francis Petter et Michel Tra-

l'instant, les scientifiques n'ont que des preuves archéologiques pour déterminer avec certitude l'époque à laquelle le loup est devenu le « meilleur ami de l'homme ».

Les loups, comme les rats ou les pigeons, sont des animaux commensaux : ils sont sauvages mais côtoient l'homme par intérêt, pour se procurer de la nourriture ou un abri. Loups et hommes ont donc coexisté entre 600 000 et 12 000 ans avant J.-C. Mais Carles Vila pense qu'en fait, les « futurs chiens » ont été apprivoisés à plusieurs époques et en plusieurs endroits différents !

Selon Daniel Helmer, archéozoologue et préhistorien au CNRS, le chien pointe sa truffe pour la première fois en Iran ou en Israël vers 12 000 ans avant notre ère. L'Europe et l'Amérique du Nord voient son apparition 2 000 ans plus tard. En Chine, il apparaît 5 500 ans avant J.-C., en Australie vers 6 000 ans avant J.-C. Toutes ces dates sont révélées par les plus anciens squelettes de chiens retrouvés, mais il y en a peut-être de plus anciennes que nous ne trouverons jamais... Les scientifiques doivent donc se contenter du peu de preuves en leur possession.

De ce que l'on sait sur les premiers chiens, on ne peut tirer aucune certitude. Leur « berceau » et la date de leur apparition sont encore obscurs, et d'autres polémiques viendront relancer le mystère au fur et à mesure de l'enquête. Mais dans ce domaine, la recherche avance toujours... à pas de loups.



G. LACZ/SUNSET

Le chien est un bébé loup

Lorsque le loup est devenu chien, il a gardé la morphologie du louveteau et un comportement juvénile. Il joue, recherche l'attention, gémit, aboie... Autant d'attitudes qui n'existent pas chez le loup adulte.

gnier. Il est impossible de déterminer une date plus ancienne à travers des études génétiques parce que loups et chiens peuvent parfaitement, comme le font les chiens de traîneaux en Laponie, s'accoupler et donner des hybrides : s'agit-il alors de chiens ou de loups ? Pour

MUCOVISCIDOSE. NOUS LA METTRONS À BOUT DE SOUFFLE.



Une terrible maladie génétique frappe chaque jour en France une nouvelle famille.

A l'enfant qui vient de naître, la mucoviscidose promet une vie de souffrances, un combat de chaque instant pour conserver un filet de souffle, tandis que s'amenuisent inexorablement ses facultés respiratoires ; à ses parents, elle annonce des années d'angoisse sans répit.

Pourtant, l'espoir ne cesse de grandir ! Parents, bénévoles, amis, soutiennent l'AFLM depuis plus de 30 ans, dans son combat sur tous les fronts : recherche, amélioration des soins et de la qualité de vie, information et sensibilisation.

Résultats ? Aujourd'hui, la médecine marque des points : de plus en plus d'enfants parviennent à l'âge adulte. Jamais la recherche n'a été aussi près d'aboutir.

Contre la plus grave des maladies du souffle, rejoignez l'AFLM, et participez à ses actions pour aider les enfants et les familles à tenir bon !



TENEZ BON LES ENFANTS !

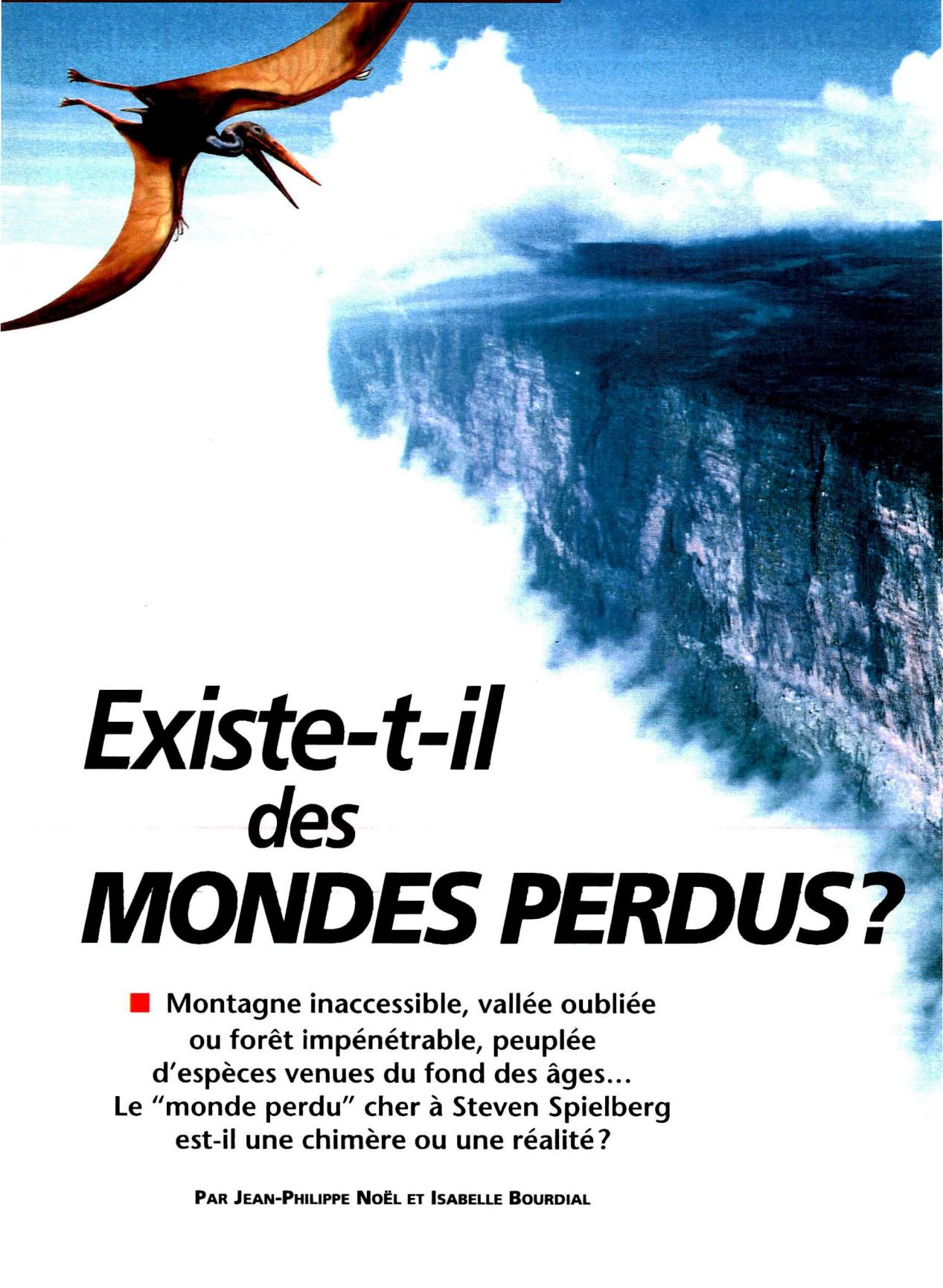
A.F.L.M. 76, RUE BOBILLOT, 75013 PARIS. TÉL. 01 40 78 91 91 CCP : 617426 W
ASSOCIATION RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE. MEMBRE DU COMITÉ DE LA CHARTE
Espace offert par le support.

Pour en savoir plus sur l'AFLM, ses actions, ses délégués les plus proches, détachez ce coupon et retournez-le à AFLM, 76 rue Bobillot 75013 Paris.

NOM PRENOM ADRESSE
..... CODE POSTAL VILLE



EN COUVERTURE



Existe-t-il des **MONDES PERDUS?**

■ Montagne inaccessible, vallée oubliée
ou forêt impénétrable, peuplée
d'espèces venues du fond des âges...

Le "monde perdu" cher à Steven Spielberg
est-il une chimère ou une réalité ?

PAR JEAN-PHILIPPE NOËL ET ISABELLE BOURDIAL



CONTINENT ORIGINEL

Fragments de l'antique Pangée (le super-continent qui réunissait toutes les terres), les tepuys se dressent à près de 3 000 m au-dessus de la forêt vénézuélienne. Qu'abritent ces forteresses imprenables ?

« C'était un site solennel : les muraillles rocheuses [du plateau] étaient gigantesques ; la lumière se trouvait obscurcie par une double bordure de verdure, et seule une lueur confuse pénétrait jusqu'au fond (...). Une très grosse ombre noire, à huit ou dix mètres, planait dans les airs (...). Nous avions rencontré notre premier ptérodactyle.»

Cette description, que l'on doit à l'imagination de Sir Arthur Conan Doyle (1), pourrait s'appliquer à des paysages bien réels, à des régions inexplorées ou très peu fréquentées parce que difficiles d'accès. Existe-t-il encore sur Terre des "mondes perdus" comme ceux dont rêvait le romancier anglais ? Et serait-il possible qu'ils ■■■

(1) *Le Monde perdu* (éd. Robert Laffont), traduction de *The Lost World* (1912), auquel rend hommage le roman du même nom, de Michael Crichton, qui a été adapté à l'écran par Steven Spielberg.



abritent des animaux préhistoriques tels que les ptérodactyles, ou des espèces totalement inconnues ?

Les tepuys vénézuéliens, ces montagnes tabulaires dressées en pleine forêt tropicale, dans le bassin de l'Orénoque, ont le physique de l'emploi ! Conan Doyle connaissait d'ailleurs leur existen-

imprenables, gardent leur mystère.

Ceux qui ont été explorés tiennent leurs promesses : quelque 5 000 variétés de plantes endémiques (qui n'existent nulle part ailleurs) ont été dénombrées dans les replis de leurs sommets ravinés. Mais il faudrait pousser plus avant ces investigations pour avoir une chance d'observer les biocénoses (communauté associant des animaux et des végétaux) qui ont pu

le, de vastes lapiaz hérisse de pics calcaires. Ces rangs de pieux aiguiseés par le vent et la pluie portent le nom de tsingy, car ils résonnent d'un "tsing" lorsqu'on les frappe de la main. Rares sont ceux qui osent s'aventurer entre – ou sur – leurs arêtes tranchantes, qui forment d'étroits labyrinthes. Ici et là, au détour d'une galerie, des forêts vierges en miniature ont réussi à s'implanter. Sachant que 75 % de la faune et de la flore malgaches sont endémiques, ces forêts constituent probablement de véritables viviers d'espèces encore inconnues.

Les vingt dernières années ont été fertiles en découvertes étonnantes. Ainsi, en 1977, des océanographes ont déniché un monde insoupçonné au fond de l'océan, dans le désert des abysses, entre 2 000 et 3 000 m de profondeur ! Autour de sources hydrothermales, sur les dorsales du Pacifique et de l'Atlantique, des bactéries baignant dans une eau à plus de 100 °C sont capables de synthétiser

IL EXISTERAIT UN GIGANTESQUE LAC SOUS LA GLACE DE L'ANTARCTIQUE

ce et s'en est inspiré. Ces fragments du Gondwana (partie méridionale du continent originel, la Pangée), vieux de 180 millions d'années, se sont individualisés il y a 20 millions d'années lors de l'érosion du plateau calcaire de Roraima. Certains tepuys reçoivent la visite de touristes déterminés – ou fortunés, qui recourent à l'hélicoptère. Mais d'autres, forteresses

s'y développer, à l'abri des regards. Il est toutefois peu probable que ces montagnes cachent des animaux de grande taille, car les tepuys non visités sont tout de même régulièrement survolés.

Il n'y a pas que l'Amérique du Sud pour abriter des mondes perdus en puissance. L'Île rouge n'est pas en reste : Madagascar renferme, non loin de sa côte occidenta-

Y. ARTHUS-BERTRAND/ALTAITUDE

UNE PÉPINIÈRE D'ESPÈCES INCONNUES

La forêt amazonienne, qui s'étend sur plusieurs millions de kilomètres carrés, est loin d'avoir livré tous ses secrets. On y découvre sans cesse des espèces inconnues – vestiges d'époques reculées ou récents produits de l'évolution.

LE LABYRINTHE DE PIERRE

Redoutables herses de calcaire, les tsingys de Madagascar empêchent l'accès de forêts "vierges" encore inexplorées...

de la matière organique en l'absence de lumière. Elles ont ainsi permis le développement d'une vie complètement coupée du reste du monde.

Autre écosystème indépendant de l'énergie solaire : celui de la grotte de Movile, découverte en 1986 en Roumanie. Dans le sous-sol des plateaux calcaires de la Dobrogea, des spéléologues ont observé une faune vieille de 5 millions d'années, unique au monde. L'atmosphère de la grotte contient moins de 5 % d'oxygène. L'obscurité y est totale. Pourtant, la vie pullule. Des bactéries s'épanouis-



F. LANTING/MINDEN PICTURES

sent en tirant partie de l'anhydride sulfureux, du méthane et de l'azote qui abondent. Elles forment le premier maillon d'une chaîne alimentaire qui comporte des scorpions d'eau, des cloportes, des vers, des araignées, des mille-pattes et autres nèpes...

Même l'Antarctique possède son monde perdu : la plus vieille glace du monde dissimule un gigantesque lac, dont l'existence a

été révélée en 1993 par le satellite *ERS-1*. Les images du relief glaciaire mettent en évidence de grandes étendues plates, correspondant vraisemblablement à des nappes d'eau profondes non gelées qui pourraient abriter des microorganismes âgés d'un million d'années. Bien à l'abri sous une calotte glaciaire de 4 km d'épaisseur, ils auraient été protégés des changements climatiques. Reste à effec- ■ ■ ■

MONDES PERDUS



■ ■ ■ t u e r
des prélevem-
ents, en veil-
lant à ce que les forages
ne polluent pas cet écosys-
tème unique.

A ces sites isolés, susceptibles d'avoir préservé des espèces millénaires, il faut ajouter les milieux qui génèrent de multiples espèces complètement nouvelles. La forêt amazonienne encourage ainsi l'évolution, ce qui se traduit par une émergence foisonnante de plantes et d'animaux endémiques.

d'une espèce vivante. Du moins, c'est ce que l'on croyait. Or, en 1977, un groupe de scientifiques a introduit sur des îlots des Bahamas une centaine de petits lézards *Anolis sagrei*. Récemment, Jonathan Losos, de l'université de Washington, a comparé les descendants de ces reptiles immigrés avec ceux de la population d'origine. Surprise : leurs pattes ont raccourci ! Pour s'adapter à un environnement plus clairsemé, les anoles ont perdu entre 0,5 et 1 mm de pattes, et ce, en moins de vingt

TAPI DANS LES ABYSSES, UN REQUIN GÉANT VIEUX DE 100 000 ANS

Des biocénoses uniques se construisent là, qui n'ont d'équivalent nulle part ailleurs. Elles pourraient fort bien constituer les "mondes perdus" de demain...

C'est peut-être aussi l'avenir des îles retirées, véritables "accélérateurs" de l'évolution. Darwin avait déjà constaté l'extraordinaire diversité de la faune insulaire en étudiant les pinsons des Galápagos : il en avait dénombré pas moins de 13 espèces vivant sur des îles différentes, et dont le bec avait évolué pour s'adapter aux ressources alimentaires disponibles.

D. HULSEBOS
Mais une vie humaine ne suffit pas pour observer l'évolution

ans ! Un record à l'échelle de l'évolution. Preuve que l'apparition d'espèces peut être beaucoup plus rapide que prévu.

Certes, avec ces petits lézards, on est loin des colonies de ptérodactyles chères à Conan Doyle et des meutes de vélociraptors du *Monde perdu* de Spielberg. Mais si ceux-ci voyaient juste ? Si seul l'isolement dissimulait l'existence de dinosaures relictuels ?

L'hypothèse n'est pas nouvelle. D'innombrables récits plus ou moins fantaisistes mettent en scène d'hypothétiques survivants de la préhistoire, du célèbre Nessie, le "monstre du Loch Ness", au Môkélé-Mbêmbé, sorte de sauro-

pode décrit au début du siècle au Congo. Le mégalodon, un requin géant long de 15 m, est censé avoir disparu il y a 100 000 ans. Mais, à en croire un scientifique américain, cet ancêtre du requin m a k o h a n t e r a i t



toujours les mers, caché dans les profondeurs abyssales...

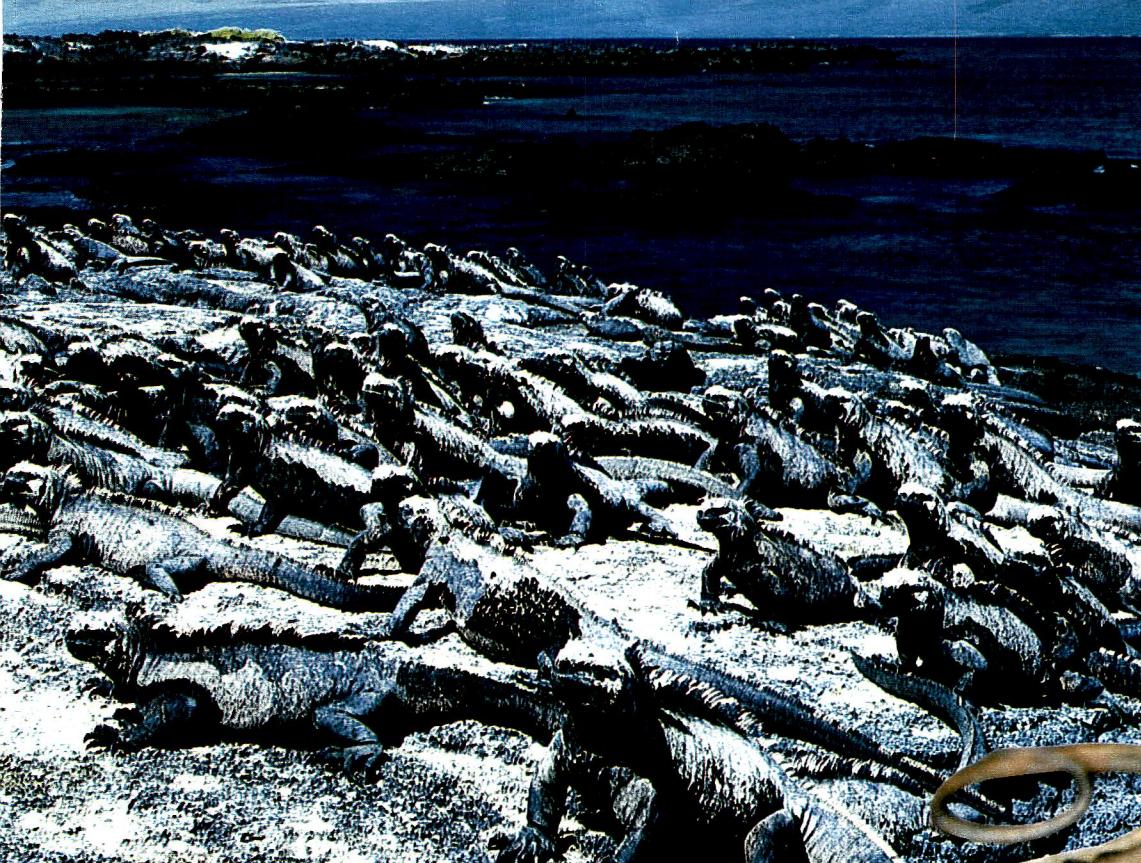
Certes, on découvre régulièrement des espèces ayant échappé jusque-là à l'observation. Il s'agit même parfois d'espèces connues jusque-là à l'état fossile. Mais, pour être honnête, ce sont à 99 % des invertébrés... Insectes, arachnides et autres myriapodes sont découverts presque chaque jour dans la canopée (2) des forêts équatoriales. Mettre la main sur un nouveau mammifère ou sur un gros poisson est plus rare. On peut cependant citer l'incroyable requin grande gueule, une belle bête de près de 10 m, dont le premier spécimen fut sorti des eaux en 1976. Ou, plus récemment, le *Mesoplodon peruvianus*, un dauphin de 3 m de long. Sans oublier le cercopithèque (*Cercopithecus salatus*), un singe à longue queue trouvé en 1988 dans les forêts

VENUE DU FOND DES ÂGES

Cette chèvre archaïque se cachait dans la jungle vietnamienne depuis 5 millions d'années ! Ce n'est qu'en 1994 qu'une expédition a observé cet ancêtre vivant des caprinés, baptisé saola.



(2) Sommet de la forêt tropicale humide.



ETRANGES INSULAIRES

Isolées du reste du monde, les îles abritent de nombreuses espèces qu'on ne trouve nulle part ailleurs, comme ces iguanes marins (ci-dessus) qui prolifèrent sur les plages des Galápagos. Mais elles semblent également accélérer l'évolution des espèces. Témoin, ce petit lézard introduit aux Bahamas (ci-contre), qui a vu ses pattes raccourcir en moins de vingt ans! Cette évolution éclair serait le produit de transformations génétiques et de l'influence de son nouvel environnement.

gabonaises. Plusieurs lémuriens (*Lemur fulvus flavirons*, *Hapalemur aureus* ou *Propithecus tattersalli*) ont été découverts à Madagascar au cours des dix dernières années. Et des expéditions menées par le Forest Inventory and Planning Institute (FIFI), le ministère vietnamien de l'Agriculture et du Développement rural et le Fonds mondial pour la nature (WWF) ont permis de recenser trois grands mammifères inconnus dans la réserve naturelle de Vu Quang (Viêtnam) : une "chèvre" aux

cornes en forme de sabre, en 1992, un cerf géant Muntjac, en 1994, et une autre espèce de cerf Muntjac, au pelage sombre, en avril dernier.

«En Nouvelle-Guinée, dans des vallées très profondes, séparées par de hautes montagnes, on a même rencontré de nouvelles populations humaines, et quelques espèces animales et végétales inconnues», rapporte André Brosset, directeur de recherche au CNRS. «Mais il s'agissait d'espèces sœurs de celles que nous connaissons déjà. Hormis, peut-

être, dans les fonds marins, la probabilité de découvrir de véritables biocénoses est faible. Aujourd'hui, les grandes branches de la classifications ne risquent plus guère d'être bouleversées.»

Quant aux dinosaures... Aucun stégosaure n'a encore été retrouvé au fin fond d'une jungle épaisse, ni aucun compsognathus aperçu dans les crevasses d'un tepuy. Il y a peu de chances que les "terribles lézards" surgissent un jour d'un coin reculé de la planète. Jusqu'à preuve du contraire... ■

L. CONONOBOS

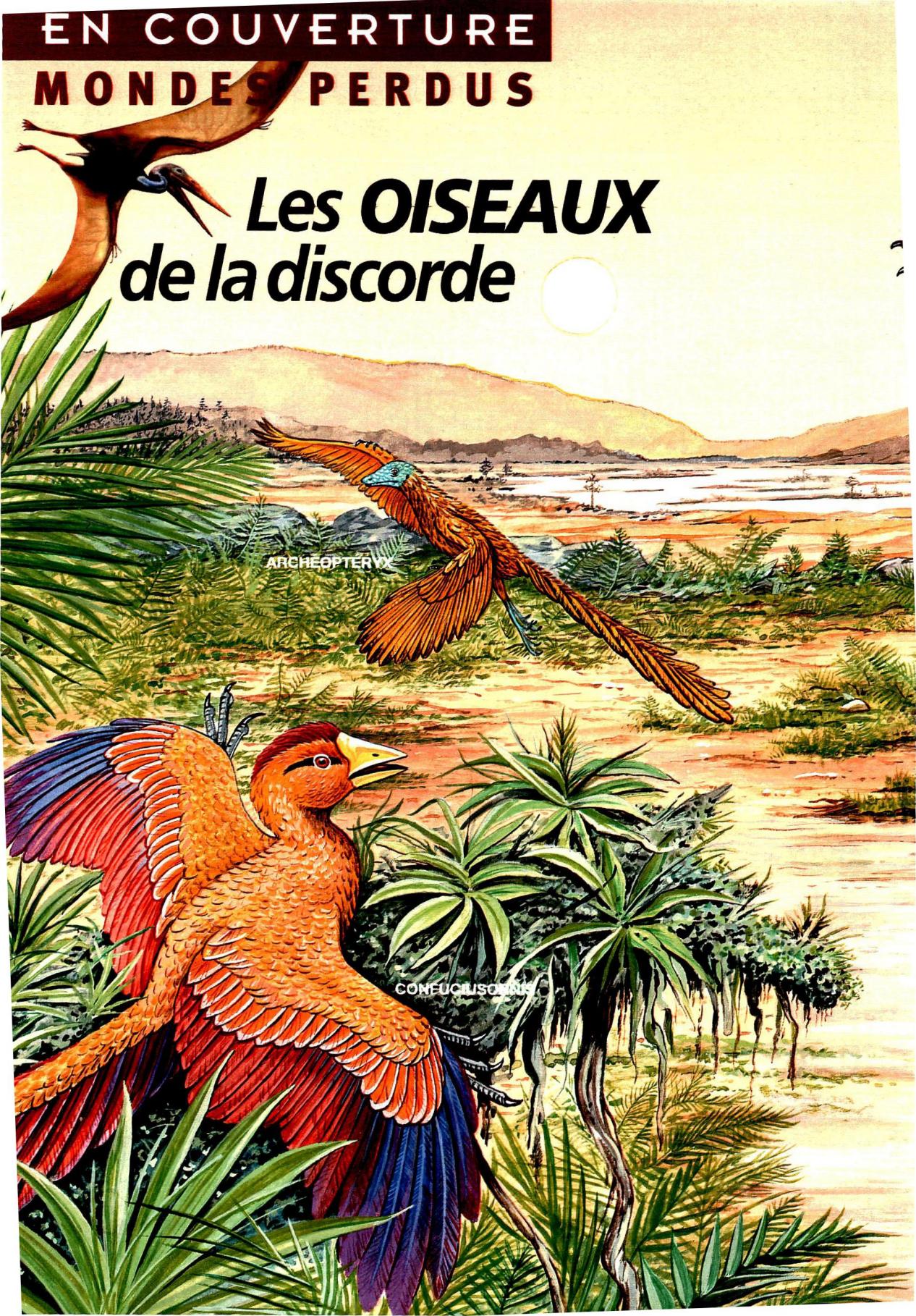
EN COUVERTURE

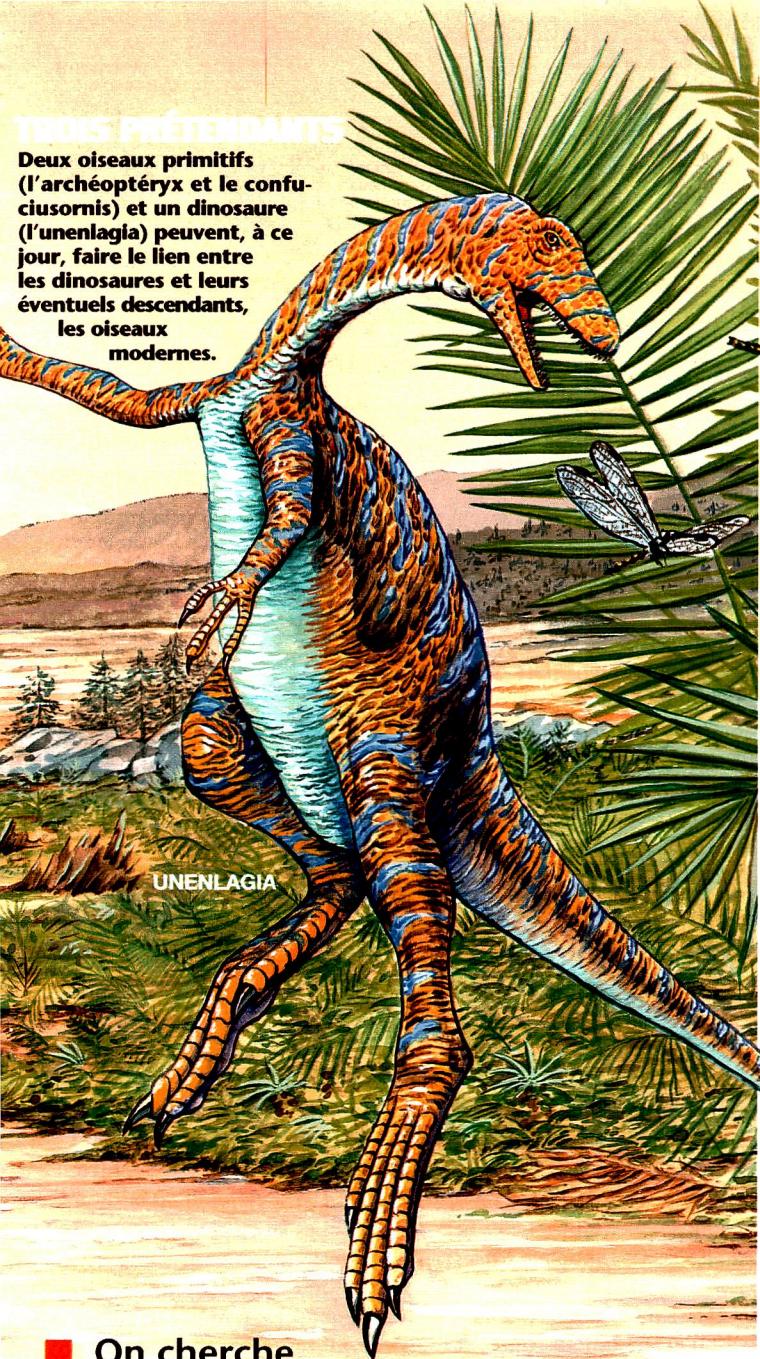
MONDES PERDUS

Les OISEAUX de la discorde

ARCHEOPTERYX

CONFUCIUSORNIS





■ **On cherche depuis longtemps le chaînon manquant entre les dinosaures et les oiseaux. Plusieurs prétendants ont été découverts. Mais un chercheur américain réfute le lien supposé entre les deux groupes.**

PAR JEAN-PHILIPPE NOËL

W. FRASCHINI

A supposer que les dinosaures aient bel et bien disparu, ils ont probablement laissé des descendants derrière eux. Depuis plus de cent ans, les spéculations vont bon train pour trouver quelle branche du règne animal aurait hérité d'une partie de leurs gènes. Une autre façon de se lancer à la recherche de mondes perdus... Le groupe des oiseaux semble le mieux placé dans la course au titre d'héritier. Mais les travaux récents d'un chercheur américain pourraient peut-être remettre en cause la succession des dinosaures.

L'AIR D'UN GROS LÉZARD À LA GUEULE DENTÉE

Tout commence en 1862, lorsque le squelette d'une véritable chimère est mis au jour dans les carrières de Solnhofen, en Bavière. Si l'on excepte la tête, il est pratiquement complet. Il mesure une soixantaine de centimètres, possède les longues pattes, les trois doigts griffus aux membres antérieurs et la queue effilée des petits dinosaures carnivores. Bref, le nouveau venu aurait tout d'un reptile si la finesse des grains de calcaire n'avait conservé intacte la trace d'un plumage. Mi-oiseau, mi-reptile, l'*Archeopteryx lithographica*, daté de 150 millions d'années, est rapidement admis comme le chaînon manquant entre les dinosaures et les oiseaux. En plus d'un siècle, les carrières allemandes offriront aux paléontologues sept squelettes plus ou moins bien conservés d'archéoptéryx.

Reconstitué, l'animal a l'air d'un gros lézard à la gueule dentée, les couleurs du plumage restant à la discréction de l'artiste. On l'imagine alors grimpant aux arbres du Jurassique supérieur grâce à ses griffes. Puis, écartant largement sa belle voilure, il se laisse planer, capturant les insectes qui, eux, ont conquis l'espace aérien 200 millions d'années auparavant. L'archéoptéryx



■ ■ ■ **Archéoptéryx** se voit alors honoré du titre de "premier oiseau", même si personne ne le croit encore capable d'exploits aériens. Le système d'attache des membres antérieurs à sa ceinture scapulaire donne à penser qu'il ne devait pas battre des ailes, mais qu'il planait.

IDENTIFIER UN DINOSAURE À PLUMES

Pourtant, en 1992, la découverte du septième et dernier archéoptéryx, plus petit et d'une espèce différente, vient troubler les certitudes acquises. L'animal possède un sternum ossifié, point d'appui des muscles permettant le puissant battement des ailes. L'archéoptéryx était peut-être un bien meilleur voilier qu'on l'a longtemps supposé.

Qu'il soit un excellent voilier ou un piètre planeur, l'archéoptéryx est pour la majorité des scientifiques un "pont évolutif" possible entre les dinosaures et les oiseaux. De quel dinosaure pourrait-il descendre ? Il faudrait, pour répondre, identifier un dinosaure à plumes. La plume

frappe les paléontologues. Le fossile porte sur le dos de petites marques noires. Des proto-plumes ? Une équipe américaine et allemande, conduite par John Ostrom (1), décide de se rendre sur place.

Pendant trois semaines, le mystérieux fossile est balayé au microscope électronique. Verdict : il ne s'agit ni de plumes ni même de duvet, mais probablement d'écaillles modifiées formant une crête dorsale. Le *Sinosauropteryx* se voit reléguer au titre de simple petit dinosaure sans lien possible avec les oiseaux, et les scientifiques ressassent la même interrogation : comment les dinosaures ont-ils pris leur envol ?

Peut-être ont-ils commencé à battre des ailes avant même d'avoir des plumes. C'est la réponse suggérée par la découverte de l'"*unenlagia*". En janvier 1996, des chercheurs du Muséum de sciences naturelles Bernardino Rivadavia de Buenos-Aires découvrent, en Patagonie, les 22 pièces d'un puzzle particulier. Reconstruit, il se révèle être un dinosaure



petit dinosaure se servait de ses membres supérieurs à la manière d'un sportif qui s'équilibre avec ses bras durant sa course ou ses sauts. Ce qui incite à penser que l'acquisition du vol se serait effectuée au sol, et non depuis les arbres.

L'*unenlagia* est-il enfin le lien entre les dinosaures et l'archéoptéryx ? En théorie non, car il est trop jeune ! Il a seulement 90 millions d'années et vit en plein Crétacé supérieur. Le premier archéoptéryx a pris son envol 60 millions d'années auparavant. Mais l'*unenlagia* pourrait toutefois appartenir à la famille qui a donné naissance aux oiseaux. Une sorte de fossile vivant qui aurait survécu, alors que ses ancêtres s'étaient déjà envolés... C'est le *deinonychus*, un autre dinosaure de la famille des *dromaeosauridés*, qui était jusqu'alors considéré comme étant le plus proche de l'archéoptéryx. L'*unenlagia* comblerait la distance entre le *deinonychus* et l'oiseau préhistorique, le fonctionnement des

COMMENT LES DINOSAURES ONT-ILS PRIS LEUR ENVOL ?

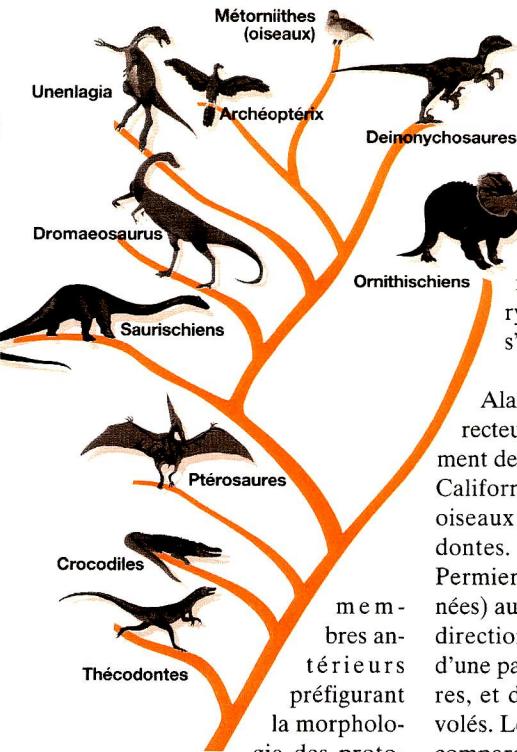
Il n'est pas une condition *sine qua non* au vol. Autrement dit, en terme d'évolution, elle trouve probablement sa raison d'être ailleurs. Animaux à sang chaud, certains petits dinosaures ont dû troquer leurs froides écailles contre un manteau de plumes archaïques ou proto-plumes, plus compatible avec leur homéothermie. Mais aucune proto-plume n'a jamais été mise au jour.

Sinosauropteryx prima, découverte chinoise de 1996, a ouvert toutes les espérances. L'animal, d'une cinquantaine de centimètres, est un petit dinosaure insectivore âgé de 140 à 120 millions d'années. Un détail

carnivore de 2 m de long. Le Pr Fernando E. Novas le nomme *Unenlagia comahuensis*, ce qui en indien mapuche signifie "moitié oiseau, du Nord-Ouest de la Patagonie". Le fossile ne présente aucune trace de plume, mais la morphologie de son ossature rappelle celle des oiseaux. La forme de son épaule, inclinée vers l'extérieur, lui donne une liberté de mouvement qui lui permet en particulier de battre des membres antérieurs de haut en bas.

Pour son inventeur argentin, le

(1) Paléontologue américain. Il travaille sur les relations oiseaux-dinosaures ; on lui doit, en 1964, la découverte du *deinonychus*.



D. GALLAND

Côté oiseau, les paléontologues font, eux-aussi, d'intéressantes découvertes. En 1994, un fermier dégagé dans les sédiments d'un ancien lac de la province du Liaoning, dans le Nord-Est de la Chine, le crâne, les ailes, les deux pattes et le pelvis de ce qui apparaît comme un oiseau. Selon les paléontologues chinois et américains qui se penchent sur le fossile baptisé *Confuciusornis sanctus*, il s'agit d'une découverte de tout premier ordre. Le volatile, de la taille d'une poule naine, serait âgé de 157 millions d'années. Bien que des doutes subsistent sur la datation, il serait donc plus vieux que l'archéoptéryx. Pourtant, si l'oiseau possède encore des caractéristiques de ses ancêtres reptiliens, comme une queue et des membres antérieurs terminés par des griffes, il a aussi franchi une étape décisive vers le monde des oiseaux modernes : il est muni d'un bec sans dent, ce qui fait de lui le plus ancien oiseau édenté connu. Pour le Pr Larry D. Martin, paléontologue à l'université du Kansas, il est maintenant certain que les oiseaux avaient acquis, à l'époque de

l'archéoptéryx une diversité tant géographique que morphologique. Les auteurs estiment que le *confuciusornis* occupe une branche séparée de celle des archéoptéryx. Et que ce dernier a dû s'éteindre sans descendance.

C'est la preuve que le Dr Alan Feduccia attendait. Le directeur de recherche au département de biologie de l'université de Californie du Nord pense que les oiseaux descendent des thécodontes. Ces reptiles primitifs du Permien (vers 250 millions d'années) auraient évolué suivant deux directions : ils auraient donné, d'une part la branche des dinosaures, et de l'autre, se seraient envolés. Le chercheur se base sur la comparaison des trois doigts des membres antérieurs. Selon les données de l'embryologie moderne, les oiseaux n'auraient conservé de leurs ancêtres à cinq doigts que les doigts 2, 3 et 4, alors que chez les dinosaures tridactyles, il s'agirait des doigts 1, 2 et 3.

L'ANCÈTRE DES OISEAUX POSSÉDAIT CINQ DOIGTS

« Comme il est impossible d'imaginer qu'il y ait eu régression d'un doigt, puis émergence d'un autre, précise Jean Le Lœuff, conservateur du musée des dinosaures d'Espéraza (Aude), on peut penser que l'ancêtre des oiseaux possédait cinq doigts. Il ne peut donc pas s'agir d'un dinosaure carnivore. »

En 1970, lorsqu'il remet au goût du jour la théorie des dinosaures ancêtres des oiseaux, John Ostrom s'appuie sur les récentes découvertes de petits carnivores. Il se base pour cela sur des similitudes entre les deux groupes,

comme la pneumatisation (augmentation du pourcentage d'air) de certains os. Pour Feduccia, les analogies qui existent entre les dinosaures et les oiseaux ne seraient dues qu'à une évolution convergente. Et le paléontologue d'ajouter que la plupart des dinosaures carnivores considérés comme les ancêtres des oiseaux apparaissent bien après le premier oiseau fossile connu. Comment pourraient-ils, dès lors, en être les descendants ? Reste que plusieurs oiseaux vivants évoquent "furieusement" les dinosaures. Les petits de l'hoatzin, un oiseau primitif qui vit dans la forêt tropicale sud-américaine, possèdent des griffes à l'extrémité des ailes...

