

SCIENCE & VIE

MENSUEL - N° 893

FEVRIER 1992

● De la glace
sur Mercure !

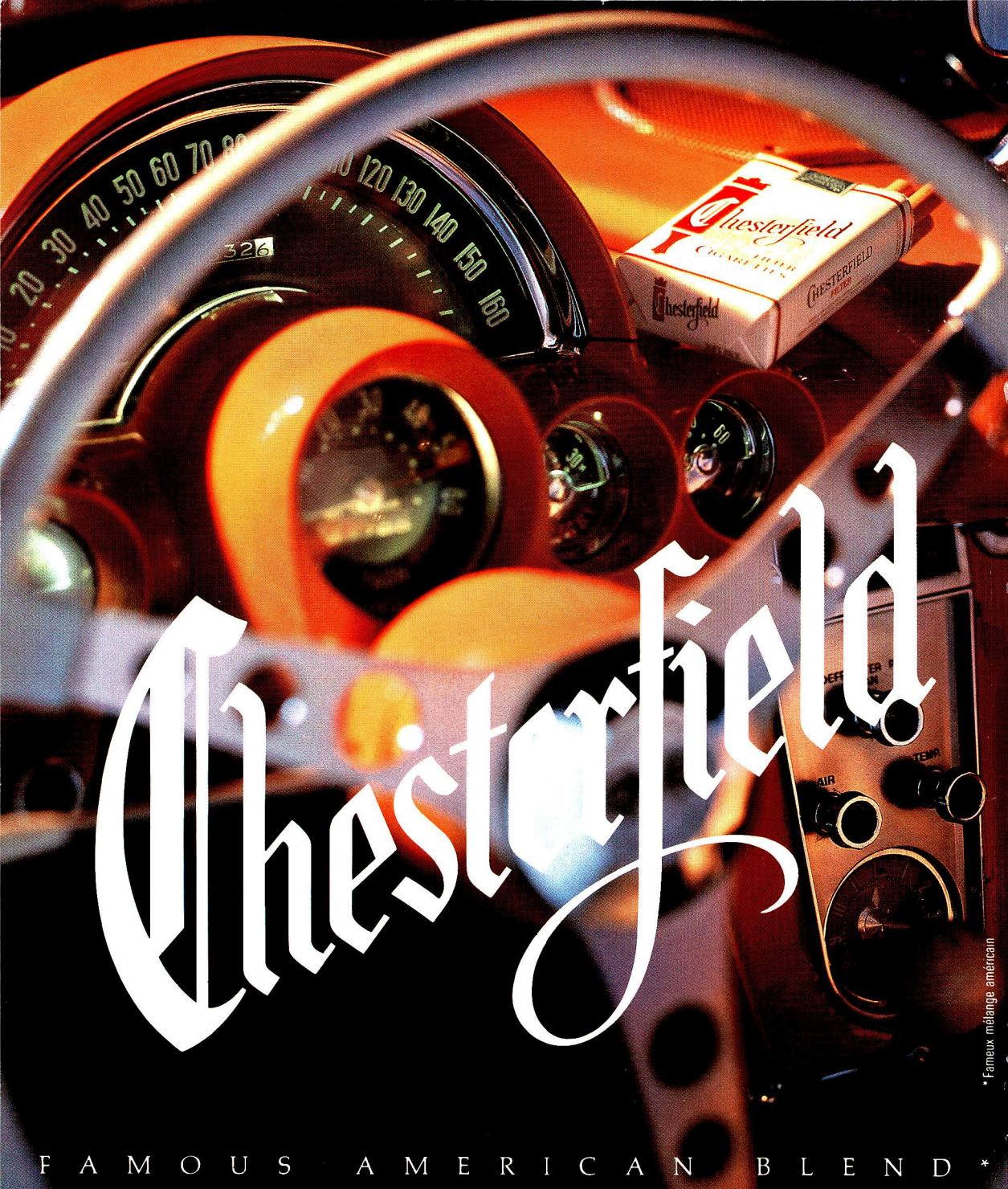
● La peinture
qui tue

● J.O. : la compétition
sans drogue
est-elle possible ?

PREMIERS
ACCIDENTS
DE LA CIRCULATION
SPATIALE

M2578 - 893 - 22,00 F





Chesterfield

FAMOUS AMERICAN BLEND *

SELON LA LOI N° 91.32

FUMER PROVOQUE DES MALADIES GRAVES

SCIENCE & VIE

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur général adjoint : FRANÇOIS FAHYS
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : PATRICIA BRAULT
Directeur marketing et commercial : FRANCIS JALUZOT
Directeur des études : ROGER GOLDBERGER

• RÉDACTION

Rédacteur en chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en chef adjoint : GÉRALD MESSADIÉ
Chef des informations,
rédacteur en chef adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en chef adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire général de rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaire de rédaction : FRANÇOISE SERGENT,
NADINE RAGUET
Rédacteurs : RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE
DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT,
PIERRE COURBIER, CHRISTINE MERCIER,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER,
DIDIER DUBRANA, HENRI-PIERRE PENEL,
MARC MENNESSIER, ISABELLE BOURLAIS
Secrétaire : MARIE-ANNE GUFFROY, PAULE DARCONNAT

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTON TOSCAS

• DOCUMENTATION

EMMANUELLE BILLON-BERNHEIM

• CONCEPTION GRAPHIQUE

CHRISTINE VAN DAELE

• MAQUETTE

LIONEL CROOSON

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING

Assistée de : NATHALIE HAPILLON

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
1 rue du Colonel Pierre-Avia - 75503 Paris Cedex 15
Tél. (1) 46 48 48 48 - FAX : (1) 46 48 48 67
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY

• SERVICES COMMERCIAUX

Abonnements : PATRICK-ALEXANDRE SARRADEIL
Assisté de : BRIGITTE CROUZAT
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAULT
Assisté de : MARIE CRIBIER
téléphone vert : 05 43 42 08 réservé aux dépositaires
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, PO Box 1860 - Hemlock Farms -
Hawley PA 18428 - USA

• PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECOR
27 rue de Berny - 75008 Paris - Tél. (1) 44 35 11 98
Directeur de la publicité : RICHARD TZIPINE-BERGER
Chef de publicité : KARINE PARENT

• À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT - Tél. (1) 46 48 48 66
Commande de reliures et d'anciens numéros :
CHANTAL POIRIER - Tél. (1) 46 48 47 18
Relations abonnés : Services Abonnements 1 rue du Colonel Pierre-Avia
75503 Paris Cedex 15 - Tél. (1) 46 48 47 08 (de 9h à 12h)

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changez d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,50 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
COPYRIGHT 1989 SCIENCE & VIE



BVP

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à SCIENCE & VIE

1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris Cedex 15

OUI, je souhaite m'abonner à SCIENCE & VIE

CBEE 1 AN + 4 hors série : 16 N°

280 F au lieu de 364 F*

CBEF 2 ANS + 8 hors série : 32 N°

513 F au lieu de 728 F*

CBEB 1 AN/12 N° : 220 F au lieu de 264 F*

CBEC 2 ANS/24 N° : 418 F au lieu de 528 F*

Cochez la case de votre choix - *Prix de vente au N°

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

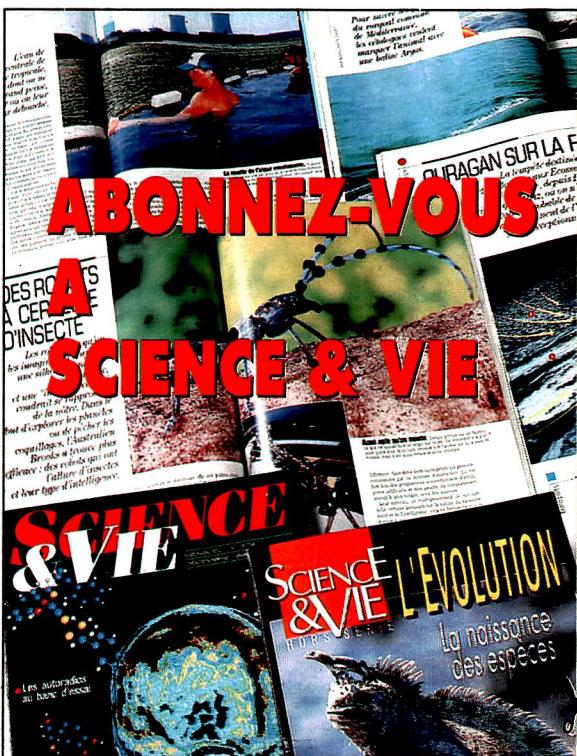
Code Postal _____ Ville _____

Ci-joint mon règlement à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED

Offre réservée à la France métropolitaine & valable jusqu'à fin 1992

RC PARIS B 572 134 773

S&V 893



SOMMAIRE



SAVOIR

Forum

De la glace sur Mercure
Jean-René Germain

L'intérieur du Soleil
dévoilé par les neutrinos
Daniel Tarnowski

La matière éclairée du dedans
Daniel Tarnowski

Un interrupteur fait d'un seul atome
Renaud de La Taille

Le détective moléculaire
Pierre Rossion

Manger sans grossir
Marguerite Tiberti

De l'entraînement physique,
à l'entraînement chimique
Steven Dickman et Jean-Michel Bader



La France va mieux qu'elle ne le croit
Alexandre Dorozynski

6 La fabuleuse odyssée de l'anguille
Marc Mennessier 60

12 Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié 73

14 POUVOIR

24 Circulation spatiale:
premiers accidents
Philippe Richard 80

32 Ski olympique: les centièmes
de seconde
se gagnent dans les labos
Eric Maunoir 88

36 La peinture qui tue
Didier Dubrana 96

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice 101

42 Des marchés à saisir 106

Il ne craint pas l'obésité, car il conserve ses adipocytes bruns, contrairement à l'homme qui les perd trois jours après sa naissance.

p. 36



Le ski, l'instrument sportif le plus scientifique.

Chimistes, physiciens, ingénieurs améliorent sans cesse cette planche pour permettre aux skieurs de gagner quelques centièmes de seconde supplémentaires.

p. 88



Dénoncé par une molécule.

Il suffit d'un échantillon d'ADN extrait d'un os à demi calciné pour identifier la victime et confondre le coupable. p. 32

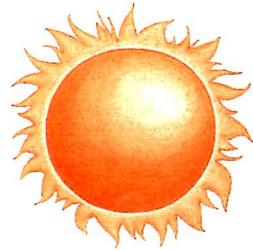


Elle a parcouru 6 000 km, depuis le lieu de sa naissance, au large de la Floride, jusqu'au lieu de son séjour : la gune saumâtre, rivière limpide ou étang isolé.

p. 60

De la glace sur Mercure.

Une étrange tache brillante, au pôle de la planète la plus proche du Soleil, pourrait être une calotte glaciaire. Beaucoup d'astronomes ont du mal à y croire. **p. 12**



UTILISER

Les jeux Olympiques en TVHD

Roger Bellone

108

Le BBS, confrérie des taste-logiciels

Henri-Pierre Penel

112

Grande distribution spécialisée : chacun y trouve son compte

Hervé Lhuissier

116

Science & Vie a lu pour vous

121

Science & Jeux

Yves Delaye, Renaud de La Taille et Henri-Pierre Penel

124

Echos de la vie pratique

Dirigés par Roger Bellone

138

Index 1991

Monique Vogt

et Pierre Parreaux

146

Combien d'athlètes sont dopés ?

D'incroyables documents, découverts à la faveur de l'effondrement de la RDA, montrent que les athlètes de ce pays étaient systématiquement dopés. Que découvrirait-on ailleurs dans des circonstances similaires ?

p. 42



Les privilégiés de la haute définition. Vingt-sept centres en France retransmettront les jeux Olympiques avec une qualité d'image exceptionnelle **p. 108**



**RETRouvez chaque mois
SCIENCE & VIE
OFFRE D'ABONNEMENT PAGE 1**

VOUS COMPRENDREZ DES LE 1^{er} VIRAGE
QUE LE TRAIN ARRIÈRE A EFFET AUTODIRECTIONNEL MARQUE
UN TOURNANT DANS L'HISTOIRE DE L'AUTOMOBILE.



CITROËN préfère TOTAL

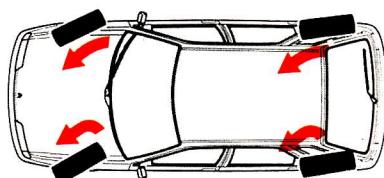
Les routes sinuuses sont les plus belles. Mais les automobilistes ne sont pas égaux dans les virages où se révèle la vraie nature des voitures. Ceux qui attendaient la CITROËN ZX au tournant n'auront pas attendu en vain; l'effet produit par le train arrière à effet autodirectionnel est saisissant.

L'innovation réside dans le mode de fixation du train arrière, les roues arrière braquant légèrement dans le

même sens que les roues avant permettent à la voiture de virer pratiquement "à plat". Voilà tout ce que vous devez oublier pour profiter pleinement du plaisir de conduire une CITROËN ZX.

Une collection de CITROËN ZX essence et diesel à partir de 70 800 F. Tarif au 1/07/91.

Relations clientèle 05.05.24.24 (appel gratuit) ou minitel 3615 CITROËN.



TRAIN ARRIÈRE A EFFET AUTODIRECTIONNEL.

CITROËN ZX. L'AUTOMOBILE COMME VOUS L'EN



Modèle présenté CITROËN ZX Volcane 1,9 l injection.



CITROËN

ENDEZ.

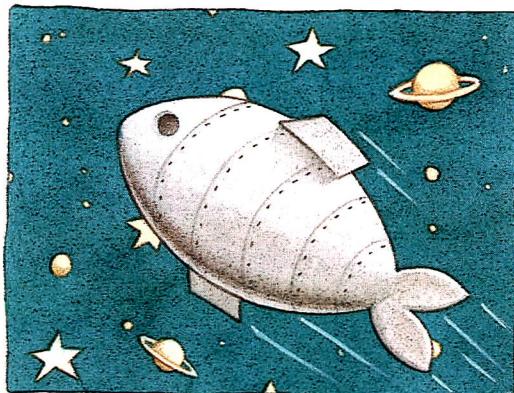
FORUM

Avril en novembre ou l'Ummite de Science & Vie

L'article d'Alexandre Dorynski sur un Ummite dans nos murs, dans notre n° 890, nous a valu une quarantaine de lettres et plus encore d'appels téléphoniques. Apparemment,

«Exabi ado aakboutz».

Cinq des lecteurs qui ont donc compris qu'il s'agissait d'un canular se sont indignés de nos "gamineries de collégien". Un lecteur d'Abidjan a même été jusqu'à dire que «la loi française devrait empêcher de pareilles choses.» Sans doute voulait-il dire que la loi devrait empêcher les diffusions



certains de nos correspondants ont omis de lire la rubrique où l'article était paru, blurgologie, c'est-à-dire science des blurbs ou balivernes lamentables à l'usage réservé des gogos, ces derniers étant évidemment ceux qui prêteraient foi à l'existence des fameux Ummites. Les autres, c'est-à-dire la majorité, avaient relevé l'intitulé de la rubrique et nous communiquaient leur sentiment sur le canular.

Il n'y a évidemment pas plus d'Ummite dans notre rédaction que de serpent de mer dans le bassin des Tuilleries. D'ailleurs, comme chacun sait, un véritable Ummite aurait dit: «Exabi aio aaxooaak» («les toilettes sont un véritable générateur de méthane») et non

de balivernes sur les Ummites. Nous sommes tout à fait d'accord avec lui.

Huit correspondants s'étonnent d'un poisson d'avril en novembre. C'est que la marée était en retard. Ils s'inquiètent: pourront-ils nous croire à l'avenir? Certes: ils n'auront qu'à vérifier que l'article n'est pas placé sous la rubrique blurgologie.

Dix lecteurs nous félicitent de notre humour et six autres nous adressent des compléments d'information "ummo-ristique". Ainsi, M. S. G., de Vermelles, a, lui aussi, démasqué un Ummite, qu'il a anesthésié à l'aide d'une substance homéopathique. Malheureusement, son sujet s'est évadé. Plutôt que la Nux vomica à 4

CH, conseillons-lui, la prochaine fois, d'anesthésier son sujet à la Vis dormitiva à 9 CH.

M. B. B., de La Tour du Leix, s'inquiète de la législation sociale qu'il convient d'appliquer à un Ummite démasqué par son employeur. Il nous a fait, incidemment, d'intéressantes suggestions ayant pour effet secondaire de réduire le chômage. M. J. S., de Dammartin, a tout de suite vu que la photo de notre article était truquée: il s'agirait, selon lui, du négatif, donc le personnage dont la peau apparaît bleue est normal, et ce sont les autres qui sont des Ummites.