Aujourd'hui, les thèses d'Alan Feduccia sont loin de faire l'unanimité chez ses pairs. Et l'on peut encore penser, en voyant des oiseaux prendre leur envol, que les dinosaures ont un peu échappé au cataclysme... ■



Comment FABRIQUER un dinosaure

■ **Un tyrannosaure ressuscité
à partir d'ADN fossile...
Simple scénario de film à
grand spectacle ? Pas si sûr.
Grâce aux progrès
de la génétique, la fiction
se rapproche de la réalité.**

PAR PIERRE ROSSION

Il ne faut jamais jurer de rien. En 1993, lorsque sortit sur les écrans *Jurassic Park*, de Steven Spielberg, nous pensions que ressusciter des dinosaures à partir d'ADN fossile ne pouvait être que du cinéma (*Science & Vie* n° 913). Aujourd'hui, alors que *The Lost World* – la suite de *Jurassic Park* – est bientôt à l'affiche, nous sommes beaucoup plus nuancés...

Car, depuis, la science a beaucoup évolué. On sait désormais qu'il n'est pas chimérique de retrouver de l'ADN dans des dinosaures fossiles. Et, depuis la naissance de Dolly, la fameuse brebis clonée, on a la certitude que des animaux appartenant à l'embranchement des vertébrés (poissons, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères) peuvent naître sans passer par le processus de la sexualité... Voilà donc deux difficultés de taille – jugées impossibles à surmonter il y a quatre ans – en passe d'être résolues.

Cependant, il en reste bien d'autres. Pour "reconstituer" un dinosaure, la condition première est de disposer d'une molécule d'ADN. Et, qui plus est, d'ADN nucléaire. En effet, seul ce dernier, présent dans le noyau de chaque cellule, contient les "plans" complets du reptile. L'ADN mitochondrial, que l'on trouve dans le cytoplasme de la cellule, ne les porte pas.

UN SOMMEIL DE 135 MILLIONS D'ANNÉES

Or, le dernier dinosaure ayant disparu de la surface de la Terre il y a environ 65 millions d'années, retrouver de l'ADN intact après tout ce temps paraît fort difficile... Dès que survient la mort, l'ADN est attaqué sur plusieurs fronts. D'abord par des enzymes et des micro-organismes présents dans le cadavre, qui endommagent la molécule. Puis par des réactions biochimiques qui la

coupent en morceaux et induisent des mutations.

Mais cette action biochimique dépend fortement des paramètres environnementaux (pH, température, humidité). Des milieux très secs et chauds, comme les déserts, très froids et secs, comme les régions polaires, ou encore saturés d'eau (tourbières) peuvent être propices à la conservation de l'ADN. Autre milieu favorable : l'ambre jaune, une résine exsudée dans les temps anciens par des conifères et fossilisée depuis. Cette substance présente en effet la particularité d'être dépourvue d'eau et d'oxygène, et elle possède en outre des propriétés antimicrobiennes. Les espèces animales ou



LES SURPRISES DE L'AMBRE JAUNE

Ces insectes prisonniers dans de l'ambre fossile depuis des millions d'années renferment-ils de l'ADN d'un *Tyrannosaurus rex* (ci-dessous), qu'ils auraient autrefois piqué ?

technique permet d'amplifier de façon exponentielle, et à l'identique, le fragment d'ADN le plus infime.

Mais ce procédé délicat a un inconvénient : lors du prélevement ou de l'analyse en laboratoire, il est fréquent que de l'ADN "moderne" (celui des chercheurs qui le manipulent !) s'introduise accidentellement dans l'échantillon étudié. Or, l'ADN fossile, dégradé et chimiquement modifié, constitue un mauvais substrat pour la réaction de PCR. Tandis que l'ADN mo- ■■■

végétales L. PSIHOYOS/MATRIX/COSMOS
qui y sont piégées lors de son écoulement sont donc momifiées sans trop d'altérations. Le record de longévité de l'ADN d'un organisme conservé dans l'ambre est actuellement détenu par un charançon âgé d'environ 135 millions d'années !

Reste toutefois à vérifier si cet ADN n'est pas un "faux"... Pour étudier l'ADN d'échantillons fossiles, les chercheurs utilisent la PCR (Polymerase Chain Reaction). Mise au point en 1985, cette

UNIVERSAL



■ ■ ■ de ne
représente
au contraire un
excellent support. C'est donc
ce dernier qui va se trouver am-
plifié! Ainsi, un chercheur du mu-
seum d'histoire naturelle de
Londres, Jeremy Austin, qui a tra-
vaillé en milieu parfaitement sté-
rile, n'a pas retrouvé le moindre

et très dégradés», confirme Catherine Hänni, chercheur au CNRS (institut Pasteur de Lille).

L'ADN a, rappelons-le, la forme d'une échelle de corde que l'on aurait tordue sur elle-même. Chaque "montant" est constitué d'une suite de nucléotides, unités primordiales de l'ADN, qui se composent de trois éléments : un sucre (le

LE PLUS DÉLICAT : RESTAURER L'ADN LA SUITE EST UN JEU D'ENFANT!

ADN fossile dans l'ambre où d'autres scientifiques croyaient en avoir découvert...

En revanche, une équipe de paléontologues américains, dirigée par Mary Schweitzer (université du Montana), vient d'annoncer la découverte de fragments d'hémoglobine dans les ossements d'un dinosaure *Tyrannosaurus rex* (1)! Le squelette de ce géant carnivore, mort il y a 65 millions d'années, avait été mis au jour en 1990, dans le bassin houiller de Hell Creek, dans le Montana.

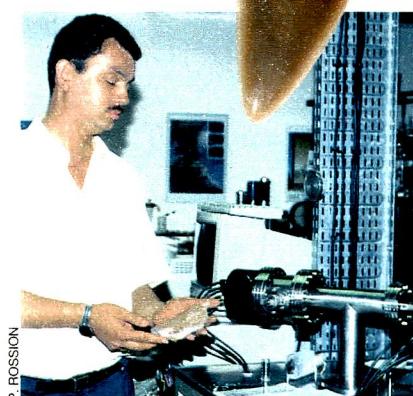
Certes, l'hémoglobine, pigment des globules rouges du sang, n'a rien à voir avec l'ADN. Mais Mary Schweitzer affirme que la précieuse molécule est également présente dans les cellules osseuses de l'animal. Elle aurait mis la main dessus après deux ans de recherche ; mais, prudente, elle n'a pas encore publié sa découverte – seule façon d'en faire reconnaître la validité par la communauté scientifique internationale.

De l'ADN pourrait, en effet, subsister à l'intérieur de gros os dont le cœur aurait échappé à une fossilisation complète. « Retrouver de l'ADN de dinosaure n'est peut-être pas impossible. A la limite, dans un environnement favorable, on pourrait récupérer la molécule sous forme de fragments, très petits

désoxyribose), un phosphate et une base (adénine, cytosine, guanine ou thymine). Dans une molécule d'ADN de dinosaure, ces nucléotides sont au nombre de trois milliards de paires. Selon Catherine Hänni, les fragments que l'on peut espérer trouver dans des os fossiles ne pourraient

LE REQUIN A PARLÉ

**En faisant "parler"
cette dent**
de requin fossile
(vieille de 65 millions
d'années),
Christophe Lécuyer
(ci-dessous) a
confirmé qu'une
vague de froid
s'est produite à
l'époque où
les dinosaures
ont disparu
de la planète.



(1) *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 94, juin 1997.

en contenir, au mieux, qu'une centaine de paires. C'est dire si cet ADN serait morcelé...

A supposer que l'ensemble de ces fragments constitue le puzzle complet d'une molécule d'ADN, on pourrait envisager de les remettre bout à bout et de reconstituer la molécule. Une tâche qui paraît cependant hors de portée : même avec de l'ADN humain actuel – pourtant facile à manipuler –, les machines les plus perfectionnées n'y parviennent pas! Le puzzle reste incomplet, avec des lacunes et des pièces que l'on ne sait où placer. De plus, « si l'on y parvenait, on aurait de l'ADN "nu" – et donc mort », ajoute Catherine Hänni. En effet, pour qu'une molécule d'ADN puisse s'exprimer, elle doit interagir avec des protéines et des histones qui constituent son environnement naturel.

Si, par extraordinaire, on parvenait à réaliser cette prouesse, la suite serait, par comparaison, un jeu d'enfant. Il suffirait de perfectionner la technique mise au point par l'équipe de Ian Wilmut, à l'institut Roslin (Edimburg, Ecosse), pour mettre au monde de la brebis Dolly. Le travail consisterait à introduire de l'ADN de dinosaure dans un œuf non fécondé de reptile actuel, où il poursuivrait son développement jusqu'à la naissance.

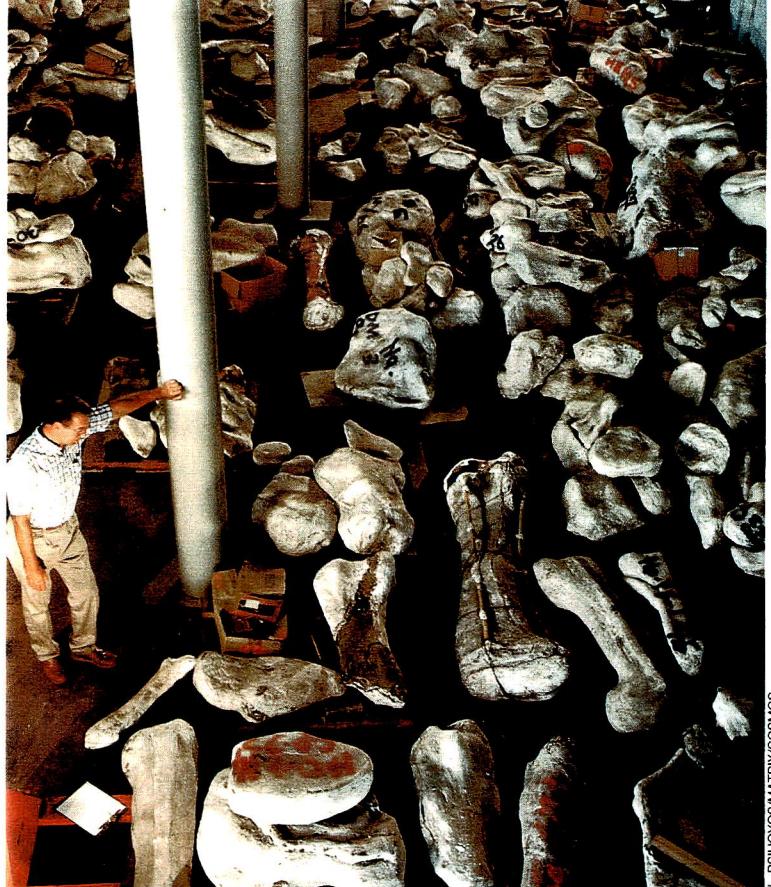
Problème déjà résolu : le choix du milieu dans lequel faire naître le bébé dinosaure. En analysant la composition chimique d'os et de dents de dinosaures vieux d'environ 75 millions d'années, trouvés dans le gisement de Laño, au pays basque espagnol,

Christophe Lécuyer, chargé de recherches au CNRS (Laboratoire des sciences de la terre, Ecole normale supérieure de Lyon), a pu retrouver la température moyenne du biotope dans lequel vivaient ces reptiles. L'oxygène étant constitué de deux isotopes, l'un majoritaire (^{16}O), l'autre à l'état de traces (^{18}O), le chercheur a montré que le rapport $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ des os et des dents fossiles était proportionnel à celui de l'eau bue par les dinosaures à l'ère secondaire.

RHUME FATAL À SAINT-SÉBASTIEN

Enfin, à partir de ce rapport isotopique "aqueux", il a pu déterminer la température atmosphérique qui régnait en Espagne à cette époque : 20 °C de moyenne annuelle. C'est la température actuelle dans le Sud de l'Afrique du Nord, au centre du Japon et dans le Sud de la Californie. Autrement dit, si l'on parvient un jour à ressusciter les dinosaures espagnols, il faudra qu'ils naissent à Agadir, à San Diego ou à Tokyo plutôt qu'à Saint-Sébastien, où ils risqueraient d'attraper un rhume fatal !

D'ailleurs, leur disparition pourrait être due à une baisse brutale de température – causée par la chute d'une météorite géante dans l'actuel Yucatán (Mexique) et renforcée par un changement d'inclinaison de l'axe du globe terrestre, un déplacement des continents ou encore une variation du niveau de la mer. Cette chute de température a même été mesurée, grâce à des calculs sophistiqués, effectués à partir de la composition chimique de dents de requin âgées de 65 millions d'années, mises au jour dans le Nord de l'Atlas (Maroc). Christophe Lécuyer est parvenu à démontrer que, dans l'Ouest européen, la température avait baissé d'environ 10 °C au moment où les dinosaures disparaissaient de la surface de la Terre.



L. PSHOYOS/MATRIX/COSMOS

DES COFFRES-FORTS À ADN

Les chercheurs espèrent bien trouver de l'ADN préservé dans ces os de dinosaure. La fossilisation se faisant progressivement, de l'extérieur vers l'intérieur, elle a pu épargner le cœur des plus gros d'entre eux.

D'ailleurs, est-on bien sûr qu'ils sont tous éteints ? La science a de bonnes raisons de penser que oui. Reste qu'il ne se passe pas d'année sans que l'on signale des apparitions. Ainsi, récemment, des habitants du village de Nuevo Tacna, en Amazonie péruvienne, ont prétendu avoir vu un gigantesque reptile sortir de la forêt et se jeter dans les eaux de l'Amazone, provoquant un énorme tourbillon qui a coulé plusieurs embarcations (2). Sur son passage, le monstre aurait détruit des dizaines d'arbres et laissé une empreinte de 300 m de long sur 10 m de large. D'après les témoignages, le mastodonte mesurait environ 40 m de long et 5 m de large, et il portait sur la tête deux longues antennes, semblables à des trompes d'éléphant... Interrogé sur l'éven-

tualité d'un canular, le gouverneur a assuré que le village ne disposait pas de bulldozer, seul capable de provoquer de tels dégâts.

Avant de chercher à ressusciter les dinosaures, on ferait donc bien de passer au peigne fin la jungle amazonienne, afin de vérifier qu'ils n'existent pas encore... en chair et en os... ■

(2) *Le Figaro*, 21 août 1997.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Rob Dessale, David Lindley, *la Science de Jurassic Park ; Comment fabriquer un dinosaure*, Bayard éditions.
- "Le Monde perdu. La réalité de la fiction" : tables rondes organisées par le Muséum national d'histoire naturelle (Paris). Du 29 oct. au 2 nov. Tél. : 01 40 79 54 40.

Le premier Américain était-il européen?

■ Découvert aux Etats-Unis, l'“homme de Kennewick” a les caractéristiques d'un Européen du Paléolithique.

Le squelette n'a pas encore pu livrer son secret, car Indiens et anthropologues se le disputent.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

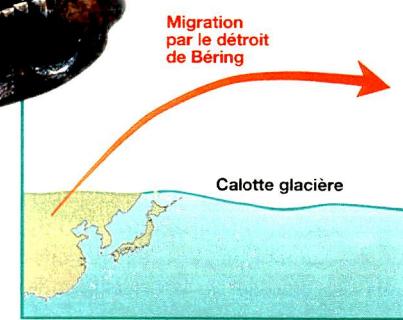


Un squelette vieux de 9 500 ans, découvert l'année dernière à Kennewick, dans le Nord-Ouest des Etats-Unis, aujourd'hui séquestré par l'armée américaine, détient peut-être le secret d'une migration très précoce d'Européens en Amérique du Nord. Exceptionnellement bien préservé, le squelette est celui d'un homme très différent des Indiens d'Amérique et de leurs ancêtres, des mongoloïdes d'origine asiatique. L'homme de Kennewick est caucasoïde, d'origine indo-européenne. Cinq ou

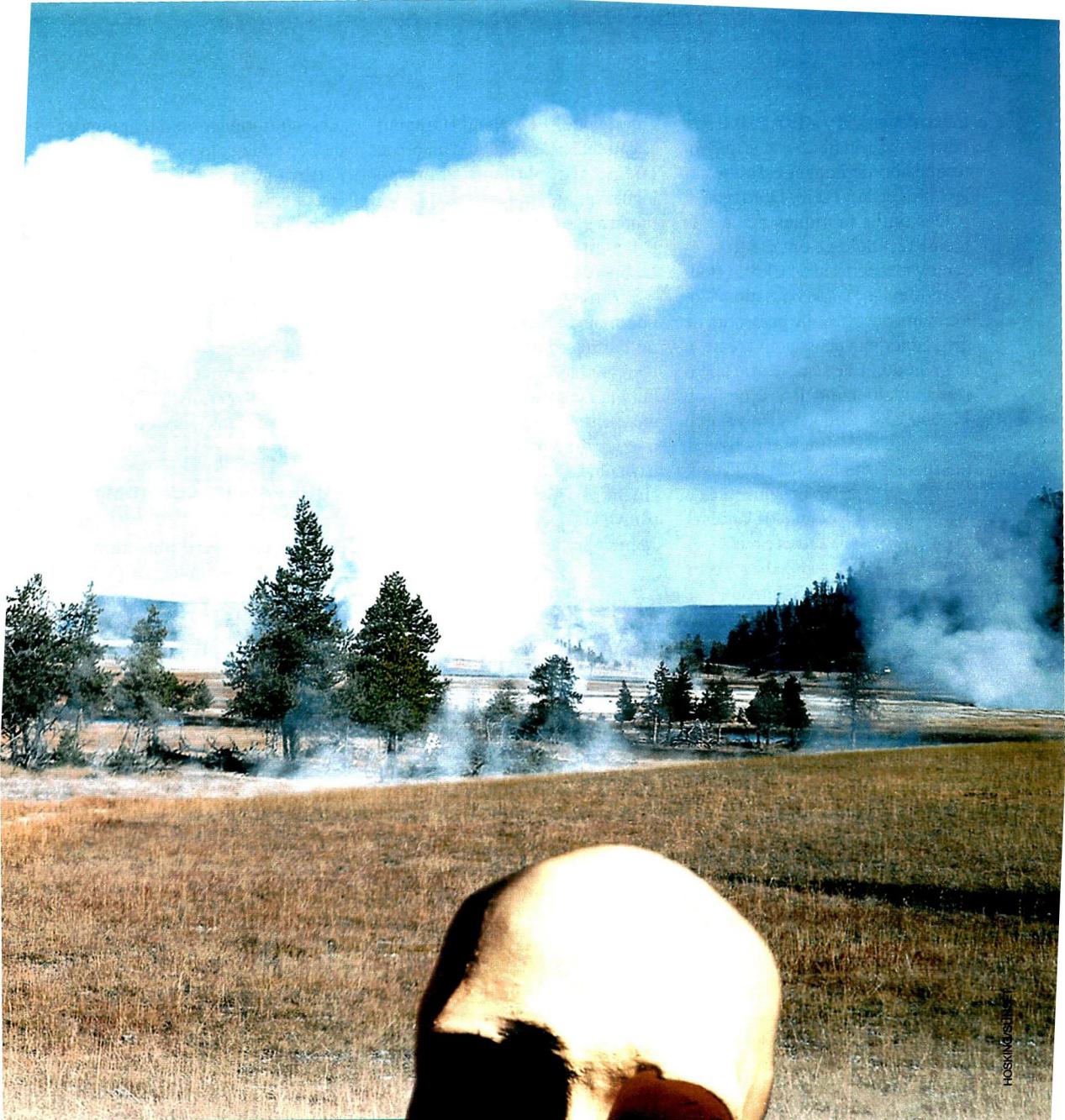
six autres squelettes ou fragments de squelettes du type caucasoïde, datant de plusieurs milliers d'années, ont été découverts en Amérique du Nord.

Ces hommes seraient-ils venus d'Europe, d'où ils auraient importé une technologie très élaborée de taille de la pierre, dont les exemples les mieux connus sont les fines pointes foliacées du Solu- ■ ■ ■

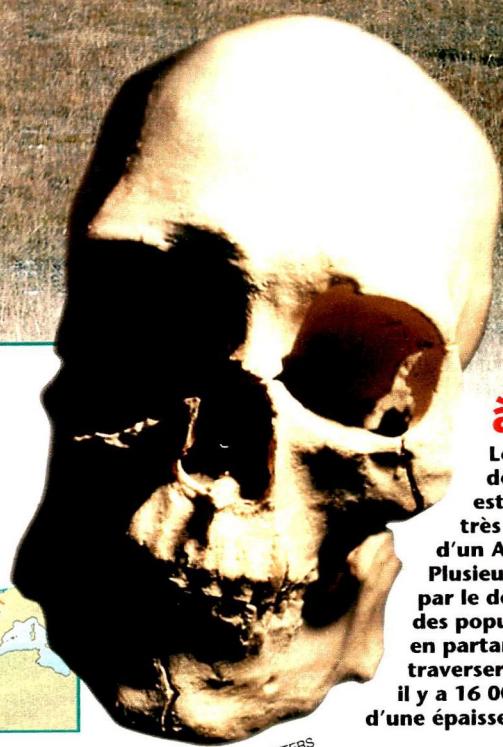
DR



D. GALLAND



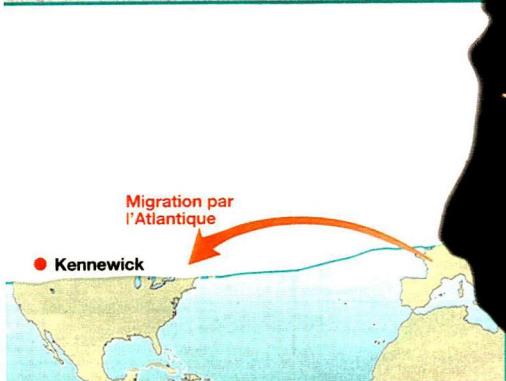
HOSKINS/SCIENCE



J. C. CHATTERS

L'Atlantique à pied

Le crâne de l'homme de Kennewick (ci-contre) est de type caucasoïde, très différent de celui d'un Amérindien (à gauche). Plusieurs migrations ont eu lieu par le détroit de Béring. Mais des populations auraient pu, en partant de l'Europe de l'Ouest, traverser l'Atlantique qui, il y a 16 000 ans, était recouverte d'une épaisse calotte de glace.



Migration par l'Atlantique

Kennewick

■ ■ ■ tréen, datant d'il y a 15 à 20 000 ans, dont le site majeur est le gigantesque abri de Laugerie-Haute sur les bords de la Vézère (Dordogne) ?

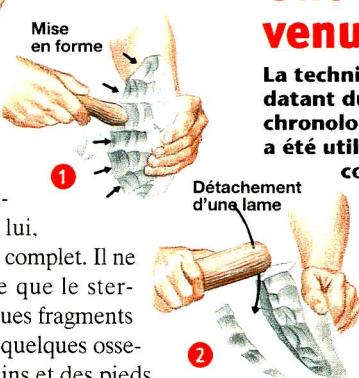
Des outils fabriqués grâce à la même technologie ont été trouvés sur le site américain de Clovis (Nouveau-Mexique). La civilisation Clovis était constituée de chasseurs de gros gibier, qui chassaient même le mammouth. Elle semble être apparue soudainement il y a environ 11 500 ans. On n'a trouvé que

quelques fragments osseux

Dégrossissement du bloc de silex



des hommes de Clovis, mais une quantité de pointes de lances et autres objets très semblables à ceux du Solutréen.



Le squelette de l'« homme de Kennewick », lui, est presque complet. Il ne lui manque que le sternum, quelques fragments de côtes et quelques osselets des mains et des pieds. Mais il n'est, pour le moment, accessible à aucun chercheur. Le squelette a été réclamé par la Confédération des tribus Umatillas (coalition de tribus indiennes vivant dans le bassin du fleuve Columbia). En vertu d'une loi fédérale adoptée en 1990, selon laquelle tout reste humain ou objet culturel identifié comme faisant partie du patrimoine des Indiens d'Amérique (*Native Americans*) doit être rendu à la tribu « appropriée ». Le squelette est détenu par le corps de Génie de l'armée

américaine, à Portland (Oregon). En attendant le résultat d'un procès intenté par plusieurs anthropologues qui s'opposent à ce qu'il soit rendu à une tribu d'Indiens à laquelle il n'est sûrement pas apparenté. Le bras de fer dure depuis un an.

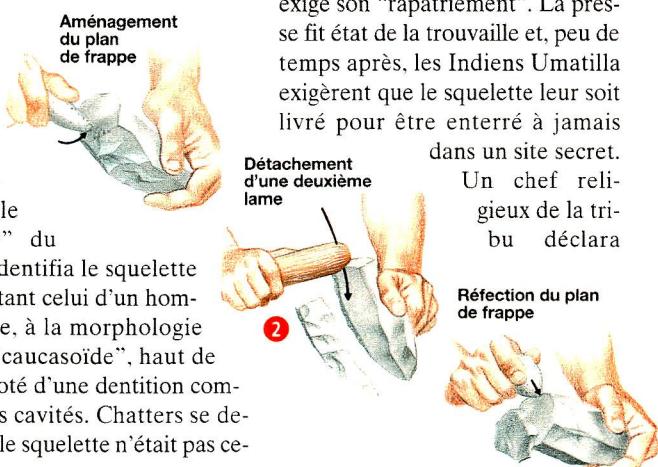
Bizarre, bizarre, cette histoire de l'homme de Kennewick. En juillet de l'année dernière, un étudiant marchant le long du fleuve Columbia buta contre un crâne partiellement enfoui dans le sable. Croyant que le crâne pouvait être celui de la victime d'un meurtre ou d'un accident, il prévint la police qui retrouva le squelette presque entier. James Chatters, un anthropologue

lui d'un trappeur ou d'un pionnier de l'époque coloniale, mais en le nettoyant, il eut la surprise de constater qu'un fragment de pointe de lance en pierre, taillée en forme de feuille de saule, était figé dans l'os du bassin. Il envoya un petit os de la main à l'université de Riverside (Californie) pour datation au radiocarbone. Le résultat le supéfia : le squelette était vieux de 9 300 à 9 600 ans... C'était l'un des plus anciens jamais découvert aux Etats-Unis.

QUE FAISAIT CET HOMME SI LOIN DE "CHEZ LUI" ?

Quelques jours plus tard, le squelette fut examiné par Pr Grover S. Krantz, anthropologue à l'université de l'Etat de Washington, qui émit l'opinion qu'on ne pouvait le rapprocher d'aucun groupe actuel d'Indiens d'Amérique. Mais à la fin du mois d'août 1996, le corps de Génie de l'armée, responsable des terres appartenant au gouvernement fédéral, décida que l'ancienneté du squelette signifiait qu'il était celui d'un *Native American*, et qu'il tombait donc sous le coup de la loi de 1990, qui exige son « rapatriement ». La presse fut état de la trouvaille et, peu de temps après, les Indiens Umatilla exigèrent que le squelette leur soit livré pour être enterré à jamais dans un site secret.

Un chef religieux de la tribu déclara



commandité par le « coroner » du district, identifia le squelette comme étant celui d'un homme adulte, à la morphologie de type « caucasoïde », haut de 1,75 m, doté d'une dentition complète sans cavités. Chatters se demanda si le squelette n'était pas ce-



dans un communiqué : « Notre peuple fait partie de ces terres depuis l'origine du temps. Nous ne croyons pas que notre peuple ait immigré ici d'un autre continent, comme le pensent les scientifiques... Certains savants disent que si l'on n'étudie pas cet individu, on détruira des preuves de notre histoire. Nous connaissons déjà notre histoire. Elle nous est transmise par nos aînés et nos pratiques religieuses. »

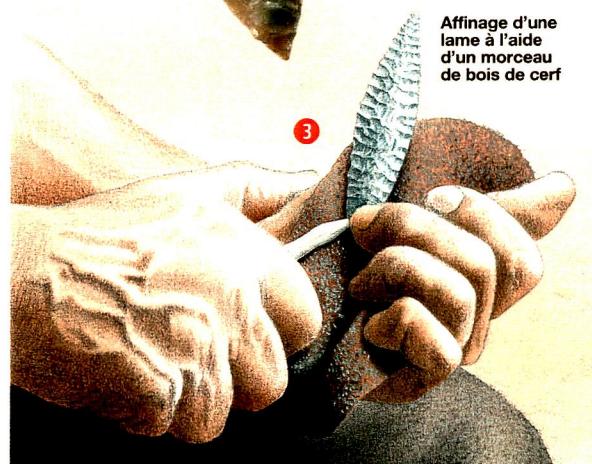
Le corps de Génie, craignant de se mettre à dos les Indiens, enferma le squelette dans un caveau de son quartier général, provoquant une levée de bouclier des anthropologues du pays. Huit d'entre eux portèrent plainte auprès du juge de la cour du district de Portland. Parmi eux, Dennis Stanford, directeur du département d'anthropologie du Smithsonian Natural Museum of History, à Washington, considéré comme un des plus grands experts en paléo-anthropologie d'Amérique du Nord, qui affirme qu'il est impossible d'établir une quelconque relation entre un squelette de 9 000 ans du type

Troublantes similitudes

La culture Clovis est apparue mystérieusement en Amérique il y a 11 500 ans. Elle se caractérise par de nombreux objets, notamment des pointes de silex (à droite), très semblables aux pointes solutréennes (à gauche). Leur technique de fabrication aurait pu être importée d'Europe par des hommes de Cro-Magnon.

LAURENT GRAUDIN

SMITHSONIAN INST.



DESSINS L. BRET



caucasoïde et des tribus d'Indiens installées dans la région.

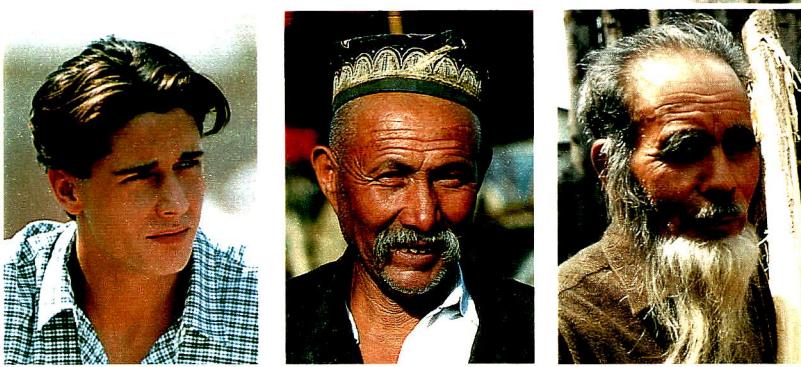
Plusieurs anthropologues ont néanmoins eu accès au squelette avant qu'il soit mis sous clé. Ils ont pu faire quelques examens préliminaires et un moulage crânien. Une étude fondée sur la dégradation d'isotopes de carbone a montré que le régime alimentaire de l'homme était à base de poisson. Il était grand et bien proportionné, et l'aspect des sutures des os du crâne indique qu'il était âgé de 45 à 50 ans. Il n'était pas mort de la blessure causée par la lance, l'os s'étant ressoudé autour de ce fragment. Des aiguilles en os trouvées près du site suggèrent qu'il s'habillait de vêtements cousus.

Mais le plus surprenant, pour la plupart des anthropologues, c'est l'aspect caucasoïde du crâne, fort différent du type mongoloïde des "Indiens" d'Amérique. On distingue dans le monde trois groupes principaux de populations – caucasoïde, négroïde et mongoloïde. Chacune est caractérisée par une fréquence plus ou moins grande de certains marqueurs génétiques (des polymorphismes, séquences d'ADN pouvant différer d'un individu à un autre), mais aussi par leur morphologie. Malgré

■ ■ ■ de grandes variations au sein de chacun de ces grands groupes, le caucasoïde est en général caractérisé par une arrête nasale plutôt proéminente, une assez grande projection du menton en avant, une faible pigmentation de la peau, un système pileux corporel plutôt développé, et une calvitie fréquente chez l'homme.

Que faisait cet homme, vraisemblablement d'origine européenne, si loin de "chez lui", il y a plus de 9 000 ans ?

Le groupe caucasoïde serait apparu en Europe, au Moyen-Orient ou en Asie Occidentale, alors que les populations pré-colombiennes en Amérique sont du type mongoloïde, originaires d'Asie centrale ou orientale. Selon l'hypothèse généralement admise, l'Amérique aurait été peuplée par des migrations d'Asiatiques, ayant traversé le détroit de Bering à l'occasion d'une glaciation qui aurait crée



Tribulations d'un Européen en Chine

Cet Indien Navajo (à droite) descend des populations mongoloïdes qui ont traversé le détroit de Bering et peuplé l'Amérique.

Mais des populations européennes de type caucasoïde (ci-dessus, à gauche) ont pu traverser l'Asie, atteindre le Japon et l'Alaska.

Dans l'Ouest de la Chine vit un peuple caucasoïde, les Ouïgours (ci-dessus, au milieu), et les Aïnous (ci-dessus, à droite), également caucasoïdes, sont les premiers habitants de l'archipel nippon.

ford. « On ne peut pas exclure la possibilité que certaines des migrations soient parties d'Europe. »

Cette hypothèse de l'Amérique "out of Europe" est étayée par plusieurs découvertes et observations. Ainsi, le crâne d'un corps partiellement momifié découvert à Spirit Cave dans le Nevada, et datant de plus de 9 000 ans, a été comparé à une trentaine de crânes en provenance du monde entier, y compris des crânes d'Indiens d'Amérique. Il est très différent de celui des Indiens, et se rapproche plutôt de celui des Aïnous du Japon et de populations scandinaves du Moyen Age. Or, les Aïnous, autochtones des îles de Sakhaline, des Kouriles et d'Hokkaido, considérés comme les premiers habitants de l'archipel japonais, s'apparentent aux Européens et non aux Japonais. D'où viennent-ils ?

La présence, dans l'Ouest de la Chine, d'un peuple d'origine indo-européenne, les Ouïgours, constitue une autre énigme. A la fin des années 70, on a exhumé dans la région dite autonome ouïgoure du Xinjiang une centaine de momies bien conservées par l'aridité du désert,

datant de 4 000 à 8 000 ans, d'origine indubitablement indo-européenne. Dans cette région, on rencontre encore des blonds ou des rouquins aux yeux bleus, aux pommettes saillantes, dont les ancêtres sont peut-être venus des bords de la Méditerranée ou du Nord de l'Europe. Certains d'entre eux ont-ils poursuivi leur migration, atteignant le Japon pour fonder le peuple des Aïnous, tandis que d'autres continuaient, traversant le pont béringien pour atteindre l'Alaska ?

DIX MILLE ANS AVANT CHRISTOPHE COLOMB

Ces Indo-Européens ont-ils fondé la civilisation nord-américaine connue sous le nom de Clovis ?

L'apparition – comme la disparition – de cette civilisation reste un mystère. La présence de cette culture singulière est attestée par des douzaines de sites dans les grandes plaines de l'Amérique du Nord, où l'on a trouvé des outils de pierre en contact avec les restes d'ossements de grands animaux disparus, le mammouth, le mastodonte, le bison préhistorique. Les datations sont suffisamment précises pour affirmer

L'hypothèse attend d'être confirmée par l'étude de l'ADN

le "pont béringien", également emprunté par le gros gibier (mammouth ou bison). La date de la première traversée est contestée. Pour les anthropologues "classiques", elle aurait eu lieu il y a une quinzaine de milliers d'années. Mais, les datations – encore controversées – de sites préhistoriques récemment découverts en Amérique Centrale et en Amérique du Sud la ferait remonter à plus de 35 000 ans.

« Il est presque certain qu'il y a eu de nombreuses migrations, peut-être des douzaines, à différentes époques », affirme Dennis Stan-



formidable voyage. Mais la traversée de la Béringie, des milliers de kilomètres de toundra, de glace et de neige, n'en était-il pas un ? Pourtant il a été fait, à plusieurs reprises.

Pour Dennis Stanford, l'hypothèse d'une migration très précoce d'Européens en Amérique du Nord est plausible, mais sera difficile à prouver. Un espoir : c'est l'étude de l'ADN que peuvent encore contenir les ossements et les dents de l'homme de Kennewick, et sa comparaison avec l'ADN de restes humains du Paléolithique supérieur en Europe. Une telle étude est au-

jourd'hui parfaitement réalisable : ne vient-on pas d'obtenir des empreintes génétiques d'un Néandertalien vieux de plus de 30 000 ans ?

Encore faut-il que les scientifiques aient accès au squelette de l'« homme de Kennewick ». Depuis un an, il est tenu sous clé, mais en juillet dernier, les anthropologues ont gagné une première manche : la cour du district de Portland a reconnu que les revendications des scientifiques sont légitimes et doivent être prises en considération. Selon le juge John Jelderks, l'armée « a agi avant de disposer de toutes les données et sans avoir tenu compte de l'envergure du problème. » Le retour du squelette selon la loi de 1990 ne requiert-il pas qu'un lien soit établi entre les ossements et des tribus actuelles – lien qui ne peut être établi sans une étude scientifique ?

On espère donc la « libération » du squelette. Mais selon Dennis Stanford, le procès et les appels peuvent se prolonger pendant des années. Faudra-t-il attendre que la Cour Suprême des Etats-Unis autorise les anthropologues à faire leur travail ?

G. BOUTIN/EXPLORER

que cette civilisation est apparue il y a 11 500 ans (à un siècle près), et a soudainement disparu 500 ans plus tard, à peu près en même temps que les grands animaux préhistoriques d'Amérique du Nord.

La culture Clovis était caractérisée par un outillage de pierre très sophistiqué, les pointes de silex taillées sur les deux faces, en forme de feuilles de laurier, des pointes d'ivoire de mammouth, des baguettes en os à double biseau décorées de hachures, des clés de torsion qui auraient pu servir à redresser des lances. Ces objets sont très semblables aux outils solutréens, les plus élaborés de tout le Paléolithique supérieur ; leur fabrication exigeait une grande maîtrise, notamment en ce qui concerne la technique de la retouche rasante du silex, retouche faite à l'os ou au bois.

L'anthropologue Vance Haynes Jr., de l'université de l'Arizona, a constaté de nombreuses ressemblances entre les outils et objets trouvés à Clovis, et ceux de sites européens, en France comme en Ukraine, et plus à l'est – y compris une sépulture datant de 18 000 ans, près du lac Baïkal, en Asie.

Certains anthropologues américains n'hésitent pas à suggérer que cette technologie, qui semble être soudainement apparue en Amérique du Nord, aurait été importée par des hommes de Cro-Magnon. Ces derniers auraient atteint le nouveau continent dix mille ans avant Christophe Colomb en passant par le pont beringien. Les conflits, la poursuite du gros gibier, ou peut-être tout simplement le désir de découverte, auraient poussé de tels groupes humains à la migration.