M. Krontz Arkaabootz, docteur en blurgologie, nous reprend sur les 69 chromosomes que le LGBCBG aurait découverts dans les cellules de notre Ummite: «Je vous renvoie, écrit-il, à l'article des Prs Nose et Abond, dans le numéro du 1^{er} avril dernier du JOBARD (Journal of Obvious Blurgology and Anatomy Research and Development) et intitulé "Trisexualité in Ummite world". Au paragraphe 3, l'article parle de 68 chromosomes fixes et d'un 69^e chromosome mobile, très volatile, responsable de l'hyper-osmie de l'appareil olfactif ummite. Le schéma est homothétique à la structure du blurgonium, matériau de base utilisé dans la confection des vaisseaux spatiaux ummites. Son atome comporte 69 électrons, plus un électron libre qui, soumis à un champ magnétique faible, permet aux véhicules ummites de traverser l'espace à vitesse multiluminique.»

Nous regrettons de n'avoir pas pris connaissance de cet article au moment où nous rédigions le nôtre, toutefois, observons que la structure électronique du blurgonium n'a rien à voir avec ses propriétés hypercélestogènes. Celles-ci sont dues à la transformation d'un nombre imaginaire de

neutrons en antigravitons, sous l'action d'un champ d'ondes zygosmodiques de haute fréquence, comme l'a démontré le Pr Charles Atan, spécialiste incontesté des GAG (Geodynamic Anomalies of Gravity).

Enfin, le gouvernement ummite (*Ummoaelewe*) nous a fait l'honneur de nous écrire pour nous demander de garder le secret et de libérer son ressortissant J. F. Il est regrettable que le rédacteur du message ait confondu "Oemii", ce qui veut dire "humain", avec "Gee", ce qui veut dire "homme". La langue ummite évolue ou se perd.

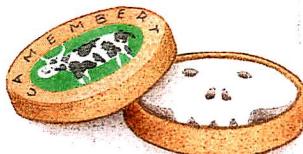
Rappelons que nous avons publié dans notre n° 891 une critique de l'ouvrage terrien princeps sur les Ummites et signalons à ceux qui voudraient en savoir plus sur la question que le prochain numéro de la revue *Ovni-Présence*, le n° 47 donc, sera un spécial Umbo. On peut l'obtenir en écrivant à cette revue, BP 57, Marseille La Plaine Cedex 01, en adressant un chèque de 35 F à l'ordre de SOS Ovni, qui l'enviera franco de port.

Brucellose et risques humains

M. P. R., de Dijon, nous adresse une photocopie d'un article des *Dépêches* du 6 décembre 1991: sur 150 bovins abattus à Pouillenay et Labergement-lès-Seurre, en Côte-d'Or, 32% étaient infectés par la brucellose et 42% par la leucose.

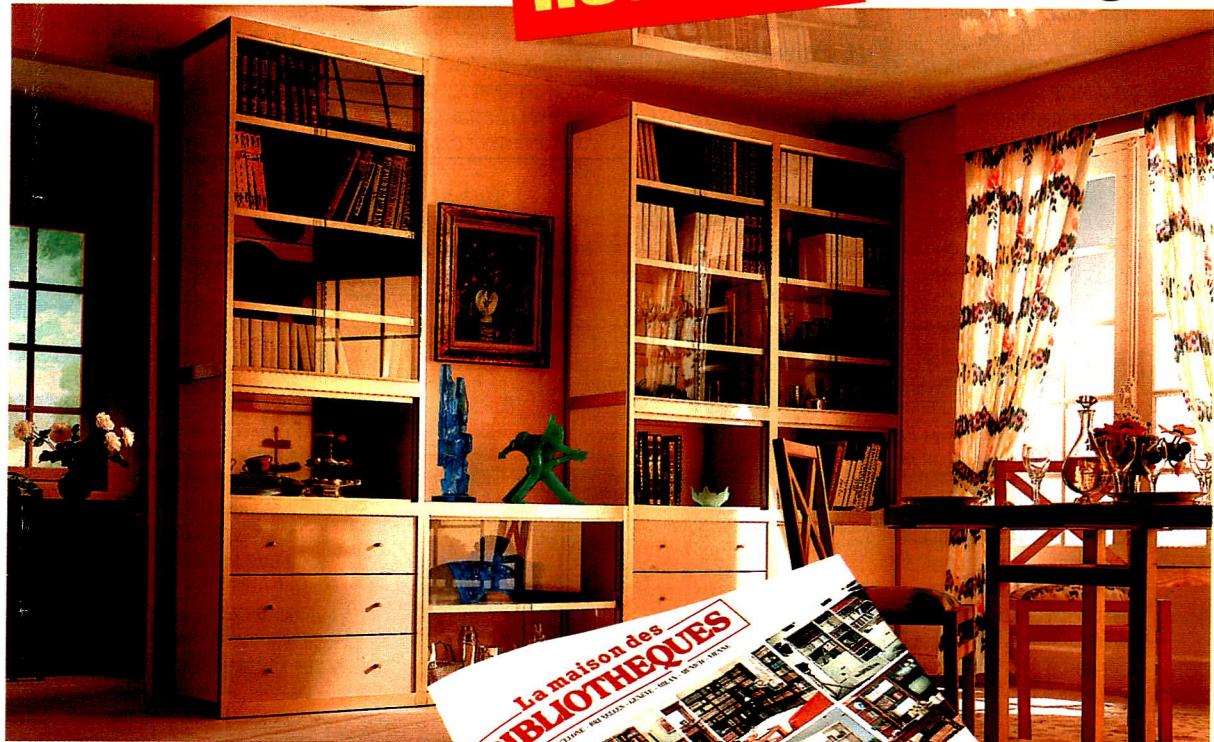
«A juste titre, écrit-il, votre revue dénonce les risques et

(suite du texte page 8)



La maison des BIBLIOTHEQUES

vous offre son **nouveau** catalogue



VISITEZ NOS MAGASINS

A PARIS : 61, RUE FROIDEVAUX - 75014 PARIS

Magasin ouvert le lundi de 14 à 19 h 30 et du mardi au samedi inclus de 9 h 30 à 19 h 30 sans interruption RER : Denfert-Rochereau - Métro : Denfert-Rochereau - Galté - Edgar-Quinet - Autobus : 28-38-55-60 - SNCF : Gare Montparnasse.

RÉGION PARISIENNE

APRASJON :

13, Route Nationale 20 (200 m devant la sortie Aprasjон-centre). Tél. 64.90.05.47

VERSAILLES :

64-70, rue des Chantiers. Tél. 39.53.66.09

PROVINCE

BIARRITZ :

11, rue des Halles. Tél. 59.24.08.74

BORDEAUX :

10, rue Boiffard. Tél. 56.44.39.42

BRIVE (Point Expo) :

30, rue Louis-Israël. Tél. 53.74.07.32

CLERMONT-FERRAND :

22, rue G. Clemenceau. Tél. 73.93.97.06

DUJON :

100, rue Monge. Tél. 80.45.02.45

DRAUGUIN (Point Expo) :

Zac de St-Hermenain. Tél. 94.67.33.19

GRENOBLE :

59, rue Saint-Laurent. Tél. 76.42.55.75

LILLE :

88, rue Esquermose. Tél. 20.55.69.39

LIMOGES :

57, rue Jules-Verne. Tél. 55.79.15.42

LYON :

9, rue de la République (métro Hôtel-de-Ville - Louis-Pradel). Tél. 78.28.38.51

MARSEILLE :

109, rue Paradis (métro Estrangin). Tél. 91.37.60.54

NANTES :

Magasin régional ouvert du mardi au samedi inclus.

MONTPELLIER :
8, rue Séiane (près gare). Tél. 67.58.19.32

NANCY :
8, rue St-Michel (face St-Epvre). Tél. 83.32.84.84

NANTES :
16, rue Gambetta (près rue Couleuvres). Tél. 40.74.59.35

NICE : 2, rue Offenbach. Tél. 93.88.84.55

PERPIGNAN :
17, cours Lazare-Escargot. Tél. 68.35.61.54

POITIERS :
42, rue du Moulin-a-Vent. Tél. 49.41.68.46

QUIMPER (Point Expo) :
17, av. de la Libération. Tél. 98.90.63.33

RENNES :
59, bd de la Tour-d'Auvergne. Tél. 99.30.56.07

ROUEN :
43, rue des Charrettes. Tél. 35.71.96.22

SAINTE-ÉTIENNE :
40, rue de la Montal. Tél. 27.25.91.46

STRASBOURG :
11, rue des Bouchers. Tél. 88.36.73.78

TOULOUSE :
(près place St-Sernin). Tél. 61.22.92.40

TOURS :
5, rue Henri-Barbusse (près des Halles). Tél. 47.38.63.66

Les cartes de paiement (carte bleue, Visa, MasterCard) et du crédit (Carte Pluriel), sont acceptées dans nos magasins, ainsi que pour les commandes par correspondance.



CATALOGUE 24H/24 PAR TÉLÉPHONE ENREGISTRÉUR

(1) 43207333

Demandez-le dans
nos magasins ou
renvoyez ce coupon

CATALOGUE GRATUIT

Retournez ce coupon à LA MAISON DES BIBLIOTHEQUES - 75680 PARIS CEDEX 14

SV 52

J'aimerais recevoir gratuitement et sans engagement votre catalogue avec photos couleurs, dimensions, essences, teintes, contenances, prix de tous vos modèles.

NOM _____

PRÉNOM _____

ADRESSE _____

LOCALITÉ _____

CODE POSTAL | | | | | TEL

PROFESSION _____

dangers liés à la pollution sous toutes ses formes. Dans la mesure où l'information ci-jointe s'avère exacte, il s'agit là d'un scandale n'ayant rien à envier à l'affaire des transfusions de sang corrompu. La brucellose étant transmissible à l'homme, il ne fait guère de doute que l'organisme entier de l'animal est infecté, donc impropre à toute consommation humaine. Alors, pourquoi la téméraire affirmation d'inocuité de la part des services vétérinaires, qui ouvre la porte du circuit alimentaire à une telle pourriture? Une autre question qui vient à l'esprit porte sur la vaccination obligatoire censée protéger le cheptel, à laquelle lesdits services consacrent une vigilance constante, soutenue par les contraventions aux infractions. Cette protection ne serait-elle que théorique?

Nous comprenons l'émotion de notre correspondant. Il convient toutefois de souligner que ses alarmes sont injustifiées. En effet, la leucose bovine n'est pas transmissible à l'homme; en revanche, la brucellose, elle, l'est, mais non pas, jusqu'à plus ample informé, par consommation de la viande de ces animaux, mais par celle de lait cru ou de fromages non pasteurisés fabriqués avec le lait d'animaux malades. Cela signifie que la mise en vente du bétail abattu a été autorisée en connaissance de cause par les services vétérinaires.

Les plus menacés, en l'occurrence, sont les fermiers et les vétérinaires en contact direct avec le bétail infecté, la contamination se faisant aussi par voie cutanée.

La vaccination des bovins n'est obligatoire que pour les génisses ayant atteint 12 mois. Il demeure toutefois qu'il y a bien eu négligence des éleveurs, puisqu'il a été dressé 700 procès-verbaux

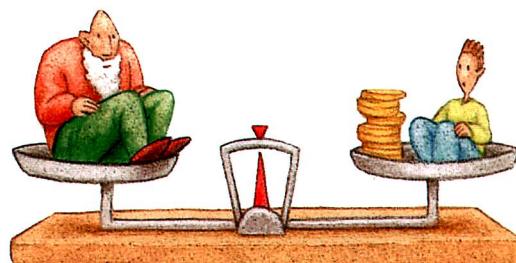
depuis août 1991, et considérable retard avant intervention des forces de l'ordre pour saisie et destruction des animaux infectés.

Retraites et cotisations aux caisses: nouveaux éléments

M. J.-P. N., auteur de la lettre sur les calculs des retraites, nous fait remarquer que nous avons omis de mentionner dans sa lettre la cotisation patronale de 1,60%. En effet, cet oubli entraînait une lacune

salaires pour financer solidairement la retraite des anciens n'ayant pas cotisé ou peu cotisé avant 1945. Nos comptables et nos élus avaient calculé le pourcentage de nos cotisations, afin d'équilibrer les dépenses de retraités non cotisants, les réserves à constituer pour garantir l'avenir évolutif des retraités et les frais administratifs d'installation et de fonctionnement des caisses de retraite.

»Or, à l'heure actuelle, ces retraités non ou peu cotisants en 1945 ont disparu: les plus jeunes, qui auraient donc eu 65 ans en 1945, seraient aujourd'hui âgés de 112 ans.



concernant le mode de calcul de 16,35% (cotisations salariales à 6,55% + cotisations patronales 8,20% + 1,60%). Nous prions ce correspondant et nos lecteurs d'excuser cette omission et de rétablir donc l'élément absent.

Par ailleurs, ce lecteur écrit: «Mes calculs mathématiques de comparaison des revenus m'incitent à poursuivre mes réflexions. Quand j'ai commencé à travailler, en 1945, j'avais 18 ans. Les retenues pour cotisations maladies et retraites étaient les suivantes:

- part salariale: 6%, dont 3% de retraite

- part patronale: ?

»A cette époque-là, les droits à la retraite étaient acquis à 65 ans. Les travailleurs comme moi, tant salariés qu'indépendants, ont accepté généralement le prélèvement sur leurs

»En estimant que le nombre actuel des chômeurs, non cotisants, soit identique ou légèrement supérieur au nombre des précédents retraités n'ayant pas cotisé (puisque l'âge de retraite est passé de 65 à 60, voire 55 ans), on s'explique difficilement qu'on envisage de modifier et réduire les retraites, alors que:

- les cotisations retraite ont plus que doublé, la part patronale passant à 8,20% + 1,60%, et la part salariale passant de 3% en 1945 à 6,55%;

- contrairement aux obligations faites aux sociétés privées professionnelles de publier et de faire parvenir chaque année aux actionnaires ou aux adhérents d'associations et de mutuelles un rapport avec bilan, compte d'exploitation avec recettes et dépenses, avec les rapports du commissaire aux

comptes et autres documents, les cotisants salariés et patronaux ne reçoivent jamais ces documents des organismes sociaux; ceux-ci seraient pourtant nécessaires pour donner des directives de contrôle à leurs mandataires élus aux conseils de surveillance et d'administration...»

Toujours à ce sujet, M. J.-P. B., de Gentilly, observe que: «les comparaisons que fait votre lecteur entre rendement de la retraite Sécurité sociale et rendement de placements financiers semble à l'avantage de ces derniers. Malheureusement, cette comparaison se fonde sur l'hypothèse d'une inflation nulle, ce qui n'a jamais été le cas dans le passé et n'a pas de raison de l'être dans l'avenir. Or, même une faible inflation fausse la comparaison, de par les durées en jeu...»

Tel est également l'observation que fait M. J.-C. J., de Saint-Auvent: «Supposer le franc constant pour évaluer la capitalisation des cotisations sur 37 ans 1/2 majore outrancièrement le résultat. En effet, si l'on prend comme base le salaire mensuel réel, année par année, même en tenant compte de la rémunération du capital progressivement acquis, nous sommes loin des 441 450 F avancés. Le calcul ne donne que 222 434,8 F... Un placement à 9,44% ne rapporterait donc que 222 434,8 F x 0,0944 = 20 997,8 F par an, bien inférieurs aux 36 000 F de la Sécurité sociale.»

Nous ne pouvons malheureusement pas publier ici le calcul actuariel de ce lecteur, faute de place. Ce lecteur note par ailleurs que «la retraite de la Sécurité sociale quant à elle est bien de 50% des dix meilleures années, réévaluées au franc actuel.» Avec 3% théoriques d'inflation annuelle, en effet, il convient de rap-

UNIQUE : PROGRESS HOMME DE L'OREAL ESTOMPE NATURELLEMENT VOS CHEVEUX GRIS.

Pour la première fois, un gel capillaire est capable, en deux semaines, de repigmenter naturellement les cheveux gris des hommes.

Un véritable exploit technologique signé l'Oréal.

PROGRESS HOMME : LA MOLECULE QUI CHANGE TOUT.

Les laboratoires de l'Oréal créent aujourd'hui l'événement.

Progress Homme, le 1^{er} gel de repigmentation naturelle, reconstitue à l'intérieur de la fibre capillaire de véritables pigments de mélanine, pigment naturel du cheveu.

La formule de Progress Homme intègre – et c'est une première mondiale – la molécule indispensable à la formation de mélanine (le 5,6 Dihydroxyindole dont l'absence, souvent due à l'âge, bloque purement et simplement la pigmentation du cheveu).