ON ESPÈRE LA « LIBÉRATION » DU SQUELETTE

William Fitzhugh, directeur du Centre d'études arctiques au Smithsonian, n'exclut pas qu'ils aient pu emprunter un autre chemin : l'Atlantique Nord. Il y a 16 000 ans, l'Atlantique Nord était gelé de la Norvège à Terre-Neuve, et en hiver la banquise pouvait s'étendre vers le sud jusqu'à la Grande-Bretagne et la Nouvelle-Ecosse. Des hommes partis de France auraient pu atteindre l'Amérique à pied, en passant de l'Ecosse aux îles Faroe, à l'Islande, au Groenland, à Terre-Neuve et en Nouvelle-Ecosse. Un

Les pharaons

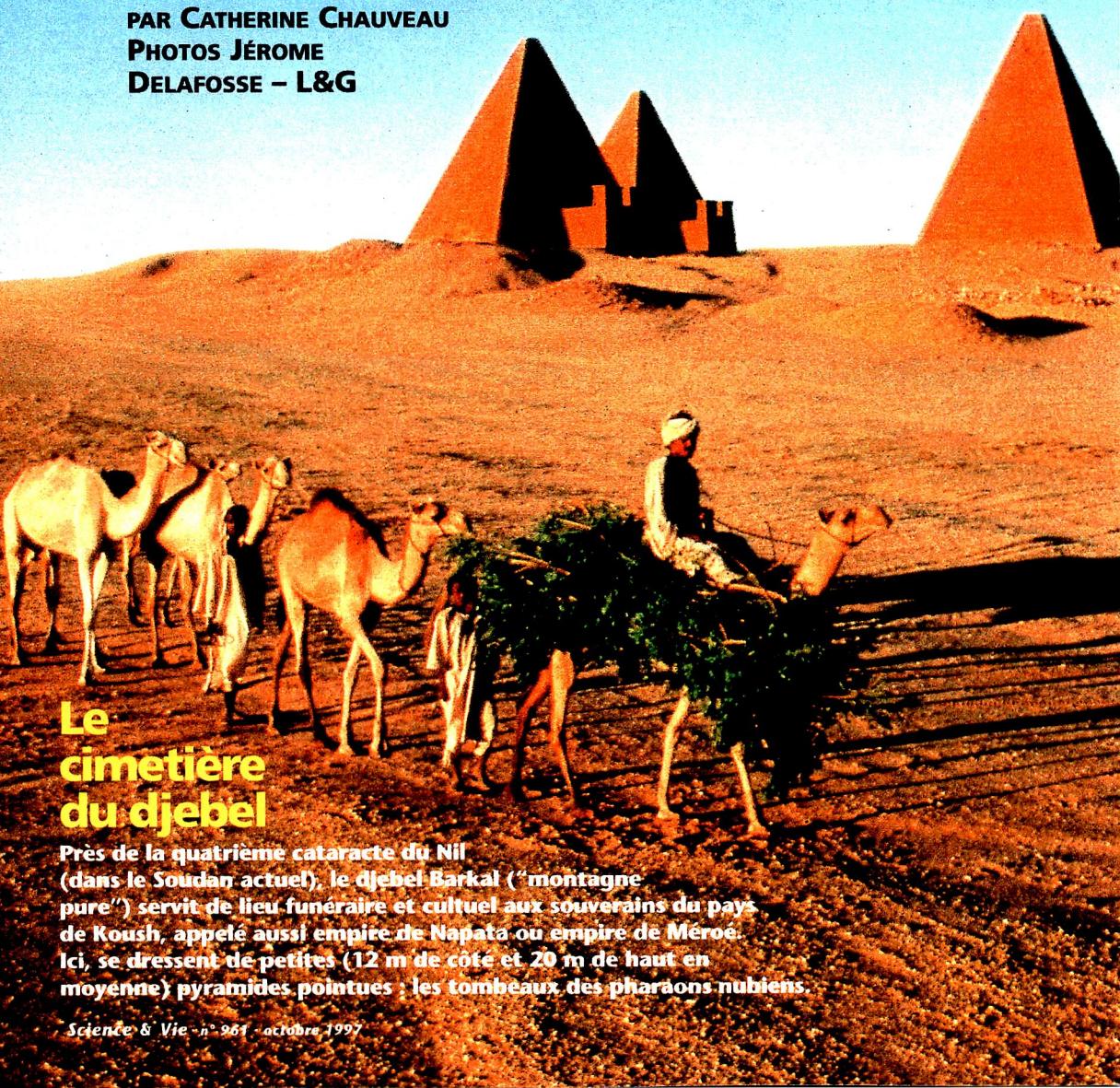
■ Au sud de l'Egypte, aux portes de l'Afrique noire, la Nubie prit, au VIII^e et au VII^e siècle avant notre ère, la succession de l'empire pharaonique. Ses souverains firent renaître des fastes et des coutumes abandonnés depuis des siècles.

PAR CATHERINE CHAUVEAU

PHOTOS JÉRÔME
DELAFOSSÉ - L&G

Le cimetière du djebel

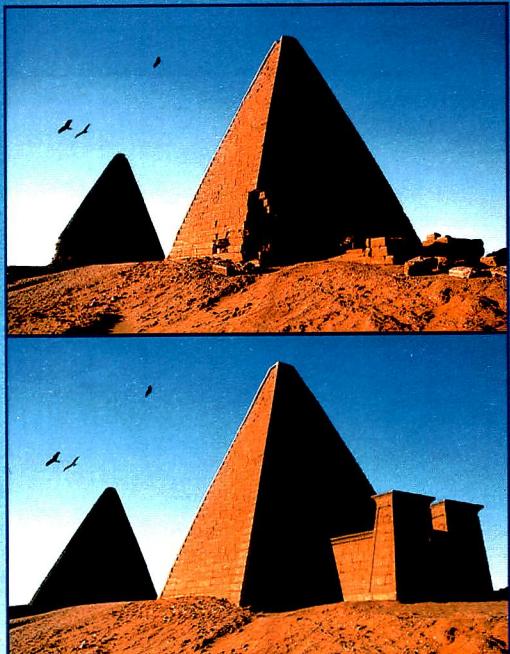
Près de la quatrième cataracte du Nil (dans le Soudan actuel), le djebel Barkal ("montagne pure") servit de lieu funéraire et cultuel aux souverains du pays de Koush, appelé aussi empire de Napata ou empire de Méroé. Ici, se dressent de petites (12 m de côté et 20 m de haut en moyenne) pyramides pointues : les tombeaux des pharaons nubiens.



noirs

Le temps retrouvé

Les pyramides de Nubie étaient précédées de "chapelles". D'après des dessins du siècle dernier et les relevés actuels des archéologues, les infographistes ont projeté sur la photo des édifices tels qu'il existent aujourd'hui (en haut) les chapelles reconstituées sur ordinateur (en bas et photo de fond).



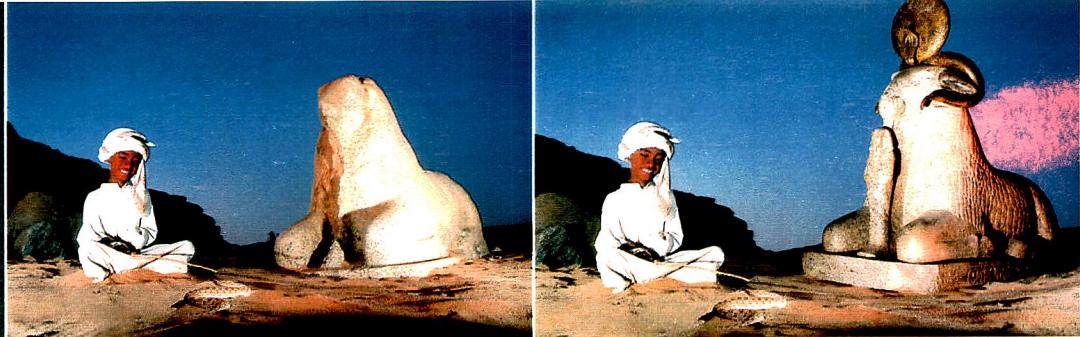
LES PHARAONS NOIRS



L'expressionnisme nubien

Les Nubiens reprendent les modèles sereins et académiques de l'art égyptien, auréolé de prestige. Mais ils gardèrent aussi leur art propre, expressif et vigoureux (ici, un buste en bois de 1300 avant J.-C.).

Les rois
au double
VISAGE



Amon le rassembleur

Le dieu-bélier Amon, dieu majeur du panthéon égyptien, était également vénéré en Nubie. Touthmôsis II lui avait construit dans le djebel Barkal un temple que les Nubiens entretinrent pendant 1500 ans. L'une des statues dégradée (à gauche) de l'allée de bétiers qui menait au temple a été reconstituée numériquement (à droite), à partir d'un exemplaire en bon état, conservé au musée de Berlin.

Portraits vérité

Les pharaons nubiens (ici, Taharqa et ses successeurs) adoptèrent le costume et les attributs des monarques égyptiens. Mais ils affirmèrent leur identité africaine en se faisant représenter sous leurs traits négroïdes.



Le chemin de l'AU-DELÀ

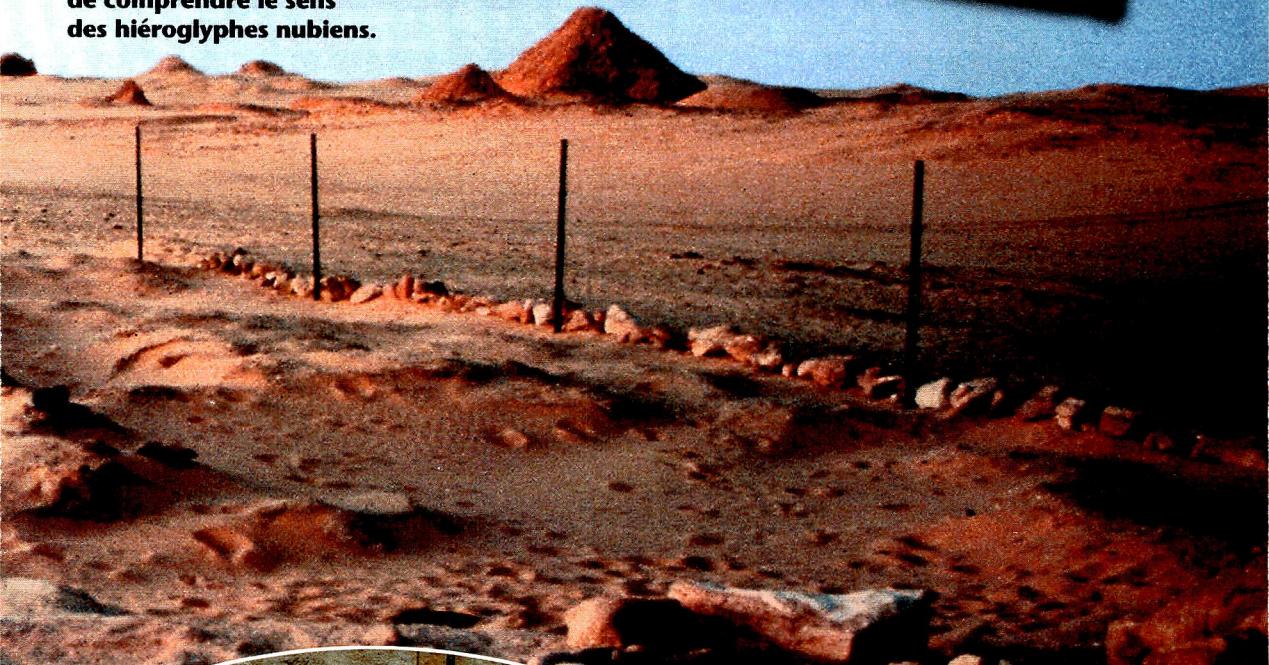
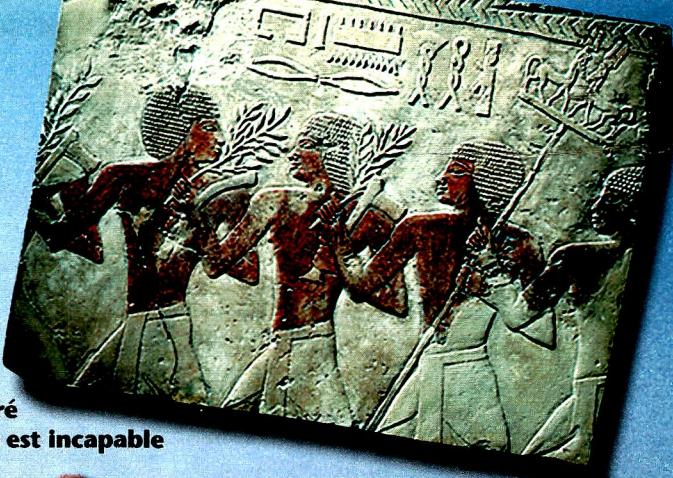


La dernière demeure du "Renouveau"

Descente vers la chambre funéraire du roi Semesu Uhemu – son nom signifie "le Renouveau". Elle a été découverte l'année dernière dans le djebel Barkal par les archéologues espagnols de la Fondation Jordi-Clos.

Hiéroglyphes indéchiffrables

Autre prestigieuse tradition égyptienne adoptée par les pharaons nubiens : l'écriture hiéroglyphique (ici, dans une chapelle). Ils s'en servirent pour transcrire leur propre langue. Mais on n'a que très partiellement déchiffré l'idiome méroïtique, ce qui fait qu'on est incapable de comprendre le sens des hiéroglyphes nubiens.



L'escorte astrale du roi

Ces dieux personnifiant les astres ornaient le plafond de la tombe de Semesu Uhemu. Ils guidaient le roi vers l'au-delà.

Ces peintures sont aujourd'hui très abîmées. Leur restitution numérique a fait surgir des détails et des couleurs qui n'étaient plus visibles à l'œil nu.



SCÉROSE EN PLAQUES

Le réveil du virus ancestral

■ **Un virus a été retrouvé chez les patients atteints de sclérose en plaques. Présent vraisemblablement dans notre organisme depuis la nuit des temps, il lui suffirait de rencontrer un virus banal pour exprimer toute sa virulence.**

PAR PIERRE ROSSION

Cette affection neurologique chronique particulièrement invalidante, dont on ignorait jusqu'ici la cause, serait liée à un virus d'un type particulier, beaucoup plus mystérieux que le virus du sida. Telle est la découverte que vient de faire une équipe française, animée par Hervé Perron (unité mixte CNRS-Bio-Mérieux, Lyon, dirigée par Bernard Mandrand) (1), et dont les *Proceedings of the National Academy of sciences* (PNAS,

(1) Ces travaux ont débuté dans le laboratoire du Pr Jean-Marie Seigneurin (université Joseph Fourier, Grenoble), qui participe toujours aux recherches.

vol. 94, juillet 1997), revue scientifique de référence américaine, se sont faits l'écho. Mystérieux, parce qu'on ne sait pas comment le virus s'attrape ni comment il provoque la maladie. Mais, surtout, parce qu'on ignore d'où il vient.

Il s'agit, en effet, d'un virus inconnu, porteur d'un message génétique inédit, qui reste encore, en grande partie, non décrypté.

Ce dont on est sûr c'est qu'il s'apparente aux oncovirus, comme le HTLV1 responsable de lymphomes (cancers du sang) et d'une maladie neurologique proche de la sclérose en plaques (la paraparésie spastique tropicale), que l'on rencontre au Japon et aux Caraïbes. Il appartient également à la famille des rétrovi-

rus, qui se caractérisent par la présence d'une molécule d'ARN (acide ribonucléique), ce qui les oblige, lorsqu'ils infectent une cellule, à transformer leur ARN en ADN (acide désoxyribonucléique), afin qu'il puisse s'intégrer dans l'ADN de la cellule hôte. A ce virus les chercheurs ont donné le nom de MSRV (*multiple sclerosis associated retrovirus*).

Selon les recherches d'une autre équipe française, dirigée par François Rieger (unité 153, INSERM, Paris), auxquelles a collaboré Hervé Perron, le MSRV pourrait jouer un rôle dans la sclérose en plaques (SEP) par l'intermédiaire d'une protéine, dont il induirait la fabrication. Comme le prion de la vache folle, cette protéine est très inquiétante du fait de son hyper-toxicité pour le système nerveux, (elle est toxique à des doses de l'ordre du nanogramme, milliardième de gramme).

Ces découvertes remarquables pourraient déboucher, dans l'avenir, sur la mise au point de tests de dépistage et sur un traitement efficace, car actuellement il n'en existe aucun. Un million de malades dans le monde, dont 50 000 Français, sont concernés.

Du point de vue symptomatique, la SEP est une maladie inflammatoire qui a pour cause la destruction des cellules gliales du système nerveux – essentiellement les oligodendrocytes et, dans une moindre mesure, les astrocytes –, par le propre systè-

me immunitaire de l'individu. Autrement dit, ce système qui est normalement chargé de reconnaître les corps étrangers (agents pathogènes, greffons) et de les détruire retourne ses propres armes contre l'organisme qu'il est censé défendre, déclenchant ainsi la maladie. D'où le nom de maladie auto-immune donné à ce type d'affection.

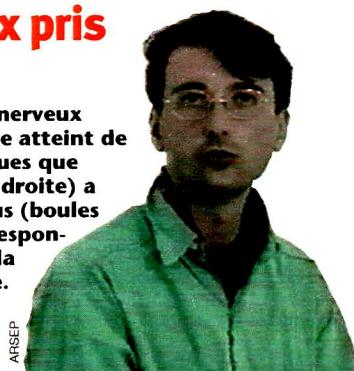
PREMIERS SYMPTÔMES ENTRE 20 ET 40 ANS

Les oligodendrocytes, rappelons-le, sont responsables de la synthèse de la gaine de myéline qui entoure les fibres du système nerveux central, et les astrocytes sont des cellules nourricières indispensables à l'architecture de ce système. « La destruction des oligodendrocytes, nous dit François Rieger, se traduit par des courts-circuits au niveau des nerfs, alors que celle des astrocytes a pour conséquence la formation de trous au niveau de la barrière hémato-encéphalique, c'est-à-dire de la paroi qui sépare les circulations nerveuse et sanguine. De ce fait, le liquide céphalo-rachidien, qui irrigue le système nerveux, se mélange avec le sang ». Conséquence : toutes les fonctions contrôlées par le cerveau et la moelle épinière, notamment la motricité, la vision, l'équilibre, les mécanismes de contrôle des sphincters et de l'appareil génital, peuvent être perturbées.

Chez 90 % des patients, l'apparition des symptômes se situe entre 20 et 40 ans, avec un maximum vers ■ ■ ■

L'agent infectieux pris en flagrant délit

C'est dans le système nerveux central d'un malade atteint de sclérose en plaques que Hervé Perron (à droite) a découvert le virus (boules sombres) responsable de la maladie.



■ ■ ■ à l'âge de 30 ans, les 10 % de cas résiduels surviennent à peu près équitablement avant 20 ans et après 40.

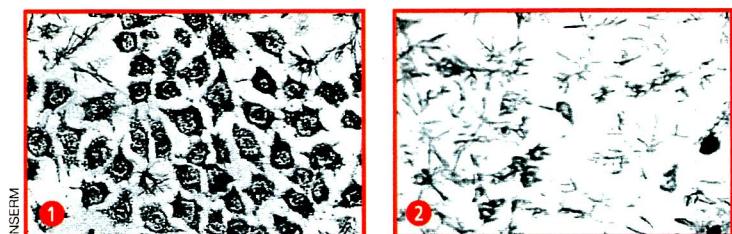
C'est après des années de tâtonnements que la piste virale s'est concrétisée par la découverte du fameux virus. Mais, pour en arriver là, que de fausses pistes et de faux espoirs. En 1884, une quinzaine d'années après les premières descriptions de la SEP par Jean-Martin Charcot, le médecin français Pierre Marie émet l'hypothèse que l'origine de la maladie peut être bactérienne. Mais, comme aucun agent pathogène de ce type n'est trouvé, la piste est abandonnée.

Puis vient l'hypothèse génétique. Toutes les études épidémiologiques ayant conclu à la non transmission héréditaire de la maladie, l'éventualité de la présence d'une mutation dans le génome est donc éliminée. En revanche, la recherche de gènes de susceptibilité est poursuivie, car des études faites sur des jumeaux vrais atteints de SEP ont montré que 30 % d'entre eux étaient simultanément touchés.

C'est alors que John Kurtzke

Des similitudes entre le virus du diabète et celui de la sclérose en plaques

(Georgetown University, Washington) envisage l'existence d'un virus, seul à même d'induire un dérèglement important du système immunitaire et de retourner ses armes contre l'organisme. En effet, on sait qu'un virus peut, en s'associant à un autre virus, induire la production d'un super-anticigène, lequel entraîne la stimulation, anormalement très forte, des lymphocytes T du système immunitaire. Activés de manière aberrante, ces lymphocytes se re-



Le poison du virus s'attaque...

Dans le liquide céphalo-rachidien de malades atteints de sclérose en plaques, François Rieger (ci-contre) a découvert la gliotoxine. Sous l'effet de cette protéine, produite semble-t-il par le virus de la sclérose en plaques, les astrocytes du système nerveux central 1 éclatent et meurent 2.

tournent alors contre l'organisme.

Par des enquêtes épidémiologiques menées dans les îles danoises des Féroé, Kurtzke montra que des épidémies de SEP étaient apparues dans l'archipel depuis le passage des troupes britanniques, pendant la Seconde Guerre mondiale. Puis, d'autres équipes découvrirent la même chose en Sardaigne, où stationnèrent les troupes américaines, durant le même conflit. Ainsi la SEP pouvait être due à un virus éventuellement contagieux.

Plusieurs virus furent passés en revue. D'abord, on suspecta celui de la rougeole, puis certains herpesvirus (responsables, entre autres, de lésions, cancéreuses ou non, et du cancer du nasopharynx) et certains coronavirus (impliqués notamment dans les rhumes et les gastro-entérites).

Puis, en 1985, Hilary Koprowsky (Wistar Institute, Philadelphie, Pennsylvanie) et Robert Gallo (National Institute of Health, Bethesda, Maryland) évoquèrent le rôle probable du HTLV1. Ils furent conduits sur cette piste, parce qu'ils avaient observé, *in vitro*, dans du sérum de patients atteints de SEP, des réactions antigènes-anticorps caractéristiques du virus HTLV1. Autrement dit, tout se passait comme si le système immunitaire des patients

atteints de SEP avait fabriqué des anticorps pour neutraliser les HTLV1. On pouvait donc croire que le virus de la SEP était un HTLV1. Hélas, là encore, il fallut déchanter. Fin 1989, Hervé Perron, mit certes en évidence dans le liquide céphalo-rachidien d'un malade, des virus. Mais ce n'étaient pas des HTLV1.

LA MISE À FEU DE LA VIRULENCE

Perron et son équipe s'attachèrent donc à étudier ce virus baptisé MSRV. Bien qu'ils n'aient encore décrypté qu'un de ses gènes, ils ont constaté que son génome présentait des similitudes avec celui des virus endogènes – présents dans le génome humain depuis la nuit des temps. Pour exprimer sa virulence, ce virus aurait besoin d'être stimulé – c'est ce qui expliquerait que la SEP ne touche qu'une minorité de personnes. Cette stimulation pourrait se faire par exemple par le virus de type herpes, que l'on rencontre partout dans la nature. En cela, le MSRV s'apparenterait, dans le fonctionnement, au virus endogène d'une autre maladie auto-immune, le diabète insulinodépendant, que deux chercheurs suisses, Bernard Conrad et Bernard Mach, viennent de mettre en évidence, à la

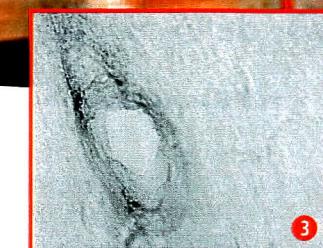


... au système nerveux central

La destruction des astrocytes, au voisinage d'un vaisseau du cerveau ③ se traduit par la rupture de la barrière hémato-encéphalique et par le passage du sang (flèches) dans le système nerveux central ④.

faculté de médecine de Genève – travail publié dans la revue américaine *Cell* datée 25 juillet 1997. Le virus de cette forme de diabète a besoin pour se manifester d'une stimulation extérieure.

En revanche, si on se base sur les données épidémiologiques de John Kurtzke, on peut penser que le virus est d'origine exogène – c'est-à-dire présent dans le milieu extérieur, comme le vi-



INSERM

rus de la grippe par exemple.

En l'état actuel des connaissances, aucune de ces deux hypothèses n'est pleinement satisfaisante et, par conséquent, ne permet d'établir un lien direct entre le virus et

la maladie. Cependant les travaux communs des équipes de Hervé Perron et de

François Rieger pourraient peut-être apporter la réponse. Dans le liquide céphalo-rachidien de malades, ces chercheurs ont en effet mis en évidence, à la fois, le MSRV et une protéine (la gliotoxine) toxique pour les oligodendrocytes et les astrocytes. S'il s'avère que la synthèse de la gliotoxine est une conséquence de la réactivation virale, on aura la preuve que cette protéine est le bras armé du virus. Alors un grand pas sera fait dans la compréhension de l'étiologie de la sclérose en plaques.

Tous ces travaux laissent bien sûr espérer un traitement de la maladie. Dans le futur, il pourrait consister, selon François Rieger, à neutraliser la gliotoxine par des anticorps spécifiques. Plus immédiatement, on pourrait envisager, selon Bernard Mandrand, un traitement antiviral de même type que celui pratiqué contre le VIH du sida.

Des chirurgies qui voient loin

■ La France compte 7 millions de myopes. Chaque année, plusieurs milliers d'entre eux se tournent vers la chirurgie pour oublier lunettes et lentilles de contact. La vue courte se combat désormais à l'aide d'anneaux en plastique souple insérés dans l'épaisseur de la cornée. Révolutionnaire!

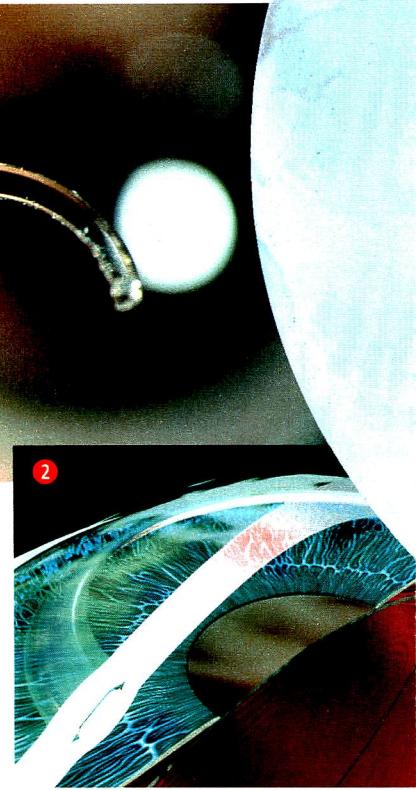
PAR CARINE HAHN

Hôpital Foch de Suresnes, bloc opératoire du service d'ophtalmologie, 13 heures. L'équipe en vert et bleu s'ordonne dans une humeur bon enfant autour de la patiente. Les chirurgiens entrent en lice. Silence. L'ambiance se veut presque religieuse. Les docteurs Dan Lebuisson – chef du service – et Phat-Eam Lim – assistant – pratiquent au quotidien des interventions destinées à corriger les anomalies de la vision telles que la myopie, l'hypermétropie ou encore l'astigmatisme. Ils sont tous deux spécialistes en chirurgie réfractive.

Dans le cadre d'une étude internationale, ils ont expérimenté sur quinze volontaires une nouvelle méthode révolutionnaire de chirurgie

de la myopie : les anneaux intra-cornéens. Cette technique, qui a la particularité d'être réversible, est aujourd'hui homologuée et pénètre depuis le début de l'année le marché français : elle est aujourd'hui pratiquée dans plusieurs cliniques et hôpitaux. Elle a été inventée aux Etats-Unis par KéraVision, un laboratoire spécialisé en ophtalmologie, contrôlée par des chercheurs américains puis testée avec succès sur des centaines de personnes dans des pays comme le Brésil, la Grande-Bretagne ou les Etats-Unis.

L'opération consiste à glisser dans l'épaisseur de la cornée, autour de son axe optique – après anesthésie locale de l'œil grâce à quelques gouttes de collyre – deux

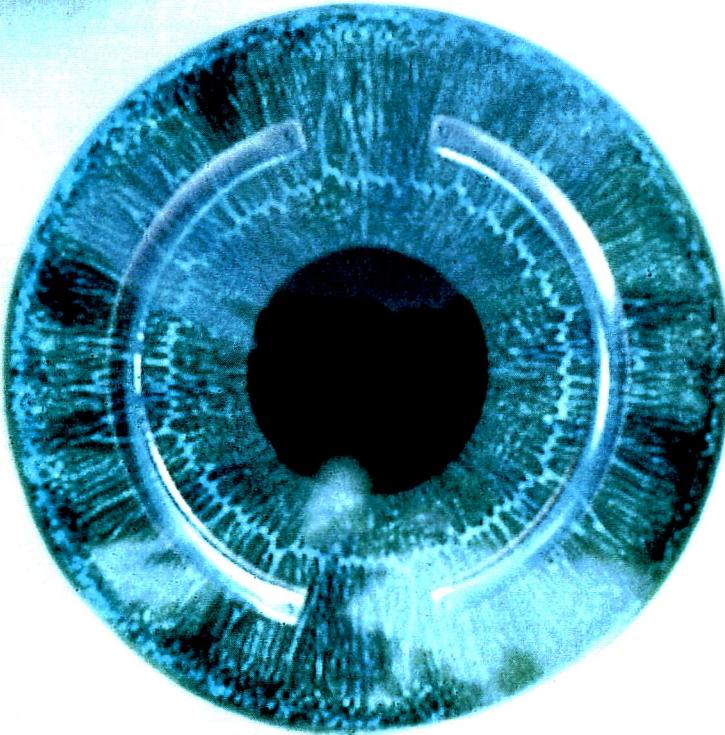


KERAVISION/CMC FOCH

demi-anneaux en plastique souple biocompatible (du polyméthylméthacrylate). La taille des anneaux est choisie en fonction de l'importance de la myopie à traiter. Ils vont mettre la cornée sous tension, ce qui suffira à l'aplatir et à réduire sa courbure anormale, responsable de la myopie.

LA MYOPIE : UNE MISE AU POINT DÉFECTUEUSE

L'œil est en effet un organe à l'anatomie complexe dont chaque structure participe au mécanisme de la vision. Il peut être comparé à un appareil photographique réalisant



3

une prise de vue "révélée" par le cerveau.

Les différentes stimulations visuelles, après avoir traversé les milieux transparents qui constituent la partie antérieure de l'œil, forment une image inversée au niveau de la rétine, située à l'arrière. Le cheminement ultérieur des signaux le long des fibres nerveuses permettra de rétablir, au niveau cérébral, l'ordre des choses.

L'iris, qui donne sa couleur à l'œil, c'est le diaphragme : si l'intensité lumineuse reçue est importante, son diamètre diminue, ce qui permet d'éviter des stimulations trop fortes et la sensation d'éblouissement. Inversement, dans la mesure, son diamètre se règle au

VO TRUNG/COSMOS

Une bague à l'œil

Pour corriger la myopie, on implante dans la cornée deux demi-anneaux en plastique ①. On pratique une incision pour les introduire dans l'œil ② (image de synthèse).

L'opération dure un quart d'heure.

Les demi-anneaux sont placés symétriquement par rapport à l'axe optique ③ (image de synthèse).

maxi-

mum d'ouvertu-

re pour permettre à toute la lumière de pénétrer et faciliter la vision.

Le cristallin, c'est la bague de mise au point de l'image. Tout objet situé à plus de 50 ou 60 mètres est spontanément net, sans modification de la forme du cristallin. Si l'image se rapproche, elle devient floue. Les muscles ciliaires, qui forment un anneau autour de la cor-

née, doivent alors agir sur le cristallin et, en modifiant sa courbure, redonner à l'image sa netteté : c'est l'accommodation.

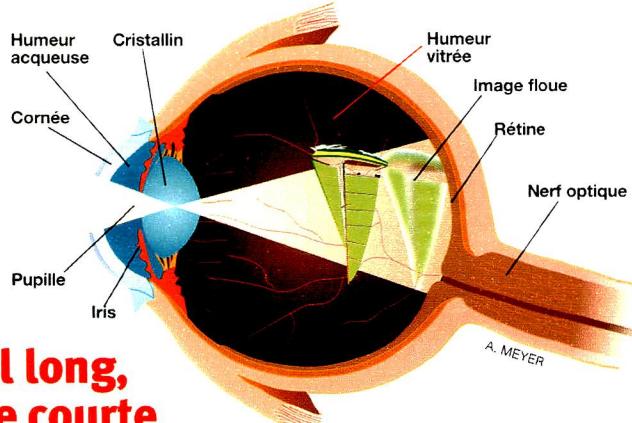
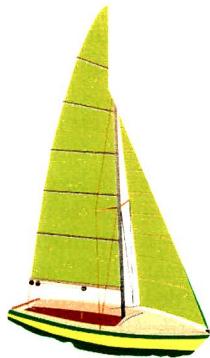
Lorsque tous les éléments du système optique fonctionnent normalement, l'image de l'objet fixé se forme sur la rétine et la personne voit bien. Mais lorsque la cornée et le cristallin présentent une courbure excessive et agissent comme un système de lentilles trop puissant, la mise au point ne se fait pas normalement. L'image d'un objet éloignée est focalisée en avant de la rétine. La personne voit flou de loin : elle est myope.

Les anneaux intra-cornéens corrigent la courbure de la cornée ; pour le moment, la technique est efficace sur de petites et moyennes myopies, c'est-à-dire jusqu'à 6 dioptries (1).

Dire d'un œil qu'il a une myopie de 6 dioptries revient à dire qu'il lui faut un système correcteur de 6 dioptries pour que la mise au point soit bonne et que l'image se forme normalement sur la rétine.

La technique américaine fait donc ses premiers pas en France cette année. Son atout majeur est sans aucun doute qu'elle demeure réversible. Jusqu'à présent, les personnes atteintes d'une myopie basse ou moyenne pouvaient se voir proposer une intervention au laser de surface (ablation au laser permettant d'aplatir la courbure centrale de la cornée), ou une kératotomie radiaire (plusieurs incisions de quelques millimètres dans la

(1) Unité de vergence, exprimant la puissance d'une lentille.



Œil long, vue courte

Lorsqu'on fixe un objet au loin, les rayons lumineux sont concentrés par la cornée. L'iris agit comme un diaphragme, et le cristallin focalise les rayons sur la rétine, où se forme l'image inversée du bateau. Si l'œil est myope, la cornée est trop bombée, l'axe oculaire trop long, et les rayons sont focalisés en avant de la rétine. Sur la rétine, l'image est floue.

cornée, permettant de l'aplatir). Ces techniques étaient difficilement réversibles. Alors que si, sur un patient, la mise en place d'anneaux intra-cornéens ne donne pas de bons résultats, ou encore si l'œil montre une quelconque allergie aux anneaux, le chirurgien pourra les retirer, même plusieurs années après l'opération. Une assurance de plus pour le myope lassé de ses lentilles ou de ses verres correcteurs qui aura souvent mis long-temps avant de se lancer.

CHÈRES CHIRURGIES DE CONFORT...

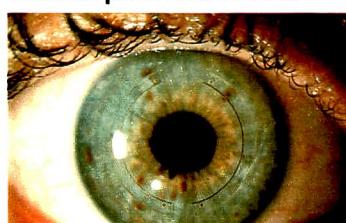
Les anneaux intra-cornéens offrent donc un nouveau choix au patient qui désire recourir à la chirurgie. Mais il devra admettre que l'opération n'aboutit pas forcément à une acuité visuelle (2) de 10/10 sans lunettes. Les chirurgiens estiment avoir obtenu un bon résultat avec un 7/10 sans correction. L'efficacité est toujours fonction du degré de myopie. Pour les myopies faibles (jusqu'à -3.5 dioptries), 95 % des opérés retrouvent une vision très satisfaisante. Pour les myopies moyennes (entre -3.75 et -6 dioptries), le pourcentage passe à 80 %. Au-delà de -6 dioptries, le pourcentage diminue (inférieur à 50 %). Le patient sous-corrigé pourra essayer de se faire retraiter ou recourir à

nouveau au port occasionnel de lunettes ou de lentilles de contact.

Au même titre qu'un *lifting* ou une chirurgie plastique, la chirurgie de la myopie s'inscrit dans le cadre des chirurgies de confort. Elle est donc rarement remboursée par la Sécurité sociale, sauf dans le cas de myopies vraiment fortes (-10 dioptries). Etant donné le coût des machines, son prix demeure élevé (entre 2000 et 4000 F par intervention). Les anneaux intra-cornéens pourront à terme revenir moins cher au patient car ils ne font pas appel à l'utilisation d'un laser. Actuellement, le coût de la technique équivaut à celui des autres méthodes.

Discret et réversible

La méthode, réversible, ne laisse pas de trace. Au besoin, l'anneau pourra être retiré.



KERAVISION/CMC FOCH

Le suivi du patient apparaît comme primordial en chirurgie de l'œil. L'organe visuel demeure sans conteste l'un des biens les plus précieux de l'être humain. En conséquence, la personne opérée doit être le mieux informée possible de la technique choisie par le médecin, de son efficacité, de ses retentissements sur l'œil, des risques encourus. La technique des anneaux cornéens nécessite une intervention chirurgicale au caractère invasif : il faut pratiquer une incision dans l'œil. Les risques sont faibles, mais il ne s'agit pas d'un geste anodin.

Le nombre des opérés de la myopie dépassera-t-il un jour celui des opérés de la cataracte (200000 personnes par an) ? C'est probable, d'autant que de nouvelles techniques pourraient apparaître sur le marché, comme le système Giak, expérimenté à Miami (Floride), qui propose d'injecter un gel à la périphérie de la cornée pour corriger la myopie. D'ores et déjà, la technique des anneaux intra-cornéens devrait faire une belle carrière dans l'Hexagone. Si les patients parient sur sa réversibilité et ne se laissent pas trop impressionner par la perspective du bloc opératoire... ■

(2) L'aptitude à percevoir des détails est généralement évaluée sur l'échelle de Monoyer, qui comporte 10 "degrés" correspondant aux dimensions de lettres de l'alphabet déchiffrées à une distance fixe.

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

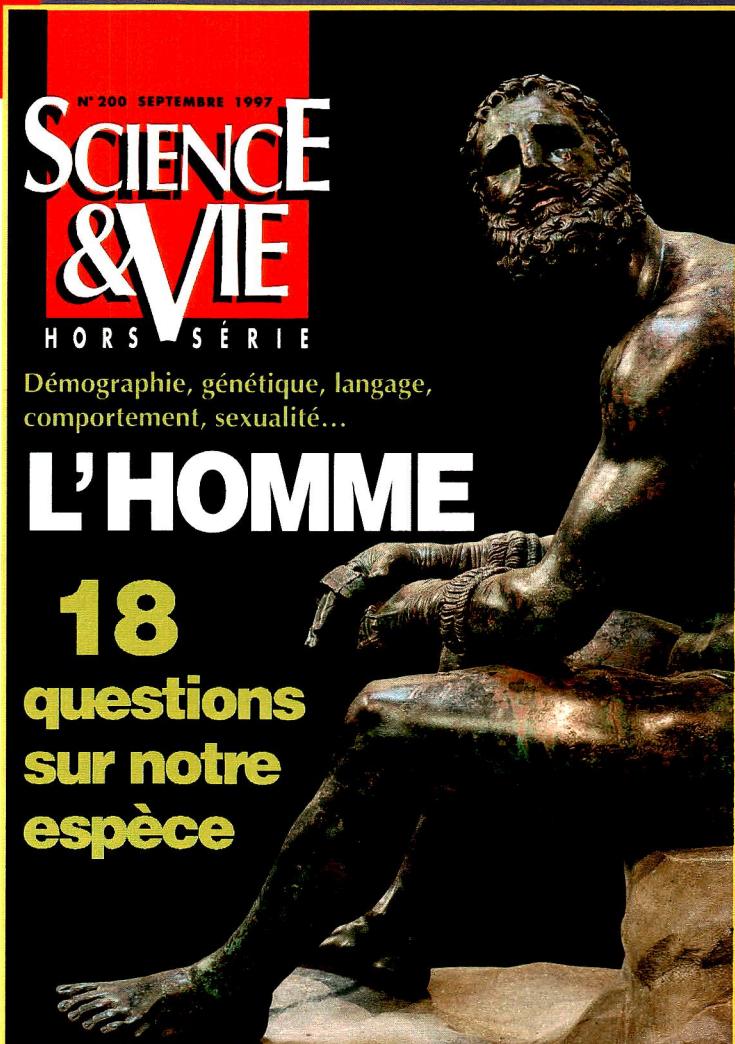
SCIENCE & VIE

HORS SÉRIE

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

L'HOMME

18 questions sur notre espèce



EN VENTE PARTOUT

Ouvrez grand les yeux,
plongez dans l'aventure...

MICROCOSMOS

Le peuple de l'herbe

5 César 97

Cannes 1996



Grand Prix de la C.S.T.

Victoires de la Musique 97

Musique de film de l'année



Dans
chaque K7,
un livret inédit
24 pages couleurs
spécialement réalisées par
les auteurs.

S.N.C. © 1996



DISTRIBUTION
FILM OFFICE

un film de
CLAUDE NURIDSANY et MARIE PÉRENNOU

GALATÉE FILMS

EN VIDÉOCASSETTE ET LASERDISC LE 24 SEPTEMBRE 1997



D2R2 Publicité

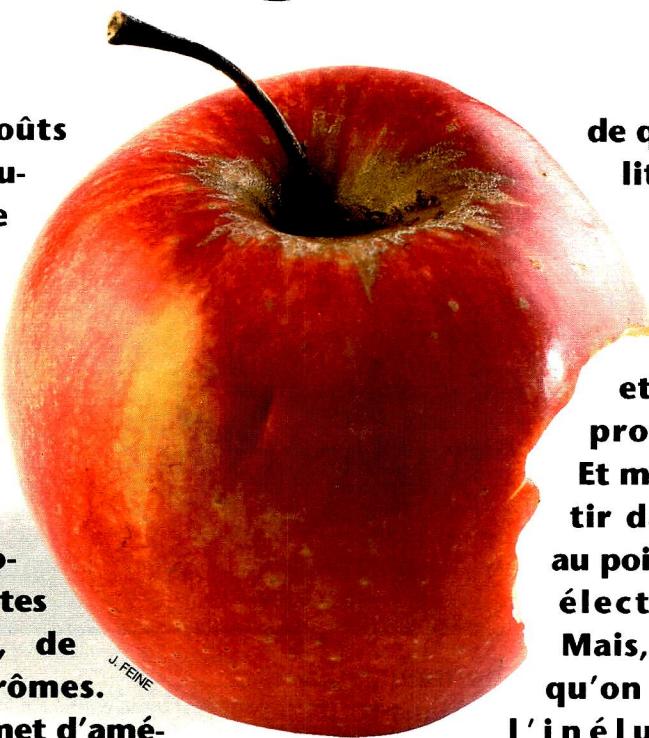
avec
RTL

Les labos du goût

Les goûts et les couleurs ne se discutent pas, paraît-il. Or, les chimistes savent de mieux en mieux analyser les composantes de toutes les saveurs, de tous les arômes.

Ce qui permet d'améliorer la qualité et le goût des produits alimentaires transformés. Un enjeu considérable qui incite les industriels à développer les contrôles

Le goût a la santé
p. 110



Les robots ont du nez
p. 116

de qualité, en faisant appel à des dégustateurs et à des "nez" professionnels. Et même à investir dans la mise au point de "nez" électroniques. Mais, alors qu'on croyait à l'inéluctable triomphe du fast-food, le consommateur se montre de plus en plus exigeant. Ce mois-ci, à la Fête du goût, les papilles feront de la résistance...

Le bouquet mystérieux
p. 122

Le goûт a la santé!



■ Nos papilles sont à l'honneur. Ce mois-ci, le goûт se fête dans tout l'Hexagone. Et il s'apprend même à l'école. Cet enjeu industriel mondial de 30 milliards de francs suscite d'actives investigations. Petite mise en bouche...

PAR KELLY MARTIAL

Les amateurs exclusifs de hamburgers risquent-ils de s'enfermer dans une prison sensorielle ? Autrement dit, lorsque le goûт n'est pas sollicité, peut-il être définitivement atrophié ? Non ! répond Patrick Mac Leod, du Laboratoire de neurobiologie sensorielle à l'Ecole pratique des hautes études (EPHE) à Massy. Pourquoi ? A cause du dynamisme physiologique des cellules gustatives qui ont en char-

ge de "capter le goûт". En effet, ces cellules, que la salive abîme énormément, se renouvellent très rapidement, en 10 jours seulement. Notre perception gustative n'est pas figée puisque des cellules neuves sont prêtes à de nouvelles expériences, à recevoir de nouveaux stimuli, à faire l'apprentissage du goûт. Point de souci à se faire, ces consommateurs exclusifs de restauration rapide ne sont pas des handicapés du goûт ! Plus tard, peut-être apprécieront-ils aussi "la bonne cuisine familiale" ...

Pour convaincre ces irréductibles, la fête du goûт résonne dans toute la France chaque année la 3^e semaine d'octobre, sous l'initiative de l'œnologue Jacques Puisais, créateur de l'Institut français du goûт (Tours) et avec le concours de nombreux restaurateurs. Jacques Puisais diffuse également un enseignement d'éveil sensoriel, par l'intermédiaire du Centre national des arts culinaires (CNAC, Paris), dans de nom-



J.-C. GÉRARD/DIAF

breuses écoles élémentaires. Plus de 60 000 élèves ont appris en six ans à éveiller leur sens. Goûter signifie flaire, palper, mâcher, percevoir la sensation sur la langue, détecter l'odeur qui remonte dans l'arrière-gorge, être attentif aux émotions surgies du fond de la mémoire. Brigitte Simon, présidente du CNAC, défend avec conviction la portée éducative de telles écoles : « L'exploration sensorielle favorise chez l'enfant une véritable santé intellectuelle et morale. Cela se répercute non seulement sur tout l'enseignement scolaire, mais aussi dans la vie quotidienne : plaisir d'apprendre, esprit d'analyse et de critique, tolérance, etc. » De plus en plus d'instituteurs s'initient auprès du

Son cas n'est pas désespéré !

Ce jeune amateur de *fast-food* appréciera sans doute un jour ces saveurs du terroir que nous goûtons avec tant de plaisir. Dès qu'il s'intéressera à la "vraie" cuisine, ses cellules gustatives toutes "neuves" – elles se renouvellent en permanence –, seront prêtes pour d'autres explorations sensorielles que celles du mou et du sucré.



JERRICAN

■ ■ ■ CNAC pour transmettre un tel enseignement dont la valeur pédagogique est reconnue des pouvoirs publics.

Le nouveau consommateur qui se profile en cette fin de siècle serait-il le fruit des actions du CNAC ? Il n'y a certes pas de réponse à cette question, mais il est certain qu'il veut améliorer son bien-être en mangeant des aliments qui lui garantissent la santé.

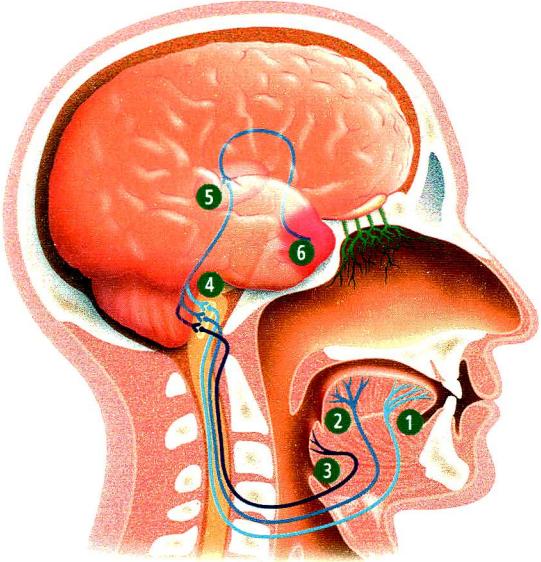
SEDUCTION GUSTATIVE

Les industriels du monde entier s'engouffrent dans ce nouveau marché : des céréales et maintenant des produits laitiers apportent des fibres si bénéfiques pour le transit intestinal ; la vague de "vitamisation" (vitamines plus minéraux) est censée fortifier l'organisme grâce à une large gamme de produits, céréales, laits, boissons et même chips ; des margarines et bientôt du pain, des pâtes à tartiner, des sauces de salades vont contribuer à diminuer le risque des maladies cardio-vasculaires grâce au DHA (acide docosahéxaénoïque). Cet acide gras poly-insaturé va, en effet, enrichir ces produits – des poules nourries à base d'huile de poisson (riche en cet acide) pondent déjà des œufs contenant du DHA. Toutefois, il ne suffit pas qu'un produit soit bénéfique à la santé, c'est aussi et surtout son goût qui assurera son succès !

Et le consommateur devient très exigeant ! Pour le satisfaire, toutes les grandes marques de l'alimentation font appel aux fabricants d'arômes. Emmanuel Laroche, responsable du marketing chez Haarmann et Reimer (H et R) Florasynth nous confirme cette exigence. Le consommateur veut s'évader en multipliant les expériences gustatives avec des produits "tex-

Des "arômes de fruits" entièrement synthétiques

mex", asiatiques, méditerranéens, indiens, créoles, etc., tout en conservant un désir de naturel. Pour répondre à cette demande l'aromatier doit faire preuve de créativité. Ainsi, la déclaration "arôme de fruits" mentionnée sur les yaourts ou les crèmes glacées se réfère à un arôme de synthèse que les professionnels qualifient de nature-identique, car il est la copie conforme de l'arôme naturel. Pourquoi un arôme de synthèse ? L'arôme naturel est souvent trop fragile ou trop coûteux pour une production industrielle.

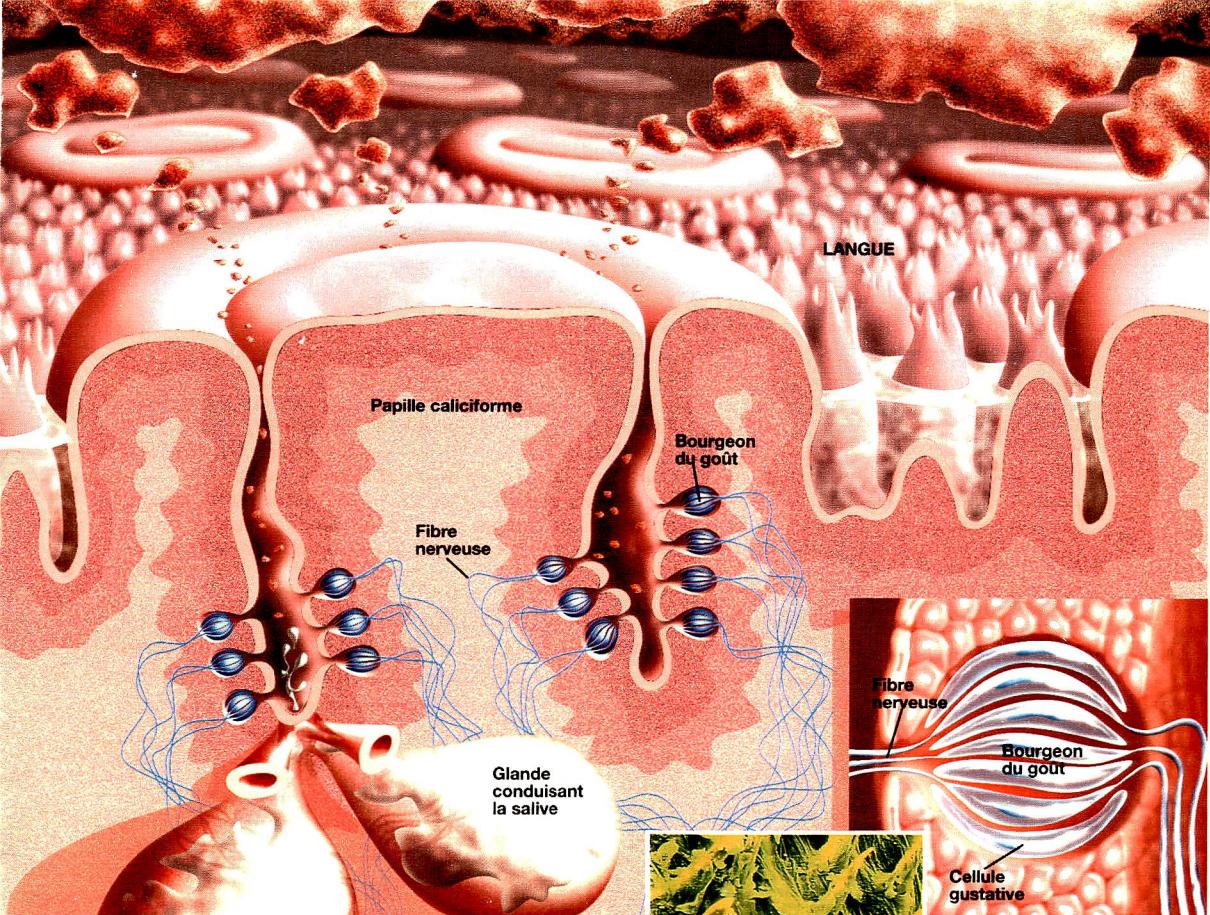


Le circuit du goût

Pour parvenir au cerveau, où s'élabore notre perception sensorielle, l'flux gustatif empruntera, suivant la partie de la langue qui "goûte", l'un de ces trois circuits : le nerf lingual ① puis le facial, le glosso-pharyngien ② ou le pneumogastrique ③. À la sortie du noyau du faisceau solitaire du bulbe rachidien ④, ces trois nerfs se réunissent avant de transiter par le thalamus ⑤, et d'aboutir dans l'insula ⑥, une zone de l'écorce cérébrale enfouie entre les lobes frontal et temporal.

Pour restituer une qualité fidèle au modèle naturel, on utilise la technique du "Headspace". Une pompe à vide en continu aspire les effluves aromatiques de fruits cueillis mûrs. Celles-ci sont piégées à froid sur un polymère poreux afin d'être concentrées. Elles seront ensuite libérées dans un chromatographe. Cet appareil donne la composition aromatique, en quelque sorte la signature, du fruit (voir "Le bouquet mystérieux", p. 122). Il ne reste plus qu'à synthétiser des molécules identiques à celles qui se trouvent dans la nature pour restituer la saveur particulière du fruit.

Mais tous les arômes n'apparaissent pas en même temps, à chaque moment de l'acte de gustation (flairer, croquer, mâcher) se dégagent des notes aromatiques spécifiques. La nécessité d'arômes à longue durée de vie oblige à de nouvelles performances. Ainsi le chewing-gum à l'acérola, récemment apparu sur le marché, répond à un besoin santé – l'acérola est une petite baie très riche en vitamine C. Mais son arôme va s'échapper dès les premières mastications. C'est

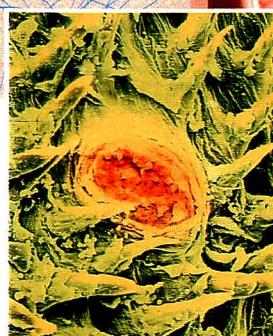


10000 CAPTEURS TRAQUENT

Notre langue perçoit le goût des aliments et transmet l'information au cerveau. Ce muscle puissant – quatre fois plus agile que les doigts en raison de sa très riche innervation – est tapissé d'une fine muqueuse. C'est dans les replis de celle-ci que se logent les récepteurs du goût : les papilles caliciformes forment le V lingual au fond de la bouche. D'autres papilles, les

fongiformes (en forme de champignon) se répartissent sur toute la langue.

Elles contiennent toutes des bourgeons du goût (ci-dessus une photo de bourgeon grossi 60 fois), composés chacun d'une cinquantaine



S. CINTI/UNIV. D'ANCONA/CNR

LA SAVEUR

de cellules sensorielles gustatives, disposées en quartiers d'orange.

Notre V lingual ne compte pas moins de 3 000 à 5 000 bourgeons du goût, sur les 10 000 rassemblés essentiellement sur la langue, et plus particulièrement sur sa pointe.

pourquoi l'aromaticien ajoute de l'arôme naturellement sous trois formes : l'une, liquide, se dégage en premier ; une seconde, sous forme de poudre, nécessite une plus longue mastication pour se disperser ; enfin de petites capsules, en craquant, libéreront le dernier arôme.

UNE ÉVALUATION SUBJECTIVE

L'encapsulation a vu naître récemment un nouveau procédé, la cocrystallisation. Cette nouvelle technique de rétention des arômes utilise un matériau d'encapsulation courant, le saccharose pur cristallisé, mais elle diffère de la cristal-

lisation classique par le fait que les cristaux obtenus sont très petits, irréguliers et agglomérés en agrégats poreux. Au cours de la cocrystallisation, les arômes viennent se loger dans les interstices de ces agrégats.

Le marché mondial des arômes est estimé à 30 milliards de francs et le marché français à environ 1,8 milliard. Lors de la création d'un nouveau produit, l'aromatisation jouera un rôle essentiel (après l'impact de l'emballage) dans l'acte d'achat et son renouvellement. Il est donc nécessaire que le fabricant d'arômes et son client soient en phase. Ainsi, les aromatiques de H et R ■■■

Florasynth définissent un certain nombre de descripteurs – qui constituent une sorte de dictionnaire –, avec leurs matières premières afin de faire abstraction des différences culturelles des évaluateurs. Emmanuel La-roche précise que « ceci est d'autant plus important qu'il n'existe pas de langage ou de symboles spécifiques pour exprimer la sensibilité gustative. Les mots utilisés sont le plus souvent empruntés au sens visuel, audi-

tif et tactile : fruité, aigu, lourd, dense, léger, rugueux, etc. Il existe ainsi treize descripteurs pour décrire au mieux le goût de vanille : doux, caramel, gras, lacté, beurré, œuf, gousse, balsamique, bourbon, anisé, animal, boisé et crèmeux ».

Si l'aromaticien joue sur les quatre saveurs

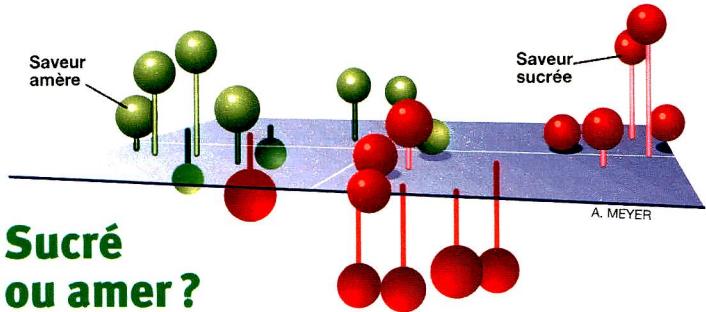
Des pizzas dans des cartons parfumés... Pour vendre, tout est permis

fondamentales – salée, sucrée, amère, acide – pour exciter nos papilles gustatives, notre langue est capable d'explorer bien au delà de ces saveurs, et ce dogme des quatre catégories sémantiques doit faire place à la notion de "continuum de sensibilité" défini par Annick Faurion de l'EPHE. Qu'est-ce que cela signifie ? « Si certains

mettent plus de sucre dans leur alimentation, c'est peut-être parce qu'ils aiment manger plus sucré, mais peut-être

13 mots pour décrire la vanille

Pour parler la même "langue" que leurs clients, certains aromatiques ont conçu un dictionnaire propre à la description des différents arômes. Ainsi la vanille y est-elle décrite comme douce, crèmeuse, animale...



A. MEYER

Sucré ou amer ?

Les notions de sucré et d'amer sont à reconsiderer. Des tests de sensibilité réalisés sur 70 personnes ont permis d'établir un graphique d'appréciation de ces deux saveurs. On constate que les sensations de sucré (rouge) et d'amer (vert) se répartissent sur l'ensemble de l'espace gustatif et, surtout, se compénètrent. Les termes de sucré et amer sont donc trop sommaires pour décrire la variété de la perception gustative.

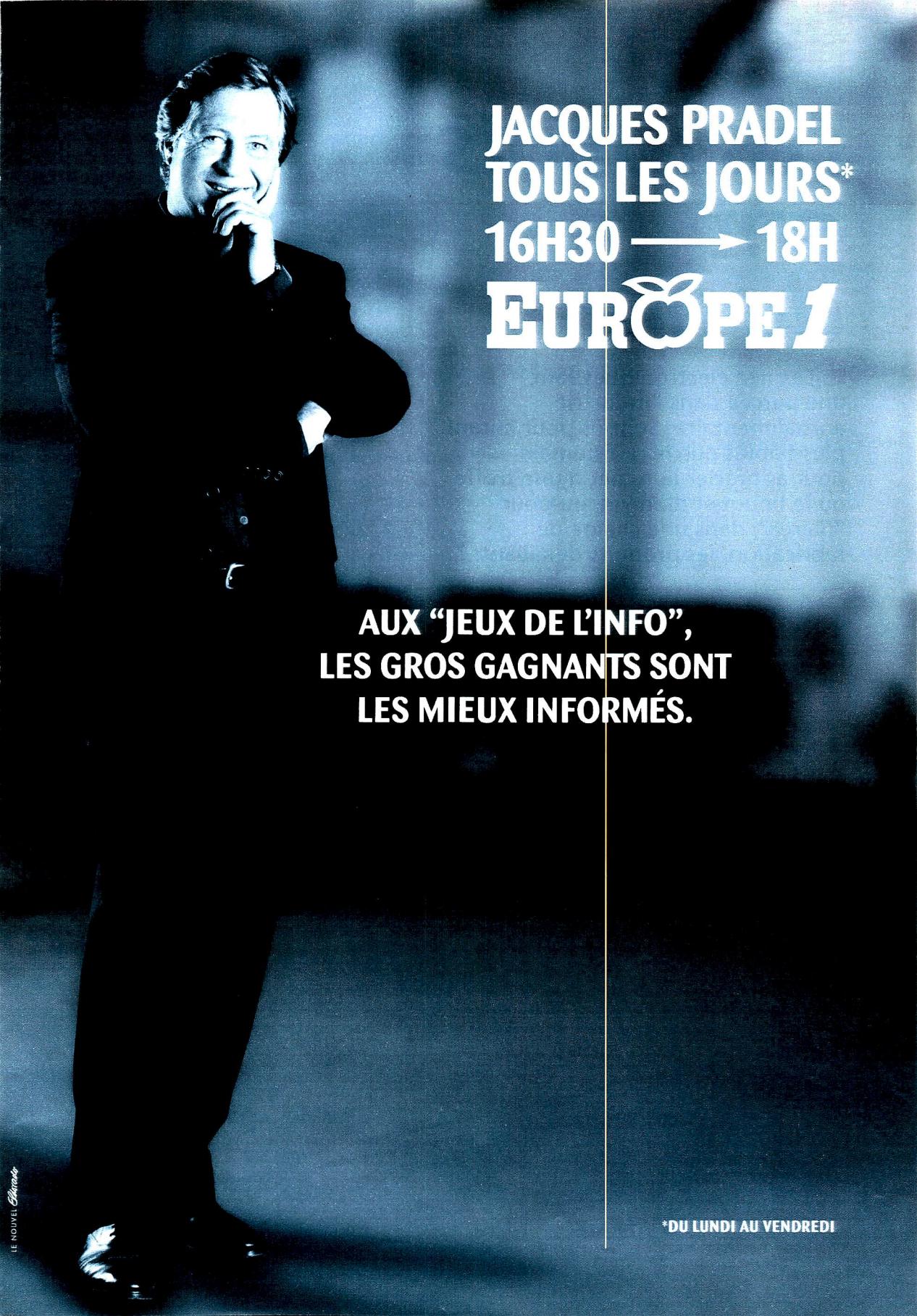
aussi parce qu'ils ressentent moins le saccharose ; pour trancher il suffit de mesurer leur sensibilité, c'est-à-dire leur capacité de percevoir une certaine intensité gustative pour une concentration donnée ». En mesurant la sensibilité d'une personne à différents produits, on peut représenter leur degré de similitude (distance intermoléculaire) par des points sur un graphique. Annick Faurion a ainsi constaté que l'espace gustatif est un ensemble continu d'images sensorielles. Il résulte de ce nouveau concept que le meilleur descriptif reste le nom que l'on utilise au quotidien comme "sole meunière", "canard laqué", ou "jardinière de légumes" !

UN ALLIÉ, L'ODORAT

Bien que nous possédions un palais au mille et une saveurs, nous apprécions aussi les mets par leur fumet qui vient chatouiller nos muqueuses nasales. Quand nous goûtons, nous le faisons en quatre étapes. Nous percevons les odeurs à l'extérieur par le nez. Nous détectons la saveur au niveau de la langue. Nous identifions les sensations au niveau de la cavité buccale (température, consistance, texture, etc.). Quand nous mastiquons et sous l'effet de la salive, nous provoquons la libération des composés volatils qui remontent dans l'arrière gorge jusqu'au bulbe olfactif. Et la sensibilité de cet organe est mille fois supérieure à celle du goût !

Les industriels le savent bien qui, pour provoquer notre désir d'achat, aromatisent même les cartons d'emballage des pizzas ! Les croissantes et les boulangeries pulvérissent des arômes d'ambiance de croissant ou de pain chaud aux abords de leur magasin. Les maisons de café vaporisent des arômes de café et de chocolat. De quoi être mené par le bout du nez !





JACQUES PRADEL
TOUS LES JOURS*
16H30 → 18H
EUROPE 1

AUX "JEUX DE L'INFO",
LES GROS GAGNANTS SONT
LES MIEUX INFORMÉS.

*DU LUNDI AU VENDREDI

Les robots ont du nez

■ Les nez électroniques font une percée dans l'industrie agroalimentaire. Sont-ils pour autant plus fiables que le nez humain pour apprécier le fumet d'une truffe ou le bouquet d'un vin, ou pour "flairer", dans une chaîne de fabrication, les produits défaillants ?

PAR GÉRARD MORICE

Au cours des dernières années, le comportement du consommateur s'est profondément modifié. Le goût et le terroir sont devenus des valeurs d'avenir. Cette tendance est confortée par la suspicion qui pèse sur l'origine et la nature des produits. Actuellement, on veut savoir ce que l'on mange. Pour preuve, la création par le CNRS d'un Institut européen du goût, installé à Dijon.

Devant l'importance accordée au goût, aux arômes et aux saveurs, on s'intéresse depuis une dizaine d'année aux "nez électroniques". Dès les années 70, un chercheur japonais, M. N. Taguchi, avait mis au point puis commercialisé un détecteur de fuites de gaz de ville. Il était lauréat d'un programme gouvernemental portant sur ce thème. Au Japon, la production annuelle de ce type de détecteur atteint aujourd'hui





G. TOMPKINSON/SPL/COSMOS

Nez au parfum

Le nez électronique britannique NOSE collecte des effluves de rose. Les détecteurs d'odeur utilisent des capteurs, associés à des semi-conducteurs, pour restituer un profil olfactif général. En industrie agroalimentaire, ils pourraient servir au contrôle qualité.

plus d'un million d'unités. Par ailleurs, M. Taguchi s'est inspiré de cet appareil pour développer des capteurs d'odeurs ; il a été suivi par de nombreux chercheurs.

Ces capteurs, des semi-conducteurs dédiés à la chimie des gaz (un peu comme les simples éthylomètres), simulent les récepteurs olfactifs de notre nez. Un nez électronique comprend plusieurs capteurs qui émettent un signal électrique d'intensité et d'amplitude particulières lorsqu'ils sont sollicités. Le signal est ensuite transmis à un ordinateur – le "cerveau" – qui restitue ce qu'on appelle la signature ou l'empreinte de l'odeur.

Le principe de fonctionnement des détecteurs d'odeurs est le suivant : quand les capteurs sont soumis à un déga-

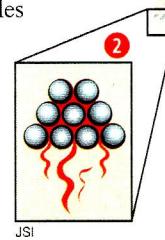
gement de composés volatils, les molécules caractéristiques de l'odeur sont adsorbées (1) par la surface des semi-conducteurs. Ce qui a pour effet de modifier leur résistance électrique. Un circuit électronique assure le conditionnement (le traitement) des signaux pour qu'ils soient perceptibles et enregistrés par l'ordinateur : les modifications de la résistance globale du réseau de capteurs sont transformées en variations de tension électrique.

L'EMPREINTE DES ARÔMES

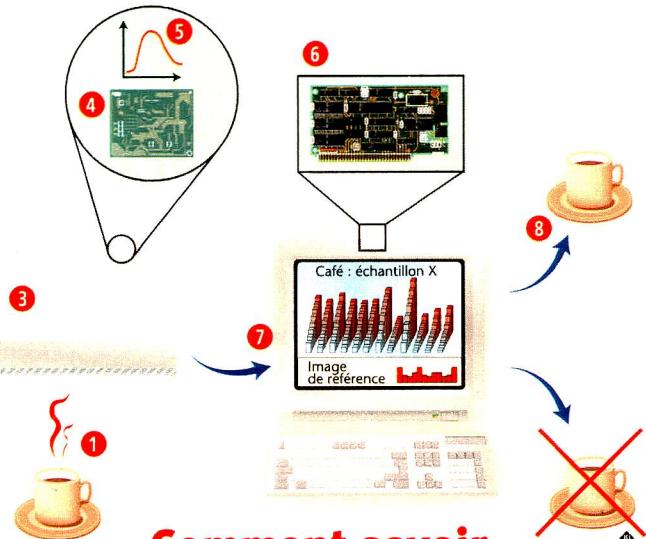
Chaque arôme (fraise, vanille, café...) induit une variation déterminée de la résistance. Toutefois, celle-ci ne permet pas d'identifier chacun

(1) L'adsorption correspond à la pénétration superficielle d'un gaz ou d'un liquide dans un solide ou un autre liquide.

des composants odorants ni d'en déterminer la concentration. On peut en revanche obtenir le profil aromatique d'un produit témoin et le mettre en mémoire, pour le comparer à ceux des produits à tester. Ces profils correspondent à une succession d'instantanés. Les capteurs étant chauffés en permanence à 300 °C par un filament interne, les molécules ne sont que ponctuellement retenues à leur surface — la chaleur élevée accroît leur mobilité et "nettoie" les semi-conducteurs, restaurant leur capacité à effectuer de nouvelles mesures.



Capteurs de pollution ou d'atmosphère (comme celle du métro, dont l'odeur caractéristique indispose parfois les usagers), capteurs d'odeurs industrielles (fuites ou "déries" en cours de fabrication), capteurs d'arômes alimentaires ou de parfums (qui permettent de garantir dans le temps une impression olfactive identique pour un même produit) : les applications ne manquent certes pas... Elles relèvent quasiment toutes du contrôle qualité en cours de fabrication, puis lors des différentes étapes de la chaîne de distribution, jusqu'au consommateur qui juge seul et sans appel. Car une production standard implique la maîtrise



Comment savoir si le café est bon...

Les effluves de café ① induisent une réaction chimique à la surface des capteurs ② du détecteur ③. Leur résistance change. Le circuit intégré ④ convertit cette variation en variation de tension ⑤. Les données numérisées par la carte d'acquisition ⑥ sont visualisées sur écran ⑦. Si le profil du café testé est conforme à l'image de référence, le produit est accepté ⑧.

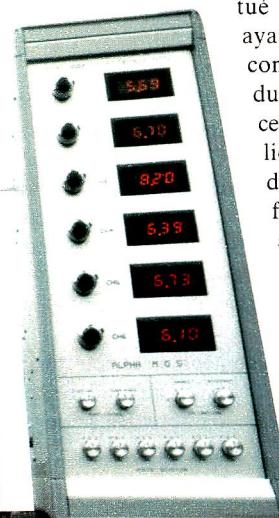
se de près d'une dizaine d'opérations : le contrôle qualité en début de chaîne (achat de matières premières) et en sortie (produit fini), la surveillance de la cuisson ou de la torréfaction, la conduite de procédés comme les mélanges, l'aromatisation, l'appréciation de la maturité et de l'affinage des vins, des fromages, des produits carnés, l'étude de la migration de l'arôme à travers l'emballage, etc...

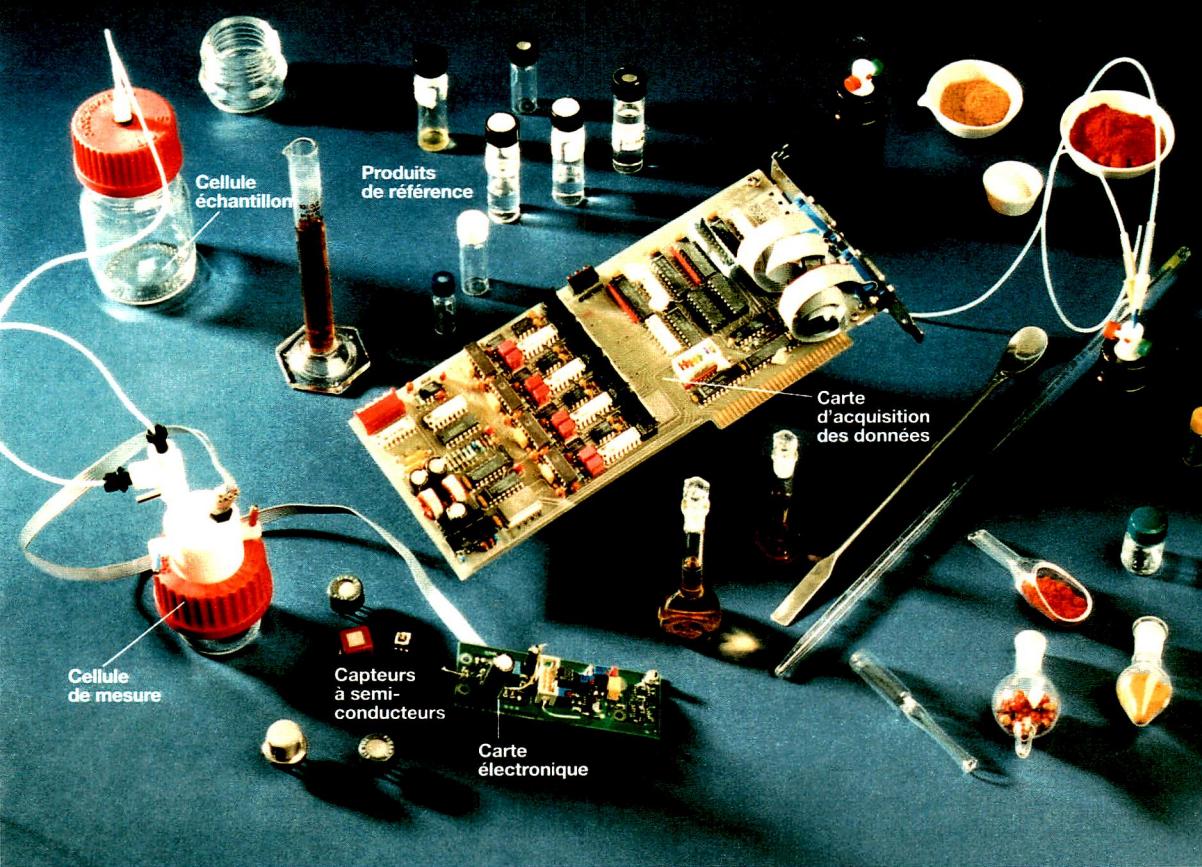
En agroalimentaire, le contrôle qualité des composés volatils reste le plus souvent empirique. Il est en effet effectué par des personnes ayant une bonne connaissance du produit, celles qui exercent le métier particulier de "nez". Ces derniers ont leurs défauts. Ils sont soumis à de nombreuses influences. Leur jugement n'est pas régulier. On constate une dérive de leurs notations à mesure qu'ils ac-

Mauvaise haleine

Peut-on dépister les maladies bovines en analysant l'haleine des vaches ? Des chercheurs britanniques l'affirment. Il y a pourtant de quoi être sceptique...

M. MOORE/
JOHN DEERE





INRA

quièrent de l'ancienneté ; de plus, pour être réellement performants, ils doivent suivre un entraînement long et coûteux. Ils sont – comme les autres nez humains –, sensibles au stress, à l'accoutumance... et aux rhumes. Depuis quelques années, de grandes firmes agroalimentaires s'intéressent aux capteurs d'arôme dans l'espoir d'apporter un peu de rigueur scientifique dans leurs contrôles, afin d'obtenir une production réellement standard.

ENCORE PEU D'APPLICATIONS INDUSTRIELLES

« Les nez électroniques représentent aux yeux des industriels une alternative intéressante. Ces systèmes perçoivent globalement l'intensité des composés volatils majeurs responsables du bouquet d'un aliment. Et peuvent vérifier en temps réel si les produits présentent un bouquet conforme à celui attendu, indique Patrick Mielle, responsable du programme de Caractérisation rapide des arômes au laboratoire dijonnais de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA). Quand ils parviennent à

Anatomie d'un nez électronique

La mise au point de systèmes à capteurs d'arômes fait appel à des compétences en analyse instrumentale, en analyse sensorielle et en chimie. Ici, différents éléments d'un système expérimental développé dans les laboratoires de l'INRA, à Dijon.

déetecter un défaut lors de la fabrication, ils demeurent pourtant incapables, dans la plupart des cas, d'en déceler la nature et l'origine. Mais ils permettraient, ce qui est un énorme avantage, de stopper immédiatement une fabrication défectueuse et d'éviter ainsi une perte sèche due au rejet d'un lot entier, ou pire, le rejet du produit par le consommateur, avec en corollaire la dégradation inévitable de l'image de marque de la société. »

Les résultats, hélas, ne sont pas à la hauteur des espérances ! Danone a ainsi testé l'efficacité des nez électroniques sur les films d'emballage. ■ ■ ■

(2) Les deux pays fournisseurs de capteurs, le Japon et les Etats-Unis, ne les ont pas conçus pour ce secteur mais pour le contrôle des pollutions.

■ ■ ■ lage. Un film poreux laisse s'échapper l'arôme du produit conditionné et entrer des odeurs extérieures. Une défaillance qui n'a pas toujours été remarquée par le capteur d'arôme, chargé de suivre, à l'odeur, le comportement du produit emballé. En Suisse, le groupe Nestlé a mis à l'épreuve d'autres systèmes électroniques sur des cafés lyophilisés. Consternation : les faux nez ont été plus sensibles au taux d'hydratation qu'à l'arôme des produits ! Car les capteurs

Un peu plus qu'un gadget, pas encore une nécessité

d'odeurs ont une fâcheuse tendance à se focaliser sur l'eau, le gaz carbonique ou l'éthanol, substances ô combien répandues dans l'industrie agroalimentaire (2). Ainsi, un vin à 12° contient l'équivalent de 120 000 ppm (partie par million) d'alcool, alors que son arôme ne représente que 1 000 ppm. Mis en présence de ce vin, les capteurs vont plutôt mesurer le titre alcoolique que l'arôme !

Ces déboires expliquent qu'à ce jour, les nez électroniques ne connaissent pratiquement pas d'applications industrielles. Pourtant, on assiste depuis peu à une subite et quelque peu désor-

donnée floraison d'appareils dont le prix varie entre 300 000 et 500 000 F – des sommes qui incitent à une sérieuse réflexion avant l'achat ! Principaux fabricants présents sur le marché français : le Français Alpha-Mos (nez électro-niques Fox), les Britanniques AromaScan et Néotronics Scientific (E-Nose), et l'Allemand Mitu (QMB6).

En marge de ces firmes, qui commercialisent des équipements présentés – parfois un peu vite – comme performants, il faut noter une importante activité de recherche menée au sein d'organismes qui ne sont pas les moins illustres. Qu'on en juge plutôt : l'Institut national polytechnique de Toulouse (laboratoire de chimie agro-industrielle), l'Ecole pratique des hautes études (laboratoire de neurobiologie sensorielle) en liaison avec le Centre interprofessionnel de documentation et d'informations laitières, et même le CEA (laboratoire d'olfactométrie). Sans oublier bien sûr l'INRA : l'équipe dirigée par Patrick Mielle y met au point un appareil différent des autres.