Progress Homme n'a donc rien à voir avec une coloration : sa formule unique convient aussi bien aux cheveux châtais ou bruns qu'aux cheveux blonds.

EN DIRECT
AVEC DES UTILISATEURS PROGRESS HOMME.
Appelez le 47 31 92 92.
Des utilisateurs réguliers de Progress Homme vous parleront de leur propre expérience et répondront à toutes les questions que vous pouvez encore vous poser.



LE TEST PROGRESS HOMME.
Ces photos ont été réalisées entre le 21 et le 31 mai 1991 dans des conditions réelles d'utilisation.

PROGRESS HOMME. QUELS RÉSULTATS ?

Avec Progress Homme, pas de changement brutal mais un retour progressif et discret à la nuance naturelle du cheveu.

Au fur et à mesure des applications, Progress Homme fait graduellement réapparaître la couleur en deux semaines.

"Gagner des années en retrouvant la couleur de ses cheveux de 20 ans" : c'est le témoignage de ceux qui ont essayé Progress Homme. Non seulement ils n'ont plus de cheveux gris mais on leur trouve meilleure mine, l'air plus jeune, plus "en forme" qu'avant.



PROGRESS HOMME. COMMENT L'UTILISER ?

Chaque étui Progress Homme contient un gel de repigmentation et un shampooing de finition permettant 4 applications. Appliquez le gel directement sur cheveux humides, émulsionnez légèrement pour répartir le produit (c'est facile, il ne coule pas).

Attendez 10 à 15 minutes puis rincez abondamment et terminez par le shampooing de finition qui s'utilise comme un shampooing habituel.

Au début, 2 applications par semaine sont nécessaires pour estomper les cheveux gris. Dès que vous aurez atteint le degré de repigmentation désiré (au bout de 4 applications en moyenne), espaces les applications. Une application toutes les 2-3 semaines suffit ensuite pour entretenir le résultat obtenu, ou plus souvent si vous souhaitez accentuer le degré de repigmentation.

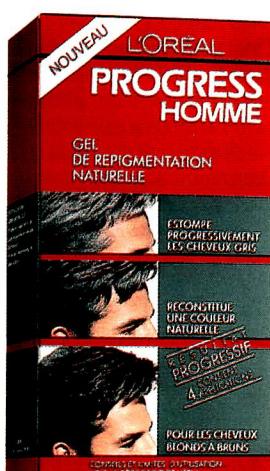
PROGRESS HOMME EST-IL POUR VOUS ?

La formule de Progress Homme convient à toutes les couleurs de cheveux.

Cependant, il existe des cas extrêmes où elle ne peut agir : c'est le cas de cheveux très clairs, très blonds, roux, très foncés ou noirs. C'est aussi le cas des chevelures majoritairement blanches ou comportant des parties entièrement blanches.

Enfin, Progress Homme ne doit pas être appliquée sur cheveux colorés.

PROGRESS HOMME L'ORÉAL



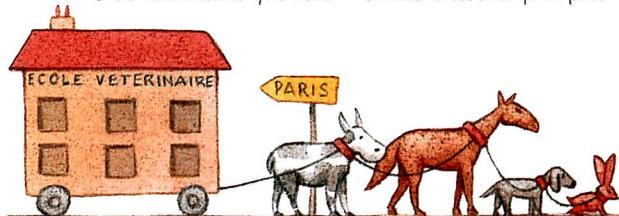
peler qu'un franc de 1980 ne représente plus que 0,72 F de 1990. Ce lecteur conclut donc que la solidarité a encore de belles années devant elle.

L'Ecole vétérinaire d'Alfort en danger

Un lecteur, lui-même médecin vétérinaire dans cette école, nous communique le texte d'une pétition que nous reproduisons volontiers, légèrement abrégée:

«L'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort existe depuis deux cents ans. C'est deux cents ans de formation:

- de vétérinaires que vous



consultez fréquemment pour vos animaux de compagnie;
 ● de vétérinaires qui traitent les animaux d'élevage;
 ● de vétérinaires qui contrôlent la qualité de vos aliments d'origine animale...

»L'Ecole nationale vétérinaire d'Alfort, c'est aussi et surtout une gigantesque consultation, la deuxième d'Europe. La compétence des professeurs ainsi que la motivation et le dévouement des étudiants constituent, à la source, une alliance de soins de qualité.

»Le gouvernement a prévu, sans nous en prévenir, la fermeture de l'ENVA. Loin de Paris, l'Ecole sera coupée de ses points de force et ne sera plus en mesure d'assurer les mêmes services. Bien moins d'animaux pourront donc en bénéficier, et l'on peut se demander si les infrastructures seront aussi performantes qu'elles le sont actuellement et

ce que sera la formation des futurs vétérinaires. Une pétition sera donc disponible chez les vétérinaires pour s'y opposer.»

On peut certes défendre le principe d'une décentralisation de certaines grandes institutions, qui tempérerait leur concentration, parfois excessive, à Paris et dans la région parisienne. On peut toutefois se demander si elle est opportune pour certains corps et institutions dont la qualité et l'efficacité sont liés à leur "histoire naturelle", c'est-à-dire étroitement dépendantes de l'accès à certains sites qui s'est fait au cours des décennies. C'est ainsi qu'on peut

"Conduite auto: les tranquillisants aussi dangereux que l'alcool". Bien évidemment, je suis l'un de ces camés... Et bien que conduisant ma voiture très souvent, j'ai eu peut-être la chance de ne pas avoir d'accident... mais je ne bois pas d'alcool, ni vin, ni bière. Il est certain que sur un plan strictement médical, les benzodiazépines ne sont pas totalement inoffensives, mais quel médicament l'est-il?...»

Après avoir exposé son cas – qui est particulier, puisque ce lecteur a souffert d'une tuberculose rénale à 31 ans, puis d'une poliomélyrite à 32 ans, et enfin d'une tumeur au poumon –, ce lecteur reprend: «Notre ministre de la Santé fait actuellement campagne, incité sans doute par le "déficit" de la Sécurité sociale et par certains médias, dont hélas le vôtre, contre l'utilisation jugée abusive des tranquillisants et de somnifères éventuellement... Alors si ce ministre veut supprimer, en qualifiant de médicaments de confort ce qui n'est que médicaments de survie, ces tranquillisants, que veut-il exactement? Remplir les hôpitaux psychiatriques? Remplir les prisons? Remplir les cimetières? Faire dépenser encore plus, tant par les intéressés que par la Sécurité sociale, qui remboursera des visites médicales encore plus fréquentes?...»

Rappelons donc à ce lecteur que le premier des trois articles cités ci-dessus était motivé par une consommation anormalement élevée de tranquillisants en France. Il n'y au-

cune raison de croire que les Français ont plus besoin de tranquillisants que les Allemands, les Américains ou les Anglais, par exemple. Nous n'avons fait que révéler une facilité entretenue à la fois par une partie du corps médical et par le public. Et notre objectif n'était et n'est certes pas de faire bannir les tranquillisants de la pharmacopée.

En tout état de cause, il ne semble pas que les hôpitaux psychiatriques, les prisons et les cimetières de nos voisins européens, moindres consommateurs de tranquillisants, soient plus encombrés que les nôtres.

Les deux autres articles auxquels se réfère notre correspondant ne sont nullement des prolongements du premier, puisqu'ils sont inspirés par deux faits ultérieurs dont le contenu est évidemment totalement indépendant de notre gré ou de notre interprétation. L'affaire de l'Halcion a justifié une couverture et un article de fond de notre confrère américain *Newsweek*, ainsi que d'innombrables autres articles dans la presse internationale. Quant aux dangers des tranquillisants pour la conduite automobile, ils ont été révélés par une enquête indépendante des sujets précédents. Nous ne voudrions pas penser que notre correspondant nous reproche d'informer nos lecteurs, simplement parce qu'il s'agit de tranquillisants.

Quant à notre influence sur les décisions ministérielles, il nous semble que ce lecteur nous fait bien de l'honneur. Nous en serions flattés, si c'était vrai, mais nous en doutons: justement, notre opinion, contraire à celle du ministère, est que les tranquillisants ne sont pas des médicaments de confort. Ou bien alors la chirurgie à cœur ouvert serait une chirurgie de confort...

Tranquillisants et tranquillisés

«Abonné depuis de longues années à votre revue, j'en apprécie depuis fort longtemps les différents articles», écrit M. R. T., de Nérondes, qui nous précise que l'objet de sa lettre est notre série d'articles sur les tranquillisants: «n° 856, "Les Français "camés" aux benzodiazépines"; n° 890, "Le tranquillisant qui peut rendre meurtrier"; et n° 891,



Enfin, nous ne savons certes pas encore tout des effets des benzodiazépines, puisqu'un de leurs dérivés, le Ro 5 - 3 335, s'est révélé actif contre plusieurs souches des virus HIV 1 et HIV 2 du sida, et même, détail important, contre les souches résistantes à la drogue classique contre cette maladie, l'AZT. D'autres dérivés, telle la Tétra-imidazo-benzodiazépine ou TIBO, se sont révélés actifs contre le HIV 1. Toutefois, l'étude sur l'animal indique une néphrotoxicité.

Mitochondries et spermatozoïdes

M. C. B., de Louveciennes, reprend dans l'article "Les gènes d'Abraham" (n° 891) les lignes suivantes: «Les mitochondries ont la particularité peu commune d'avoir les gènes transmis uniquement par la mère, et non par les deux géniteurs, simplement parce



que l'ovule est bourré de mitochondries, alors que le spermatozoïde n'en contient pratiquement pas.» «L'auteur, écrit-il, oublie de signaler que, lors de la fusion du spermatozoïde et de l'ovule, tous les constituants du premier sont lysés, mitochondries incluses, exception faite de la membrane plasmique, qui fusionne avec celle de l'ovocyte, de son noyau et de son centriole

proximal, qui assure la première division du zygote. Ce qui explique que le matériel génétique des mitochondries soit uniquement d'origine maternelle.»

C'est vrai, et c'est un argument de plus pour la transmission maternelle. Reste à savoir si, dans le cas où le spermatozoïde avait contenu de nombreuses mitochondries, celles-ci seraient lysées, ou bien si leurs gènes seraient intégrés à l'embryon résultant de la fusion.

«Merci pour votre revue», écrit M. J.-C. M., d'Annecy, qui ajoute à notre réponse à M. Z. N., sous la rubrique "Spermatozoïdes fragiles" (n° 891), un rappel de la «croyance courante dans le monde méditerranéen, selon laquelle, pour avoir un garçon, l'homme doit avoir ses rapports sexuels immédiatement après un grand effort physique.»

La cuiller dans la bouteille de champagne

M. P. K., de Bron, évoque le truc qui consiste à empêcher la mousse de déborder d'une bouteille de champagne qu'on vient de déboucher en y plongeant le manche d'une petite cuiller. «Je pense que cette méthode n'est valable, écrit-il, que lorsque le champagne n'est pas à la bonne température ou que la bouteille a été quelque peu agitée... et effectivement on peut dire que la cuiller empêche le gaz de partir.» Ce lecteur joignait à sa lettre une information de presse, qui avance que ce truc empêcherait, en effet, le champagne de s'éventer.

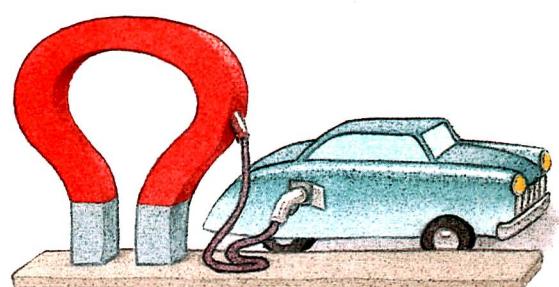
Il y a malentendu, semble-t-il. Le manche en métal de la cuiller constitue un obstacle qui fait éclater les bulles de la mousse au fur et à mesure qu'elles sortent du goulot, et



cela, quelle que soit la température. Une fois passée la première effervescence, et la mousse réduite en liquide, le manche de cuiller n'a plus aucun intérêt et ne peut évidemment empêcher le champagne de s'éventer. Le seul moyen pour empêcher cela est alors d'appliquer un bouchon à pression.

Graphite et huile pour moteur

M. R. S., de Saint-Louis, qui fut agent commercial et technique dans un grand groupe pétrolier, écrit ceci à propos des champs magnétiques et du taux de combustion des moteurs (n° 891): «M. L. T. avance qu'en ajoutant du graphite "colloïdal" à l'essence, il a réduit sa consommation de 31,40%. Ce chiffre me laisse rêveur. Le graphite réduit bien le coefficient de frottement et résiste jusqu'aux environs de 500° C. Toutefois, avec une huile moteur fortement dopée en graphite, le processus est le suivant: dans un premier temps, le graphite remplit les pores des parois des cylindres, jusqu'à leur surcharge. Dans un second temps, les molécules en surabondance se détachent des parois et s'amassent dans des parties du moteur où elles peuvent devenir nocives, notamment dans les circuits de graissage et le vilebrequin, dans le seul moteur, mais ce n'est là qu'une supposition. ●



PAR JEAN-RENÉ GERMAIN

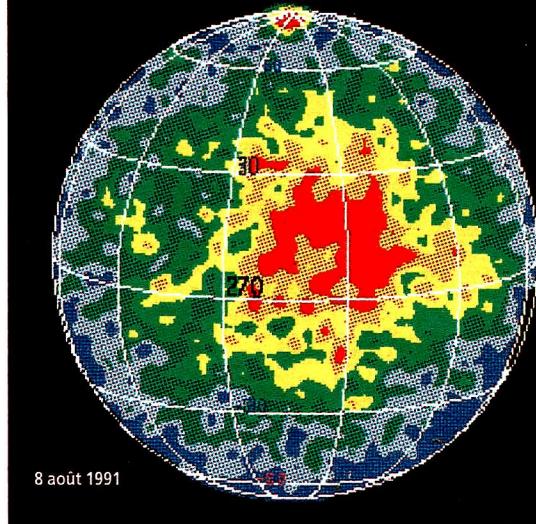
DE LA GLACE SUR MERCURE

La plus petite planète de notre système solaire, trois fois plus proche du Soleil que la Terre et deux fois plus que Vénus, dont le sol atteint 430° C, aurait une calotte de glace à son pôle Nord! C'est la révélation étonnante qu'apporte cette image radar.

Pour la première fois, une équipe d'astronomes a réussi à obtenir, depuis la Terre, des images radar de tout un hémisphère de la plus discrète des planètes de notre système solaire. Et, depuis, ils sont obsédés par une petite tache située sur le pôle Nord de la planète. Si l'on en croit ses découvreurs, cette tache serait le signe, on ne peut plus inattendu, que la glace existe sur Mercure ! L'affaire ne manque pas de surprendre : Mercure est la planète la plus proche du Soleil. Alors que la Terre en est éloignée de 150 millions de km, Mercure n'en est distant que de 58 millions de km.

La nouvelle a fait le tour du monde, reprise notamment par la revue britannique *Nature*. Il y a près de trente ans que la petite planète n'avait pas fait parler d'elle. C'est en 1965, en effet, qu'on a découvert que Mercure est animé d'un très lent mouvement de rotation sur lui-même et, de ce fait, ne présente pas toujours la même face au Soleil contrairement à ce que l'on pensait auparavant. On avait donc appris qu'il n'y existait pas de régions perpétuellement plongées dans l'obscurité.

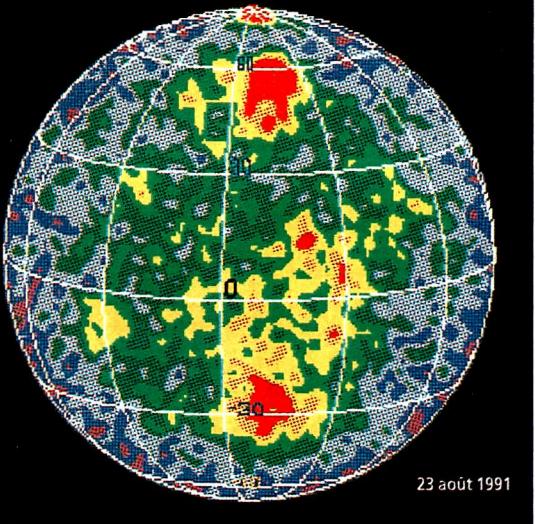
La dernière découverte remonte au 8 août dernier. C'était l'un de ces jours bénis des astronomes (une "fenêtre") où ils peuvent observer un corps ou un phénomène dans des conditions optimales. Il faut savoir, en effet, que la trajectoire apparente de Mercure dans le ciel rend son observation très difficile : la petite planète oscille de part et d'autre du Soleil en quatre mois et ne s'en écarte jamais de plus de 28°, ce qui fait qu'elle est souvent noyée dans le flux de lumière solaire. Par ailleurs, avec une période de révolution égale à 58,65 jours, les jours mercuriens sont deux fois plus longs que l'année mercurienne. De ce fait la planète présente une même région pendant très longtemps aux rayons du Soleil ou à l'ob-



servation depuis la Terre. Depuis le début du siècle, on n'avait jamais pu observer qu'un hémisphère.