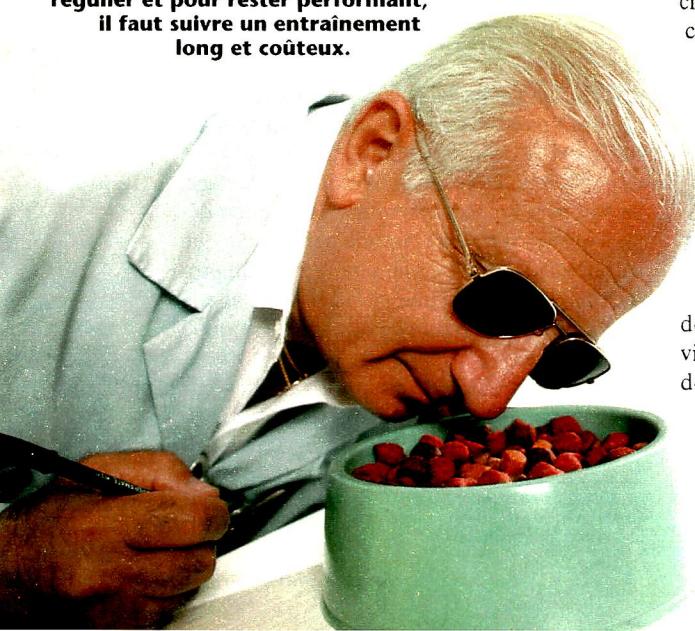
COMPÉTITION EXACERBÉE ET AFFIRMATIONS OUTRANCIÈRES

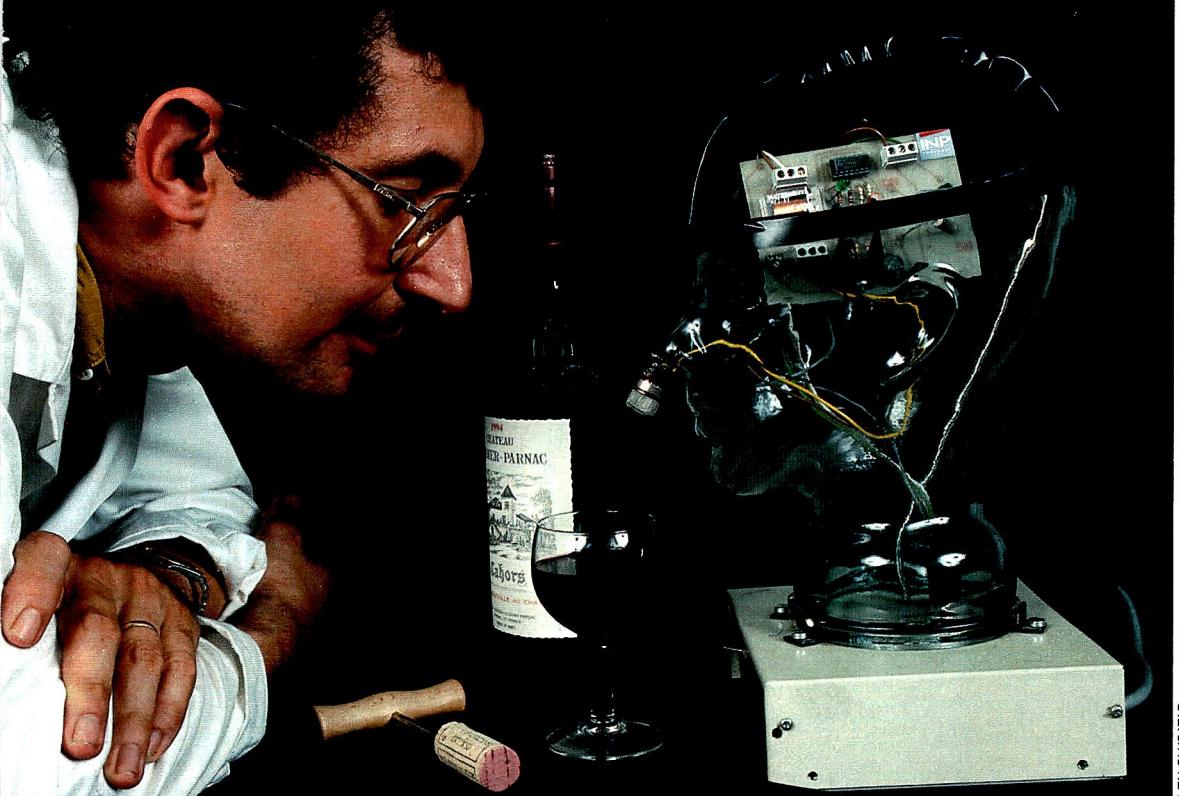
Ce système à capteurs d'arôme hypersensible décèlerait des composés en concentration inférieure à 1 ppm, avec une reproductibilité de 95 %. Il utilise un dispositif de transfert d'effluent, chargé de recueillir et de transmettre au réseau de capteurs l'intégralité des émanations exhalées. Plus un système possède de capteurs, plus les signatures qu'il restitue se rapprochent de la réalité car elles impliquent un nombre croissant de familles d'arômes. Mais un réseau comprenant un trop grand nombre de capteurs est difficile à gérer. La solution prônée par l'équipe de Dijon ? Utiliser un "réseau virtuel" comprenant un petit nombre de capteurs, la sélectivité de chaque capteur pouvant être modifiée artificiellement sous l'influence de variations de température.

La modulation de la température augmente considérablement la richesse de l'information délivrée : un réseau classique de 8 capteurs se transforme ainsi en réseau virtuel de 32 capteurs. Par ailleurs, la réponse des capteurs aux variations de température semble être un paramètre stable dans le temps. Dans le futur, une des applications de ce type de réseau pourrait être la surveillance de cuisson dans les fours domestiques. Ils s'arrêteraient automatiquement

Une vraie vie de chien !

Dur métier que celui de "nez" professionnel... surtout quand il s'agit de tester des aliments pour chien ! Le jugement des professionnels n'est pas toujours régulier et pour rester performant, il faut suivre un entraînement long et coûteux.





T. TALOU/CATAR

lorsque les aliments seraient cuits à point...

Le foisonnement d'appareils déjà fabriqués, de prototypes et de projets tourne un peu à la confusion. Il donne lieu à des affirmations parfois outrancières et pour le moins farfelues. Ainsi, en Angleterre, un laboratoire prétend avoir conçu un nez électronique permettant de dépister certaines maladies chez les bovins, rien qu'en "sniffant" leur haleine. En Islande, un nez artificiel serait capable d'apprécier le degré de fraîcheur du poisson. Un fabricant suédois d'explosifs, la firme Bofors, affirme avoir créé un appendice nasal artificiel rivalisant d'acuité olfactive avec la truffe des chiens. Mais le scepticisme s'impose lorsqu'on sait que cette acuité est un millier de fois supérieure à celle de l'homme.

La compétition exacerbée, l'affabulation et la critique féroce n'épargnent pas les laboratoires. Les chercheurs eux-mêmes en viennent à s'inventer. Qu'un scientifique vante exagérément les performances de son nez électronique, et aussitôt son appareil sera surnommé "Pinocchio" !

C'est dans ce contexte de franche inimitié et de résultats incertains qu'un vaste programme interministériel a été lancé dans le cadre de l'opération *Aliment demain*. Un des objectifs de ce programme est d'effectuer avant fin 1998 une étude sur le thème "Mise au point de systèmes de mesure à base de semi-conducteurs

Concurrencera-t-il les œnologues ?

Si les performances des nez électroniques s'améliorent, ils pourraient un jour rendre de grands services aux producteurs de vin. Ici, le système Cirano, et son concepteur Thierry Talou.

pour assurer le contrôle qualité et le suivi de productions agroalimentaires".

Faut-il malgré tout que les industriels de l'agroalimentaire s'équipent dès maintenant pour ne pas prendre du retard sur la concurrence ? Est-il plus judicieux d'attendre les prochaines générations de systèmes ? Autrement dit, le nez électronique est-il une nécessité ou reste-t-il un simple gadget ?

ENCORE UN PEU DE PATIENCE !

Il semble qu'il faille encore un peu attendre avant de se lancer dans l'aventure, comme en témoigne Patrick Mielle, qui reconnaît que l'humain supplante pour l'instant tous les systèmes existants. Et de citer le responsable commercial d'un fabricant de nez électronique : « Si votre application est la recherche de truffes dans un bac à sable, investissez plutôt dans un cochon. Il est plus efficace et moins cher à l'achat. Et puis, lorsque ses performances diminuent, vous pouvez en plus le manger ! »

Le bouquet mystérieux

■ Pourquoi chaque vin a-t-il un arôme spécifique ? Quel est le processus chimique qui le révèle ?

A l'université Bordeaux II, on a identifié les molécules qui donnent son bouquet au sauvignon. Une découverte qui devrait déboucher sur l'amélioration des vins de cépage.

PAR PAULINE GRAVEL

Des œnologues de l'université Bordeaux II viennent de percer les mystères de l'arôme des sauvignons, qui figurent parmi les plus grands vins blancs secs du Bordelais. Leur trouvaille pourrait permettre d'accroître la qualité aromatique de ces vins de cépage (1) dont le bouquet est teinté, dans les meilleures bouteilles, de multiples nuances rappelant le buis, le bourgeon de cassis, les fruits exotiques, ainsi que le grillé. Importante découverte, ne serait-ce que parce que l'arôme participe activement au goût. Tout aliment nous paraît sans saveur si on ne peut le sentir, à cause d'un rhume par exemple.

Contrairement aux raisins de muscat, qui sont fortement parfumés, les baies de sauvignon et leur jus sont pratiquement inodores. Pourtant, leurs vins possèdent un arôme corsé et complexe.

D'où proviennent les nuances de cet arôme et comment sont-elles révélées ? Voilà l'un des phénomènes les plus fascinants de la vinification.

LES MUSCATS ONT LIVRÉ LEUR SECRET

Jusqu'à récemment, seuls les vins de cépage muscat avaient partiellement révélé l'origine de leur riche bouquet. Grâce, notamment, aux travaux de Ziya Günata, de l'Institut des produits de la vigne (INRA, Montpellier), on sait que les muscats se caractérisent par un arôme variétal (celui qu'apporte le raisin) essentiellement composé de terpénols, ou alcools terpéniques volatils (linalol, géranol, citronellol).

Bien que, au cours de la fermentation et de l'élevage en barrique de chêne, d'autres arômes s'ajoutent, l'arôme variétal est le principal agent





C. SATILBERGER/ANZENBERGER/COSMOS

A chaque cépage, sa vinification

Pour mener à bien l'élaboration d'un vin jusqu'à son stockage en fûts de chêne, les viticulteurs se font assister par les laboratoires d'oenologie. Une tendance qui va encore s'amplifier pour les éleveurs de sauvignon, puisque les précurseurs des molécules odorantes de ce cépage ont été identifiés.

de la typicité aromatique d'un vin. Lorsque nous flairons par exemple un vin de muscat, nous reconnaissions le parfum et le goût des grains de raisin. Les molécules volatiles qui rendent si odorantes et si savoureuses les baies de muscat se retrouvent donc dans l'arôme variétal du vin.

Une autre partie de l'arôme variétal provient de composés inodores, appelés précurseurs d'arômes, contenus dans les raisins (ils sont présents, en plus ou moins grande quantité, dans tous les cépages). Dans les vins de muscat, ils retiennent les molécules odorantes en les associant à des sucres. Cette liaison empêche les molécules odorantes de s'échapper et de se volatiliser.

Les arômes du sauvignon, quant à eux, se trouvent essentiellement piégés dans les raisins sous la forme de précurseurs inodores. Aucune molécule odorante volatile n'est présente dans les baies. C'est seulement au cours de la vinification, lors de la fermentation alcoolique (2), que les précurseurs libèrent leur fraction odorante sous l'action d'enzymes particulières.

ENZYMES RÉVÉLATRICES

Il y a quelques années, sur son vignoble de Château-Reynon, dans le Bordelais, Denis Dubourdieu, œnologue à l'université Bordeaux II, avait pressenti l'existence de ces précurseurs dans les baies de sauvignon, en raison de leur "retour aromatique". En effet, quand on déguste des raisins ou des jus de sauvignon, on perçoit, au bout de quelques instants, une saveur assez prononcée. Ce laps de temps serait nécessaire à la transformation des précurseurs par les enzymes de la salive.

Denis Dubourdieu et ses collaborateurs ont d'abord identifié les molécules odorantes responsables des diverses nuances qui constituent le bouquet du sauvignon. Pour cela, ils ont fixé à la sortie d'un chromatographe en phase gazeuse (3) un dispositif leur permettant de "flairer" les composés aromatiques qui se dégagent au cours du fractionnement d'un extrait de ce vin. Séparées les unes des autres, les odeurs se sont dégagées à des moments différents (appelés temps de rétention) et ont signé chacune leur présence par un pic.

On détermina ensuite la nature chimique de ces pics à l'aide d'un spectromètre de masse (4). Dans certains cas, on sollicita la collaboration de parfumeurs. L'opération n'était pas simple, car les molécules responsables des nuances aromatiques sont présentes dans le vin en si infimes quantités (5) que parfois les appareils de mesure ne les détectent pas (aucun pic n'apparaît).

Cette difficulté mettait toutefois en évidence les performances de l'odorat humain, qui réagit avant tout en fonction du pouvoir odorant des molé-

(1) Un vin de cépage est un vin obtenu à partir de raisins appartenant à un seul cépage, par opposition aux vins d'assemblage, mélange de vins provenant de plusieurs cépages et terroirs.

(2) La fermentation alcoolique a lieu à la suite d'une brève macération du jus de raisin frais avec les peaux. Sous l'action de levures, elle transforme en alcool les sucres du raisin.

(3) La chromatographie en phase gazeuse est une méthode d'analyse chimique par absorption sélective des constituants d'un mélange.

(4) Appareil qui renseigne sur la quantité relative des éléments constitutifs d'un corps.

(5) Quelques nanogrammes par litre. 1 nanogramme = 1 milliardième de gramme.

■ ■ ■ molécules volatiles, contrairement aux instruments de laboratoire qui mesurent strictement leur quantité. Voilà pourquoi quelques nanogrammes d'un composé soufré très odorant sont à peine détectés par le chromatographe, alors qu'ils stimulent vigoureusement les cellules olfactives.

Ainsi, on a pour l'instant identifié six composés soufrés qui interviennent dans l'arôme des

molécule dans les feuilles de buis et dans les tiges foliées de genêt.

« Cela confirme que la référence au buis et au genêt évoquée depuis très longtemps par les connasseurs à propos de l'arôme du sauvignon correspond bien à une réalité chimique et biologique », souligne Tominaga. De même, quelques dizaines de nanogrammes par litre d'acétate de 3-mercaptopropanol, dont la présence dans le fruit de la passion a été prouvée, suffisent à donner au vin un arôme de buis enveloppé de nuances de pamplemousse et de fruit de la passion.

Au cours de ses recherches visant à identifier les précurseurs de ces arômes, Tominaga a remarqué qu'une certaine enzyme ajoutée au moût (6) de sauvignon provoque le dégagement des nuances typiques de l'arôme du sauvignon. La spécificité de cette enzyme, pour une famille de composés appelés S-conjugués de la cystéine (7), a ainsi permis de déterminer la nature chimique des précurseurs à l'origine de ces notes aromatiques.

Fort de cette découverte, Tominaga a mis au point une technique de dosage des précurseurs d'arômes dans le jus de raisin, qui devrait grandement contribuer à l'amélioration de la qualité aromatique des vins de sauvignon.

ADDITION DE LEVURES : UNE QUESTION DE DOSAGE

Cette technique a d'abord confirmé qu'une partie du potentiel aromatique du raisin (sous la forme de précurseurs d'arômes) demeurait souvent inexploitée. Certaines souches de levure transformaient plus de précurseurs que d'autres et produisaient de ce fait des arômes plus intenses, plus expressifs. Comme Pasteur l'avait remarqué bien avant eux, les œnologues de Bordeaux ont constaté que la révélation de l'arôme variétal est plus ou moins importante selon la souche de levure responsable de la fermentation alcoolique. Ils ont alors sélectionné les levures qu'il serait bon de joindre au moût pour équilibrer au mieux l'expression des arômes.

Toutefois, quelle que soit la performance de la levure, un bon vin ne s'obtient qu'avec un raisin riche en précurseurs.

D'où le souci des chercheurs de déterminer le moment précis où le raisin regorge de ces arômes cachés. Traditionnellement, les viticulteurs commencent la

(6) C'est le mélange de jus et de pulpe résultant du foulage des raisins.
(7) Un acide aminé soufré qui joue le même rôle que le sucre dans les muscats.

vins de sauvignon. Paradoxalement, ces composés, qui appartiennent à la famille des thiols, sont malodorants à forte concentration. En revanche, à des teneurs moindres – celles qu'on rencontre dans les vins de sauvignon –, ils évoquent le buis et les fruits exotiques. Par exemple, le 4-mercaptopropan-2-one (4-MMP), identifié par Philippe Darriet, biochimiste au Laboratoire d'œnologie de Bordeaux II, n'est présent dans les vins de sauvignon qu'à des concentrations moyennes de 20 nanogrammes par litre (ng/l). C'est cette molécule qui leur donne un arôme de buis et de genêt. Et ce n'est pas là simple poésie inspirée par les effluves dyonisiaques du sauvignon : Takatoshi Tominaga, chercheur du même laboratoire, a en effet récemment trouvé cette

Un raisin bon à couper ?

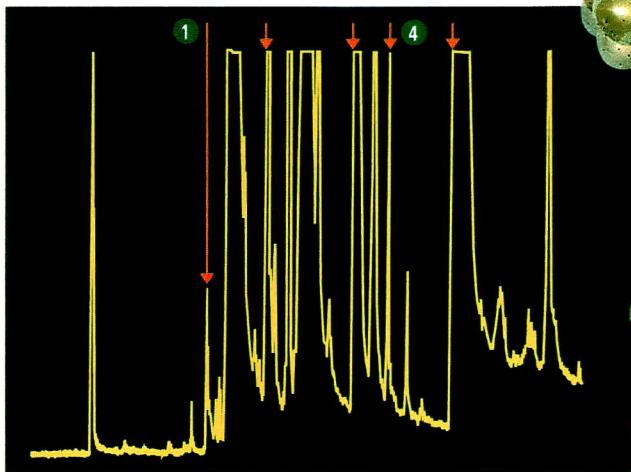
La mise au point d'une technique permettant de doser les précurseurs d'arômes devraient aider les viticulteurs à déterminer le moment optimal pour débuter les vendanges, moment où les raisins regorgent de ces arômes cachés.

M. GUILLARD/SCOPE



La signature du vin de sauvignon

Une chromatographie en phase gazeuse, associée à une spectrographie de masse, a permis de détecter les composés aromatiques du vin de sauvignon. Le pic ① correspond à la 4-mercaptop-4-méthylpentan-2-one, qui donne un arôme de buis et de genêt. Les nuances de pamplemousse et fruit de la passion proviennent de l'acétate de 3-mercaptophexanol qui apparaît au pic ④.



D. GALLAND



J. GUILLARD/SCOPE

récolte lorsque le taux de sucres atteint son maximum, tandis que l'acidité est à son minimum. Afin de vérifier si cet instant coïncide avec celui où les précurseurs atteignent leur concentration maximale, Tominaga a dosé les précurseurs d'arômes dans des moûts obtenus à partir de raisins récoltés à divers stades de maturité : avant, au moment et après la date prévue des vendanges.

DE L'INFLUENCE DU TERROIR

Résultat : le précurseur de la 4-MMP, qui rappelle le buis et le genêt, atteint ses teneurs les plus élevées avant les vendanges. Puis il se dégrade brutalement. En revanche, les autres précurseurs porteurs de nuances plus fruitées atteignent leur concentration maximale quelque temps après les vendanges. Une récolte précoce donne donc un arôme sans profondeur, très prononcé en buis au point d'en devenir désagréable. Les divers arômes n'évoluant pas en synchronie, il est très délicat de décider de la date de récolte optimale pour l'obtention d'un arôme équilibré.

Takatoshi Tominaga a également remarqué que, sur certains terroirs, le potentiel aromatique du raisin est plus stable. Il se maintient plus longtemps, laissant ainsi au raisin plus de temps pour mûrir et accumuler des sucres. D'après des résultats préliminaires, les précurseurs d'arômes du sauvignon se conserveraient mieux sur les ter-

roirs argileux que sur les graves, terrains constitués de galets, de graviers et de sables. Des études de sol plus poussées seront menées prochainement, mais il apparaît d'emblée que l'aptitude des sols argileux à capturer et à retenir l'eau de pluie serait favorable aux précurseurs d'arômes. En revanche, les sols de graves sont très filtrants et accumulent la chaleur, ce que n'apprécient guère les cépages blancs, la sécheresse ayant pour effet de brûler leurs arômes cachés.

« Réaliser des dosages de précurseurs sur toutes les parcelles (8) de tous les vignobles est à l'heure actuelle une entreprise irréaliste », admet Denis Dubourdieu. Les méthodes d'analyse sont encore trop lourdes pour être utilisées à grande échelle. Les œnologues se limitent donc à l'examen de parcelles témoins, ce qui leur permet de préciser les conditions d'apparition d'une maturité aromatique stable et équilibrée.

Peut-être parce qu'il est à la fois scientifique et viticulteur, Denis Dubourdieu avoue que les découvertes effectuées dans son laboratoire ont surtout apporté la vérification expérimentale du savoir-faire et du flair légendaire des viticulteurs. ■

(8) Une parcelle est un groupe de ceps de vigne ayant un comportement homogène sur un terroir donné.



1957 SPOUTNIK

ouvre l'ère spatiale

Il y a quarante ans, le 4 octobre 1957, à 22 h 28 exactement (heure de Moscou), l'humanité entrait dans une phase nouvelle de son histoire : l'ère spatiale. Les 272 tonnes de la fusée soviétique Sémiorka (R-7) décollaient de l'unique pas de tir du tout nouveau cosmodrome de Tiouratam-Baïkonour, construit spécialement à cet effet. Le 4 janvier 1958, quatre-vingt douze jours après son lancement, une sphère étincelante se désintégrait dans les couches denses de l'atmosphère : après avoir accompli 1 400 révolutions autour de notre globe, le satellite *Sputnik* achevait sa mission dans l'apothéose.

L'ère spatiale venait de commencer dans un climat d'âpre et rude compétition militaire (la guerre froide battait son plein) et de romantisme scientifique. Contre toute attente, les Soviétiques ont été en première

■ **En 1957, les Soviétiques étonnent le monde en lançant le premier satellite. Cette prouesse technologique inaugure une compétition entre les Etats-Unis et l'Union soviétique qui va propulser l'humanité dans l'ère spatiale. L'exploit inattendu de *Sputnik* est dû à la ténacité d'un homme hors du commun, Sergueï Korolev.**

JEAN-RENÉ GERMAIN

ligne dans cette conquête, alors que tout le monde attendait les Américains ; ces derniers avaient annoncé officiellement, le 29 juillet 1955, leur intention de lancer un satellite artificiel à l'occasion de l'Année géophysique internationale de 1957-1958,

vaste programme d'étude de la haute atmosphère entrepris par 46 nations. Aux Etats-Unis, la possibilité de mettre en orbite autour de la Terre un satellite artificiel

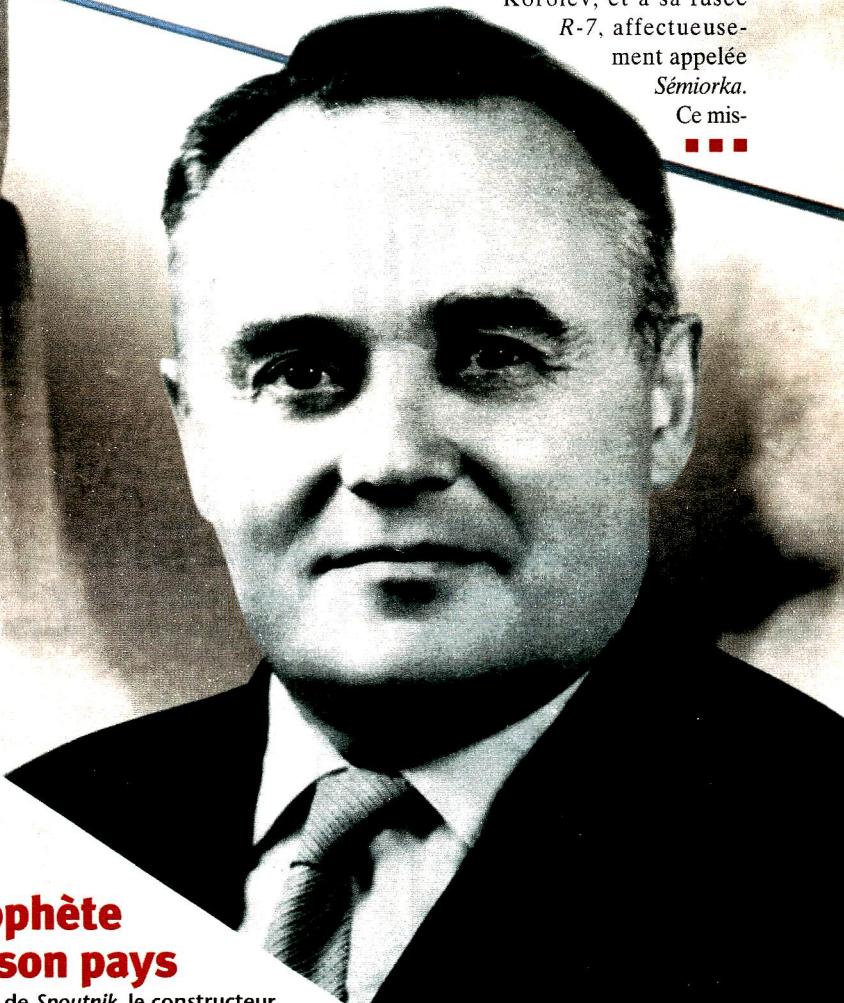
avait d'ailleurs été envisagée dès le 3 octobre 1945.

Ivan Bardin, vice-président de l'Académie des sciences de l'URSS avait bien annoncé au comité géophysique que son pays avait l'intention de lancer un satellite artificiel. Mais personne ne l'avait vraiment entendu. Le retard technologique des Russes était bien connu.

Les Soviétiques doivent essentiellement leur avance à la volonté d'un constructeur de fusées, Sergueï Korolev, et à sa fusée R-7, affectueusement appelée Séniorka. Ce mis-
■ ■ ■

Envol glorieux

4 octobre 1957 : un missile balistique R-7 modifié s'élance de Tiouratam (Kazakhstan) pour mettre en orbite le premier satellite artificiel de la Terre.



Prophète en son pays

“Père” de Spoutnik, le constructeur de missiles Sergueï Korolev avait très tôt prophétisé que son pays en retirerait un immense prestige.



Un missile

PHOTOS MOSCOOP/MAX PPP

■ ■ ■ sile a été le premier à atteindre la vitesse de 8 km/s, nécessaire à la satellisation d'une charge utile autour de la Terre. A

vrai dire, il n'avait pas du tout été conçu pour cela. Sa destination était purement militaire. Fin 1953, quelques semaines après l'explosion de la première bombe H soviétique, le vice-Pre-

L'hommage manqué

A cause du retard pris avec les essais du missile R-7, Sputnik n'a pu être lancé, comme le voulait Korolev, le 17 septembre 1957, date du centenaire de Constantin Tsiolkovski, le père de l'astronautique.

mier ministre soviétique Viatcheslav Malychev avait en effet demandé à Korolev de concevoir un missile balistique intercontinental capable de propulser une charge thermonucléaire de 5,6 tonnes depuis le territoire soviétique sur les villes de

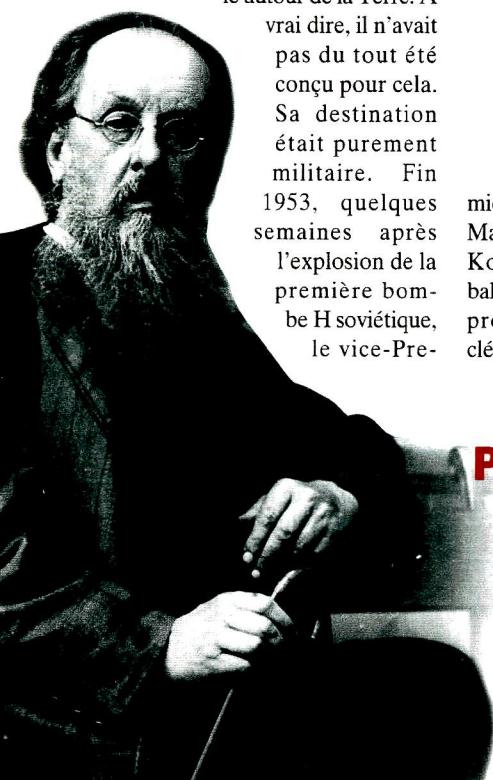
New-York
ou

Précurseur de génie

Précurseur et théoricien de l'astronautique, Constantin Tsiolkovski (1857-1935) avait décrit, dès 1903, ce que serait un satellite artificiel de la Terre.

de Washington. En 1953, les établissements de Korolev travaillaient sur les missiles R-5, lointains dérivés des V-2 allemands. Leur masse au décollage (28,6 t) ne leur permettait de porter que 1,5 t (une charge nucléaire de 80 kt) à 1 200 km. On était bien loin de l'exigence du gouvernement et du Parti. Il fallait résolument concevoir quelque chose de nouveau...

Ainsi commença l'épopée. De modifications en modifications, Korolev et ses ingénieurs aboutissent, en 1956, à la conception d'un



à détruire

missile entièrement nouveau, à deux étages, la *R-7-Semiorka*. En quoi se distingue-t-il de ses prédecesseurs ? Tout d'abord, par son poids au décollage (267 t) et par sa hauteur (29 m). On n'a encore jamais rien

vu de pareil. Ensuite, par sa conception tout à fait particulière : un étage central, allumé au moment de la mise à feu, fait office de deuxième étage, le premier étage étant assuré par quatre éléments propulsifs accolés à l'étage central. Les moteurs ont été conçus par Valentin Glouchko, le grand spécialiste en la matière : un RD-108 pour l'étage central, et un RD-107 pour chacun des blocs latéraux (voir dessins ci-contre et page suivante). Ils sont tous alimentés par de l'oxygène liquide et du kérosène. Au décollage, les gaz qui sortent des 20 tuyères développent une poussée totale de 500 tonnes !

Le polygone d'essais de Kapustin Yar (le "trou aux choux"), près de Stalingrad – où Korolev effectuait tous ses tirs depuis 1945 –, était à l'évidence devenu insuffisant pour les essais de la future *R-7*. Aussi, dès 1953, les autorités militaires et le Parti se préoccupent d'en trouver un autre pour le nouveau missile. Finalement, c'est le site de Tiouratam (appelé plus tard Baïkonour, avant de reprendre

ENERGIA NPO



New York

L'arme absolue

Après de nombreux essais de fusées, le premier missile balistique intercontinental voit le jour, le 21 août 1957. C'est une adaptation de ce missile *R-7* qui permettra de lancer *Sputnik 1* un mois et demi plus tard.

avant les Américains. Il sait, par la presse spécialisée américaine, dont il a tous les jours une analyse sur son bureau, que l'US Navy prévoit le lancement du satellite *Pamplemousse* avec une fusée *Vanguard*. La fusée et le satellite n'ont rien à voir avec ce qu'il prépare : le lanceur de l'US Naval Research Laboratory a un poids de 10,2 t au décollage, et le satellite *Pamplemousse* pèse 14,7 kg. A cette époque, Korolev est l'un des rares en Union soviétique à avoir conscience que la première nation qui mettra un satellite en orbite en retirera un immense prestige. En fait, l'idée d'un satellite artificiel de la Terre l'habitait depuis 1954 ; dès cette époque, il avait entrevu la possibilité technique de lancer un satellite autour de la Terre grâce aux missiles sur lesquels il travaillait.

Il ne faisait en cela que se conformer à une certaine tradition intellectuelle et scientifique typiquement russe.

LE MATHÉMATICIEN DE LA BOMBE H

C'est le père de l'astronautique, Constantin E. Tsiolkovski, qui, le premier, a décrit en 1903, en Russie, ce que pourrait être un satellite autour de la Terre et ses utilisations. L'idée fut développée, en juin 1948, par Mikhaïl Tikhonravov, un militaire spécialiste des fusées et ami de longue date de Korolev, qui présenta, lors d'une conférence de l'Académie d'artillerie de Léningrad, tous les calculs nécessaires au lancement d'un satellite artificiel.

Début 1954, au cours d'une réunion privée, Korolev, Tikhonravov



Duo de choc

Dès 1948, Mikhaïl Tikhonravov (deuxième à partir de la droite) effectuait avec Sergueï Korolev (à droite) les premiers calculs qui aboutiront au lancement de *Sputnik* neuf ans plus tard.

son appellation d'origine), près de Kzyl-Orda, dans le Kazakhstan, qui sera choisi. En plein milieu de l'URSS, de manière à se soustraire à l'espionnage américain. Début 1955, le premier continent de militaires débarque sur le site et entreprend des travaux titaniques d'aménagement (jusqu'à 15 000 m³ de terre seront dégagés chaque jour !) dans des conditions climatiques très difficiles : 45 °C l'été, -40 °C l'hiver !

Au début de l'année 1957, le pas de tir de la *Semyorka*, conçu par l'ingénieur Nicolai Barmine, est prêt. Alors que Korolev peut envisager les premiers essais en vol du missile, une question le préoccupe : il faut absolument lancer un satellite artificiel

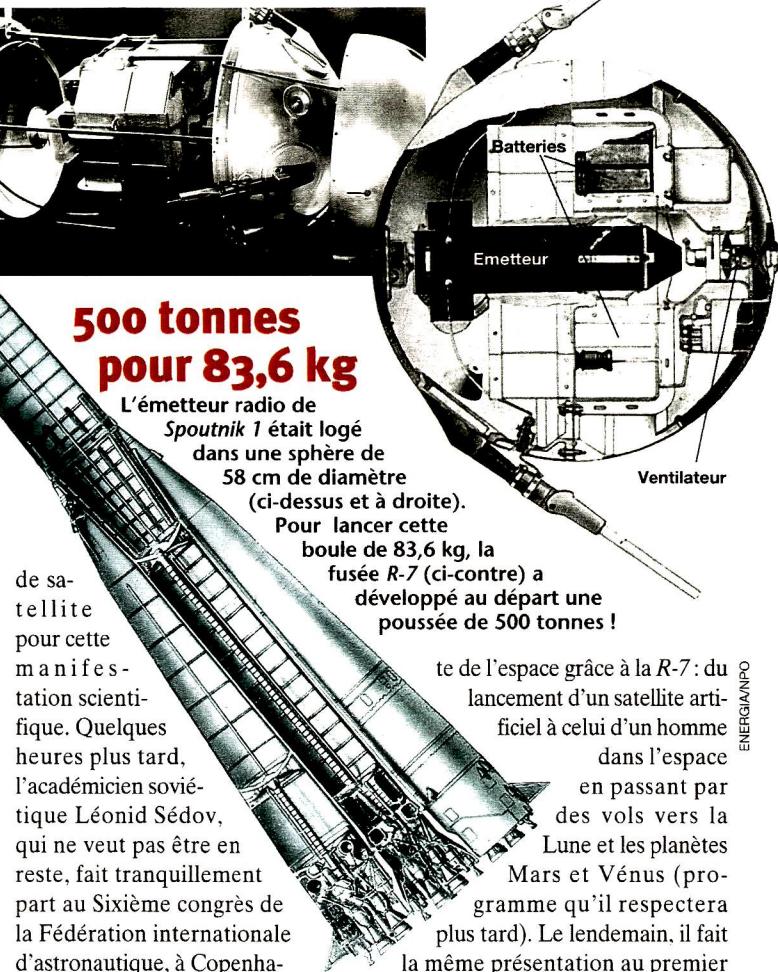
Korolev envoie un projet

■ ■ ■ vov et Mstislav V. Keldych, le mathématicien qui avait effectué les calculs de la bombe H et qui commençait à travailler sur la Sémiorka, décident de faire, au sein de l'Académie des sciences, ce qu'on appellerait aujourd'hui du "lobbying" en faveur de la réalisation d'un satellite artificiel. Les calculs montrent cette fois sans ambiguïté qu'un missile capable de porter une charge thermonucléaire à 8 000 ou 1 200 km de distance, peut, moyennant quelques adaptations simples, satelliser une charge utile de 1 200 à 1 300 kg. Le trio va chercher le soutien prestigieux du père de la physique soviétique, Piotr Kapitsa. Fort de cet appui, Keldych parvient à convaincre Alexandre Nesmeianov, le président de l'Académie des sciences : le projet est adopté officiellement le 25 mai 1954.

« POUR LE SPOUTNIK, ON VERRA PLUS TARD »

C'est maintenant au tour de Korolev de convaincre ses patrons et collègues militaires du ministère de la Défense et du Gosplan (le Plan d'Etat) de débloquer les crédits pour cette opération. A sa grande surprise, ils s'y opposent. Le général Mrykine, adjoint du ministre de la Défense lui répond : « Lançons la R-7 d'abord ; pour le *Sputnik*, on verra plus tard. »

Eté 1955. A l'étranger, les choses se précisent. Le 29 juillet, la Maison Blanche, à Washington, annonce que les Etats-Unis ont l'intention de participer à l'Année géophysique internationale, qui doit se dérouler de juillet 1957 à décembre 1958. Le 3 août 1955, le savant américain Frederic Durant III présente au Président Eisenhower le projet



de satellite pour cette manifestation scientifique. Quelques heures plus tard, l'académicien soviétique Léonid Séдов, qui ne veut pas être en reste, fait tranquillement part au Sixième congrès de la Fédération internationale d'astronautique, à Copenhague, de l'intérêt que l'URSS porte aux satellites. Il avait, bien sûr, connaissance du projet de Keldych et de Nesmeianov. Ses propos sont relayés par le vice-président Bardine de l'Académie des sciences au comité de l'Année géophysique. Personne ne prête attention aux deux scientifiques soviétiques. A Moscou, le journal *Radio* publie un article dans lequel figurent les fréquences radio du futur *Sputnik*.

Bien qu'accaparé par des essais de missiles R-5 et R-11, Korolev décide de faire le forcing. Le 29 août, il envoie de sa propre autorité aux "instances" un projet complet de conquête

de l'espace grâce à la R-7 : du lancement d'un satellite artificiel à celui d'un homme dans l'espace en passant par des vols vers la Lune et les planètes

Mars et Vénus (programme qu'il respectera plus tard). Le lendemain, il fait la même présentation au premier secrétaire de l'Académie des sciences, Alexandre V. Tottchiev, en lui demandant de créer une commission spéciale pour définir les caractéristiques et expérimentations du satellite. Keldych, lui, s'occupe de réunir les Ioffé, Kapitsa, Guinzburg, Kotelnikov, Konstantinov, tous grandes vedettes de la science soviétique. Dans le but de les intéresser, mais, surtout, pour éviter qu'ils se froissent et se transforment en opposants. On définit la mission scientifique : étude des rayonnements cosmiques, de l'ionosphère et du champ magnétique terrestre ; exploration de questions technologiques, telle que la

ENERGIA/NO

MOSCOP/MAX PPP

complet de conquête de l'espace

tenue des panneaux solaires ; et des méthodes d'orbitographie et de balistique. L'académicien Lavrentiev, qui vient d'ouvrir son centre de calcul ultra-moderne à Novossibirsk, dans la cité des savants, s'en occupera.

L'«Objet D», c'est ainsi que s'appelle maintenant le futur satellite, aura une masse de 1,1 tonne et sera placé à la tête de la fusée pour sa mise en orbite. Malin, Korolev qui sait qu'il n'a pas encore les moyens techniques de ses ambitions, s'efface devant les scientifiques de manière à apparaître comme un coordinateur, et non comme le père du projet.

Il faut croire que sa tactique est la bonne, car en septembre l'ordre arrive du Conseil des ministres de l'URSS : on le somme de lancer dans le courant de l'été 1957 un satellite d'une masse comprise entre 1 000 et 1 400 kg, capable d'emporter 200 à 300 kg d'instrumentation scientifique. Keldych dirige le programme. Il prend naturellement Korolev et Tikhonravov comme adjoints.

En juin 1956, Korolev définit les modifications indispensables à apporter à la Séniorka. Il détermine la masse du satellite : 1 400 kg. Tout a l'air d'aller bien jusqu'au 14 septembre

où, lors d'une conférence consacrée à l'espace, il apprend de la bouche de Keldych que le projet prend du retard. Korolev, à vrai dire, s'en doutait un peu. L'un de ses ingénieurs, Oleg Ivanovski lui avait fait savoir que la technologie utilisée pour les expérimentations scientifiques datait des années 30 ! L'automne arrive et Korolev réalise qu'il n'aura pas les maquettes et l'instrumentation scientifique de l'Académie des sciences avant le

premier. Et pour en être sûr, le mieux, selon lui, est de lancer deux satellites avec les toutes premières Séniorka entre les mois d'avril et de juin 1957, avant le démarrage officiel de l'Année géophysique.

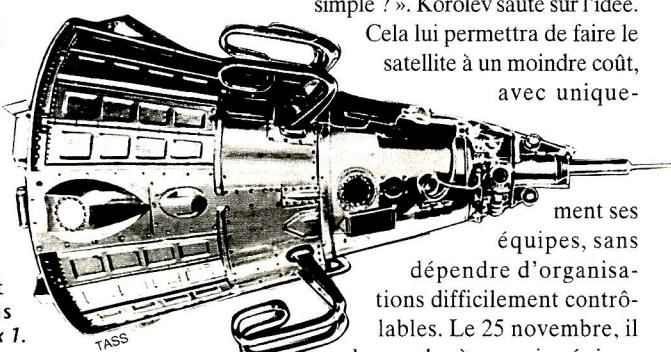
LES ORDINATEURS SONT SOUVENT EN PANNE

Il s'en entretient avec Tikhonravov qui, tracassé par le même problème, lui propose tout d'un coup : « Et si on en faisait un nous-mêmes, plus simple ? ». Korolev saute sur l'idée.

Cela lui permettra de faire le satellite à un moindre coût, avec unique-

La gloire lui échappe

Le projet de l'Académie des sciences ayant pris du retard, son satellite *Spoutnik 3* (1 327 kg), qui aurait dû être mis en orbite le premier, fut lancé neuf mois après *Spoutnik 1*.



début 1957. C'est trop tard pour lui. En fait, ce satellite de l'Académie des sciences sera lancé le 15 mai 1958 sous l'appellation de *Spoutnik 3*, deux mois et demi après le premier satellite américain, neuf mois après *Spoutnik 1*.

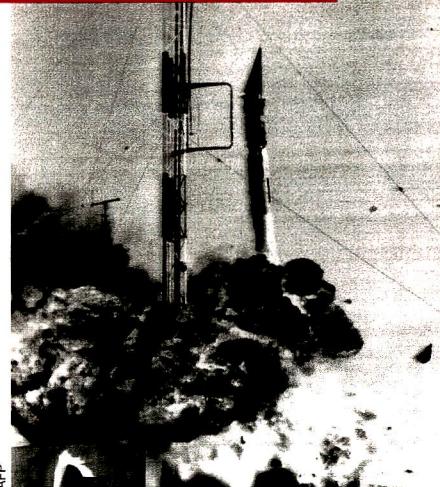
Korolev veut à tout prix être le

ment ses équipes, sans dépendre d'organisations difficilement contrôlables. Le 25 novembre, il demande à son ingénieur Nikolaï Koutyrkine de monter le projet, et à Georgui Gretchko (futur

Photo historique

Le jour du lancement de *Soyouz*, Vassili Riabikov (président de la commission d'Etat, chargé du lancement) et les responsables militaires, entourés des principaux membres de l'équipe, posent pour l'Histoire.



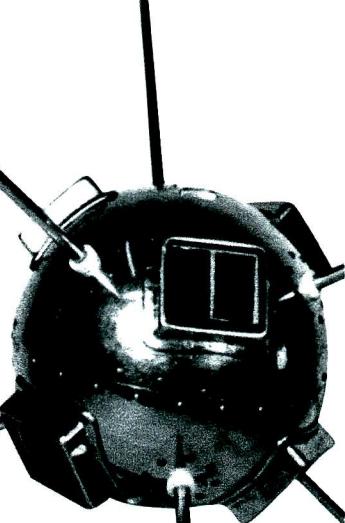


AFP

Soudain,

L'Amérique défaite

6 décembre 1957 : lors du lancement de *Pamplemousse*, le premier satellite américain (ci-contre), la fusée explose au décollage.



103,6 secondes de vol. Le second tir intervient le 9 juin. Nouvel échec, dû cette fois à une fuite importante de carburant. Un troisième tir est effectué le 12 juillet. C'est encore un échec : un court-circuit dans une batterie de bord. Le maréchal Nédéline, "client" de Korolev, et le Politburo commencent à s'impatienter sérieusement.

Finalement, la chance sourira à Korolev et aux siens

cosmonaute) de faire les calculs balistiques. Ce dernier a du mal, ne calcule à la main qu'avec quatre chiffres après la virgule, alors qu'il en faut six ou sept. Dans la journée, les ordinateurs de l'Académie des sciences – qui sont à lampes –, tombent souvent en panne, et il ne peut travailler que la nuit.

LE POLITBURO COMMENCE À S'IMPATIENTER

Comme on pouvait s'y attendre, Keldych est contre le changement de projet pour une raison très simple : la gloire de l'entreprise ne retombera pas sur lui et sur l'Académie des sciences. Il a l'impression de s'être fait rouler par Korolev. De plus, pour arranger les choses, Korolev doit faire face à la fronde de certains de ses collaborateurs qui, partagés par le doute, n'approuvent pas sa décision de lancer le "PS" ou initiales en russe de *Prostiečchi Spoutnik 1*, ou "satellite simplifié 1", comme on appelle désormais le projet. Le temps presse.

Peu à peu, dans l'usine de Korolev, le "PS 1" prend forme. Dans un premier temps, aucun des projets ne lui plaît. Pour aller plus vite et simplifier les questions d'aé-

rodynamique et d'orientation vers la Terre, il impose la forme sphérique à ses collaborateurs. L'enveloppe en aluminium poli contiendra un émetteur radio baignant dans une atmosphère d'azote. Outre les batteries chimiques, un ventilateur interne assurera la régulation thermique de l'ensemble. L'émetteur radio fait l'objet de soins particuliers, car c'est lui qui apportera au monde la preuve de l'exploit soviétique.

En ce début d'année 1957, Korolev, qui vient d'avoir 50 ans, n'a toujours pas la fusée pour lancer son satellite. Celle-ci ne sera finalement prête pour les premiers essais en vol à Tiouratam qu'au début du mois de mars. Le 15 mars, à 19 h 05, la *Sémiorka* s'arrache de son pas de tir. Elle explose après



L'Amérique victorieuse

Appelé à la rescoussse, Wernher von Braun (à droite) lance, le 31 janvier 1958, le premier satellite américain, *Explorer 1* (ici, grandeur nature), avec le missile *Jupiter* transformé en fusée porteuse.

la steppe kazakhe s'illumine

le 21 août. La *Sémiorka* décolle impeccablement à 15 h 25, et s'oriente vers l'est. Son ogive se détachera au large du Kamtchatka où elle sera détruite à 10 km d'altitude. Ce jour-là, pour la première fois dans l'histoire, un missile balistique a été lancé. L'URSS possède l'arme absolue. L'Agence TASS annoncera la nouvelle au monde six jours plus tard. Les Américains ne parviendront à lancer leur premier missile *Atlas* que le 17 décembre.

Korolev sait maintenant qu'il "tient" son satellite. La réussite du cinquième essai de la *Sémiorka*, le 7 septembre, le lui confirme. Il regrette seulement de ne pas pouvoir la lancer le 17 septembre, à l'occasion des fêtes organisées pour les scientifiques et les spécialistes des fusées à Moscou et à Kalouga

à l'occasion du centième anniversaire de Constantin Tsiolkovski. Dans son discours, il se contente de dire que « les Etats-Unis et l'URSS effectueront des lancements de satellites artificiels dans un avenir proche ». Trois jours plus tard, il fixe avec ses collaborateurs la date du lancement au 6 octobre et les termes du communiqué que TASS doit publier. Le lendemain, Tikhonravov lui présente un rapport technique définitif sur la préparation au lancement de PS-1 que Korolev classe, comme on dit en russe, *vietchno khranit* ("à conserver pour l'éternité").

Début octobre, Korolev et les membres de la commission d'Etat se rendent à Tiouratam. Le 2, il donne son accord pour le lancement et demande à Moscou l'autorisation d'avancer de deux jours la date pré-

vue. Inquiet, il vient de lire que John Hagen, le chef du projet Vanguard veut lancer le premier satellite américain avant la fin de l'année ! Il veut être le premier. Alors que l'autorisation est accordée par la commission d'Etat, un problème inattendu surgit. Malgré le soin qui a été apporté à la construction du PS1, on s'aperçoit lors d'un ultime contrôle, au

savoir si la satellisation l'a été. Tous attendent anxieusement le passage du satellite au-dessus de leurs têtes pour en avoir la confirmation. L'attente semble interminable. L'angoisse et la tension montent au fur et à mesure que se rapproche l'instant de passage du *Spoutnik*. Lorsqu'un

MOSCOP/MAX PPP



Des héros planifiés

La chienne Laïka sera lancée dans l'espace en novembre 1958. Youri Gagarine deviendra un héros le 12 avril 1962. Le succès de *Spoutnik* a permis à Korolev de planifier ces lancements.

moment de l'assemblage définitif, que la batterie zinc-argent s'est déchargée. Il faut la changer en catastrophe. Mais, finalement tout rentre dans l'ordre.

Le 3, au petit matin, la *Sémiorka* avec le PS 1 est amenée sur sa plate-forme de lancement. Après avoir fait le plein de carburant, on effectue un bilan de poids en début de soirée : 272 830 kg. Dans le bunker de tir, tout le monde est prêt au lancement. A la fin du compte à rebours, au poste "clé sur start", le lieutenant Tchekunov et le technicien Korneev tournent ensemble leur clé, puis appuient sur le bouton *Pousk* (lancement). Il est 22 heures, 28 minutes (heure de Moscou). La steppe kazakhe s'illumine. La *Sémiorka* s'élève lentement dans le ciel de Tiouratam.

Le lancement est réussi. Reste à

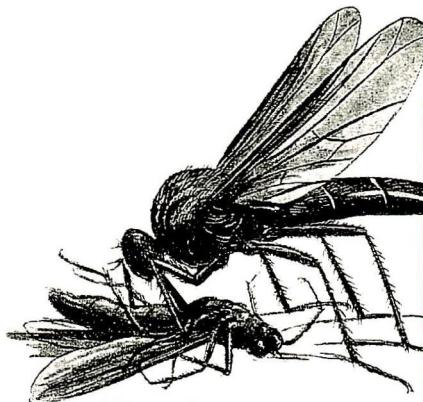
faible bip bip commence à se faire entendre, quatre-vingt seize minutes plus tard, c'est l'explosion de joie. Tous s'embrassent, se congratulent et, à la russe, poussent un triple *Oura !* Sergueï Korolev exulte : « J'ai attendu cet instant toute ma vie ! ».

Comme on n'est jamais trop prudent, Vassili Riabikov, le président de la commission d'Etat responsable du lancement, attend que *Spoutnik 1* ait effectué une révolution supplémentaire et que son bip bip ait bien été capté : il pourra téléphoner, plus tard dans la nuit, à Nikita Khrouchtchev, à Kiev, afin de lui annoncer la nouvelle.

C'est ainsi que dans la nuit kazakhe du 4 octobre 1957, l'humanité est entrée dans l'ère spatiale et que les Etats-Unis se sont retrouvés à portée de missile de l'URSS.

RÉTRO

Il y a 75 ans



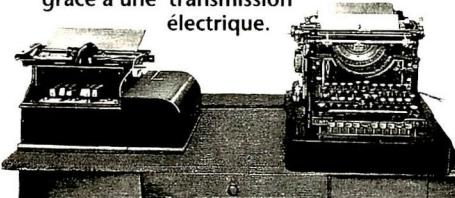
Mouches contre ravageurs

D'innombrables insectes nuisibles menacent les récoltes. Pour les combattre, les diptères peuvent être de précieux auxiliaires. Certaines mouches chassent et tuent immédiatement leurs victimes, d'autres pondent sournoisement dans les nids d'insectes nuisibles, d'autres encore parasitent les ravageurs. Une guerre sans merci !

Le Braille à la portée de tous

Pour écrire en Braille, il n'est plus nécessaire de connaître cet alphabet spécial.

Imaginé par un aveugle de guerre, un nouveau dispositif combine une machine à écrire ordinaire et une machine à caractères Braille. Lorsqu'on tape un texte sur la première, la seconde est mise en action automatiquement grâce à une transmission électrique.



N° 65 - Novembre 1922

LA SCIENCE ET LA VIE

Octobre 1922

Un combat de boxe parisien pourra bientôt être suivi en direct par un téléspectateur d'Auckland, en Nouvelle-Zélande. En combinant des appareils de prise de vue, les téléphotographes, avec un émetteur de TSF, il est désormais possible de transmettre sans fil, à des milliers de kilomètres, une succession d'images.

PHOTOS X - TOUS DROITS RÉSERVÉS



TSF d'amateur à longue distance

Le champ d'action des petits postes de TSF à lampes augmente tous les jours. Sur le territoire français, la portée des communications et auditions téléphoniques est de 600 à 800 km. L'installation d'un poste à quatre lampes ne coûte pas plus de 1000 F.



Des accumulateurs performants

L'emploi des accumulateurs se généralise. Ces "réservoirs d'énergie" sont utilisés comme régulateurs des installations industrielles ; ils permettent aussi de lancer électriquement les moteurs à explosion ou d'éclairer les voitures de chemin de fer. Les batteries rechargeables, fabriquées et montées en série, sont très employées pour la télégraphie et la téléphonie sans fil.

Un monde d'informations au bout des doigts.

POUR LA 1ÈRE FOIS, LA RICHESSE DE 6 OUVRAGES SUR UN SEUL CD-ROM.

Le Petit Larousse Illustré : un simple "clic" et vous accédez à l'un des 85 000 articles.

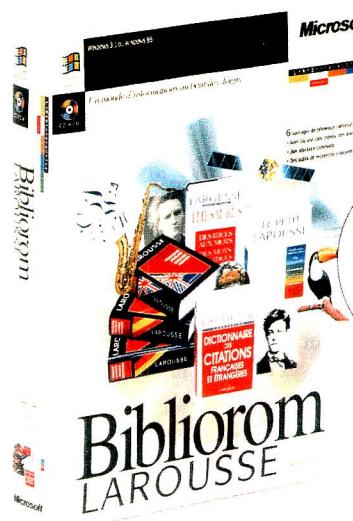
Trois Dictionnaires Larousse Bilingues Français/Anglais, Français/Allemand, Français/Espagnol : sous votre souris, 8 000 prononciations sonorisées viennent compléter les 360 000 traductions !

Le Dictionnaire des Citations Françaises et Étrangères Larousse : accès à plus de 7 000 citations. De nombreux portraits d'auteurs illustrent les articles, et d'un "clic" vous pouvez consulter leur biographie dans le Petit Larousse Illustré !

Le Thésaurus Larousse : plus de 100 000 mots et sens pour explorer à partir d'une idée tous les mots qui s'y rattachent.



Un accès rapide à l'information avec la barre d'outils Quicksheet™.



Des fonctionnalités remarquables : le BiblioRom Larousse sur CD-Rom vous permettra d'accéder d'un seul "clic" au contenu de 6 des meilleurs dictionnaires Larousse. Grâce à la technologie Microsoft, et pour trouver en un instant l'information désirée, vous pourrez effectuer vos recherches dans tous les dictionnaires ou une sélection d'entre eux.

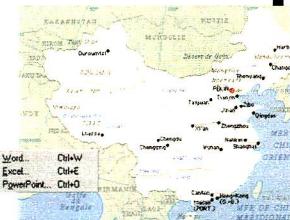
Vous devez rédiger un mémo sur la Chine ? D'un clic, consultez tous les articles qui s'affichent dans l'index. Celui du petit Larousse vous intéresse ? Copiez et collez le texte, la carte, le drapeau vers votre document de travail.



Indispensable au bureau comme chez soi, BiblioRom Larousse vous aide à préparer un mémo, une présentation, un exposé, un courrier, à faire une traduction en anglais, espagnol ou allemand, et à les illustrer par des photos ou des images, grâce à son intégration parfaite dans toutes les applications bureautiques sous Windows™.

Sur un seul CD-ROM, plus de 8 000 prononciations anglaises et américaines, plus de 300 000 articles, plus de 1 500 photos et images, 70 animations et vidéos, 180 cartes et hymnes nationaux, 400 documents sonores.

Version PC.
Prix public conseillé : 990 F.



Une intégration bureautique parfaite.

LiriS interactive

JAMAIS LE SAVOIR N'A ÉTÉ AUSSI VIVANT

Téléphonie

Le bigbang de 1998

■ Après avoir été monopole d'Etat pendant plus d'un siècle, le téléphone s'ouvrira en France à la concurrence le 1^{er} janvier prochain. Un marché estimé à 150 milliards de francs par les Américains. Déjà un grand groupe s'y intéresse.

PAR HENRI-PIERRE PENEL

Actuellement le concurrent le plus sérieux de France Telecom semble être Cegetel. Cette filiale de la Compagnie générale des eaux détient 80 % de SFR, opérateur bien connu en radiotéléphonie (GSM), et 100 % de TDR, opérateur en radiomessagerie (Tam Tam). Mais, pour affronter France Telecom, elle se doit de disposer aussi de son propre réseau câblé.

C'est pour cela que Cegetel a conclu, en 1997, un accord de partenariat avec la SNCF. De cette union est née Telecom Développement, dont elle détient 40 % des parts. La société nationalisée possède, en effet, pour son usage interne, un réseau de communications comptant plus de 9000 km de fibre optique, reliant entre elles les principales villes

françaises (voir carte ci-contre). Par

l'intermédiaire de Telecom Développement, Cegetel compte utiliser cette infrastructure pour acheminer données et communications téléphoniques. En contrepartie, elle assurera la gestion du réseau. A cette infrastructure interurbaine, il faut ajouter quelques "boucles locales" déjà réalisées par Cegetel : ces réseaux interentreprises sont installés sur une zone géographie restreinte, comme à La Défense par exemple.

Réseau SNCF et boucles locales ne sont pas en mesure, loin s'en

faut, de desservir l'ensemble du marché (la couverture par fibre optique de la SNCF n'est en rien comparable à celle de France Telecom). Pour ouvrir son réseau à l'ensemble des abonnés du territoire français, Cegetel devra faire appel aux services de France Telecom.

Dans cette éventualité, il faut introduire en France des notions connues depuis fort longtemps au

Etats-Unis : celles d'appel "local" et d'appel "longue distance". La desserte finale de chaque abonné n'est pas rentable : les travaux de raccordement ainsi que l'entretien de la ligne ne sont rémunérés que par l'abonnement et les communications passées. Or ces "fins de lignes" ne sont utilisées que lorsque leur possesseur té-

L'ossature de Cegetel

Le réseau de fibres optiques de la SNCF, sur lequel s'appuiera Cegetel – le concurrent de France Telecom –, a une densité trop faible pour assurer une couverture "grand public" du territoire. Le "service universel" auquel est contrainte France Telecom l'a conduite à développer un réseau beaucoup plus dense, qu'elle garde secret.



La fin du monopole

Sa situation de monopole permettait à France Telecom d'équilibrer son budget en compensant les pertes du réseau local par les bénéfices des liaisons longue distance. Tout son

système de tarification devra donc être revu d'ici à l'an 2000.

ILLUSTRATIONS JSI
lépho-
ne, les fils "dor-
ment" le plus sou-
vent. En revanche,
les liaisons longue dis-
tance, en service la majeu-
re partie du temps, sont émi-
nement rentables. Des
milliers d'appels transitent en
même temps dans des fibres optiques. Ce qui conduit au problème
suivant : supposons que sur le servi-
ce longue distance Cegetel pratique
des tarifs particulièrement at-
trayants, ne risque-t-on pas alors, de

voir France Telecom affublée du
seul service local peu rentable ?

A cette question, Philippe Ber-
tran, directeur adjoint des relations
extérieures de France Telecom ré-
pond : « C'est le problème fon-
damental de l'économie des ré-
seaux de télécommunications
en situation concurrentielle et
c'est ce qui explique la poli-
tique de "rééquilibrage tarifaire"
que France Telecom a entrepris de-
puis plus de deux ans. Dans un sys-
tème de monopole, les pertes des

services
locaux
sont com-
pensées par les
bénéfices des services

longue distance. En résumé,
les communications longue distance sont facturées plus cher qu'elles ne coûtent réellement, car l'abonnement, qui est censé refléter les coûts d'exploitation de la ligne terminale de l'usager, ne couvre pas les frais réels. Un système classique, poussé à l'extrême en France où nous avions, jusqu'à il y a trois ans, les tarifs d'abonnement les plus bas d'Europe. C'est d'ailleurs ce qui a permis à la France d'obtenir le taux de pénétration du téléphone le plus élevé d'Europe : 97 %, contre 91 % par exemple pour le Royaume-Uni. Néanmoins, si un tel montage éco- ■■■

nomique fonctionne parfaitement tant qu'il y a monopole, il est évident qu'il ne s'applique plus dès qu'il y a une situation concurrentielle. La loi de 1996 nous fait l'obligation de rééquilibrer nos tarifs d'ici à l'an 2000. »

LE "TOUT SANS FIL" TROUBLE-FÊTE

A moins que l'arrivée du "tout sans fil" change la donne. Actuellement les sociétés de téléphonie, y compris France Telecom qui y voit la fin de son monopole sur le "local", étudient ce projet de très près. Des émetteurs radio, placés directement sur les centraux téléphoniques, se substitueraient au réseau filaire. Chez l'abonné, le téléphone deviendrait alors un radiotéléphone. Ce réseau, totalement indépendant du réseau GSM de radiotéléphonie, n'aurait pas les mêmes fonctionnalités. Il n'assurerait pas, entre autres, le suivi du téléphone en cas de déplacement, comme le fait le réseau GSM.

Pour assurer le service des liaisons internationales à un

prix intéressant, Cegetel s'est rapproché de British Telecom (qui possède maintenant 26 % des actions du Français) "créateur", avec l'opérateur longue distance américain MCI, du consortium Concert.

Ce regroupement d'entreprises américaines a pour ambition de proposer des systèmes globaux de communications. Avec un chiffre d'affaires de 43 milliards de dollars (près de 260 milliards de francs), employant plus de 184 000 personnes dans le monde, Concert est présent dans 72 pays. Le consortium s'est fixé un ambitieux chiffre d'affaires de 1000 milliards de dollars (plus de

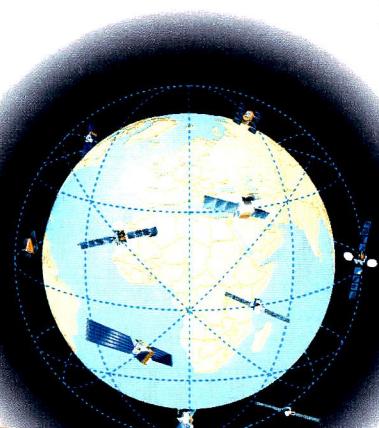
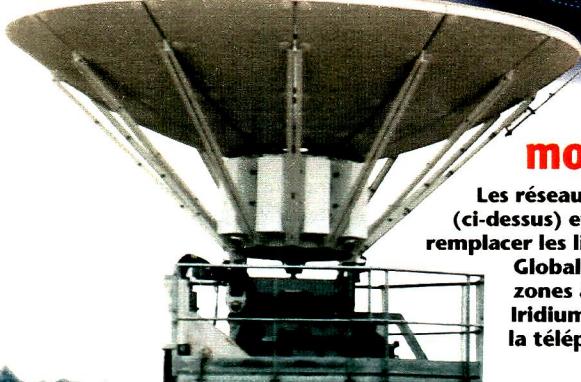
6000 milliards de Francs) à l'horizon 2000, en assurant les interconnexions entre des opérateurs indépendants. Il n'a pas pour vocation de relier directement des abonnés privés.

Cegetel se doit aussi de proposer une panoplie de services nouveaux. Pour ce faire, elle compte s'inspirer de ce qu'a réalisé MCI. Premier opérateur téléphonique après AT &T aux Etats-Unis, il a dû, lui aussi, innover pour gagner des parts de marché. Bien que visant au départ les liaisons longue distance et interentreprises, la société a, peu à peu, installé des réseaux locaux ouverts au public. Et, pour fidéliser ses abonnés, elle a fait la proposition tarifaire "Friends and Family" : téléphoner à vos amis en bénéficiant de rabais de 40 à 50 %.

Une seule condition : l'appelé doit aussi être abonné à MCI. Du coup, les abonnés sont devenus ses meilleurs agents commerciaux.

Un autre concept intéressant de MCI : la formule "MCI-One". L'abonnement donne accès à un téléphone fixe, à un appareil mobile, à un radiomessager (*pager*), à une adresse Internet et à une messagerie vocale, mais l'utilisateur n'a à gérer qu'une seule facture et n'a qu'un seul numéro d'appel. A l'opérateur de se "débrouiller" pour que facture et numéro le suivent, g

ILLUSTRATIONS JSI



Les mots s'envoient

Les réseaux satellitaires, tels Global Star (ci-dessus) et Iridium, pourraient à terme remplacer les liaisons terrestres. Alors que Global Star s'adresse plutôt aux zones à faible densité de population, Iridium pourrait être la base de la téléphonie portable de demain.





La fin des tranchées

Des relais radio, terrestres ou satellitaires, pourraient desservir des quartiers entiers. Cette technique résoudrait le problème de la pose des lignes, opération chère et peu rentable en local.

qu'il s'équipe de nouveaux appareils ou qu'il déménage. Lorsqu'une personne compose le numéro de l'abonné, c'est le combiné fixe qui sonne le premier. Si aucune réponse n'est obtenue, l'appel est renvoyé sur le téléphone mobile. Si la personne ne répond toujours pas, il y a transfert de l'appel vers la messagerie vocale. Le pager signale alors l'arrivée du message. Cegetel pourrait adapter MCI One à la France : grâce à son réseau SFR, elle dispose d'une couverture GSM nationale et, grâce à TDR, du réseau Tam Tam. Il ne s'agit ici que de solutions techniques, ou commerciales, immédiatement applicables. France Telecom possède aussi des projets comparables dans ses cartons. Reste le multimédia.

LE RÉSEAU LOCAL AMÉRICAIN VICTIME DE SA GRATUITÉ

Les Etats Unis connaissent actuellement un problème majeur de saturation des réseaux locaux par Internet, dû à la gratuité des communications locales : les usagers ont pris l'habitude de connecter leur ordinateur au réseau toute la journée. Pour y remédier les Américains envisagent très sérieusement la pose d'un second réseau. Un véritable "Super Internet" conçu pour une utilisation

intensive et capable d'offrir un débit beaucoup plus élevé que le réseau téléphonique actuel, mais... évidemment payant.

Pour le multimédia de demain, les Etats-Unis s'orientent vers la norme de transmission ATM qui offre des débits de plusieurs centaines de mégabits par seconde, même si, pour cela,

il est nécessaire d'installer des centraux spéciaux. C'est en effet est tout à fait possible puisqu'une grande partie du réseau est en cours de rénovation.

du territoire. Pour le multimédia grand public, elle s'oriente vers une autre filière : la norme ADSL qui permet directement à chaque abonné de bénéficier d'un débit de 2 à 8 mégabits par seconde. Un tel débit est suffisant pour envisager de la vrai télévision numérique interactive

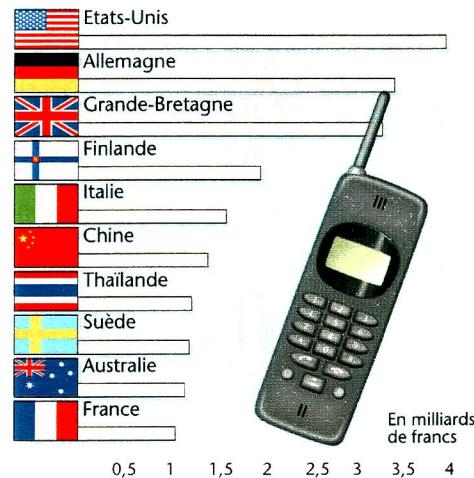
Premier effet de la déréglementation : la guerre des prix

et des accès à Internet quasiment immédiats.

Mais comment la déréglementation de 1998 va-t-elle se manifester pour les usagers ? Dans un premier temps, une bataille tarifaire devrait se jouer entre France Telecom et Cegetel. Tout foyer pourrait alors

Vive la concurrence

Même si, pour son équipement en portables, la France n'occupe que le 10^e rang mondial, ce marché a néanmoins décollé avec l'ouverture à la concurrence. La très forte densité du réseau classique et sa faible tarification n'ont pourtant pas favorisé son développement.



En France le problème est différent. Après avoir été parmi les plus vétustes d'Europe, notre réseau téléphonique a été entièrement rénové à la fin des années 70. C'est l'un de plus performants du monde en mode classique. Suivant l'exemple américain, France Telecom commence tout de même à poser des nœuds ATM pour étendre peu à peu ce service – uniquement à usage professionnel – à l'ensemble

souscrire deux abonnements. L'un pour la desserte locale de France Telecom, l'autre pour les communications interurbaines, si les tarifs proposés par la concurrence sont intéressants. Dans un deuxième temps, le combat changera sans doute de terrain et se déroulera sur un plan technologique : meilleur accès, meilleurs débits, offres multimédia, etc.

SCIENCE & VIE

SÉLECTION

High

par Henri-Pierre Penel

Tirages à domicile

Deux nouveaux produits viennent étoffer la gamme déjà bien fournie d'Epson. Aux cinq imprimantes Stylus Color s'ajoute la Stylus Photo, plus spécifiquement dédiée à l'impression photographique. La petite dernière imprime à 720 dpi, au lieu de 1440 dpi pour la Stylus Color 800, mais offre une meilleure résolution photographique grâce à son système d'encre à double densité. Outre les encres classiques (cyan, jaune, magenta et noir), un cyan et un magenta clairs permettent d'obtenir quatre fois plus de finesse dans les dégradés. De plus, le procédé SuperMicroDot, permet un point d'impression trois fois plus petit. Le FilmScan 200 est un scanner numérique pour diapositives, négatifs noir et blanc ou couleur, au format 35 mm, et pour pellicules APS (à l'aide d'une cartouche, en option, qu'on charge dans l'appareil). Sa résolution optique est de 2 400 x 1 200 pixels. Il échantillonne en couleur sur 30 bits par pixel. Prix : Stylus Photo, 4 200 F ; FilmScan 200, 4 450 F.

► La Stylus Photo est à l'heure actuelle le *nec plus ultra* du tirage photo numérique grand public. Le Scan 200 est rapide et d'un emploi aisément.



Tech

et Jean-Luc Glock



LA BARBE PILE POIL

30 % des velus utilisent un rasoir électrique. Dans ce domaine, hormis la mécanique, point de nouveauté jusqu'à aujourd'hui : le premier avant rasage est né, sous forme de crème à base d'alcool et d'agents lubrifiants, protecteurs et adoucissants. Prix : 24 F.

► Une idée simplissime. Testée par des adeptes du tout électrique, elle a été adoptée sans retenue.

Le troisième œil

Saxo est la première lampe torche qui se transforme en lampe frontale en un tour de main. Elle est munie du variateur de lumière breveté par Petzl. Prix : moins de 100 F.

► Idéale pour le bricolage ou pour aller chercher des bouteilles à la cave.

Butane allégé

45 % des foyers français possèdent une bouteille de butane. La B13 (ci-contre) date de 1934.

Haute de 31 cm, la petite dernière de Primagaz pèse 13 kg et contient 6 litres de butane, alors que la B13 en contient 13, pour un poids de 26 kg. La facilité de stockage et de transport doit compenser la moindre autonomie et le coût plus élevé. Prix : 60 F.

► Son détendeur est doté d'un système de sécurité inédit.



POUR LES BRANCHÉS DU KARAOKÉ

Le Leadsinger est le premier karaoké-micro. Quarante titres sont intégrés à cet appareil qui se branche sur l'ampli de la chaîne. On peut suivre

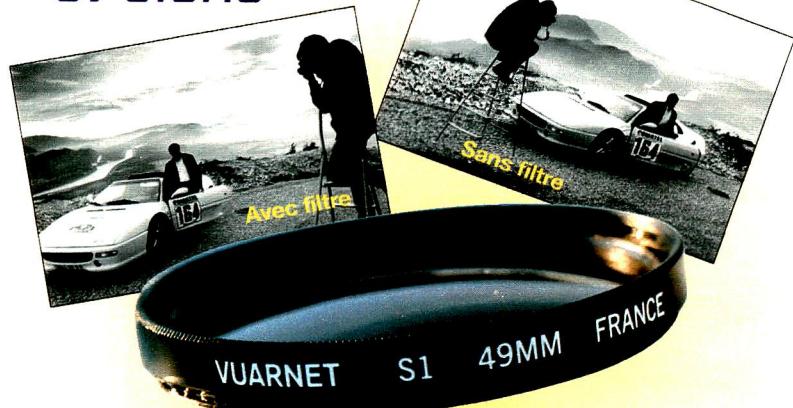
les paroles des chansons grâce à un livret.

Des cartouches musicales (de 15 à 30 titres) sont disponibles. Prix : 2 199 F.

► Un regret : les touches de sélection sont vraiment petites.



L'œil du noir et blanc



Au fil des ans, la pratique de la photographie en noir et blanc est devenue marginale. Elle connaît un nouvel engouement qui justifie l'apparition du filtre S1, une innovation inattendue. Jusqu'ici, on utilisait des filtres classiques rouge, orange ou jaune pour améliorer le relief et la texture des ciels, pour renforcer le contraste et le rendu des brumes. Mais au prix d'une "dramatisation" peu naturelle des paysages par assombrissement des feuillages et de l'herbe. Le filtre S1 permet d'éviter cet inconvénient. Distribué sous la marque Vuarnet, il est brun-vertâtre, en verre minéral, bombé (une forme inédite !). Il atténue les reflets et absorbe peu de lumière. Disponible en sept diamètres (de 49 mm à 72 mm). Prix : entre 300 et 500 F.

► On doit ce filtre de très belle facture, qui ravira les adeptes du noir et blanc, à la passion d'un photographe amateur, Julien Ziemniak.

Ça ne fait pas un pli

Son débit de vapeur atteint 80 g/min. Le Vaporella Pro 4500 de Polti est une génératrice de vapeur d'allure professionnelle avec sa très belle poignée en liège antitranspiration. La capacité de la chaudière est de 1,5 l, procurant une autonomie de repassage de deux à trois heures. Prix : 1 790 F.

► Son débit de vapeur est exceptionnel. Mais, pour prétendre au qualificatif de "pro", un appareil de ce type devrait disposer de plus de pression. En revanche, la semelle empêche toute projection de gouttes d'eau sur le linge.



L'ÉVÉNEMENT ÉLECTRONIQUE !!!

**29F GRATUIT
POUR LES LECTEURS
DE SCIENCE & VIE**

**+ de choix :
15 000 articles**

**+ de rapidité :
livraison en 24 h**

**+ de
600 pages**

CONRAD ELECTRONIC
catalogue général 1998

29F
le catalogue

Confort de la maison

Audio - Vidéo

Auto - Vélo

Communication

Mesure

Composants

Modélisme

Informatique

Librairie

+ de 15 000 articles

Livraison en 24h

+ de 600 pages d'électronique, d'outillage, d'informatique, modélisme...

LE MONDE DE L'INNOVATION ELECTRONIQUE

Téléphone : 03 20 12 88 88

**ÉLECTRONIQUE, OUTILLAGE, INFORMATIQUE,
MODÉLISME, COMMUNICATION, AUDIO...**

**CONRAD
ELECTRONIC**

**LE MONDE
DE L'INNOVATION
ELECTRONIQUE**

**BON POUR UN ABONNEMENT GRATUIT
AU CATALOGUE CONRAD ELECTRONIC**

PAR COURRIER, BON A RETOURNER A CONRAD ELECTRONIC - VEPEX 5000 - 59861 LILLE CEDEX 9

PAR TÉLÉPHONE : 03 20 12 88 88 - FAX : 03 20 12 88 99

PAR MINITEL : 3615 CONRAD (VOTRE MOT DE PASSE : SV)

**Oui, Je désire recevoir GRATUITEMENT en envoi prioritaire
le catalogue général 98 dès sa parution (sept. 97)**

NOM : PRÉNOM :

ADRESSE :

VILLE :

CODE POSTAL : TÉL. :

Noms du ciel !



La planète Jupiter (en haut, à droite) dans le Scorpion.

A. FUJII/CIEL & ESPACE

Le profane se demande souvent si toutes les étoiles portent un nom. La réponse est oui. Et même, bien souvent, elles en ont plusieurs !

En effet, les premiers observateurs persans ou arabes, qui entreprirent de nommer les étoiles, donnèrent des noms aux plus brillantes d'entre elles, soit environ 150 étoiles. Ces noms, bien ancrés dans les habitudes, sont encore en vigueur. Lorsqu'un travail sérieux de recherche commença, vers le début du xvi^e siècle, apparut la nécessité de donner un nom à toutes les étoiles visibles. La lunette n'étant

pas encore inventée, cela représentait 7 500 étoiles visibles à l'œil nu. Bayer proposa alors le système suivant : dans chaque constellation, les étoiles recevraient, en guise de nom, une lettre de l'alphabet grec, en commençant par la plus brillante et en terminant par la dernière visible. Chaque constellation comprend donc une étoile nommée Alpha, puis une autre Béta, et ainsi de suite...

L'avènement de la lunette changea complètement les données du problème en révélant des dizaines de milliers d'étoiles supplé-

mentaires. Le système de Bayer et le nombre de lettres de l'alphabet grec devinrent alors insuffisants. John Flamsteed suggéra de numérotter chaque étoile à l'intérieur d'une constellation, en commençant par le bord ouest et en terminant par le bord est.

nant par le bord est.

Le système de Bayer et celui de Flamsteed cohabitent toujours. Ils suffisent généralement pour dénommer les étoiles jusqu'à la magnitude 7 environ. Au-delà, le nombre d'étoiles est trop important et on se réfère alors à des catalogues plus modernes qui répertorient des dizaines, voire des centaines de milliers d'étoiles. Généralement, ces catalogues classent les étoiles par ascension droite croissante et leur affectent un numéro d'ordre, sans se préoccuper du

découpage des constellations. Pour désigner une étoile par rapport à l'un de ces catalogues, son numéro d'ordre est précédé des initiales du catalogue en question. Ainsi HD pour le *Henri Draper Catalogue*, BD pour le *Bonner Durchmusterung*, GC pour le *General Catalog...* Cela prévaut aussi pour les catalogues spécialisés, comme M pour le *Catalogue Messier*, NGC pour le *New General Catalog* des nébuleuses et galaxies, ADS pour la *Aitken Double Star*, qui est un catalogue d'étoiles doubles, etc.

A ne pas manquer

Dimanche 26, au crépuscule, beau rapprochement de Vénus et de Mars, qui ne sont séparées, vers minuit, que de 2° ! A suivre au-dessus de l'horizon sud-ouest.

NORD

Le ciel d'octobre

(vers 21 h,
heure légale)

Mode d'emploi :
Carte à regarder
au-dessus
de votre tête,
bras tendus
vers le
ciel.



DU 3 AU 6

Lumière cendrée de la Lune le soir plein uest.

DIMANCHE 5

Environ une heure après le coucher du Soleil, Vénus est en conjonction avec la Lune au-dessus de l'horizon sud-ouest.

LUNDI 6

Mars est en conjonction avec la Lune.