Ce jour-là, donc, la configuration est idéale puisque Mercure passe presque au plus près de la Terre (à plus de 80 millions de km tout de même !) et que tout un hémisphère de la planète, jamais observé jusque-là, nous fait face. Comble de chance, le pôle Nord de Mercure pointe légèrement vers la Terre. C'est l'occasion rêvée qu'attendent Martin Slade, du Jet Propulsion Laboratory, et Duane Muhleman, du Californian Institute of Technology, pour décocher un puissant signal radar (500 000 W). Pendant huit heures, le radiotélescope de Goldstone, en Californie, darde son antenne en direction de Mercure. Le signal réfléchi est récupéré par les 27 antennes du Very Large Array, le réseau de télescopes, de 25 m de diamètre chacun, déployé au Nouveau-Mexique.

Quelques jours seront nécessaires pour dépouiller ce premier cliché. On y distingue nettement une calotte ovale, d'environ 640 x 300 km, au pôle de la planète. Un peu plus tard, le 23 août, une nouvelle salve radar confirme l'observation précédente. Vue depuis la Terre, Mercure a tourné de 101° et la tache, toujours là, s'est elle aussi déplacée. «Elle paraissait trop importante pour qu'il s'agisse d'un artefact», déclare Martin Slade. Il se passe donc bien quelque chose d'étrange au pôle. Mais quoi ? Petit à petit, une idée un peu folle commence à faire son chemin. Cette tache claire ne serait-elle pas la signature radar de la glace ? Beaucoup ont du mal à y croire, non sans raisons. Mercure ne possède pas à proprement parler d'atmosphère ; juste un peu d'hydrogène et d'hélium soufflés par le vent solaire et quelques gaz inertes libérés par son sous-sol ; en tout cas, aucune protection sérieuse contre les implacables rayons du Soleil. De plus, et c'est une particularité rotationnelle



L'étrange tache du pôle

8 août dernier, conjoncture exceptionnelle: Mercure passe (presque) au plus près de la Terre et nous présente sa face inconnue. Les radiotélescopes en profitent pour envoyer un puissant signal radar. Surprise: les astronomes distinguent, au pôle Nord, une forme (en rouge sur ces images retravaillées par ordinateur à partir des clichés) qui réfléchit fortement les ondes radio. Elle sera observée à nouveau le 23. Pour ses découvreurs, cette tache pourrait être la "preuve" de la présence de glace ! De vastes régions au niveau de l'équateur présentent également une forte réflectivité radar. Mais là, comme les températures culminent à 430°C, les chercheurs pensent plutôt à une forte concentration en sodium libéré par la planète lors d'un violent impact. Ces zones pourraient donc correspondre à de gigantesques cratères comme il en existe sur la face "connue" de Mercure.

unique dans le système solaire, le Soleil frappe toujours perpendiculairement à l'équateur, puisque le plan de son orbite est seulement incliné de 7° sur celui de l'équateur. Conséquence : sur Mercure, pas de saisons, de forts écarts thermiques entre la nuit et le jour et surtout, à l'équateur, des températures qui peuvent atteindre les 430°C ! Autant dire que ces conditions ne sont pas réellement propices à la formation de la glace. Sans compter que Mariner 10, la seule sonde à avoir jamais frôlé Mercure, n'a détecté aucune anomalie de ce type lorsqu'elle a survolé une partie du pôle en 1974...

Mais à tout cela, les partisans de la glace ont d'ores et déjà commencé, timidement, à fournir des éléments de réponse fondés sur la dynamique des gaz. Selon Duane Muhleman, n'importe quel corps volatil, éventuellement apporté par les comètes ou les astéroïdes qui croisent en permanence l'orbite mercurienne, est quasi instantanément renvoyé dans l'espace. L'équateur surchauffé par son intense rayonnement solaire communique, en effet, aux atomes et molécules de gaz piégés par le champ gravitationnel de Mercure la vitesse nécessaire pour

vaincre l'attraction et s'échapper. «Si la majeure partie des gaz s'envole alors à tout jamais, une petite fraction est, elle, piégée aux deux pôles.» Et ce gaz serait essentiellement constitué de vapeur d'eau. Ce qui expliquerait l'aspect très brillant de la tache (elle apparaît en rouge sur notre document, mais c'est en raison du traitement en fausses couleurs). Les chercheurs savent en effet que, lorsque sa température est suffisamment basse, la glace réfléchit fortement les ondes radio. C'est ce qu'ils ont pu récemment vérifier sur Mars, où une calotte glaciaire couvrant le pôle Sud était d'un blanc éclatant. Mais ils reconnaissent néanmoins qu'ils sont loin de connaître les propriétés de réflectivité radar de tous les matériaux qui composent le système solaire.

A supposer qu'il s'agisse bien d'eau, comment peut-elle se solidifier et se maintenir à l'état de glace sans se sublimer sous l'effet des rayonnements qui n'épargnent pas les pôles ? Pour certains, l'image de Mercure entièrement écrasé sous le Soleil est si profondément ancrée dans les esprits qu'elle a empêché jusque-là d'autres modèles de voir le jour. Justement, deux chercheurs de l'université de Californie, David Paige et Stephen Wood, ont entrepris, à la suite de cette affaire, de redessiner la carte thermique de la planète. D'après leurs modélisations, les "nouvelles" températures polaires avoisineraient en fait -125°C et descendraient même en-dessous de cette valeur au fond des cratères qui criblent la région. Des calculs qui viendraient donc à point nommé... Cette basse température s'explique par le fait que, dans les régions polaires, les rayons solaires parviennent très obliquement au sol.

A ceux qui rétorquent encore une fois que Mariner 10 aurait dû trouver trace de cette étonnante structure, l'équipe de Martin Slade répond par une hypothèse supplémentaire. Cette glace serait enterrée sous une couche de débris rocheux comme il en existe partout en surface de Mercure. Cette couverture de régolite (de la roche pulvérulente) l'aurait protégée du regard de la sonde mais non des ondes radio. Reste encore donc à vérifier si ce scénario s'accorde avec les différentes observations que l'on possède de la planète.

La partie n'est pas gagnée. Mais, même s'ils ont été surpris au départ par la découverte, les partisans de la glace semblent bien décidés à défendre jusqu'au bout leur hypothèse. Pour le moment, ils avouent toutefois volontiers qu'il ne s'agit que d'études préliminaires. Et comme ils savent que, pour la Nasa, tout ce remue-ménage ne justifie pas une mission spatiale, il ne leur reste qu'une chose à faire : attendre patiemment que s'ouvre la prochaine "fenêtre", en 1993.

Jean-René Germain

PAR DANIEL TARNOWSKI

L'INTÉRIEUR DU SOLEIL DÉVOILÉ PAR LES NEUTRINOS

Observer l'intérieur du Soleil, ce n'est déjà pas banal. Le faire avec un télescope installé dans un laboratoire souterrain, cela semble tenir du prodige. C'est pourtant ce que fait l'Américain Raymond Davis depuis plus de 25 ans, au fond d'une mine d'or dans le Dakota du Sud. D'autres se sont mis à cette étrange occupation dans le tunnel autoroutier du Gran Sasso (Italie) et sous une montagne du Caucase.

Tous ces physiciens et astrophysiciens exploitent une variante originale de la photographie. Leur "film" négatif est constitué de chlore ou de gallium contenu dans un énorme réservoir. Le rayonnement solaire qui l'impressionne n'est, bien sûr, pas une lumière ordinaire, c'est un flux de neutrinos. Ces particules élémentaires sont produites au cœur du Soleil par les réactions mêmes qui sont à la source de l'énergie solaire. Elles traversent ensuite sans le moindre problème tout ce qui arrête un rayonnement : la matière du Soleil ou celle de la Terre.

Sur les 66 milliards de neutrinos solaires qui passent par seconde à travers chaque centimètre carré de la surface terrestre — et donc de nos corps en particulier — seul un tout petit nombre peut être capturé. Les pièges qui les prennent au passage sont des atomes de chlore ou de gallium. Ces atomes, lorsqu'ils absorbent un neutrino, subissent de ce fait une modification décelable. Il ne reste plus qu'à développer chimiquement ce "film" pour obtenir une image directe de l'intérieur du Soleil.

Facile à dire, mais ces expériences sont d'une difficulté extrême. Le travail de pionnier de Davis a mis en évidence un désaccord entre le flux de neutrinos attendu et celui observé, qui s'obstine à être en gros trois fois moins important que prévu. Cette différence a des conséquences de taille pour les astrophysiciens, puisqu'elle impliquerait de revoir soit les modèles de la structure interne du Soleil, soit nos connaissances des neutrinos. Peut-être bien les deux ! L'expérience russe-américaine SAGE (*Soviet American Gallium Experiment*) a publié en décembre 1991 ses premiers résultats "officiels". Le désaccord persiste, mais avec une incertitude liée au caractère préliminaire de ces résultats. L'expérience euro-

péenne Gallex devrait présenter les siens en avril ou mai 1992. Que peuvent nous apprendre les neutrinos sur la structure interne du Soleil ? Et pour commencer que sait-on du Soleil ?

Tout d'abord, la distance qui nous sépare de lui. Mesurée avec précision par la technique des échos radar, cette distance Terre-Soleil est de 149,6 millions de kilomètres. Il s'agit là d'une valeur moyenne puisque la Terre se déplace en fait sur une orbite légèrement elliptique qui la fait évoluer entre 147,1 et 152,1 millions de kilomètres du Soleil. Connaissant cette distance et le diamètre apparent du disque solaire, il est facile d'en déduire son rayon: 696 000 km.

Deuxième source d'information : le mouvement des planètes. Décrypté par les lois de la gravitation, il nous permet d'évaluer la masse du Soleil. Enorme, comme on l'imagine aisément : 2×10^{30} kg, soit 2 milliards de milliards de milliards de tonnes. 330 000 fois la masse de la Terre. On peut s'amuser à calculer la pesanteur que cela entraîne : elle est vingt-huit fois plus grande que sur la Terre. Cela signifie qu'un homme de 80 kg y pèserait 2,24 t.

Il est bien sûr déconseillé d'aller sur place vérifier cette valeur ! Les températures qui règnent à la surface du Soleil sont de l'ordre de 5 800 K. Plutôt inhospitalières ! Comment le sait-on ? Grâce à la lumière solaire, troisième source d'information, de loin la plus féconde. Tout corps chauffé émet de la lumière, et la couleur de celle-ci — ou, plus généralement, sa longueur d'onde — nous indique sa température. La même loi physique s'applique au rayonnement thermique d'un métal chauffé au rouge ou à blanc, et à la lumière des étoiles : les rouges sont les plus froides, les blanc-bleu les plus chaudes. Les jaunes, comme le Soleil, sont entre les



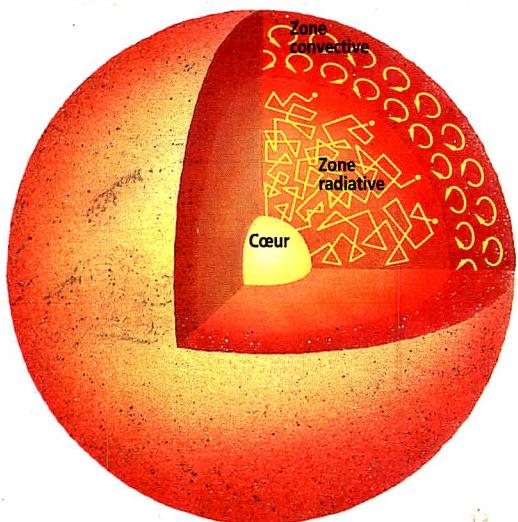
deux. Mais attention : cette lumière que nous observons est émise par la surface de l'étoile : ce qu'on appelle la photosphère dans le cas du Soleil. A l'intérieur règnent des températures bien plus élevées : 15 millions de degrés au centre du Soleil. Le rayonnement thermique de ce cœur chaud est progressivement transformé et refroidi au cours du long chemin qu'il doit se frayer vers la surface. Nous y reviendrons.

Outre la température de surface du Soleil, la lumière émise par la photosphère nous indique — par les raies d'absorption qu'elle présente — la nature et l'abondance des éléments chimiques présents sur son chemin, c'est-à-dire à la surface, dans l'atmosphère et la couronne solaires. Essentiellement de l'hydrogène (71 %), de l'hélium (27 %) et d'autres éléments simples : carbone, azote, oxygène, néon, magnésium, silicium, soufre, fer, etc.

Lorsqu'elle est captée avec des télescopes adaptés, la lumière solaire nous montre un fantastique spectacle : la photosphère couverte d'énormes "grains de riz" changeants ! Ces granules d'un diamètre moyen de l'ordre de 1 000 km, apparaissent et disparaissent en quelques minutes. Elles correspondent à des bulles de gaz chaud qui montent vers la surface puis redescendent lorsqu'elles sont refroidies. Cette granulation traduit l'existence d'une couche interne, sous-jacente à la photosphère, et dans laquelle les masses de gaz sont entraînées par des mouvements de convection sous l'influence des différences de température entre les régions plus internes donc plus chaudes et la surface plus froide. Le même type de situation donne naissance aux phénomènes turbulents qui apparaissent dans une mince couche de liquide chauffée par en-dessous.

Les modèles de la structure interne du Soleil — que nous détaillerons plus loin — montrent que cette zone, dite convective, s'étend en profondeur, depuis la surface (la photosphère) jusqu'à environ un tiers de rayon solaire. Pour aller jusqu'au centre du Soleil, il reste donc à parcourir deux tiers de rayon solaire. Les deux tiers les plus mystérieux, car inaccessibles à l'observation directe, mais aussi les plus importants car c'est là qu'est située la phénoménale machinerie stellaire qui chauffe la surface jusqu'à la faire briller dans le ciel avec l'éclat que nous lui connaissons. Un éclat que les scientifiques appellent luminosité et dont ils calculent la valeur à partir du flux moyen de rayonnement reçu sur Terre. Cette luminosité, qui correspond à la puissance

Trois types de neutrinos nous



rayonnée par le Soleil, est de $3,9 \times 10^{26}$ watts⁽¹⁾. Encore un chiffre "astronomique" : 390 millions de milliards de milliards de watts !

Quelle est donc la source de cette colossale énergie ? Par un clin d'œil de la nature, ce sont des réactions qui se produisent entre des objets minuscules : des noyaux atomiques dont la taille ne dépasse pas quelques millionièmes de millionième de millimètre ! Nous avons vu que l'hydrogène et l'hélium sont les principaux éléments présents à la surface du Soleil. C'est donc sans surprise que nous les retrouvons comme principaux acteurs des réactions nucléaires productrices d'énergie solaire.

Ces réactions sont complexes et variées, mais globalement elles se traduisent par la transformation de quatre protons (noyaux d'hydrogène) en un noyau d'hélium 4 (formé de deux protons et deux neutrons). "Quatre protons échangés contre un hélium 4" : voilà la formule qui assure au Soleil dix milliards d'années d'une existence paisible. L'explication de cet exploit réside dans la différence de masse qui existe entre les quatre protons d'une part, et le noyau d'hélium 4 d'autre part. Ce dernier "pèse" légèrement moins lourd que les quatre premiers. Et les réactions nucléaires de fusion of-

(1) La puissance est une grandeur physique généralement mesurée en watts. Elle correspond à une quantité d'énergie (en joule) produite ou consommée par seconde. Par définition, 1 watt = 1 joule/seconde.

(2) Un électron-volt est par définition l'énergie acquise par un électron accéléré dans une différence de potentiel de 1 volt. Une autre unité, plus adaptée à la mesure des grandes quantités d'énergie, est le joule. 1 joule = $0,6 \times 10^{19}$ électron-volts

arrivent directement du cœur du Soleil

Le feu solaire naît des réactions qui transforment l'hydrogène en hélium au cœur même de l'astre du jour. Outre l'énergie qu'elles libèrent, ces réactions produisent aussi de curieuses particules élémentaires, des neutrinos, qui traversent la matière solaire comme si celle-ci leur était transparente.

Ces neutrinos sont les témoins directs des conditions qui règnent au cœur du Soleil. Ils peuvent être détectés sur Terre. Le message qu'ils nous apportent est irremplaçable puisqu'il nous dévoile ce qui est invisible pour

les yeux : l'intérieur même d'une étoile.