DU 6 AU 10

Etoiles filantes des Draconides,

avec un maximum le 8.

VENDREDI 10

Saturne est à l'opposition, c'est-à-dire qu'elle se trouve opposée au Soleil par rapport à la Terre. C'est la meilleure période pour l'observer.

LES 10 ET 11

En soirée, passage de la Lune à proximité

de Jupiter.

Le premier soir, elle se trouve à droite de la planète géante et, le lendemain, à gauche.

A observer en soirée, au sud-est.

MERCREDI 15

Peu après le coucher du Soleil, magnifique conjonction de la Lune avec Saturne plein est.

Les deux astres ne sont séparés que de 45° d'arc.

DU 15 OCTOBRE AU 2 NOVEMBRE

Essaim d'étoiles filantes des Orionides, avec un maximum le 20. Cet essaim est associé à la comète de Halley.

JEUDI 23

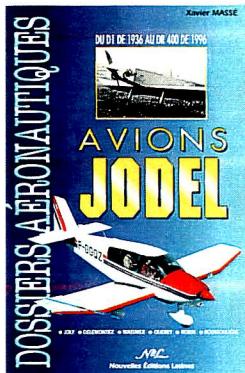
Pour les astrologues, le Soleil entre dans le signe du Scorpion. En réalité, il se trouve dans la constellation de la Vierge.

DU 28 AU 30

Lumière cendrée de la Lune dans l'aurore, vers l'est.

par Jean-René Germain

Les talents de l'aviation



Xavier Massé
AVIONS JODEL

Nouvelles Éditions
Latines, 205 p., 195 F.

Dans le monde de l'aviation, le nom de Jodel est universellement connu. Il désigne toute une famille d'avions de tourisme d'origine française, qu'ils aient été fabriqués par des constructeurs

amateurs, ou à l'échelle industrielle, tels que les Robin. Le mot Jodel résulte de la contraction de deux noms, ceux d'Edouard Joly et de Jean DELémontez. Le premier est pilote, patron d'une petite entreprise, le second, ingénieur autodidacte. Leur rencontre et leur œuvre témoignent de ce que le



Depuis 1936, Jodel a construit 6 200 avions (ici, le modèle DM01 tricycle).

génie français peut produire de meilleur. Ces deux-là vont en effet unir leurs compétences et additionner leurs enthousiasmes pour mettre au point des avions mono, bi, tri, ou quadriplaces qui font en-

core aujourd'hui l'émerveillement des pilotes du monde entier. Performances et agrément de pilotage en constituent les principales caractéristiques. L'histoire de Joly et DELémontez est exemplaire. Elle est aussi encourageante, car elle montre que si les Français savent inventer, ce que nul ne leur conteste, ils savent aussi concrétiser leurs innovations. Ce qui, avouons-le, est nettement plus rare. Le livre de Xavier Massé (un admirateur des Jodel, faut-il le préciser), de ce point de vue, est révigorant.

Germain Chambost

JODEL, c'est Edouard Joly (ci-dessus) et Jean DELémontez (ci-contre). A gauche, en 1956, Lucien Quérey, troisième personnage de cette magnifique saga.



Ecoutez les bébés !

Pascale Rosfelter

L'OURS ET LE LOUP

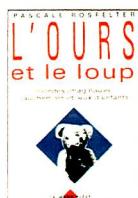
Calmann-Lévy, coll.
"Le passé recomposé",
268 p., 98 F.

« Chaque parent rêve d'une relation parentale angélique avec l'enfant, idéalement dénuée de rapports de forces, d'arbitraire et de conflits ». Et pourtant !... L'auteur, pas à pas, ou plutôt ligne après ligne, nous coupe de cette illusion pour nous guider vers une vision plus proche de la réalité, mais ô combien plus enrichissante.

A travers différents exemples, Pascale Rosfelter nous apprend à écouter le langage du bébé, de l'enfant qui est encore en nous. Un langage inattendu puisque c'est celui du jeu !

Et voilà qu'au fil de la lecture nous nous souvenons et nous comprenons pourquoi ces jeux participent de la longue métamorphose de l'enfant. Nous sommes maintenant prêts à n'être que les accompagnateurs vigilants : de l'ours au loup nous sommes simplement là, à côté de l'enfant, pour l'aider à franchir le champ émotionnel qu'il devra explorer pour devenir libre.

Kelly Martial



Enjeux pour le siècle à venir

Alain Dupas

L'ÂGE DES SATELLITES

Hachette, 218 p., 98 F.

Pourquoi continuer à dépenser des milliards dans le cosmos alors que des problèmes criants se posent sur la Terre ? L'ouvrage d'Alain Dupas, char-

gé de mission au Centre national d'études spatiales (CNES), s'ouvre sur cette lancinante question. Oui, pourquoi l'espace ? D'emblée, l'auteur se livre à un vibrant et détaillé plaidoyer en faveur des activités spatiales. Blasés, nous avons en effet trop



vite oublié, quarante ans après le premier *Spoutnik*, tout ce que la technologie actuelle doit à la conquête de l'espace : retransmissions quasi instantanées de programmes de télévision, surveillance de la Terre et gestion de l'environnement, révolution astronomique, réseau mondial de télécommunications ayant permis la naissance d'Internet, sécurité des Etats grâce aux satellites de surveillance, etc.

Les zélateurs de l'espace trouveront ici de nombreux exemples pour conforter leur croyance, et l'argumentation sans faille de l'auteur persuadera les sceptiques du bien fondé des activités spatiales. Alain Dupas nous explique les enjeux fondamentaux des activités spatiales pour le siècle prochain : c'est le grand intérêt de sa thèse.

Un été dans la Sierra raconte ses premiers pas dans la vallée de Yosemite (Californie). Il y découvre, ébloui, un monde où chaque goutte d'eau « est la messagère de Dieu [...] », dans un déploiement de puissance qui ridiculise les plus grandioses spectacles des hommes ». Isabelle Bourdial

Le pionnier de l'écologie

John Muir

UN ÉTÉ DANS LA SIERRA

Hoëbeke, 234 p., 110 F.

dit pour la première fois en France, ce "classique" est l'œuvre d'un grand naturaliste mystique, dans la lignée de l'écrivain Henry David Thoreau ou du philosophe Ralph Emerson.

Né en Ecosse en 1839, John Muir fuit la ferme familiale. Vagabond inculte, il se présente à l'université du Wisconsin. Sa force de persuasion le fait accepter comme étudiant à titre exceptionnel. Il s'y révélera un mathématicien et un inventeur hors pair. Il semble destiné à une carrière brillante dans l'industrie lorsqu'il plaque



Enigme mathématique

Jean-Paul Delahaye

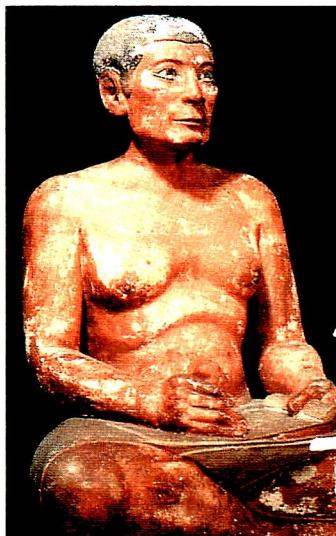
LE FASCINANT NOMBRE π

Bibliothèque

Pour la science, Belin,
224 p., 140 F.

Aussi célèbre que le Cousteau, le nombre π – qui vaut approximativement 3,141592 – hante les mathématiciens (et les lycéens !) depuis des siècles. Sa définition est d'une simplicité désarmanante : π est le rapport de la longueur de la circonference d'un cercle par son diamètre. Pourtant il déroute les scientifiques les plus aguerris. Car sa suite infinie de décimales, qui ne répond à aucune loi

Le papyrus de Rhind contient un calcul de π . Ce texte, recopié par le scribe Ahmès vers l'an 1650 avant J.-C, aurait près de 4 000 ans.



connue, semble aléatoire. Le logicien Jean-Paul Delahaye raconte le périple de l'étude de π , avec un art consommé de la vulgarisation. Son récit traverse 4 000 ans d'his-

toire et relie les Babyloniens (2 000 ans avant notre ère) aux mathématiciens actuels, la géométrie (à la règle et au compas) à l'informatique théorique. Le dernier chapitre du livre aborde l'épineuse question de l'aléatoire en mathématiques et expose les recherches actuelles sur π , notamment en "théorie de la complexité".

Emprisonné entre déterminisme et hasard, π en-

$$\sum_{m=0}^{\infty} \left(\frac{2m}{m} \right)^3 \frac{42m+5}{2^{12m+4}} = \frac{1}{\pi}$$

Un génie des mathématiques : Srinivasa Ramanujan (1887-1920) et sa formule de π .

traîne les amoureux des nombres dans un labyrinthe jonché d'énigmes mathématiques (anciennes et modernes) que ce livre, véritable fil d'Ariane, balise et rend passionnant. *Roman Ikonikoff*

EN LIBRAIRIE

Jean Bernard

LE JOUR OÙ LE TEMPS S'EST ARRÊTÉ

Odile Jacob, 190 p., 120 F.

Le 24 mai 2006, un vendredi, à 11 heures 27 minutes 34 secondes, le temps s'arrête. Jean Bernard convoque les scientifiques et les poètes pour se pencher sur ce singulier phénomène.

Jean-Jérôme Bertolus et Renaud de La Baume

LA RÉVOLUTION SANS VISAGE Le multimédia

Belfond, 218 p., 110 F.

Le multimédia nous ouvre un monde nouveau. Comment le connaître ? Comment le maîtriser pour ne pas en être esclave ? Les auteurs, journalistes bons connaisseurs du sujet, apportent leurs réponses.



Une remise à niveau

Jean Audouze

L'UNIVERS

Que sais-je ?,
128 p., 49 F.

Plus de la moitié des grandes découvertes astronomiques ont moins de cinquante ans. Notre représentation de l'Univers s'en trouve forcément affectée. Après la remarquable édition, en 1955, du "Que sais-je ?" sur l'Univers, écrit par Paul Couderc, une remise à niveau s'imposait. Elle a été confiée à Jean Audouze, astrophysicien et spécialiste reconnu de la question.

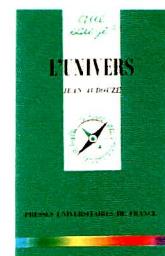
On a découvert depuis que l'Univers était peuplé d'objets exotiques invraisemblables (étoiles à neu-

trons, trous noirs). De nouveaux problèmes sont apparus, comme l'existence nécessaire de "matière sombre". De même, le conflit non résolu entre les deux grandes théories de la physique, la relativité générale et la mécanique quantique, complique encore la tâche du

pédagogue.

Malgré ces difficultés, Jean Audouze a réussi un ouvrage aussi complet que le permet le cadre limité du "Que sais-je ?".

On aurait aimé cependant, de la part de l'éditeur, une plus grande rigueur : dans une petite légende, page 83, on trou-



ve cinq fois le mot "galaxie". La collection "Que sais-je ?" évolue (photos en couleur, par exemple), mais il ne faudrait pas pour autant qu'elle néglige la qualité de ses textes, qui a toujours fait sa force. *Gilles Moine*

Aux sources de notre culture

Ecole française d'Athènes

DELOS, île sacrée et ville cosmopolite

CNRS Editions, coll. "Patrimoine de la Méditerranée", 124 p., 145 F.

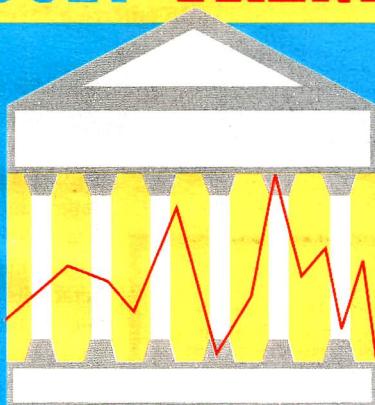
Delos passait pour le lieu de naissance d'Apollon et abritait l'un des plus importants sanctuaires voués à ce dieu. Occupée au moins à partir du III^e millénaire av. J.-C., époque de l'âge du bronze dans le monde égéen, l'île

devint un important centre urbain tirant sa richesse du commerce, avant d'être déserte au VIII^e siècle de notre ère. C'est aujourd'hui un fabuleux champ de ruines, fouillé par l'EFA depuis 1873.

Catherine Chauveau



3617 TREND



Le plus complet
des services télématiques
Financiers et Boursiers

2,23 F TTC/mn en direct 3,48 F TTC/mn

COLLECTIONNEZ
LE SAVOIR
AVEC
LA RELIURE
SCIENCE & VIE

REBUT 32733333

SV 960

par Jean-René Germain

Bonheur cosmique

ENCYCLOPÉDIE DE L'ESPACE & DE L'UNIVERS

Liris Interactive, 349 F.

Cette version française d'une encyclopédie américaine est un véritable bonheur. Au programme : plaisir des yeux (nombreuses images et animations d'une grande originalité et qualité technique) ; et plaisir de l'esprit (toutes les grandes notions scientifiques, les grandes théories sont présentées dans un souci évident de rigueur et de sérieux).

Il est difficile d'être exhaustif dans une présentation quand le CD-Rom l'est dans son contenu. Disons simplement que l'espace (sondes, conquêtes

hu-



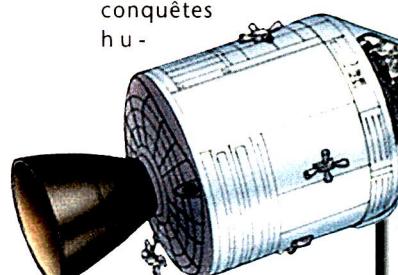
vité restreinte et générale. Avec un souci évident de vulgarisation pour le grand public : chaque idée difficile est illustrée autant que possible avec un exemple

Un tour d'horizon complet de l'Univers
(ci-dessus, nébuleuse de la Tête de Cheval) et de la conquête de l'espace, (ci-dessous, Appolo 18 amarré à Soyuz).

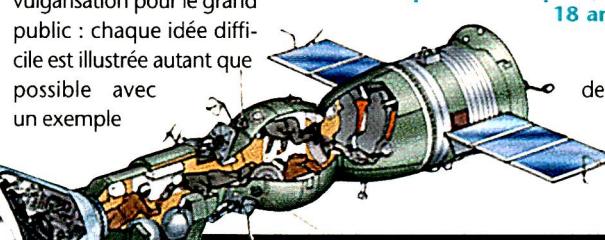
de la vie courante.

La qualité de l'ensemble s'étend aussi à la présentation graphique, à la facilité de navigation et à l'interactivité propre au multimédia. Juste une réserve : pourquoi ne pas avoir imprimé en français le petit livre qui accompagne le CD-Rom américain, et qui est un support complémentaire bien agréable ?

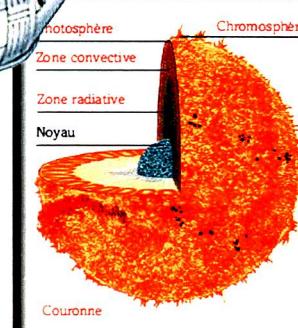
Jean-François
Robredo



maines, instruments scientifiques, héros...) et l'astronomie (théories cosmologiques, découvertes majeures, images du ciel et des planètes...) sont parfaitement couverts avec quelques véritables trouvailles comme les animations présentant la relati-



LE SOLEIL



LE SOLEIL EST UNE étoile de la séquence principale âgée de 5 milliards d'années. C'est une boule d'hydrogène et d'hélium de 1,4 million de km de diamètre. Sa masse équivaut à 750 fois celle de ses planètes ou à 7 fois celle d'une étoile moyenne. En son noyau, des réactions nucléaires consument sa masse et créent une forme d'énergie, les rayonnements électromagnétiques. Cette énergie fait briller le Soleil et réchauffe les astres du système solaire, maintenus en orbite grâce à la gravité du Soleil.



La science du blason

TOUT SAVOIR SUR L'HÉRALDIQUE

Alsyd Multimédia, 299 F (pour PC).

Cet ouvrage vient à point nommé pour ceux qui douteraient que l'héraldique est une science. Certes



annexe de l'histoire et de la généalogie, mais une vraie science, avec son langage et ses représentations spécifiques.

"De gueules à croix alésées d'argent"... Qui devinerait qu'il s'agit de la description du drapeau suisse ? En fait, comme celle de toute science, la langue de l'héraldique, si poétique, est très technique.

De conception encyclopédique, ce CD-Rom donne la définition de plus de 1 800 termes sur les blasons, les couleurs, les "pièces honorables", les "partitions" et les ornements extérieurs. Il vous guidera

dans la création de votre propre blason, en précisant

le droit en la matière, ainsi que les règles de création et d'enregistrement.

Comme chiens et chats

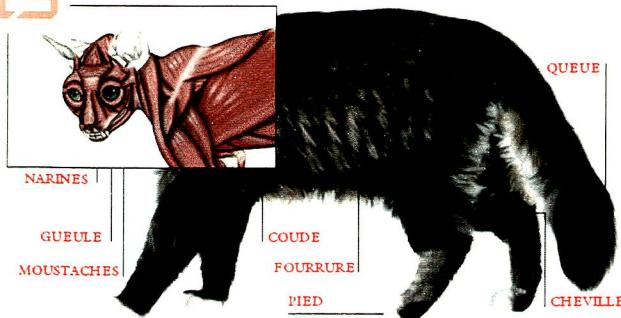
ENCYCLOPÉDIE DES CHATS & AUTRES FÉLINS

Liris Interactive, 299 F (pour PC).

ENTRE CHIENS ET NOUS

La Grande Encyclopédie des chiens

Microfolie's, 249 F (pour PC).



On dit que chiens et chats ne peuvent s'entendre. Pourtant, les voici qui investissent deux encyclopédies aux styles et aux buts tout à fait différents, mais complémentaires.

Celle des chats nous fait pénétrer dans le musée virtuel des félins en trois dimensions. Si l'on y trouve toutes les fiches (qu'on peut imprimer) sur

les diverses espèces de chats, leur vie, leur comportement, le

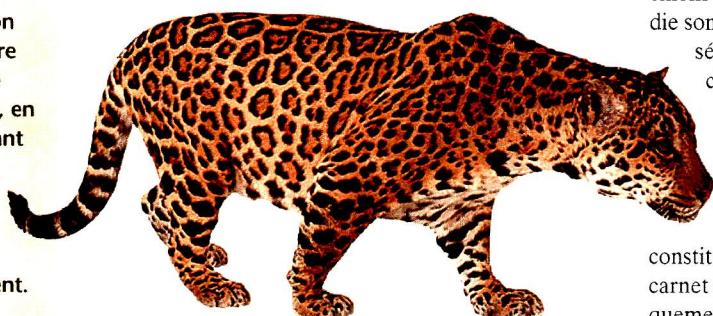
musée consacre également de nombreux sites au rôle des chats dans la culture. Un "navigateur" très convivial, riche en documents sonores et visuels, permet d'aborder le sujet de manière thématique. Si elle n'est pas dépourvue d'intérêt, la présentation de l'encyclopédie reste

très conventionnelle, voire scolaire. Il est vrai que l'ouvrage s'insère dans une collection qui, une fois achevée, formera un ensemble unique.

D'un tout autre style est l'encyclopédie des chiens. Son approche est beaucoup plus pratique : la base de données, qui autorise cinq modes de recherche, répertorie plus de 230 races et variétés de chiens, illustrées par 500 magnifiques photos de Yann Arthus-Bertrand.

L'idée originale du CD-Rom consiste à se promener dans le "village des chiens" : à l'école, on étudie son anatomie ; au musée, son histoire ; chez le vétérinaire, on apprend à le soigner. Enfin – c'est l'aspect utilitaire de l'ouvrage –, on peut constituer et imprimer un carnet de santé automatiquement mis à jour.

La panthère tachetée d'Afrique (léopard) hisse ses proies dans un arbre pour les dévorer.



Dinosaures en relief



Deinonychus, l'un des plus féroces.

DU BIG BANG AUX DINOSAURES

Edusoft, 199 F.

C'est un bon CD-Rom sur les dinosaures. Dès lors, pourquoi évoquer dans le titre le big bang ?

Certes, cela permet d'englober 15 milliards d'années. Mais quelques secondes seulement pour raconter l'histoire de l'Univers, c'est bien léger. Et, du fait de l'annonce, bien devant. L'histoire de la Terre elle-même est traitée très rapidement dans la partie "encyclopédie", sans constituer une approche originale

ni complète. A l'inverse, le règne des dinosaures (200 millions d'années d'existence "seulement" !) est parfaitement exposé.

Une originalité d'abord : la possibilité d'utiliser des lunettes pour voir en relief certaines images (fixes et mobiles) – notamment un véritable musée virtuel que l'on peut visiter selon ses envies. Mais l'essentiel est bien dans la présentation résolument ludique de l'ensemble. Un safari photo, une galerie de portraits, un jeu de reconnaissance : toutes ces questions/réponses et ces activités interactives

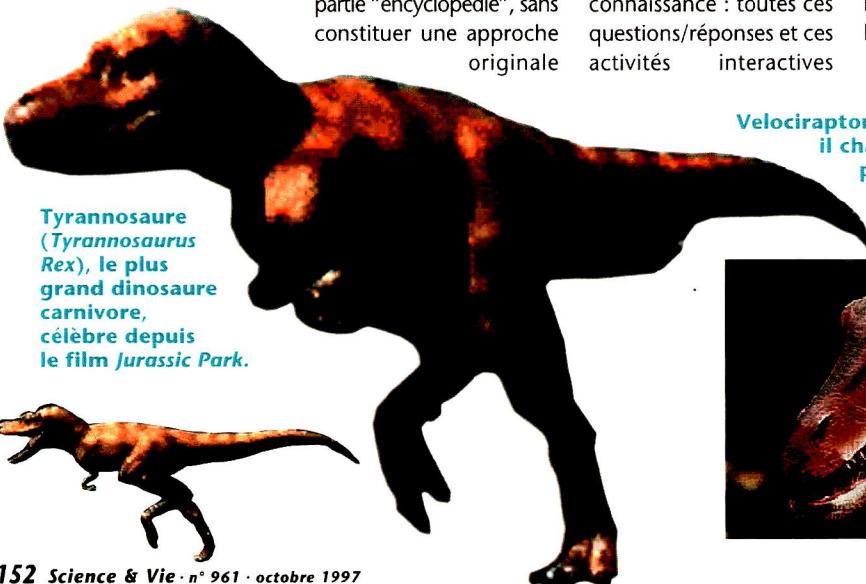


constituent une approche pédagogique qui, bien que sérieuse et instructive, est parfaitement adaptée aux enfants.

A ne pas manquer : les quelque 25 films d'animation sur la vie de famille des dinosaures, leurs combats de titans, etc. Ils sont réussis, vivants, divertissants et instructifs (bien

que certains de ces films, tel que celui qui retrace la fin des dinosaures, mériteraient un commentaire...). La qualité des images et des dessins est tout à fait satisfaisante et laisse une impression forte de réalisme, qui éclaire cette période extraordinaire de l'histoire de la Terre.

J.-F. R.



Tyrannosaure (*Tyrannosaurus Rex*), le plus grand dinosaure carnivore, célèbre depuis le film *Jurassic Park*.

Velociraptor ("ravisseur rapide") : il chassait en troupeau pour attaquer des proies plus grosses que lui.

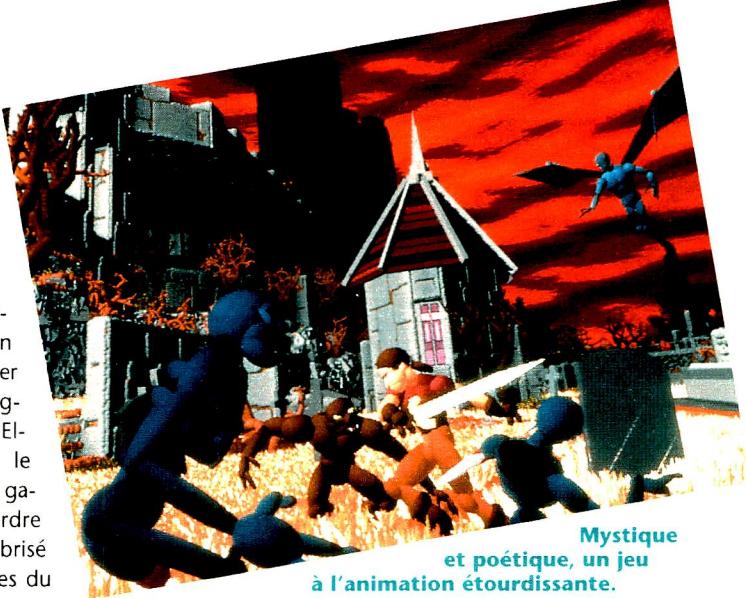
Contre les forces du Mal

ECSTATIC II

Psygnosis, 349 F.

Trois ans après la sortie du jeu Ecstatica, voici la suite des aventures moyenâgeuses et mystiques du prince qui doit sauver le monde. Nous trouvons le héros en l'an 931, déambulant dans un monde livré au chaos. Comme le genre l'exige, il doit occire des monstres de tous poils et déjouer bien des chausse-trapes

avant d'atteindre son but : retrouver les sept fragments de l'El-dersign, le sceau sacré, garant de l'ordre universel, brisé par les forces du Mal. Son épopee le mènera dans plus de 900 lieux (château, donjons, villages, forêts, cimetière) et il devra affronter



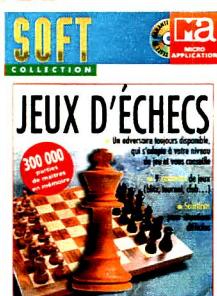
Mystique et poétique, un jeu à l'animation étourdissante.

Kasparov en herbe

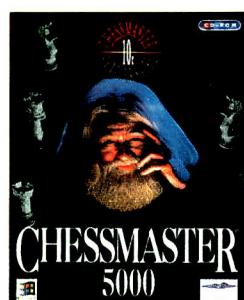
CHESSMASTER 5000

Mindscape, 299 F.

Voici la cinquième version du logiciel *Chessmaster*, qui confirme sa suprématie dans le domaine des échecs. Non pas tant en ce qui concerne la force du programme (comme le souligne la notice, 99,9 des joueurs perdent contre la machine) que par la qualité de la présentation. Pièces "réalistes" – en perspective et modulables –, angles de vues variés, indications de temps et de progression de la partie très agréables, etc. Le programme permet au joueur de choisir la personnalité de son partenaire selon des critères qu'il détermine



Chessmaster 5000 et *Jeux d'Échecs* : une approche différente, mais des CD-Rom de grande qualité.



JEUX D'ÉCHECS

Micro Application, 99 F.

(niveau, style, volonté de gagner...).

Outre les commentaires automatiques en cours de partie, cette nouvelle version est dotée d'une fenêtre baptisée "Entraîneur" qui permet de connaître à tout moment les conséquences de chaque coup (possibilités, variantes, qualité). Beaucoup plus modeste mais de grande qualité, *Jeux d'Échecs* jouit d'une grande capacité d'options

mais pêche par une présentation trop conventionnelle et stricte. Ce CD-Rom répertorie 300 000 parties de maîtres : c'est son principal intérêt.

flexion, de combat et d'exploration dans une ambiance à la fois violente, mélancolique et poétique. Le graphisme en 3D est basé sur la technique ellipsoïdale, plus "lisse" que la technique des polygones utilisée actuellement en animation. Elle a été mise au point, après quatre ans d'efforts solitaires, par un informaticien londonien, Andrew Spencer. Son but était d'approcher le plus possible le mouvement du dessin animé classique, et il a créé un moteur d'animation adapté à cette nouvelle technologie. Un millier d'angles de vue (des plongées et des contre-plongées impressionnantes, notamment) procurent au jeu un dynamisme et un réalisme stupéfiants. La bande sonore vient renforcer à merveille l'étrangeté de cet univers.

On avance dans cette aventure complexe comme envoûté par un charme maléfique et grandiose.

Jean-Luc Glock

par Michel Brassinne

Champignons : à la vie, à la mort

Le champignon ? Un mets délicieux ou un poison redoutable... Son image ? Un "pied" surmonté d'un "chapeau" : l'amanite tue-mouches, chapeau rouge à points blancs, en serait l'archétype. Mais elle n'est que l'un des innombrables rejetons de la famille des cryptogames (plantes à "sexualité cachée") : la flore mycologique compte près de 1,5 million d'espèces ! Levures, moisissures, lichens en font aussi partie. Comme cette moisissure miracle qu'est la pénicilline...

Dépendants des autres

@ Ce qui distingue les champignons des autres formes végétales, c'est leur mode de nutrition : étant dépourvus de chlorophylle, ils sont incapables d'effectuer la photosynthèse, processus de fabrication de matière

organique qui se sert de la lumière du Soleil comme source d'énergie.

Les champignons doivent donc "consommer" des molécules organiques élaborées par d'autres espèces. C'est cette particularité qui permet de les classer en trois catégories : les champignons saprophytes, les parasites et les symbiotiques.

Les champignons saprophytes vivent aux dépens

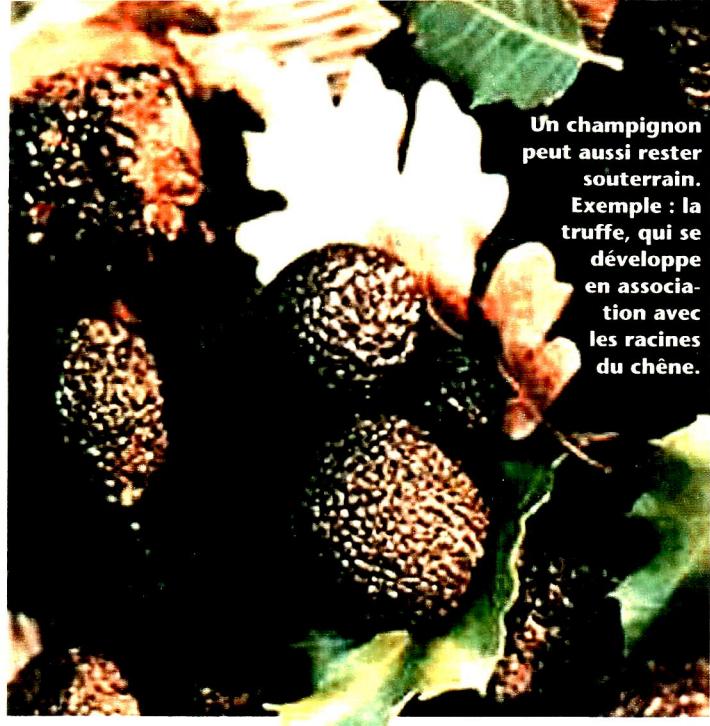
de cellules mortes. Ils dégradent la matière organique du sol en humus (débris de végétaux et d'animaux...). Ce sont les éboueurs des forêts. Les champignons parasites, eux, vivent aux dépens de cellules vivantes : celles d'une plante supérieure sauvage ou cultivée, d'un animal, voire de l'homme lui-même

(qui peut être affecté de mycoses...). Ils causent de lourds préjudices à l'agriculture (rouille du blé, ergot du seigle, mildiou, etc.).

Le lichen, champignon symbiotique, s'associe avec une algue : il lui apporte l'eau et elle lui offre les produits de la synthèse chlorophyllienne.



Les champignons symbiotiques établissent avec d'autres êtres vivants des associations à bénéfices réciproques. C'est le lichen qui présente la forme la plus remarquable de l'association entre une algue et un champignon : elle fournit les produits de la photosynthèse, il apporte l'eau.



Un champignon peut aussi rester souterrain. Exemple : la truffe, qui se développe en association avec les racines du chêne.

Le site Internet "Les champignons pour les nuls", réalisé par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), propose une excellente initiation :

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/cnul/pdg1.htm>

L'approche de toute nouvelle science exige l'apprentissage d'un vocabulaire spécialisé. On trouvera des éclaircissements sur la terminologie des mycologues à cette adresse :

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/glos/gloss.htm>

Comment identifier les champignons ? Comment les classer ? Les deux sites suivants guideront l'amateur curieux :

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/cle/def.htm>

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/taxo/taxo2.htm>

Champignomanie

Les champignons peuvent aussi être consommés à des fins toxicomaniques : la plupart des champignons dits "véneneux" sont de puissants psychotropes, c'est-à-dire des substances qui modifient la perception, la pensée et le comportement. A éviter !

Aucune adresse Internet ne sera fournie à ce sujet, cela va de soi. Pour les amateurs éclairés, ayant au moins des rudiments de biocénose végétale ("partenariat" entre espèces), un site donnera des satisfactions moins artificielles :

<http://mycor.nancy.inra.fr/DocumentsFr/LesMycorhizes/Intro.html>

royalement nourrie à la truffe...
http://www.provence.guideweb.com/produits/prod_region_f.htm
I#truffe

Les champignons les plus employés dans l'alimentation sont les levures. Elles participent activement à la transformation de la nourriture. C'est le pouvoir de fermentation de ces champignons microscopiques qui permet la panification, la maturation des fromages (roquefort, camembert...), la lente élaboration de certaines boissons (vins, bières...).

Dans le domaine pharmaceutique, nombre de champignons contribuent à la fabrication des antibiotiques, notamment du premier d'entre eux, la pénicilline.

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/cnul/pdg1.htm>

Gastronomie et médecine

Les champignons sont des éléments essentiels de la gastronomie et de la médecine. Les cèpes, morilles, moussecous : leurs noms font saliver les gastronomes ! Sans oublier la truffe (*Tuber melanosporum*). Trois éléments conditionnent le développement du "diamant noir" : sol calcaire, climat méditerranéen, association avec un chêne. La plus raffinée des cueillettes se pratique par observation de la mouche truffière, qui se pose à de multiples reprises là où précisément se trouve la truffe : elle assure la piéce de sa future procréation, qui sera donc

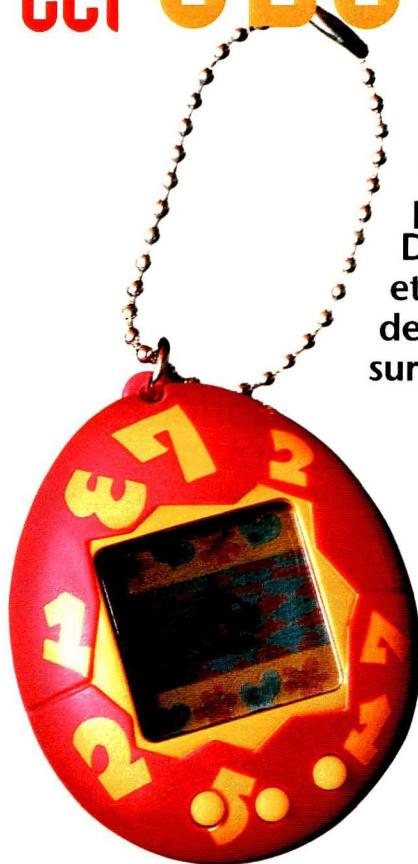
En vertu de l'article 547 du code civil, les champignons appartiennent de plein droit au propriétaire du sol : pas question de ramasser des champignons n'importe où, on peut être condamné pour vol... En effet, contrairement au gibier et aux poissons des eaux non closes, les champignons ne sont pas "res nullius" (choses n'appartenant à personne).

<http://inapv.inapg.inra.fr/champi/comes/cueill1.htm>

La morille, un succulent champignon printanier.



Cet OBJECT VIRTUEL



■ Tamagotchis et autres bestioles numériques séduisent petits et grands.

Des stars désincarnées hantent le Web et les jeux vidéo... Dans nos villes de grandes solitudes, les sentiments sur écran glacé vont-ils s'imposer?

PAR SOPHIE DUROUX



Un monde PARFAIT

Les joueurs du *Deuxième monde* (Canal +) mènent une vie idéalisée dans un Paris virtuel. Oublient-ils ainsi les dures réalités de la Ville Lumière ?



PHOTOS DR

« Un monde dans lequel les hommes ne pourraient se passer de leur compagnon... virtuel ! », se prend à imaginer le sociologue américain Howard Besser, spécialiste des nouvelles technologies à l'université de Berkeley (Californie). Des chats sur écrans à cristaux liquides ou autres mini-dinosaures numériques envahissent le marché des jeux électroniques, au Japon comme aux Etats-Unis et en Europe. Déjà, les poussins virtuels de la firme japonaise Bandai ont envahi les cours de récréation.

« Plus de dix millions de Tamagotchis vendus dans le monde sans aucune publicité depuis fin novembre 1996 ! » affirme Bandaï, inventeur et constructeur de ces fameux animaux virtuels. Commercialisés sous forme de porte-clés, les Tamagotchis sont munis d'un petit écran à cristaux liquides sur lequel apparaît un poussin. Trois touches minuscules permettent notamment de le nourrir, de le laver ou de jouer avec lui... Un bip aigu rappelle à son tuteur que l'animal, bien que virtuel, attend de lui des soins attentifs, sans quoi il "bipera" de plus belle, de jour comme de nuit, jusqu'à se laisser mourir.

Créés à l'origine pour

les huit/quinze ans, les Tamagotchis ont déjà séduit nombre d'adultes au Japon. Leur succès est surprenant au pays du Soleil-Levant et aux Etats-Unis. Il risque de l'être autant en Europe, où 1,5 million d'exemplaires ont déjà été vendus en deux mois.

Comment expliquer cette folie autour des Tamagotchis ? « Leur succès s'explique

d'abord par l'engouement du public pour tout objet nouveau et surprenant, surtout dans le domaine de la technologie, commente Howard Besser, particulièrement intéressé par ce phénomène. Mais ces jeux électroniques fascinent aussi les gens parce qu'ils leur offrent un moyen facile et simpliste de répondre au besoin naturel qu'ont les hommes de s'occuper des autres. » Sans pour autant s'engager à long terme ni subir de lourdes contraintes, comme cela se passerait avec un vrai animal de compagnie. « Certains choisissent d'avoir des animaux domestiques plutôt que d'avoir des enfants, d'autres préfèrent avoir un Tamagotchi plutôt qu'un chien ou un chat ! », ajoute le sociologue.

Les Tamagotchis n'en restent pas moins des jouets pour les enfants et les adolescents. Il s'agit d'un phénomène.

Créatures DE RÊVE !

A gauche, un tamagotchi, qui met en scène un poussin virtuel stylisé à l'extrême; à droite, Lara Croft, super-héroïne de choc d'un jeu vidéo, aux formes éloquentes. Ces créatures virtuelles aussi dissemblables que possible connaissent un même succès. Un simple phénomène de mode ?



nomène de mode, comparable à celui du très fameux Rubik's cube et stimulé par les médias et le bouche à oreille. «Les enfants veulent acquérir le jeu le plus à la mode, sans que l'objet en lui-même soit réellement

freint d'un environnement affectif pauvre, peuvent oublier plus facilement que le Tamagotchi n'est qu'un jeu. «Ils reportent toute leur affection sur leur jouet, comme le font parfois certaines personnes très seules avec leur véritable animal domestique», précise Michel Basquin. C'est alors que peuvent survenir des accidents, tel le suicide d'une enfant de onze ans, en mai dernier, aux Etats-Unis, après la mort de son Tamagotchi. Mais ce drame reste un événement très isolé.

«Il s'agit d'enfants particulièrement fragiles, souligne le Dr Basquin, la mort du Tamagotchi a ici provoqué le geste de l'enfant. Mais tant d'autres événements auraient pu le déclencher.» Un enfant qui reste isolé pour jouer avec son Tamagotchi n'irait pas pour autant jouer avec ses compagnons s'il n'en possédait pas. Chez les enfants en manque d'affection, les animaux virtuels, comme tous les autres jeux électroniques, sont un prétexte pour demeurer seul. «Ces enfants deviennent très vite "accrocs" aux jeux électroniques, explique le Dr Basquin. Ces jeux ne constituent pour

eux qu'un refuge. Le regard d'autrui, par rapport auquel ils existent, n'est plus celui d'une personne mais celui de l'écran.»

Les fous de jeux électroniques ne sont pas toujours solitaires. Le plus souvent, ils se racontent leurs exploits et échangent leurs impressions. Notamment sur Internet, où l'on trouve une *Ode à Sparky*, rédigée par un fou de Tamagotchis en mémoire de son "tam" disparu, une agence d'adoption d'animaux virtuels, un cimetière de Tamagotchis... D'autres internautes rivalisent d'imagination pour détruire leur animal au plus vite, en l'affamant, en l'empêchant de dormir ou en le laissant mourir d'ennui!

PRÉCONISÉ AUX ÉTATS-UNIS, INTERDIT EN CORÉE DU SUD

Ainsi, il n'est pas justifié de rendre les Tamagotchis responsables du moindre trouble rencontré par l'enfant. Il n'est pas non plus justifié de louer ce petit poussin virtuel. Car, au-delà du divertissement, ce jeu ne peut prétendre apporter à l'enfant un réel épaulement. Si des psychologues américains y voient un formidable moyen de le responsabiliser, les spécialistes européens, en revanche, sont beaucoup moins enthousiastes. Un Tamagotchi programmé pour "biper" lorsqu'il a faim et pour être gentil lorsqu'on le nourrit n'est pas comparable à un animal imprévisible et doté d'une personnalité propre. S'occuper d'un animal réel responsabilise sans aucun doute son maître. Mais jouer avec son poussin virtuel ne

LES ENFANTS FRAGILES SE RÉFUGIENT DANS L'UNIVERS DES JEUX

désiré, explique le Dr Michel Basquin, chef du service de psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent à l'hôpital Pitié-Salpêtrière (Paris), car sa possession entraîne l'appartenance à un groupe et une similitude qui se veut rassurante.»

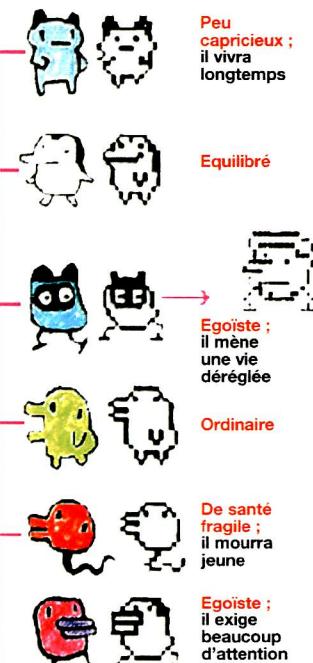
Les plus jeunes ne penseront qu'à tester toutes les possibilités de ce nouveau jeu. Cependant, une minorité d'enfants, qui souf-



Petite enfance du Tam

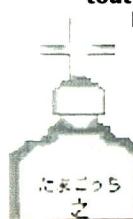


Tam en bonne santé
Tam de santé fragile



La mort programmée des TAMAGOTCHIS

Le destin des Tamagotchis est tout tracé (ci-contre) : les soins les plus attentifs ne font que reculer une mort inéluctable. Sur Internet, un cimetière conserve la mémoire des "chers disparus".



constitue certainement pas un apprentissage des relations avec les autres, ni de la vie en général.

Afin de limiter les atteintes émotionnelles parfois provoquées par la mort des Tamagotchis, Bandaï a choisi de modifier le scénario suivant lequel le "tam" disparaissait. Le modèle initial présentait, à la mort du compagnon virtuel, une tombe puis un fantôme et des anges. La version actuelle ne laisse s'afficher que les petits anges sur un ciel étoilé. Le prochain modèle présentera le petit animal dans son vaisseau spatial, en route vers sa planète... Malgré ces précautions, certains dirigeants de pays asiatiques critiquent vivement les animaux virtuels. Un membre du gouvernement philippin leur reproche ainsi d'introduire trop tôt le sens de la mort chez les plus jeunes, et la Corée du Sud a interdit son utilisation dans toutes les écoles du pays.

L'apparence des Tamagotchis est si simple qu'il est difficile d'oublier qu'il ne s'agit pas d'animaux réels. Cependant, des jeux plus récents tentent de s'approcher davantage de la réalité, afin de plaire à un public moins jeune. Après avoir consacré huit ans et près de 180 millions de francs à la recherche sur la vie artificielle, Fujitsu a créé *Fin Fin on Teo the magic planet*. Commercialisé au Japon en avril dernier, ce logiciel met en scène un compagnon virtuel mi-dauphin, mi-oiseau, censé ressentir et répondre aux émotions de l'utilisateur.

Le lien affectif est sans doute plus intense lorsque les personnages virtuels prennent forme humaine. Bikini noir Gucci et longs cheveux très sés, la pulpeuse Lara Croft est la nouvelle star des jeux vidéos d'aven-

ture. C'est la première fois qu'une femme est la vedette d'un jeu d'action (*Tom-braider I*), et les sites lui étant consacrés fleurissent sur le Web – on peut même l'y voir nue ! Là encore, il ne s'agit sans doute que d'un phénomène de mode, qui a surpris jusqu'au constructeur anglais Core Design, mais qui n'échappe

Si loin, si PROCHE

Kyoko Date, charmante star virtuelle japonaise, n'hésite pas à ouvrir son cœur à son public et à lui faire partager son intimité !



PHOTOS DR

pas au nouveau propriétaire du jeu, Eidos Interactive. De coup de pub en flash médiatique, la star digitale se forge une image de *top model* et d'aventurière.

Pourtant, Jacques Harboun, médecin français reconvertis au journalisme, spécialiste des jeux vidéos, relativise le phénomène. «Lara Croft n'est que l'héroïne d'un jeu vidéo comme il y en a tant d'autres, lance-t-il. Le succès du héros de Nintendo, Super Mario, va bien au-delà de celui de Lara Croft (plus de deux millions de jeux vendus depuis novembre 1996).» Mario, petit bonhomme moustachu, n'est pourtant ni sexy, ni crédible...

Le secret de la réussite de Lara



Croft ? De jolies formes et des projets dans la mode, le cinéma et la chanson. La star virtuelle fait déjà partie de l'agence anglaise de mannequins Models et devrait bientôt intégrer une agence française. Les grands couturiers habillent son image et s'affichent ainsi dans le monde "cyber-jeune-branché" ! L'aventurière digitale prépare par ailleurs un disque pour cet automne, et certainement un film pour l'année prochaine, dans lequel elle pourrait être incarnée par Demi Moore.

Mais là est la limite de Lara Croft. Elle a besoin d'être incarnée pour vivre sa célébrité. La comédienne britannique Rhona Metra a déjà été sélectionnée pour "jouer" Lara Croft lors d'une tournée promotionnelle, ainsi que pour chanter son futur tube. Finalement, l'aventurière diffère peu des fameux Batman et Superman issus de bandes dessinées américaines et incarnés au cinéma, si ce n'est qu'il s'agit cette fois d'une femme.

TROP BELLE POUR ETRE VRAIE...

A l'origine, Lara Croft n'est qu'un personnage de jeu. Pas comme ces véritables "stars virtuelles" uniquement créées pour être célèbres et développer une relation affective avec leur public, comme si elles étaient réelles. Les Japonais, champions de l'"interactivité affective", constituent un public très fervent des jeux interactifs et des sen-

timents virtuels, et créent sans relâche de "faux vrais amis".

Kyoko Date est japonaise. Elle est brune, jolie, souriante et... virtuelle. Crée en dix-huit mois par la firme HoriPro, Kyoko Date est la première *idoru* (superstar en japonais) cent pour cent digitale. Elle a déjà sorti un disque (*Love communication*) et une cassette vidéo musicale. Une interview de la star cir-

nique, qui alimente les représentations artistiques dont nous avons besoin pour lutter contre le manque affectif et l'angoisse de la mort», explique Boris Cyrulnik, psychiatre spécialiste de l'attachement (1). De tout temps, l'art, le théâtre et les rites funéraires ont permis aux hommes de fuir leurs difficultés et de se rassurer. «Mais si la présence de représentations affectives est nécessaire, précise le psychiatre, l'abus des images coupe dangereusement les hommes du contact physique et de la réalité en général.»

De puis l'avènement de l'informatico et des jeux vidéos, les programmes ludiques qui jouent sur une relation affective se sont succédé (par exemple le jeu *Little Computer People*). Mais selon Jacques Harbonn, la relation sentimentale qui s'instaure entre le personnage et l'utilisateur s'arrête dès la fin du jeu. L'ancien médecin relativise aussi la dépendance des Français aux animations de ce

(1) Auteur notamment de *Sous le signe du lien* (Hachette, 1992) et des *Nourritures affectives* (Odile Jacob, 1993)

type. «Ces divertissements n'ont pas beaucoup de succès en France, insiste-t-il, et quand ils en ont, la mode ne dure pas plus d'une année.» Pourtant, les firmes de tout bord tentent leur chance dans ce domaine.

En France, Canal + a lancé *le Deuxième monde*, un "simulateur de vie". Il ne s'agit plus seulement de communiquer avec un être virtuel, mais de pénétrer dans son univers. Le joueur s'invente un physique, un caractère et un "look", et part à la rencontre d'une population virtuelle, dans un

Paris entièrement reconstitué en trois dimensions. Il dispose d'un appartement de rêve au cœur de la capitale, et peut choisir d'organiser des fêtes, de faire les magasins ou de participer à la vie politique du deuxième monde.

«Au hasard de vos promenades, vous rencontrerez d'autres visiteurs. Libre à vous de leur parler, d'exprimer vos sentiments», peut-on lire dans la présentation du jeu. Chacun peut ainsi vivre une double vie et, de la même façon qu'avec les

Tamagotchi, donner de l'affection à quelqu'un, ou plutôt à quelque chose, sans trop s'impliquer ni subir de contraintes.

Reste à savoir la place que prendra l'affection électronique dans la vie sentimentale des hommes du XXI^e siècle. ■

L'ABUS DES IMAGES COUPE LES HOMMES DE LA RÉALITÉ

culé sur Internet, dans laquelle elle raconte son enfance, décrit sa famille et fait part de ses projets : une troisième chanson dès cet automne. Sur le Web, on découvre son signe astrologique (scorpion) ou son film favori (*Toy Story*)... « Elle est considérée au Japon comme une personnalité culturelle réelle, explique Jef Samp, étudiant en philosophie des sciences à l'université de Berkeley impliqué dans plusieurs projets de recherche sur les personnages virtuels. Les fans sont finalement aussi distants de Kyoko Date que de leurs idoles réelles. » Seul moyen de communiquer avec elle : le courrier électronique. A terme, cette "créature qui vit dans le cœur des gens" risque pourtant de devenir de plus en plus réelle : elle devrait apparaître dans les émissions de télévision aux côtés d'artistes en chair et en os.

EN FRANCE, UN SUCCÈS ÉPHÉMÈRE?

Comment expliquer le succès du virtuel dans notre société ? D'une certaine façon, il joue le même rôle que les œuvres d'art ou que toutes les autres formes de représentation. « Le virtuel est un artefact tech-

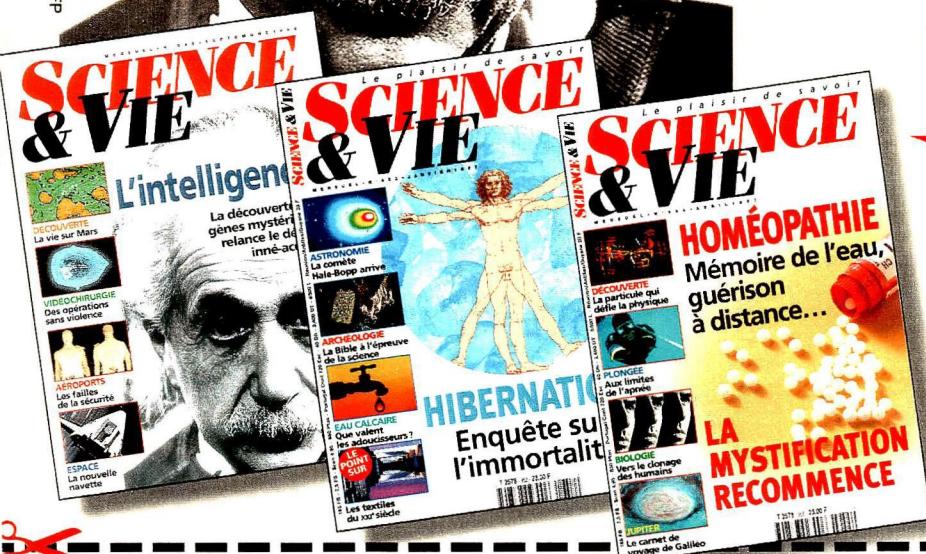


Coup de PUB

Lara Croft en bikini Gucci : un top model médiatique... moins célèbre que Super Mario, héros de Nitendo.

Aujourd'hui
en profitant de notre offre
exceptionnelle d'abonnement...

PHOTO HALSMAN/AFP



...faites
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

Oui

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 METROPOLITAINE.
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, vous suffit de nous écrire en nous indiquant votre nom, prénom, adresse et si possible votre numéro de télécopie.

RC PARIS B 572 134 733

SV 961

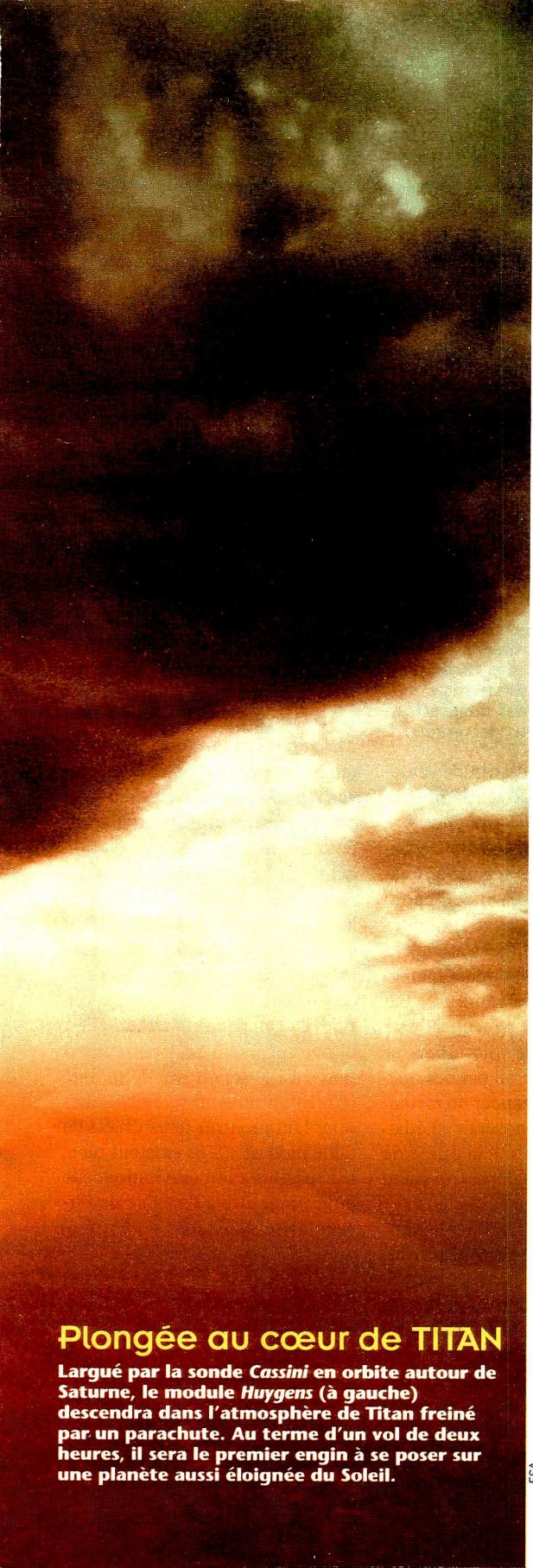
FUTURS

7 ANS pour atteindre SATURNE

■ Juin 2004.
À 1,25 milliard
de kilomètres
de la Terre, la
sonde Cassini-
Huygens se met
en orbite autour de Saturne.
La première étude approfondie
de la planète aux anneaux
commence...

PAR PHILIPPE HENAREJOS





Plongée au cœur de TITAN

Largué par la sonde Cassini en orbite autour de Saturne, le module Huygens (à gauche) descendra dans l'atmosphère de Titan freiné par un parachute. Au terme d'un vol de deux heures, il sera le premier engin à se poser sur une planète aussi éloignée du Soleil.

ESA

Même si elle n'est pas la dernière à partir vers une autre planète, la sonde *Cassini-Huygens* (1), qui sera lancée le 6 octobre prochain par une fusée américaine Titan 4C, sera le dernier exemplaire de la série de gros et lourds vaisseaux automatiques remplis d'expériences ambitieuses à destination de mondes lointains. A l'aube du troisième millénaire, des petits engins pas chers, ne dépassant pas trois ans de durée de vie, auront pris le relais.

LA CHASSE AUX PREUVES D'UNE VIE EXTRATERRESTRE

Observée depuis Galilée (1564-1642) au télescope et survolée par trois sondes – *Pioneer 11*, *Voyager 1* et *Voyager 2* – entre 1979 et 1981, Saturne garde pourtant encore sa part de mystère. Le mécanisme de formation de ses anneaux demeure toujours une énigme. Plusieurs phénomènes les mettant en jeu avec quelques uns de ses petits satellites, observés en 1995 lorsque la Terre a traversé le plan des anneaux, restent à élucider. La composition des particules qui constituent les anneaux n'est pas encore bien définie – il s'agit probablement de matériau non-aggloméré datant des premiers âges du Système solaire. On ignore aussi pourquoi, tous les trente ans, se déclenche une gigantesque tempête qui se propage à l'ensemble de la planète. Enfin, Titan, le plus gros des satellites de Saturne (il est plus gros que Mercure), ne cesse d'attirer la convoitise des exobiologistes : sous son épaisse atmosphère orangée, se cache un paysage probablement englué dans un mélange visqueux de molécules organiques identiques à celles qui ont permis à la vie d'éclore sur Terre (voir *Science & Vie* n° 960, p. 50).

Cassini-Huygens a été conçue pour apporter au moins quelques éléments à ce puzzle de questions. Mais avant d'en arriver là, le périple de la sonde sera long et sinuieux. En raison du poids du carburant qu'il faudrait emporter, il n'était pas question de propulser directement les 5 820 kg du vaisseau automatique vers Saturne. Comme nombre de ses aînées, la sonde va donc prendre son essor en utilisant la force gravitationnelle des planètes du Système.

(1) La sonde a été baptisée ainsi en souvenir de deux astronomes qui ont étudié Saturne. Jean-Dominique Cassini, a découvert un vide entre l'anneau A et l'anneau B que l'on appelle division de Cassini. Christiaan Huygens a découvert la vraie nature des anneaux.

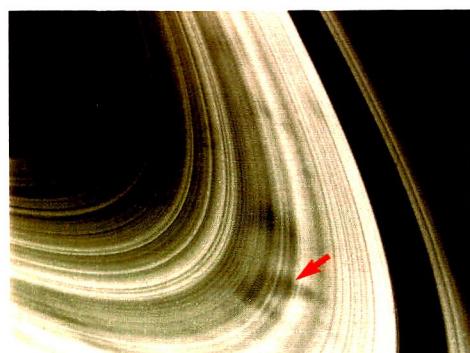
me solaire. Elle va même partir "en marche arrière" puisque, le 2 décembre 1997, une correction de trajectoire la déviera vers Vénus qu'elle frôlera en avril 1998. Après avoir accompli une orbite autour du Soleil, elle flirtera à nouveau avec Vénus en juin 1999 avant de repasser par "la case départ", c'est-à-dire la Terre, en août de la même année. Ces trois survols successifs lui auront transmis par effet de fronde gravitationnelle assez de vitesse pour qu'elle puisse enfin s'élancer vers Saturne. En chemin, le 1^{er} janvier 2001, elle croisera au large de Jupiter et parviendra au terme de son voyage dans les derniers jours de juin 2004.

La sonde sera alors sur son orbite saturnienne et au cours de sa première ronde, le 6 novembre 2004, elle se séparera du module *Huygens*, un petit engin de 340 kg, qui prendra la direction

à la sonde *Cassini*, qui se chargera de les retransmettre à la Terre. L'imageur infrarouge de *Huygens* prendra aussi des clichés de la surface à travers les nuages. Enfin, juste avant son atterrissage, à

planète et pour flotter en surface.

L'exploration de Titan ne se limitera pas à la percée de *Huygens*. Pendant les quatre années de la mission, la sonde *Cassini*, qui accomplira 60 orbites autour de Saturne, survolera 40 fois le gros satellite dont 30 fois à moins de 1000 km. Un instrument de cartographie radar en dévoilera le relief exactement comme l'a fait la sonde *Magellan* sur Vénus.



Les TACHES mystérieuses

Pendant quatre ans, *Cassini* va étudier les anneaux de Saturne. Ces taches sombres (flèche) et éphémères, dues à des phénomènes magnétiques, n'auront alors plus de secrets.

quelques mètres d'altitude seulement, un flash se déclenchera pour tirer le paysage de sa pénombre perpétuelle (le Soleil lointain éclaire mal à travers une couche nuageuse aussi épaisse) et une photo du sol sera prise. Les scientifiques travaillant sur le projet s'attendent à des surprises, comme Daniel Gautier, de l'Observatoire de Paris-Meudon : « Il se peut qu'il existe même une sorte de volcanisme sur Titan qui se traduirait par des fractures laissant s'échapper du méthane gelé qui se vaporiserait en éthane ». Une fois au sol, la durée de vie de *Huygens* ne dépassera guère la demi-heure.

Mais il se pourrait également que le module ne se pose pas sur la terre ferme. Selon des observations réalisées en ultraviolet par le télescope spatial *Hubble*, il se pourrait que Titan soit constitué de continents séparés par d'immenses océans de méthane liquide. Pour cette raison, *Huygens* a été conçu pour réussir le premier amerrissage sur une autre

PROMÉTHÉE CONTREDIT LES ÉPHÉMÉRIDES

Le reste de la mission se focalisera sur Saturne et ses anneaux. Lors du passage de la Terre dans le plan des anneaux en 1995, les astronomes ont constaté que le petit satellite Prométhée, très proche du bord extérieur des anneaux, accusait un grand retard par rapport à sa position prévue par les éphémérides. Selon les astronomes, cet écart pourrait avoir pour origine une collision avec un débris de l'anneau F (le plus extérieur) que Prométhée traverse tous les dix-neuf ans. Mais il se pourrait également que d'autres petits satellites se cachent encore tout près de cet anneau, sur des orbites très voisines de celle de Prométhée. C'est ce que suggèrent des observations faites à l'observatoire de la Silla (Chili) en novembre 1995 : elles semblent montrer deux objets de taille modeste. S'ils existent bien, leur perturbation gravitationnelle pourraient être à l'origine de l'irrégularité constatée de Promé-

UNE PHOTO PRISE AU FLASH SORTIRA TITAN DE SA GANGUE DE NUAGES

de Titan. Trois semaines plus tard, à la vitesse de 6 km/s, le module s'enfoncera dans l'atmosphère du satellite. Son bouclier thermique le freinera jusqu'à Mach 1,6. *Huygens* sera alors à 170 km du sol. Un parachute s'ouvrira, les instruments scientifiques se mettront en marche et la descente se poursuivra. Pendant deux heures et demie, des données sur la pression atmosphérique, la température, la composition de l'air, la présence de molécules organiques et la vitesse des vents seront recueillies et envoyées

UNE ARMURE d'aluminium

Pour ce long périple à travers le Système solaire, le bouclier thermique du module *Huygens* est protégé des écarts de température par une enveloppe aluminée.

thée. Seules les observations sur le long terme de la sonde *Cassini* permettront d'apporter la réponse.

Au passage, les astronomes espèrent découvrir quelques nouveaux satellites. Tout comme ils comptent voir de près l'étrange ballet des "satellites éphémères". Il semble en effet, au vu des observations de 1995, que des objets se forment en quelques semaines en bordure des anneaux, survivent au plus quelques mois et disparaissent. *A priori*, le phénomène est expliqué par le fait que des débris issus des anneaux s'agglomèrent pour bâtir des petits satellites mais qu'ils ne peuvent rester groupés longtemps à cause de la proximité de la limite de Roche (2). Résultat, ils se dispersent de nouveau donnant l'impression que des satellites se constituent et se désagrègent en quelques semaines.

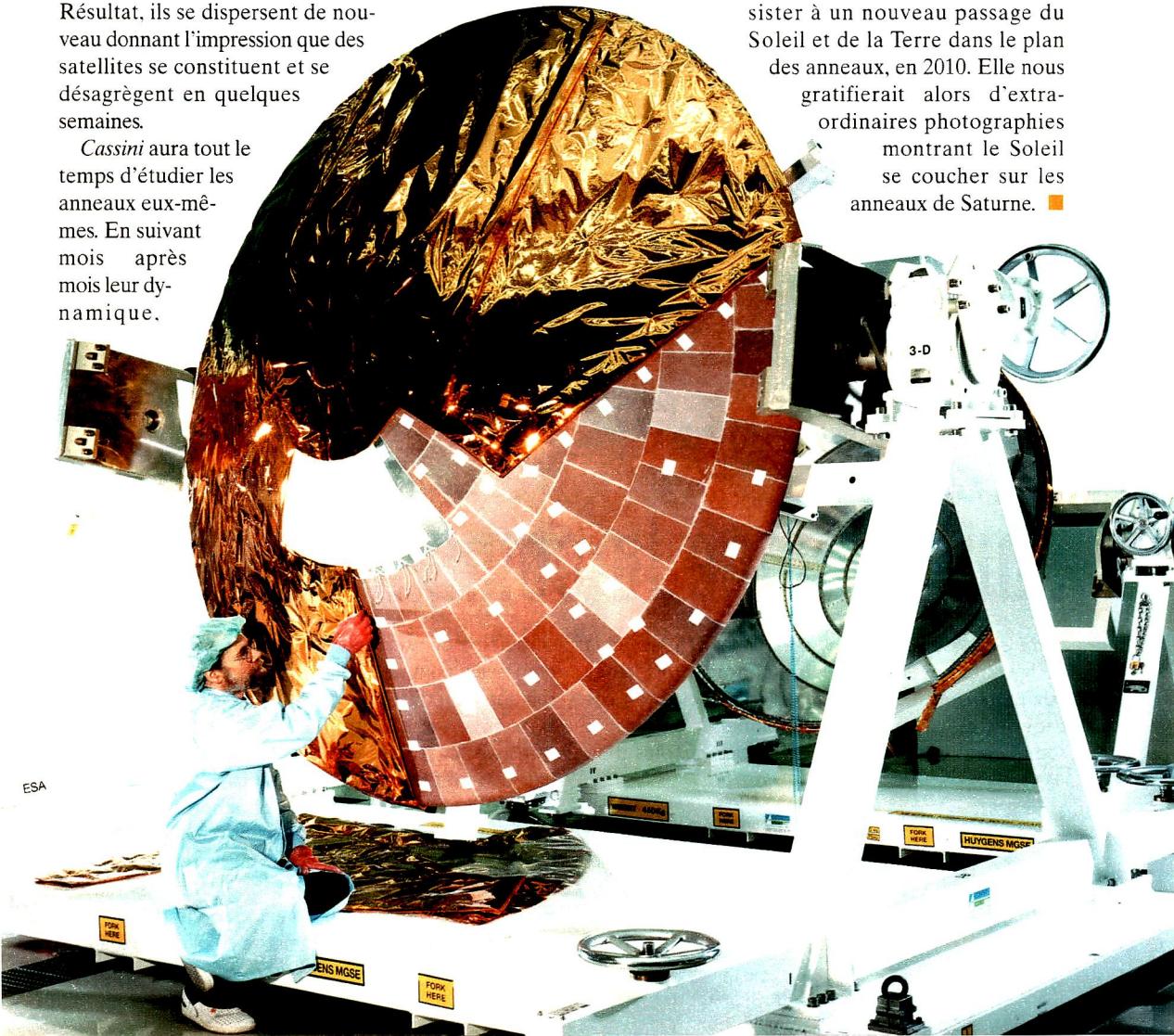
Cassini aura tout le temps d'étudier les anneaux eux-mêmes. En suivant mois après mois leur dynamique.

ainsi les astronomes seront peut-être en mesure de mieux comprendre par quel mécanisme ils perdurent depuis si longtemps. Ils pourront observer les interactions entre les particules des anneaux et le champ magnétique de la planète qui semblent à l'origine des "spokes", ces étranges taches sombres qui apparaissent de manière éphémère sur les anneaux. Enfin, la sonde offrira peut-être une réponse aux questions que l'on se pose sur la structure de

(2) La limite de Roche est la distance par rapport à une planète en deçà de laquelle les forces de marées de la planète sont si fortes qu'elles sont supérieures à la force de gravitation d'un satellite naturel censée maintenir la cohésion de ce dernier. Ce qui entraîne sa désagrégation.

l'anneau E, plus large que les autres et invisible depuis la Terre. Celui-ci mesure, en effet, entre 8000 et 15 000 km d'épaisseur (contre quelques dizaines de mètres seulement pour les autres). Or sa densité en particules est la plus forte à l'endroit où il est le moins épais, c'est-à-dire exactement sur l'orbite du satellite Encelade. Tout se passe comme si ce satellite alimentait en permanence l'anneau.

La dernière des grandes missions d'exploration du Système solaire externe promet donc une abondante moisson de découvertes. Si la sonde fonctionne encore au-delà de sa durée de vie nominale (après 2008) peut-être pourra-t-elle assister à un nouveau passage du Soleil et de la Terre dans le plan des anneaux, en 2010. Elle nous gratifierait alors d'extra-ordinaires photographies montrant le Soleil se coucher sur les anneaux de Saturne. ■



FUTURES C'EST DÉJÀ DEMAIN !

par Sonia Feertchak



Internet nous change la communication

Les e-mail entrent dans le secret des alcôves : aux Etats-Unis, les messageries électroniques sont de plus en plus utilisées

sées par les familles. Selon le cabinet d'études Forrester Research Inc (Cambridge), 55 millions d'Américains (plus d'un

cinquième de la population) vivent dans une maison disposant d'un e-mail. Et ils envoient 150 millions de messages par jour, soit près de 3 e-mail par personne et par jour !

Et les missives fusent, petits mots doux échangés par des amoureux séparés par un travail trop prenant ou par des frères et sœurs

Nombre de messages privés parcourent la planète via les fibres optiques des réseaux.

La France vieillit, le Nord résiste

● **En 2020, la France devrait compter 63,5 millions d'habitants, parmi lesquels 22,7 % de jeunes – contre 27,8 % en 1990. La région la plus jeune restera le Nord-Pas-de-Calais.**

Internet Service. Principal avantage des messageries électroniques : elles coûtent beaucoup moins cher que le téléphone.

Les chercheurs qui se sont intéressés au phénomène sont unanimes : la plupart des messages ne sont pas très profonds ; ils se limitent souvent à « Bonjour, comment vas-tu, merci pour ton e-mail d'hier, je t'embrasse ». Les correspondances « à la Madame de Sévigné » ne sont donc pas au goût du jour ; désormais, des messages d'un type nouveau, à mi-chemin entre l'oral et l'écrit, s'échangent à travers la planète.

TECHNOLOGIE Guerre des tranchées

La Direction des Postes et Télécommunications française vient d'autoriser WorldCom et Colt, deux opérateurs respectivement américain et britannique, à installer leurs propres câbles à fibres optiques pour permettre aux Parisiens d'accéder à Internet à moindre coût.

Mais, rappelle-t-on au



CEGETEL

Internet va-t-il accaparer les sous-sols urbains ?

ministère de l'Industrie, « les travaux de génie civil coûtent cher ». Donc, pas question de creuser des tranchées. Sans compter que le sous-sol de Paris ressemble déjà à un gruyère. Aussi, WorldCom

et Colt ont négocié avec la Ville de Paris de faire passer les fibres optiques par les égouts.

Le 1^{er} janvier 1998, le marché des télécommunications s'ouvrira à la concurrence. S'ils veulent utiliser les conduites déjà existantes (égouts, RATP, SNCF...), les opérateurs devront négocier avec les collectivités locales. A elles d'en tirer profit !

ROBOTIQUE

ÉMOTIONS CHEZ LES ROBOTS

Les créatures virtuelles sur écran se multiplient au Japon.

Fumio Hara, quant à lui, poursuit ses expériences sur les robots « à émotions » (voir *Science & Vie* n° 945, p. 180).

Ce professeur de l'université des sciences de Tokyo a ainsi « appris » à ses robots à déchiffrer les émotions de leur interlocuteur, et à adopter une tête de circonstance...

Le robot utilise une caméra, fixée dans son œil gauche, qui analyse la position des sourcils, de l'iris et de la pupille dans un plan. Ainsi, quand on est fâché, on fronce les sourcils et on plisse

les yeux : les zones « sourcils-iris-pupille » se rapprochent.

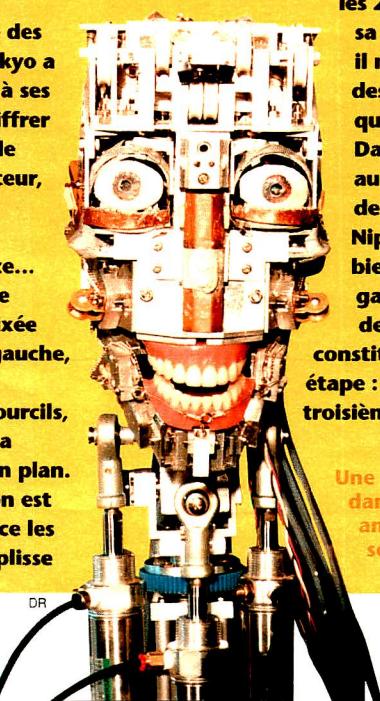
Le robot analyse aussi la position de la bouche. En fonction de l'expression reconnue (identifiée parmi

les 243 stockées dans sa mémoire),

il manifestera l'une des 6 émotions qu'il sait « mimer ». Dans la course aux créatures de synthèse, que les Nippons semblent bien décidés à gagner, construire des androïdes

constitue une nouvelle étape : l'accès à la troisième dimension.

Une caméra, placée dans l'œil de cet androïde, scrute son interlocuteur.



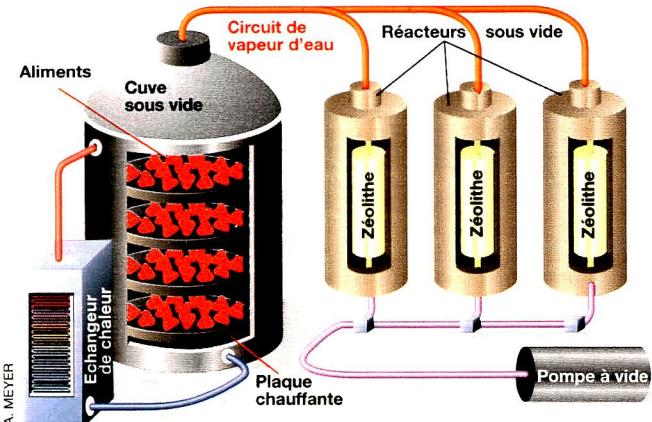
Chats au régime !

Les humains ne sont apparemment pas les seuls à souffrir de surcharge pondérale : la société agroalimentaire japonaise Ajimoto General Foods vient de lancer sur le juteux marché de la petfood (pet : animal familier en anglais) un aliment diététique destiné aux chats un peu trop rondsouillards.

Cette pâtée light est constituée de bœuf, de poisson, de légumes et... d'algues. Au menu, 310 calories pour 100 g. Quant au prix, il n'est évidemment pas allégé : 500 yens (25 F) les 400 g...

AGROALIMENTAIRE

Les aliments zéodratés arrivent!



Au cours de la zéodratation, l'eau qui s'évapore des aliments est captée par la zéolithe des réacteurs.

On connaît les soupes déshydratées et les omelettes lyophilisées; les aliments "zéodratés" pourraient bientôt les concurrencer. Praticable en agroalimentaire aussi bien qu'en cosmétologie, la zéodratation conserve

meille les produits que la déshydratation par air chaud et coûte beaucoup moins cher que la lyophilisation (dessiccation à très basse température).

Ce procédé utilise les vertus de la zéolithe, une argile capable de piéger

jusqu'à 30 % de sa masse en eau. Sous vide, les aliments sont d'abord placés sur une plaque chauffante pour que leur eau s'évapore. Cette eau est ensuite captée par des billes d'argile.

Ce procédé, uniquement utilisé pour l'instant par la société Desideo (à Orléans), préserve les propriétés organoleptiques et nutritionnelles des aliments. En effet, la zéolithe ne capte que les molécules d'eau. Par ailleurs, la zéodratation consomme dix fois moins d'énergie que la lyophilisation et... ne pollue pas : la seule substance rejetée est de l'eau distillée.

La puce et le champion

Le champion bionique n'est pas encore installé dans les *starting-blocks*, mais l'électronique aide déjà les athlètes à améliorer leurs performances. Témoin ce procédé britannique, mis au point par trois ingénieurs de la Manchester Metropolitan University (Cheshire).



B. COUILLER

Peter Dabnichki, Serdar Aritan et Tom McKee ont fixé à un javelot le microphone d'une guitare électrique. Quand la lance fend l'air, l'accélération qu'elle subit génère un petit champ électrique, amplifié et transmis à un ordinateur grâce à une puce d'émetteur radio. On visualise sur l'écran de l'ordinateur la force exercée et les accélérations, à la milliseconde près. Reste à l'athlète à exploiter ces données et à travailler, par exemple, la vitesse qu'il imprime au jet ou le mouvement du bras qui accompagne le lancer. Le procédé peut être appliqué à d'autres sports de lancer ou encore au tennis, au golf, au football...

TRANSPORTS

GAZOBUS : ÇA ROULE !

Après les bus électriques, voici les "gazobus". Selon Gaz de France, 80 à 150 bus devraient rouler au gaz naturel d'ici à la fin de 1998. A l'horizon 2002, les "gazobus" pourraient constituer la moitié du parc français des transports urbains. Quand les pics de pollution pointeront de nouveau leur nez, ces bus empêcheront-ils les nôtres de piquer ?

En 1998, Paris, Poitiers, Nice et Strasbourg "rouleront" au gaz.



P. MAHÉ/EDF

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

Nouveautés 98

- Dossier 24 pages
- Toutes les photos

SCOOP

CLIO II CONTRE **207**



25 FB Suisse 1.50 FF

Nouvelle
Mégane
Golf

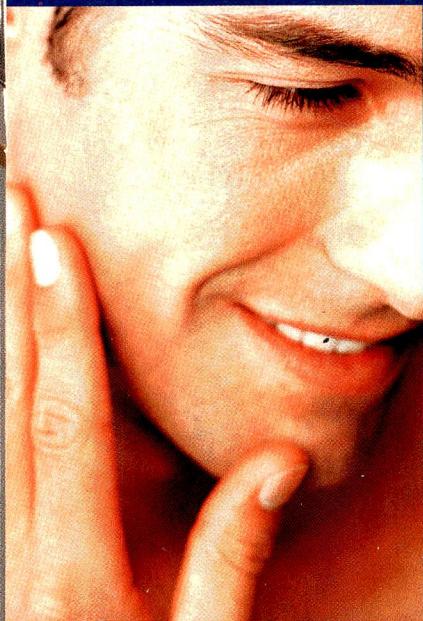
START

NOUVEAU

GEL DE RASAGE & SOIN APAISANT 2 en 1



PLUS DE
DOUCEUR
PENDANT
LE RASAGE



PLUS DE
DOUCEUR
APRÈS
LE RASAGE

UN FILM MICRO-PROTECTEUR

Pendant le rasage, un film micro-protecteur unique protège la peau des coupures et des agressions du rasoir, pour raser au plus près et tout en douceur.

UN SOIN AU GLYCÉRUM® NATUREL

Véritable 2 en 1, Start contient un soin au Glycérum® naturel, actif breveté aux propriétés hydratantes* et apaisantes, pour laisser la peau souple, confortable et incroyablement douce après le rasage.

GARANTI PAR LES LABORATOIRES

GARNIER