L'énergie produite au cœur d'une étoile comme le Soleil doit parcourir un chemin parsemé d'embuches pour atteindre la surface. Elle traverse d'abord une zone dite radiative (dessin ci-contre) où elle est véhiculée par un rayonnement sans cesse absorbé, émis, réabsorbé, réémis, etc. Et ce, dans toutes les directions possibles. De sorte que le parcours moyen du rayonnement vers la sortie s'apparente à une marche au hasard.

La zone suivante, plus proche de la surface, est dite convective car elle est le siège de mouvements de convection semblables à ceux qu'on observe dans une mince couche de liquide chauffée par en-dessous. Au terme de son odyssée, l'énergie atteint la surface où elle est rayonnée sous forme de lumière.

La recette suivie par le Soleil pour produire son énergie est simple (dans son principe). Elle revient globalement à transformer quatre protons en un noyau d'hélium 4. Une telle transformation ne peut pas être réalisée en une seule étape mais nécessite toute une série de ré-

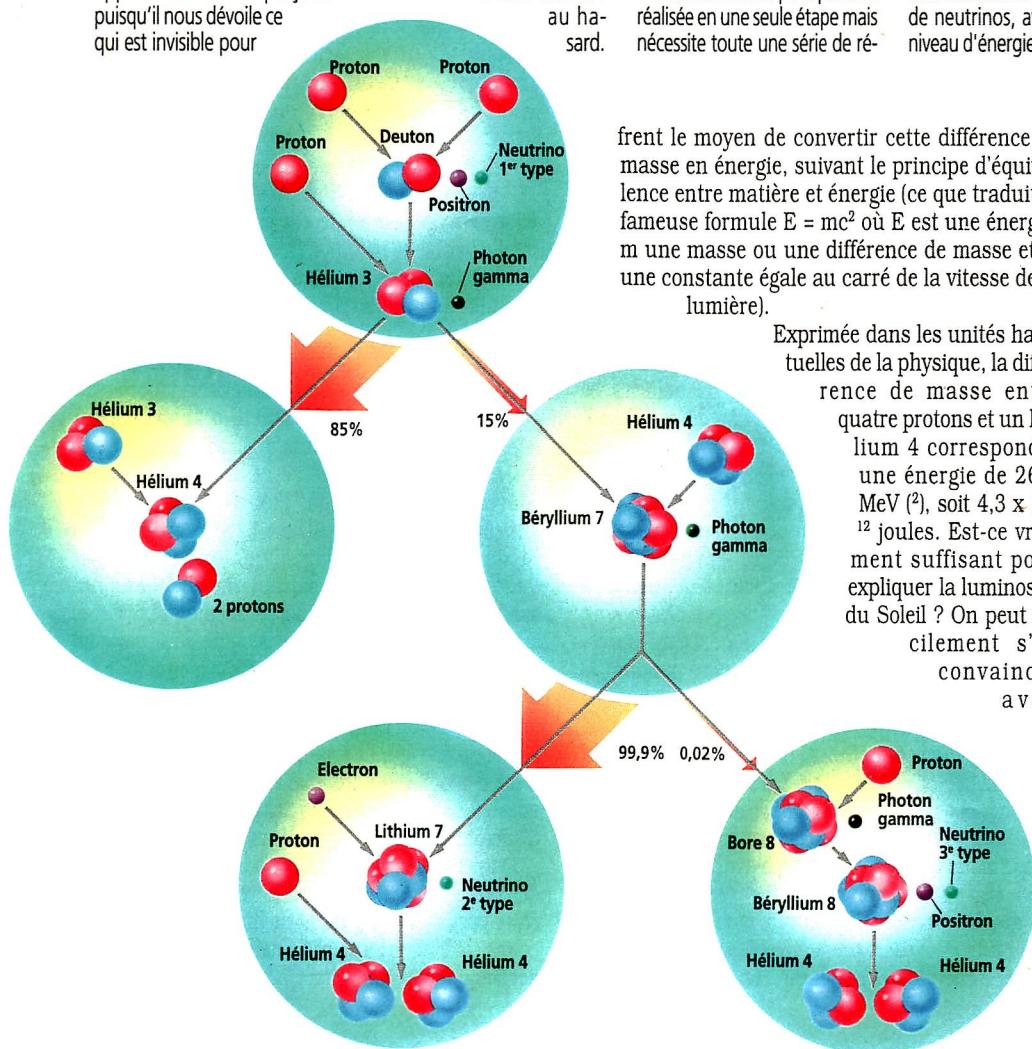
actions en cascade (dessin ci-dessous).

Plusieurs chaînes concourent au même résultat (la fabrication de noyaux d'hélium). La plus courte est aussi la plus suivie puisqu'elle survient dans 85 % des cas. Elle revient à construire successivement des noyaux de deutérium, d'hélium 3 puis d'hélium 4. Les deux autres chaînes de production d'hélium passent par l'intermédiaire soit du lithium 7, soit du bore 8.

Au total, trois de ces réactions donnent naissance à trois types de neutrinos, avec chacun un niveau d'énergie différent.

frent le moyen de convertir cette différence de masse en énergie, suivant le principe d'équivalence entre matière et énergie (ce que traduit la fameuse formule $E = mc^2$ où E est une énergie, m une masse ou une différence de masse et c^2 une constante égale au carré de la vitesse de la lumière).

Exprimée dans les unités habituelles de la physique, la différence de masse entre quatre protons et un hélium 4 correspond à une énergie de 26,7 MeV (¹), soit $4,3 \times 10^{-12}$ joules. Est-ce vraiment suffisant pour expliquer la luminosité du Soleil ? On peut facilement s'en convaincre avec



un calcul simple. La luminosité solaire est, comme on l'a vu, de $3,9 \times 10^{26}$ watts. Or, par définition, 1 watt = 1 joule/seconde. Il faut donc qu'à chaque seconde se produise un nombre de réactions (égal à la luminosité solaire divisée par la différence de masse de réaction) de l'ordre de 10^{38} réactions élémentaires. Ce chiffre semble énorme mais il ne correspond en fait qu'à la combustion de 564 millions de tonnes d'hydrogène par seconde, qui se transforment en 560 millions de tonnes d'hélium. La perte sèche de poids n'est donc "que" de 4 millions de tonnes par seconde. Ce n'est rien par rapport à la masse totale du Soleil et aux réserves d'hydrogène dont il dispose. Un rien qui lui permettrait de briller cent milliards d'années s'il pouvait brûler tout son combustible hydrogène. En fait, bien avant cela (dans environ 5 milliards d'années), il sera le siège d'autres phénomènes (fusion de l'hélium puis du carbone) qui le transformeront d'abord en une géante rouge puis en une étoile naine, froide et morte.

La fusion d'hydrogène en hélium explique donc amplement comment le Soleil brille. Au départ, c'est la force de gravité qui la déclenche. Ainsi, un embryon d'étoile se forme lorsqu'un nuage gazeux se contracte sur lui-même, sous l'effet de sa propre gravité. Au fur et à mesure de cet effondrement gravitationnel, la densité centrale de l'embryon augmente. De plus en plus "pressés" les uns contre les autres, les atomes perdent leurs électrons, et leurs noyaux entrent en collision les uns avec les autres. Si la masse initiale de l'étoile le permet, la température du cœur s'élève jusqu'à plus de dix millions de degrés. Les collisions entre noyaux atomiques sont alors si violentes qu'elles permettent aux forces nucléaires à courte portée d'entrer en jeu et de produire les réactions de fusion. Lorsque l'énergie libérée par ces réactions engendre une pression suffisante pour contrebalancer l'effet de la gravité, un état d'équilibre s'instaure dans l'étoile : son effondrement est arrêté et elle entre dans une phase stationnaire qui, dans le cas du Soleil né il y a 4,6 milliards d'années, se poursuivra encore pendant à peu près la même période de temps.

L'étape suivante dans la connaissance de la structure interne du Soleil, passe par l'élaboration d'un modèle. Cela revient à traduire en équations les phénomènes physiques qui se déroulent au sein de l'étoile. C'est la procédure classique suivie par les scientifiques pour tester des idées théoriques. Elle permet d'abord de comparer les résultats chiffrés du modèle avec les faits connus, puis de faire surgir des effets nouveaux prédis par le modèle et qu'on cherche ensuite à observer directement avec des ex-

périences. Sans donner le détail des équations, on peut tout de même présenter ici les principales idées mises en œuvre dans les modèles solaires. On s'apercevra qu'elles sont finalement moins compliquées qu'on ne pourrait le croire. Avec au bout du compte la satisfaction de mieux comprendre ce qui se passe à l'intérieur des étoiles en général, et du Soleil en particulier.

Les modèles solaires "standard" — c'est-à-dire les plus raisonnables — reposent sur quatre hypothèses fondamentales et cinq équations (ou séries d'équations). La première hypothèse, dont nous avons déjà parlé, indique que l'intérieur de l'étoile est en équilibre, c'est-à-dire qu'en chaque point, depuis le centre jusqu'à la surface, la pesanteur est exactement contrebalancée par les forces de pression centrifuges dues à la production d'énergie par fusion. Cela signifie que les effets de rotation interne, ou encore les éventuels mouvements de matière provoqués par le champ magnétique, sont négligés. Il s'agit là d'une excellente approximation puisque tout écart important à l'équilibre entraînerait rapidement (en quelques heures !) l'effondrement ou l'explosion de l'étoile !

Deuxième hypothèse, dont nous avons également parlé et dont nous vous reparlerons encore, l'énergie est produite au cœur de l'étoile par les réactions nucléaires de fusion. Inutile d'insister : nous avons vu que cette source d'énergie suffit amplement à expliquer la puissance stellaire rayonnée.

Troisième hypothèse, plus délicate : l'énergie produite par les réactions de fusion est transportée du cœur vers la surface du Soleil, d'abord par du rayonnement (dans une zone dite radiative) puis par les mouvements de convection (dans la zone convective). Il ne faut pas croire que ce transport s'effectue avec aisance. Dans la zone radiative, le rayonnement se propage dans tous les sens et toutes les directions, en suivant une marche au hasard. Il est sans cesse absorbé, réémis, réabsorbé, etc. par les nombreux obstacles que sont pour lui les électrons et les atomes plus ou moins ionisés. S'il est impossible de décrire par le menu toutes ces interactions, on peut en revanche estimer leur effet global en attribuant à la matière solaire un "coefficient d'opacité" qui indique à quel point la matière solaire est opaque (non transparente) au flux d'énergie moyen transporté vers la surface.

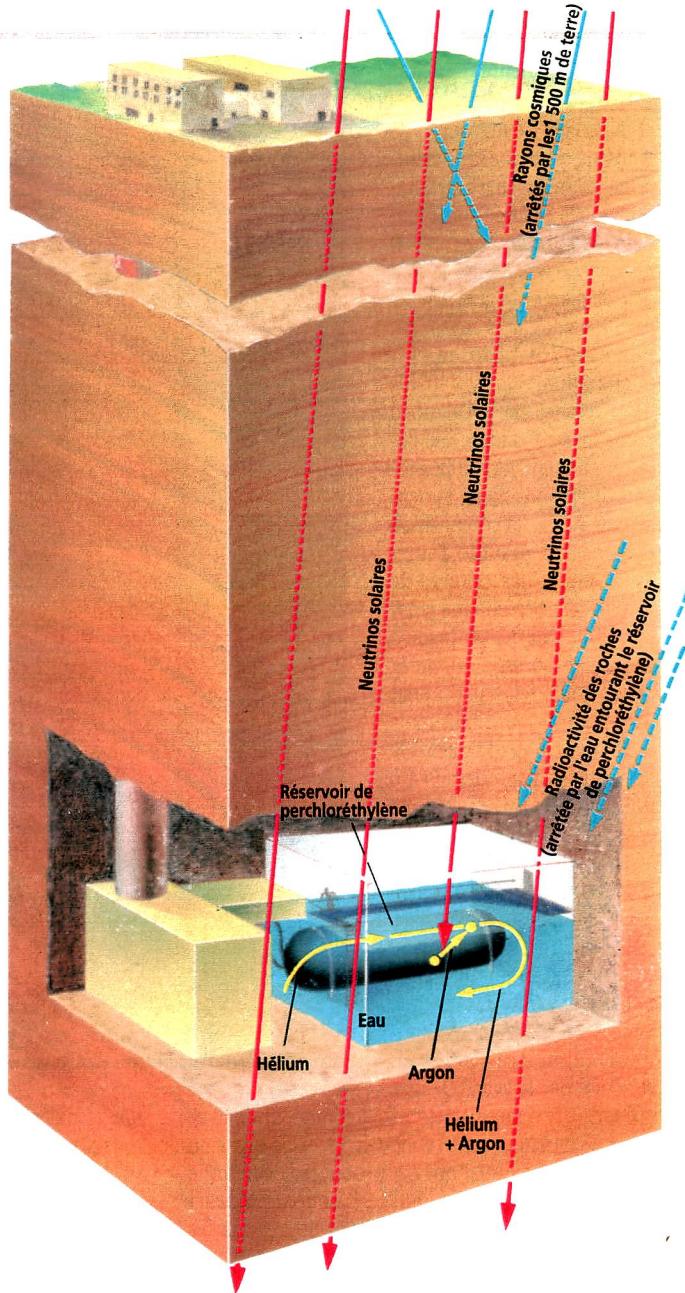
Dans la zone convective, ce sont les mouvements de convection qui prennent le relais et assurent le transport d'énergie, de la même manière que des courants d'air turbulents évacuent la chaleur au-dessus d'une plaque chauffante. Leur action se su-

Capturer des neutrinos avec du détachant de teinturier

Un bouclier terrestre de 1 500 m d'épaisseur protège le premier détecteur de neutrinos solaires mis en service en 1968. Toujours en activité, ce détecteur est constitué d'une cuve remplie de 400 000 litres d'un liquide (du perchloréthylène, liquide utilisé pour le nettoyage des vêtements) contenant du chlore. Les neutrinos solaires capturés par des atomes de chlore transforment ceux-ci en atomes d'argon. Une circulation de gaz permet d'extraire de la cuve l'argon ainsi produit, qui est ensuite dosé grâce à sa radioactivité. Le détecteur est installé dans une cavité creusée au fond d'une mine d'or, à l'abri des indésirables particules du rayonnement cosmique qui pourraient réagir sur le chlore et produire une quantité parasite d'argon s'ajoutant à celle obtenue par capture de neutrinos.

perçoit à celle du rayonnement tout en étant plus efficace. Là encore, il est impossible de décrire en détail le phénomène, mais facile d'en évaluer le résultat net. Si l'on considère une cellule de gaz qui monte vers la surface, on suppose que sa pression diminue progressivement, ce qui provoque la détente du gaz, donc son refroidissement, à l'intérieur de la cellule considérée – qui, elle, se dilate – sans échange de chaleur avec les cellules voisines. Les scientifiques qualifient un tel processus "d'adiabatique".

Quatrième et dernière hypothèse des modèles solaires standard : la composition chimique de l'étoile est initialement homogène, c'est-à-dire qu'un élément chimique donné (l'hydrogène, par exemple) est présent en même proportion dans tout le volume intérieur de l'étoile au début de sa vie. Dans le cœur, les seules modifications de cette



composition chimique sont celles apportées ultérieurement par les réactions nucléaires (hydrogène transformé en hélium).

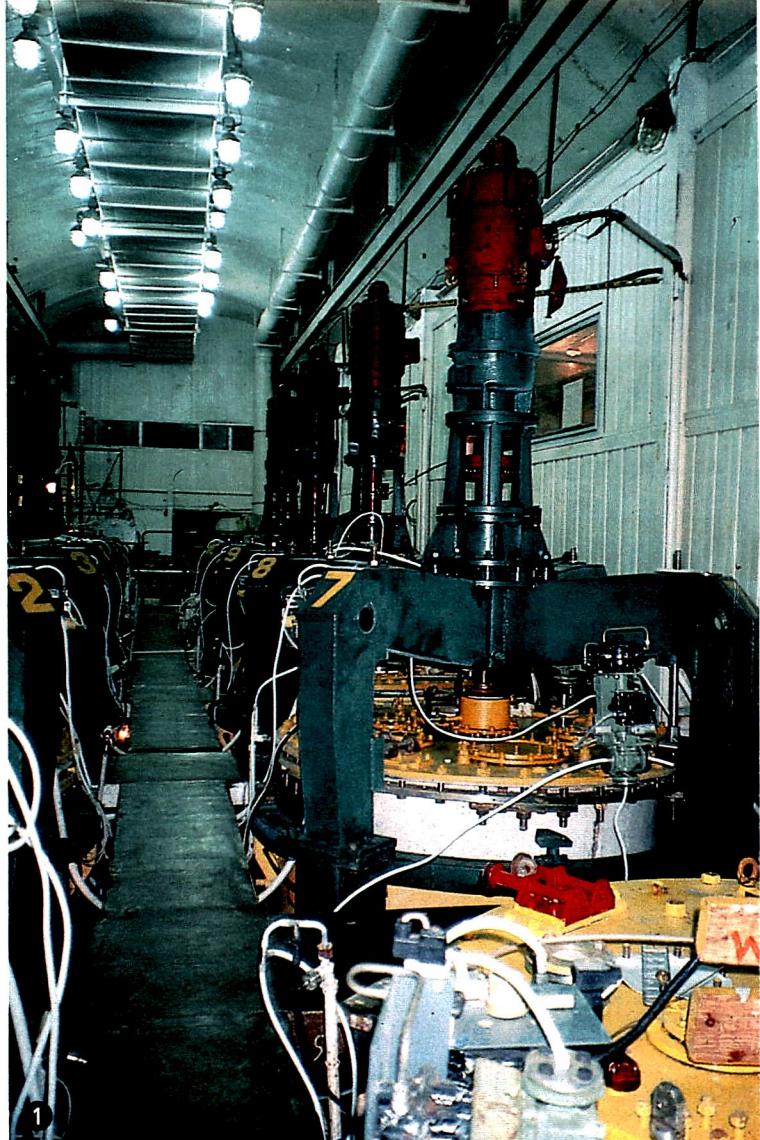
Chacune de ces quatre hypothèses se traduit par une équation (ou une série d'équations) qui caractérise, en chaque point de l'étoile : 1. l'équilibre entre pesanteur et forces de pression; 2. la production d'énergie; 3. son transport vers la surface; 4. la composition de l'étoile. S'y rajoute une cinquième équation générale (équation d'état thermodynamique), qui relie la température, la pression

et la densité de masse.

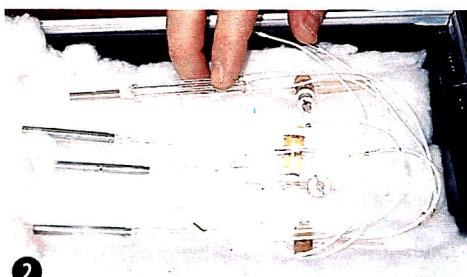
Muni de ces cinq équations, d'un puissant ordinateur et de beaucoup de patience, l'astrophysicien est en mesure de construire le modèle de n'importe quelle étoile dont il se donne la masse totale et la composition chimique initiale. Il est capable de retrouver, par le calcul, la puissance rayonnée ; de décrire comment varient la température, la pression, la densité de masse, la composition chimique, la quantité d'énergie produite par élément de volume, et ce en chaque point de l'étoile, du centre jusqu'à sa surface. Non seulement pour l'étoile telle qu'on peut l'observer aujourd'hui, mais également pour l'ensemble de son évolution : depuis 4,6 milliards d'années dans le cas du Soleil, et bien sûr pour les milliards d'années à venir.

Ce n'est pas tout : la connaissance détaillée de la structure solaire interne a permis aux astrophysiciens d'interpréter avec succès un phénomène étonnant, la mélodie jouée en sous-sol par le Soleil. Le gaz qui forme la sphère solaire vibre comme un instrument de musique sous l'effet des ondes de pression (ondes acoustiques) qui s'y propagent. Une telle musique ne ressemble guère à celle de Mozart puisque les ondes en question sont de très basses fréquences et correspondent à des infrasons. Elle se manifeste néanmoins par de lentes oscillations de la surface solaire, des pulsations (indirectement) observables et de périodes comprises entre 3 et 8 minutes. L'étude de ces oscillations de surface, découvertes en 1961, mais qui ne furent correctement interprétées qu'à partir de 1970, constitue aujourd'hui une discipline à part entière : l'héliosismologie. En tout, plus de 2 600 modes d'oscillation différents ont ainsi été observés. Ils sont correctement reproduits, avec leurs fréquences, par les modèles solaires standard.

Faut-il en déduire que le Soleil ne présente plus aucun mystère à nos yeux ? Fort heureusement



non ! En dépit de tous les efforts des spécialistes depuis 25 ans, il reste un point de désaccord irréductible entre les modèles et l'observation, c'est l'éénigme des neutrinos solaires. Ces neutrinos sont des particules élémentaires fascinantes. De masse extrêmement faible ou bien totalement nulle (les physiciens s'interrogent encore sur cette question), dénusés de charge électrique (ce qui a conduit Enrico Fermi à les baptiser *neutrinos* : "petits neutres", en italien), les neutrinos ont une propriété qui les distingue radicalement de toutes les autres particules élémentaires connues jusqu'à présent : ils sont extraordinairement peu "réactifs". Autrement dit, après avoir été produits dans un phénomène physique (une désintégration de noyau radioactif, par exemple), ils ne réagissent pratiquement plus, durant toute leur vie, avec aucune des autres particules constituant la matière qui les entoure ou bien qu'ils croisent sur leur chemin. Les neutrinos coha-



Un "télescope" à neutrinos enterré sous le Caucase

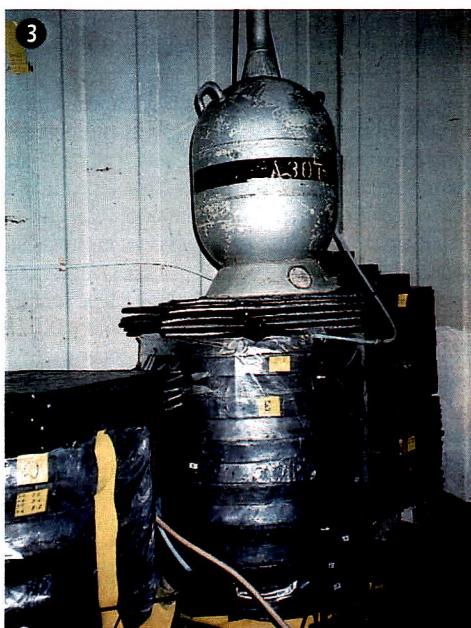
La deuxième génération de détecteurs de neutrinos solaires met en jeu des atomes de gallium, élément chimique beaucoup plus rare que le chlore (des détecteurs de première génération) mais sensible à un plus grand nombre de neutrinos. Deux expériences au gallium sont actuellement en service. L'une, baptisée SAGE (Soviet American Gallium Experiment), exploite un détecteur installé dans le Caucase. Son gallium est contenu dans des cuves (1) exposées au flux de neutrinos solaires qui le transforme en germanium, lequel est extrait des cuves et introduit, après une série de manipulations chimiques, dans des petits compteurs (2) où la quantité exacte de germanium produit est mesurée grâce à la radioactivité de cet élément. Cette mesure délicate est effectuée à l'intérieur d'un "château de plomb" (3) servant à isoler les compteurs en attendant que tous les atomes de germanium se désintègrent par radioactivité. Les tout premiers résultats de SAGE ont été publiés en décembre 1991. Ceux de la deuxième expérience au gallium (une collaboration essentiellement européenne, baptisée Gallex) devraient être connus vers mi-1992.

bitent ainsi dans l'espace avec les électrons, les protons, les neutrons, etc., mais sans presque jamais participer à la moindre réaction avec eux — les physiciens disent sans interagir. C'est dire qu'ils sont excessivement difficiles à détecter : ne daignant pas interagir avec la matière, ils ne laissent aucune trace de leur passage dans un détecteur. C'est aussi ce qui explique pourquoi, après soixante ans d'étude en physique des particules, certaines de leurs caractéristiques fondamentales (masse, moment magnétique) sont encore mal connues et font l'objet de recherches — et parfois de controverses — passionnantes (voir *Science & Vie* n° 888, septembre 1991).

Toutes les étoiles en activité sont des sources de neutrinos. Le Soleil émet en particulier un flux de neutrinos qui représente 2,3 % de sa puissance rayonnée sous forme de lumière. Cela signifie que, sur Terre, nous en recevons 66 milliards par centi-

mètre carré et par seconde. Pourquoi les scientifiques s'intéressent-ils tellement aux neutrinos solaires ? Tout simplement parce que ces neutrinos sont produits dans les réactions nucléaires qui se déroulent au cœur du Soleil et que leur exceptionnelle indifférence à l'égard de la matière leur permet de traverser sans le moindre incident les différentes couches stellaires. Ils emportent donc avec eux le témoignage direct des réactions qui leur ont donné naissance au cœur de l'étoile. A cet égard ils sont irremplaçables puisque le rayonnement est, quant à lui, complètement transformé dans son laborieux transport vers la surface. Avec des techniques extrêmement sensibles et un gros détecteur, on peut espérer construire un "télescope à neutrinos" et observer directement le cœur du Soleil. Avant de décrire de tels instruments et pour mieux comprendre leurs résultats, commençons par préciser de quels neutrinos il est exactement question.

Comment naissent les neutrinos solaires ? Lors des réactions nucléaires qui transforment l'hydrogène en hélium, réactions qui sont loin d'être directes. Un noyau d'hélium est en effet constitué de deux protons et deux neutrons. Pour obtenir un tel noyau à partir d'hydrogène (simple proton), il faut donc que deux protons se transforment en deux neutrons et qu'ils s'unissent avec deux autres protons (qui, eux, restent protons). Cela est impossible en une seule réaction. Dans le cas du Soleil, la première étape est la plus longue à venir. En effet, un proton seul et isolé ne se transforme jamais en neutron. Sa nature et les lois physiques le lui interdisent. En revanche, un système composé de deux protons peut, lui, se transformer par désintégration



radioactive en un noyau de deutérium formé d'un proton. Une telle désintégration est semblable à celle de tout noyau radioactif ordinaire (carbone 14, par exemple). En elle-même, c'est déjà un processus peu fréquent. Comme deux protons ont en outre tendance à se repousser mutuellement (à cause de leur charge électrique identique), il faut, de surcroît, que ce processus rare se produise pendant le court intervalle de temps où deux protons entrent en collision. La réaction - dite "proton-proton" - suivant laquelle ils donnent naissance à un noyau de deutérium présente ainsi un faible rendement (cela explique que la durée de vie des étoiles comme le Soleil, qui s'écoule au rythme lent de cette réaction, se compte en milliards d'années).

Mais une fois franchi ce cap, les réactions s'enchaînent à une cadence beaucoup plus rapide. En

une dizaine de secondes, par exemple, le deutérium capture un proton et se transforme en hélium 3. Puis deux hélium 3 donnent un hélium 4 et deux protons individuels. 85 % de l'énergie du Soleil sont produits suivant le scénario que nous venons de décrire. Au cours de la première des trois réactions, un neutrino est également émis. Nous l'appellerons "neutrino

Avant cet été on saura si le Soleil est vraiment tel que nous croyons le connaître

solaire du 1^{er} type". D'autres réactions se succèdent en effet à partir de l'hélium 3. Elles conduisent soit à la formation de beryllium 7, qui peut se désintégrer en émettant un "neutrino solaire du 2^e type", soit à la formation de bore 8 et de son "neutrino solaire du 3^e type" (voir dessin p. 17).

Au total, nous avons donc trois sources dont le débit est différent (certaines réactions sont plus fréquentes que les autres) et qui émettent en outre des neutrinos d'énergies différentes (cela dépend de la différence de masse entre l'état initial et l'état final de chaque réaction). C'est ainsi que ceux du troisième type sont les plus énergétiques (mais les moins nombreux). En revanche, ceux du premier type sont les moins énergétiques (mais les plus nombreux). Ce point est capital pour la suite, car la réponse d'un détecteur dépend précisément de l'énergie des neutrinos qui le traversent. Précisons encore que les flux de chaque type de neutrinos peuvent être calculé avec précision avec un modèle solaire standard.

Le premier "téléscope" à neutrinos solaires a été mis en service en 1968 par l'Américain Raymond

Davis et ses collaborateurs du Brookhaven National Laboratory. Drôle de télescope, puisqu'il s'agit d'une cuve parfaitement étanche contenant 400 000 litres de perchloréthylène (C_2Cl_4), un liquide utilisé pour le nettoyage des vêtements. Produit à grande échelle, donc relativement peu coûteux, ce liquide présente l'avantage de contenir du chlore 37, un atome dont les propriétés physiques et chimiques sont une bénédiction pour les expérimentateurs. Par absorption d'un neutrino, le chlore 37 se transforme en effet en un atome radioactif d'argon 37. Le principe de l'expérience menée par Davis depuis 25 ans, et qui se poursuit encore aujourd'hui, rappelle celui de la photographie (on expose un film au rayonnement et on le développe chimiquement). Il consiste à laisser pendant des périodes de plusieurs mois (typiquement 80 jours) la cuve exposée aux flux de neutrinos solaires. Un certain nombre d'entre eux sont ainsi capturés par le chlore 37 avec à chaque fois la production d'un atome d'argon 37. Après quoi, on extrait de la cuve les précieux atomes d'argon en faisant circuler dans le liquide initial de l'hélium gazeux qui entraîne avec lui cet autre gaz rare et inerte qu'est l'argon. Après purification chimique, on isole le mélange gazeux contenant l'argon dans l'enceinte d'un compteur qui enregistre chaque désintégration d'argon 37 radioactif et permet donc de compter le nombre de ces atomes, donc le nombre des neutrinos capturés.

Cette expérience n'est simple que dans son principe (et encore !). Sa réalisation représente un tour de force. C'est ainsi que Davis a dû installer son détecteur dans une cavité creusée à 1 500 m de profondeur, au fond d'une mine d'or dans le Dakota du Sud, pour le protéger de l'influence néfaste des rayons cosmiques. En pénétrant dans la haute atmosphère, ces rayons cosmiques (particules chargées, de haute énergie, accélérées dans le cosmos par des phénomènes plus ou moins bien connus) produisent des gerbes de particules parmi lesquelles on trouve des muons, très "pénétrants", qui ne sont arrêtés que par d'énormes quantités de matière (en l'occurrence 1 500 m d'écorce terrestre !). Ces muons peuvent induire, indirectement, des réactions sur le chlore 37 conduisant elles aussi à la production d'argon 37. Des réactions qui sont donc à éviter si l'on veut que la quantité d'argon recueillie corresponde bien au nombre de neutrinos capturés.

Pour exprimer les résultats d'expériences de façon simple et commode, les chercheurs ont défini une unité originale : le SNU (prononcer le S'nù), de l'anglais *Solar Neutrino Unit*. Un SNU correspond à une interaction par seconde dans une cible composée de 10^{36} atomes. Pour l'expérience de Davis, les

Etudes secondaires

- Classe de 6e ■ Classe de 5e ■ Classe de 4e ■ Classe de 3e ■ Secondes ■ Premières A.B.S ■ Première G ■ Premières F1.F3.F8 ■ Première d'adaptation ■ Terminales A.B.C.D.E ■ Terminales G1.G2.G3 ■ Terminales F1.F3.F8 ■ Terminale H ■ Baccalauréat.

Cours de soutien

- De la classe de 6e aux classes terminales A.B.C.D.E - possibilité de joindre le professeur au téléphone.

Etudes de droit

- Admission des non-bacheliers ■ Capacité en droit ■ DEUG de droit ■ DEUG de sciences économiques ■ Institut d'études politiques ■ Droit européen ■ Droit du travail.

Etudes supérieures

- Admission des non-bacheliers ■ DEUG sections A et B ■ P.C.E.M. ■ 1ère année de pharmacie ■ Math. sup. ■ Math. spé. ■ Entrée écoles vétérinaires ■ Entrée écoles supérieures de commerce ■ Entrée institut d'études politiques.

Carrières sociales et paramédicales

- Examens d'entrée dans les écoles :
- Infirmier(e) ■ Masseur kinésithérapeute ■ Infirmier(e) en psychiatrie ■ Sage-femme (carrière médicale) ■ Ergothérapeute ■ Laborantin ■ Manipulateur d'électroradiologie ■ Pédicure ■ Psychomotricien ■ Educateur de jeunes enfants ■ Assistante sociale ■ Orthophoniste ■ Educateur spécialisé ■ D.E.F.A. ■ Ecoles de cadres infirmier(e)s. ■ C.A.P. d'employé de pharmacie ■ Bac F8 ■ B.E.P. sanitaire et social.

Informatique

- B.T.S. informatique ■ Bac H ■ Analyste ■ Analyste programmeur ■ Programmeur de gestion ■ Comptable sur informatique ■ Contrôleur de gestion ■ Opératrice traitement de textes ■ Opératrice de saisie ■ Cobol ■ Initiation à l'informatique ■ Pratique du micro-ordinateur ■ Initiation aux algorithmes ■ Microprocesseurs.

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue.

ORIENTATION CONSEILS
► Appelez le :
(1) 47.71.91.19


**ECOLE
UNIVERSELLE**

Institution d'Enseignement Privé par Correspondance
sousmis au contrôle du Ministère de l'Education Nationale
28, rue Pasteur - 92551 Saint-Cloud Cedex

ETUDES METIERS AVENIR



*Apprenez efficacement
à votre rythme
par correspondance
avec*

L'ECOLE UNIVERSELLE

Dessin - Peinture - Décoration

- Cours élémentaire de dessin ■ Cours pratique de dessin et peinture ■ Cours universel de dessin et peinture ■ Dessinateur de publicité ■ Dessinateur illustrateur ■ Dessinateur de figurines de mode ■ Dessin humoristique. ■ Décorateur d'intérieurs et d'aménagement ■ Assistant décorateur ■ Designer ■ Antiquaire ■ Cours universel de décoration ■ Histoire de l'art ■ Histoire des styles.

B.T.S.

- B.T.S. action commerciale ■ B.T.S. commerce international ■ B.T.S. comptabilité et gestion ■ B.T.S. bureautique et secrétariat ■ B.T.S. communication et action publicitaires ■ B.T.S. tourisme ■ B.T.S. esthétique ■ B.T.S. informatique ■ B.T.S. assurance.

Etudes musicales

- Solfège ■ Etude piano, violon, guitare (contrôle sonore sur cassettes) ■ Ecriture musicale ■ D.E.U.G. musique.

Publicité marketing

- Chef de publicité ■ Assistant ■ Rédacteur publicitaire ■ Chef de produits ■ Responsable marketing ■ B.T.S. communication et action publicitaires ■ Etude de marché ■ Marketing direct.

Comptabilité - Banque

- CAP ESAC-comptabilité-banque ■ BEP ■ BP ■ Bac G2 ■ Bac pro comptabilité bureaucratique ■ D.P.E.C.F. ■ D.E.C.F. ■ Diplôme union professionnelle ■ Comptable ■ Chef comptable ■ Assistant de gestion ■ Comptable sur informatique ■ Secrétaire comptable ■ Contrôleur de gestion sur micro.

Perfectionnements : ■ Comptabilité générale ■ Technique comptable ■ Mécanismes boursiers ■ Etude du bilan ■ Initiation gestion.

Langues étrangères

- Cours universel d'anglais avec cassettes ■ Allemand, Espagnol, Italien avec cassettes ■ Américain ■ Russe ■ Arabe ■ Anglais commercial ■ Allemand commercial ■ Anglais touristique ■ Interprète ■ Traducteur commercial.

Les diplômes qui ouvrent

- les frontières :
- First certificate in English ■ Certificate of proficiency of Cambridge ■ Certificat européen d'anglais (EUROCERT). ■ Chambre de commerce britannique ■ Chambre de commerce espagnole, franco-allemande.

Culture générale

- Orthographe ■ Rédaction ■ Le Français notre langue ■ Résumé de texte ■ Synthèse ■ Analyse ■ Commentaire ■ Philosophie ■ Graphologie ■ Lecture rapide ■ Conversation ■ Perfectement culturel ■ Rédaction littéraire ■ Histoire des civilisations ■ Analyse d'œuvres littéraires ■ Histoire de l'art ■ Histoire des religions ■ Histoire du cinéma ■ Approche de la psychologie.

Ressources humaines

- Directeur ressources humaines ■ Conseiller en recrutement ■ Responsable du personnel ■ Morphopsychologie ■ Caractérologie ■ Gestion du personnel ■ Graphologue d'entreprise.

Autres Secteurs d'Activité

- Commerce ■ Publicité ■ Marketig ■ Tourisme ■ Hôtellerie ■ Carrières administratives ■ Secrétariat ■ Bureau-tique ■ Esthétique ■ Assurances ■ Journalisme.

Bon pour une documentation gratuite :

INSCRIPTION
A TOUT MOMENT
DE L'ANNEE

Oui, je désire recevoir sans aucun engagement une documentation complète sur les enseignements de l'Ecole Universelle.

M. Mme Melle

NOM Prénom

Adresse : N° Rue

Code postal Ville Tél.

Pour faciliter votre orientation, pouvez-vous nous donner les informations suivantes:

Age Niveau d'étude Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité):

Si non, êtes-vous Lycéen Etudiant A la recherche d'un emploi Femme au foyer Autres

Quelle formation avez-vous choisie ?

Adresssez-nous ce Bon dès aujourd'hui à l'ÉCOLE UNIVERSELLE
28, rue Pasteur - 92551 SAINT-CLOUD Cedex. Tél.(1) 47.71.91.19

PAR DANIEL TARNOWSKI

LA MATIÈRE ÉCLAIRÉE DU DEDANS

Un accélérateur de particules, détourné de son utilisation première, va émettre une lumière un milliard de fois plus intense que celle des générateurs classiques à rayons X. Elle servira à voir la structure interne des cristaux, de la matière amorphe, aussi bien que celle des tissus vivants, ce qui est capital pour connaître les propriétés de ces corps. Les clients de cette machine à voir l'invisible font déjà la queue à ses portes.

Grenoble, 17 février 1992: une date historique pour les scientifiques qui procéderont aux premiers essais de l'ESRF (*European Synchrotron Radiation Facility*), l'installation européenne de rayonnement synchrotron située à la pointe de l'agglomération grenobloise, entre l'Isère et son affluent, le Drac. Si l'ESRF n'est rien d'autre qu'une véritable "usine" à produire des rayons X, ceux-ci sont toutefois un milliard de fois plus puissants que ceux que nous connaissons. La source de lumière est peu banale : c'est un faisceau d'électrons accélérés, circulant à l'intérieur d'un anneau de 850 m de circonférence à raison de 350 000 tours par seconde. Suivant les lois de l'électromagnétisme classique, les électrons entraînés dans un tel mouvement rayonnent une lumière qui est émise tangentiellement à leur trajectoire et qu'on appelle "rayonnement synchrotron". L'ESRF a été



spécialement conçu pour produire ce type de rayonnement dans le domaine des rayons X (dont les longueurs d'onde sont, par définition, comprises entre 0,05 angström⁽¹⁾ et 100 angströms).

Sur le pourtour de l'anneau principal de l'ESRF, plus d'une soixantaine d'emplacements sont disponibles, chacun d'eux pouvant accueillir une expérience qui disposera ainsi de sa propre source de rayons X. Les principaux "clients" sont les physiciens, chimistes et biologistes qui se servent quotidiennement des rayons X pour déterminer la structure d'un composé (semi-conducteur, alliage métallique, verre, polymère, etc.) ou d'une molécule biologique (protéine). D'ores et déjà, une multitude d'expériences très différentes peuvent être envisagées à Grenoble, comme sur les deux installations comparables qui entreront en service aux Etats-Unis (après 1996) et au Japon (en 1998). Aux utili-



Une usine à lumière

sateurs de faire preuve d'imagination pour tirer le meilleur parti de ces nouvelles installations. L'ESRF sera à leur disposition dès 1994.

Il fallait avoir de l'imagination pour penser que des descendants des premiers synchrotrons construits à la fin des années 1940 seraient destinés à produire de la lumière. Car un synchrotron est avant tout un accélérateur de particules (lesquelles peuvent être soit des protons, soit des électrons). C'est une machine dont les projectiles, lorsqu'ils sont dirigés sur une cible, font voler en éclats les atomes, ce qui permet de comprendre comment agissent les forces physiques fondamentales à l'échelle subatomique et de mettre en évidence les briques les plus élémentaires dont est constituée la matière. Autrement dit, les synchrotrons font partie de l'arsenal de la physique des hautes énergies et composent son "artillerie lourde".

Coincée entre l'Isère et le Drac, l'ESRF n'est rien d'autre qu'une gigantesque machine à produire des rayons X. Sa source de lumière est un anneau de 850 m de circonférence à l'intérieur duquel circulent des électrons accélérés. Ceux-ci émettent en permanence des rayons X qui irradient une soixantaine d'emplacements disposés tout autour de l'anneau; sur chacun d'eux seront réalisées des expériences visant à déterminer la structure de nouveaux matériaux ou celle de molécules biologiques.

Leur nom vient du principe mis en œuvre pour accélérer les projectiles. Un synchrotron est constitué d'un chapelet d'électroaimants disposés les uns à la suite des autres et dont l'ensemble forme un anneau. Dans l'entrefer de ces aimants passe un tube à vide dans lequel est injecté périodiquement un faisceau de particules pré-accelérées par un petit accélérateur linéaire. A chacun de leur passage dans les électroaimants, les projectiles sont "poussés" par un champ magnétique dont l'intensi-

té croît au fur et à mesure que les particules gagnent de l'énergie. L'augmentation du champ magnétique est synchronisée avec l'accélération et cette synchronisation a donné son nom au synchrotron.

Mais les lois de l'électromagnétisme indiquent qu'un accélérateur doit nécessairement avoir un sous-produit, plutôt indésirable à l'origine : cette émission de lumière recherchée aujourd'hui en priorité ! Suivant ces lois, toute particule chargée, lorsqu'elle est accélérée, rayonne de l'énergie sous forme électromagnétique, c'est-à-dire de la lumière. Il s'agit d'ailleurs d'un processus très général puisque les ondes radio (de même nature que la lumière, mais de longueur d'onde beaucoup plus grande), par exemple, sont émises, elles aussi, par des électrons qui se déplacent dans une antenne d'émission. Dans les accélérateurs de type synchrotron, le rayonnement est émis tangentiellement à la trajectoire des particules. Il en est de même dans les anneaux dits de stockage où les projectiles conservent la même énergie mais subissent une accélération centripète⁽²⁾ pour être maintenus en orbite. Dans les deux cas, par un effet relativiste (tout objet animé d'une vitesse proche de celle de la lumière apparaît contracté dans les directions perpendiculaires à son mouvement), l'ensemble du rayonnement des électrons se trouve contenu dans un cône très resserré autour de la direction d'émission. Sa longueur d'onde est d'autant plus courte que l'énergie des particules accélérées est élevée. Son intensité est d'autant plus grande que celle du faisceau primaire de particules est élevée et que le rayon de courbure de l'anneau est petit.

Telles sont les caractéristiques principales du "rayonnement synchrotron". Pour les physiciens des hautes énergies, c'est, nous l'avons dit, un sous-produit indésirable autant qu'inévitable des accélérateurs, parce qu'une partie de l'énergie consacrée à accélérer les particules se retrouve en fait "gaspillée" sous forme de rayonnement et s'envole, non pas en fumée, mais en lumière ! D'où les efforts des physiciens concernés pour minimiser cette émission de rayonnement, par exemple en construisant des synchrotrons à protons (plus lourds que les électrons et qui émettent, de ce fait, moins de rayonnement) ou bien en faisant suivre aux projectiles des trajectoires moins fortement courbées, ce qui revient à augmenter la taille des accélérateurs ou des anneaux de stockage (c'est pour cette raison que le LEP⁽³⁾, un anneau de stockage du CERN, à Genève, mesure 27 km de circonférence !).

Ce rayonnement synchrotron présente cepen-

dant deux caractéristiques qui le rendent très attrayant pour d'autres scientifiques. C'est d'abord une source de lumière "blanche" en ce sens qu'elle peut couvrir toute la gamme de longueurs d'onde des rayons X (comme la lumière visible "blanche" contient en fait toutes les couleurs de l'arc-en-ciel). C'est aussi une source intense dans la mesure où toute l'émission est concentrée dans un cône de très faible ouverture, presque un pinceau de lumière. Pour exploiter ces deux caractéristiques remarquables (on verra plus loin dans quels types d'expériences), les utilisateurs de rayonnement synchrotron se sont d'abord installés comme des intrus dans les laboratoires de physique des hautes énergies où leur présence était – au mieux – tolérée. Ces "squatters de la Big Science", comme les appellent avec humour Françoise Balibar⁽⁴⁾, ont ensuite réussi à détourner à leur profit les installations déjà existantes et même parfois à devenir "propriétaires" de celles délaissées par leurs premiers utilisateurs. C'est exactement suivant un tel scénario que se sont développées, par exemple, les activités du laboratoire LURE (Laboratoire pour l'utilisation du rayonnement synchrotron), créé en 1972 à Orsay. Ses chercheurs exploitent aujourd'hui, exclusivement pour leur propre compte, les deux anneaux de stockage (Super ACO et DCI) initialement construits à d'autres fins.

En France, LURE est cependant un cas unique. Si l'on compte le nombre de sources de rayonnement synchrotron en activité ou en projet, notre pays arrive bien après le Japon (10 sources), les USA (10), l'ancienne Union soviétique (8) et l'Allemagne (6). Même les Anglais disposent, à Daresbury, d'une source de rayons X conçue dès le départ pour le rayonnement synchrotron. Rien de tel en France où seul DCI fournit donc des rayons X (Super ACO émettant un rayonnement dans l'ultraviolet). C'est d'autant plus dommage que les Français ont été, dans les années 1980, au DCI, des pionniers en la matière (par exemple dans la détermination des structures de protéines). C'est aussi une situation en passe de changer avec la prochaine mise en service de l'ESRF, ambitieux projet auquel la France participe aujourd'hui avec onze autres pays d'Europe⁽⁵⁾.

Pourquoi le rayonnement synchrotron est-il si intéressant dans le domaine des rayons X ? Il y a à cela plusieurs raisons qu'on peut résumer en disant que les rayons X sont la "lumière" la mieux adaptée pour étudier la structure atomique et moléculaire de la matière organisée. Leur longueur d'onde est en effet du même ordre de grandeur que la distance typique entre les atomes de cette matiè-

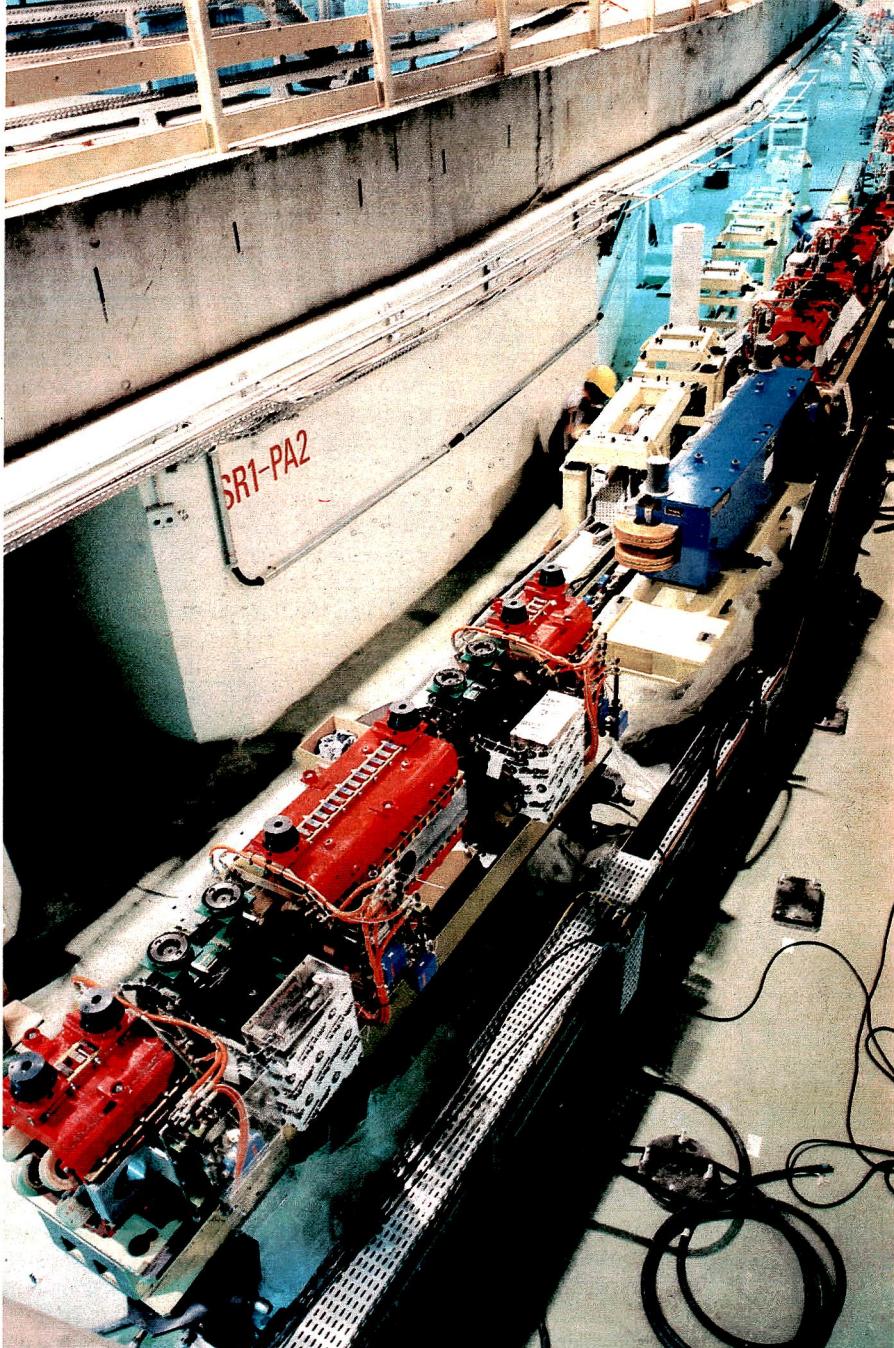
Les électrons manipulés

Les électrons qui émettent les rayons X doivent être accélérés jusqu'à une vitesse très proche de celle de la lumière. Pas moins de 608 électroaimants (quadrupôles en rouge, et dipôles en bleu) servent à guider ce faisceau d'électrons et à en optimiser les caractéristiques (dimension, intensité, stabilité).

re (quelques angströms). Cette caractéristique "géométrique" a permis de les utiliser, dès 1912, pour déterminer la disposition des atomes à l'intérieur des cristaux.

Quand on parle de cristaux, on pense tout de suite, pèle-mêle, au sel de cuisine (le fameux chlorure de sodium des livres d'école), aux facettes d'un diamant ou encore aux cristaux de roche. En fait, l'état cristallin est beaucoup plus répandu qu'on ne l'imagine. Les aciers, et plus généralement les alliages métalliques, sont cristallins. Les semi-conducteurs et autres matériaux de base de l'électronique aussi. Même les protéines peuvent cristalliser (suivant un processus encore mystérieux à certains égards mais qui revient à ajouter un sel ou un solvant organique à une solution sursaturée de protéines). Dans tous ces exemples, il est clair que les propriétés physico-chimiques d'un matériau, ou bien les fonctions d'une molécule biologique, dépendent directement de sa structure. D'où l'intérêt de connaître celle-ci, d'abord pour comprendre les propriétés qui en résultent, puis éventuellement les reproduire par synthèse d'un nouveau matériau, d'une nouvelle molécule.

Un cristal réfléchit - on dit qu'il diffracte - les



rayons X uniquement suivant certaines orientations caractéristiques de sa structure. En identifiant ces orientations et en mesurant l'intensité diffractée suivant leur direction, on peut en déduire la structure du cristal. Simple dans son principe, la méthode est passablement compliquée dans son application, surtout pour les structures les plus complexes (souvent les plus intéressantes) où il faut procéder par une série d'approches successives avant de trouver (après plusieurs mois d'efforts) le bon résultat.

Par rapport à un générateur classique de rayons

X, le rayonnement synchrotron présente – comme on l'a vu – deux caractéristiques remarquables : sa "blancheur" (gamme continue de longueurs d'onde) et sa brillance. La combinaison de ces deux propriétés permet de réaliser des mesures de diffraction bien plus rapidement qu'avec un classique tube à rayons X n'émettant que dans une seule longueur d'onde. Avec ce dernier, on utilise en général la méthode dite du cristal tournant qui impose de mesurer l'intensité du faisceau diffracté pour chaque orientation possible du cristal par rapport au faisceau incident. Avec le synchrotron, plusieurs longueurs d'onde du faisceau incident se combinent avec une seule orientation du cristal pour donner, après analyse, le même résultat. Conséquence : un énorme gain de temps (gain qui se chiffre en mois pour les cristaux de macromolécules biologiques) et aussi un gain sensible en précision (résolution plus fine).

C'est déjà beaucoup ! Ce n'est pourtant pas le plus original, car des méthodes d'analyse ont également été développées pour étudier la disposition des atomes dans des matériaux non cristallins, comme les verres par exemple, pour lesquels la diffraction de rayons X est inopérante parce que leur structure est moins rigoureusement ordonnée que celle des cristaux. L'une de ces méthodes, baptisée EXAFS (*Extended X-Ray Absorption Fine Structure*), est basée sur l'absorption des rayons X (par un échantillon dont on cherche à connaître la structure "locale") et consiste à mesurer comment varie cette absorption en fonction de la longueur d'onde. On peut en déduire quel est l'environnement (local) d'un atome bien défini (de fer par exemple). A condition de disposer d'une source de rayons X balayant toute la gamme de longueurs d'onde nécessaires à la mesure, ce qui n'est guère possible qu'avec le rayonnement synchrotron.

On pourrait multiplier les exemples montrant l'intérêt d'une source de rayonnement synchrotron dans le domaine des rayons X. Contentons-nous d'en citer quelques-uns. Suivi en temps réel de réactions faisant intervenir des molécules à l'intérieur d'un cristal, étude de la structure des colloïdes (substances du type yaourt ou peinture), analyse structurale des surfaces, caractérisation des structures de matériaux soumis à des fortes pressions, caractérisation des défauts dans les cristaux, imagerie de domaines magnétiques, angiographie (radiographie après injection d'une substance opaque aux rayons X), holographie X, etc.

Toutes ces applications sont soit spécifiques du rayonnement synchrotron, soit grandement facilitées par son utilisation. Elles sont inscrites au pro-

gramme des expériences qui seront réalisées sur ESRF et montrent à quel point cette machine est appelée à devenir un outil de recherche pluridisciplinaire.

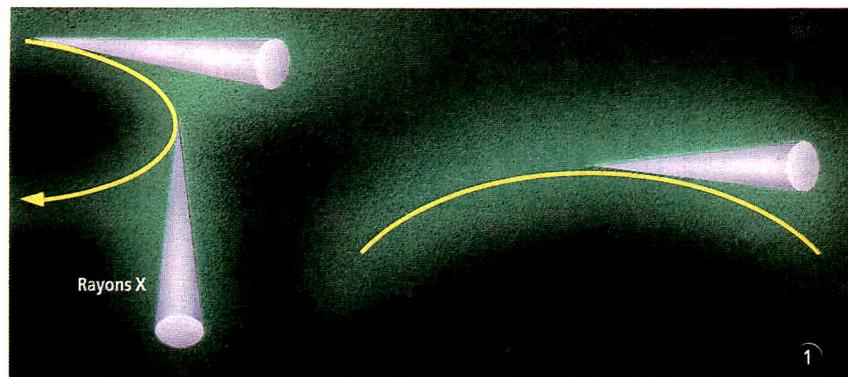
Concrètement, à quoi ressemble ESRF ? C'est un ensemble relativement complexe puisqu'il est composé de deux accélérateurs de particules successifs, qui alimentent un anneau de stockage lui-même entouré d'une multitude de "lignes de lumière". Voyons comment tout cela fonctionne. Au départ, le faisceau d'électrons issu d'un accélérateur linéaire (de 40 m de long) est injecté dans un synchrotron (300 m de circonférence) où les électrons sont accélérés jusqu'à une énergie maximum de 6 GeV (6 milliards d'électronvolts ce qui représente un chiffre relativement élevé, même du point de vue de la physique des hautes énergies). Après avoir atteint cette énergie maximale, les électrons sont injectés dans un anneau de stockage (850 m de circonférence) qui constitue la source de rayonnement de l'ESRF. C'est cette dernière étape – injection d'un faisceau dans l'anneau de stockage – qui sera franchie le 17 février 1992. Suivront plusieurs mois de réglage et de mise au point au cours desquels les spécialistes de l'ESRF optimiseront les caractéristiques du faisceau – son intensité, sa stabilité. A titre indicatif, signalons que les dimensions de ce faisceau doivent être de l'ordre d'un dixième de millimètre : l'épaisseur d'un cheveu !

L'anneau de stockage est composé de 64 parties courbes (où la trajectoire des particules est infléchie par un aimant de déviation) et autant de sections droites. Le rayonnement synchrotron est émis tangentiellement à toutes les parties courbes mais les sources les plus intenses seront en fait des dispositifs insérés dans un certain nombre de sections droites (au total 28 disponibles). Ces "dispositifs d'insertion" sont des ensembles de petits aimants permanents, placés au-dessus et au-dessous du trajet du faisceau, qui forcent les électrons à suivre une trajectoire sinusoïdale. L'intérêt est d'avoir, non pas une seule déviation de trajectoire, mais toute une série. Il en résulte un flux de rayons X émis d'autant plus intense (**voir dessin page ci-contre**).

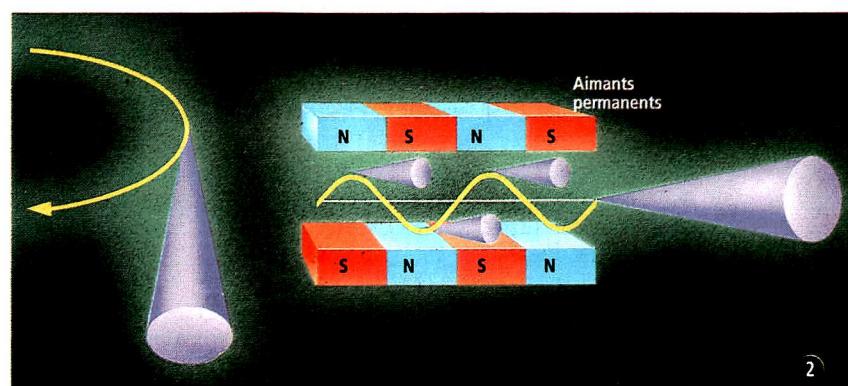
Chaque source (aimant de déviation ou dispositif d'insertion) marque le début d'une "ligne de lumière" le long de laquelle les rayons X sont guidés et concentrés par des systèmes optiques: fentes, miroirs courbes. Ces divers éléments seront soumis à des flux de rayons X qui déposeront sous forme d'énergie lumineuse une densité de puissance maximale de l'ordre de 25 watts par mm² : de quoi faire fondre certains métaux ! Leur bon refroidisse-

La lumière prend la tangente

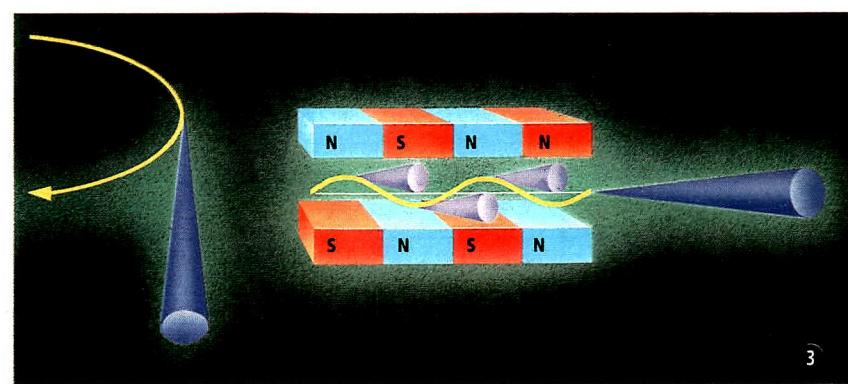
Le rayonnement synchrotron est émis par les électrons tangentielle à leur trajectoire lorsque celle-ci est courbe. En 1, cette courbure est obtenue par l'action d'un simple aimant de déviation. Une méthode plus subtile fait appel à deux séries d'aimants permanents qui forcent les électrons à suivre une trajectoire sinusoïdale, où le nombre de courbures est donc multiplié (2). Lorsque l'écartement entre les deux séries d'aimants permanents diminue encore, l'amplitude du mouvement est plus faible mais l'ensemble des rayonnements émis à chaque courbure s'additionne en interférant de façon constructive (3). A chaque étape, l'intensité du rayonnement émis est renforcée mais aux dépens de la gamme en longueur d'onde dont l'étendue est réduite proportionnellement.



1



2



3

ment est donc crucial. Enfin le rayonnement atteindra son but : un échantillon de matière à analyser disposé entre 30 et 60 m de la source. La diffraction, l'absorption ou encore d'autres processus secondaires provoqués par l'impact des rayons X sur l'échantillon seront alors enregistrés par des détecteurs appropriés. Les premières lignes de lumière seront mises en service en 1994. Le financement est assuré pour l'installation de 30 d'entre elles (installation qui se poursuivra jusqu'en 1998).

Le prix de l'ESRF : 2,6 milliards de francs pour la construction dont 1,7 milliard d'investissement. De 1994 à 1998, l'exploitation coûtera 1 milliard de francs supplémentaires. Même si le financement est assuré par douze pays, cela revient donc cher. A titre de comparaison, signalons qu'un classique générateur à rayons X revient à environ 1 million de francs. Mais n'oublions pas non plus que ce n'est pas en additionnant des tubes à rayons X qu'on

peut obtenir l'équivalent d'une machine comme l'ESRF, pas plus qu'en additionnant des bicyclettes on obtient une automobile. Reste à savoir si l'on a vraiment besoin d'une automobile. Peut-être pas tous les jours, mais on est parfois bien content d'en avoir une. Ne serait-ce que pour aller à Grenoble, le 17 février 1992...

Daniel Tarnowski

(1) Un angström est égal à un dixième de millionième de millimètre.

(2) Qui tend à se rapprocher du centre.

(3) Voir *Science & Vie* n° 830, p. 42, et n° 862, p. 24.

(4) *La Science du cristal*, Hachette 1991.

(5) France, Allemagne, Italie, Royaume-Uni, Belgique, Pays-Bas, Danemark, Finlande, Norvège, Suède, Espagne et Suisse (par ordre décroissant d'importance de leur participation).

PAR RENAUD DE LA TAILLE

UN INTERRUPTEUR FAIT D'UN SEUL ATOME

A l'échelle des circuits intégrés, là où un cheveu coupé en quatre a l'allure d'une poutre, on sait faire des commutateurs pas plus gros qu'un microbe. On vient pourtant de réussir mieux encore : un bouton électrique qui repose sur le mouvement d'un seul atome.

Les calculs informatiques, et aussi le stockage des informations, dépendent de commutateurs qui laissent passer le courant ou l'arrêtent pour traduire les 0 ou 1 de la logique binaire. Plus ces commutateurs sont petits, et plus on peut stocker ou traiter d'informations sous un petit volume. De là une course à la miniaturisation qui se traduit par des circuits intégrés dont les éléments se mesurent en micromètres ($1\mu\text{m} = 1$ millième de millimètre). A ce niveau, le microscope optique ne convient plus et le microscope électronique est à peine suffisant.

Pour voir vraiment ce qui se passe très en dessous du micromètre, il faut le microscope à effet tunnel inventé par deux chercheurs d'IBM Zurich, G. Binnig et H. Rohrer, qui reçurent d'ailleurs pour cela le prix Nobel de physique 1986.

Cet instrument est fait d'une pointe de tungstène si extraordinairement effilée que son extrémité n'a plus

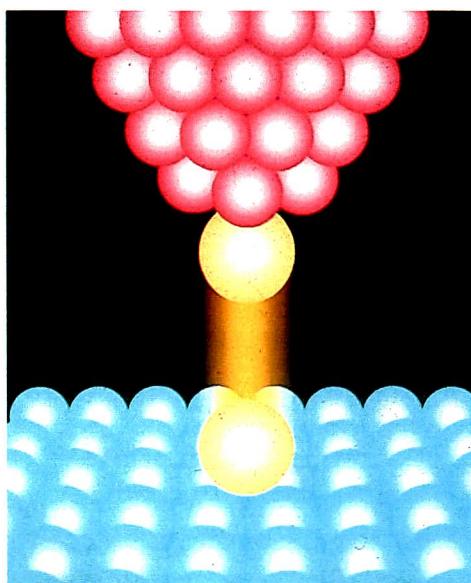
que quelques atomes d'épaisseur. On approche, sous vide, cette pointe à quelques dixièmes de nanomètre ($1\text{ nm} = 1$ milliardième de mètre, ou 1 millième de micromètre) de la surface conductrice à étudier, c'est-à-dire à une distance qui est de l'ordre de grandeur des atomes (de $0,1$ à $0,3$ nanomètre).

A ce moment un courant électrique peut passer de la pointe à la surface malgré le vide qui règne entre les deux : c'est là l'effet tunnel, parce qu'il semble qu'un tunnel conducteur s'ouvre brusquement à travers la résistance que représente le vide (aux dimensions ordinaires celui-ci est un parfait isolant). On a alors une jonction tunnel dont la conductance varie de manière exponentielle avec la distance pointe-surface.

Pour avoir une image des atomes qui constituent une surface plane, on fait avancer la pointe au-dessus de cette surface tout en la déplaçant en hauteur de façon à maintenir constant le courant qui passe par effet tunnel ; ce déplacement, qui est enregistré et donnera l'image cherchée, est asservi aux variations de courant enregistrées quand la pointe avance. En fait, cela revient à suivre les creux et les bosses de la surface à l'échelle des atomes, un seul atome de plus ou de moins en hauteur suffisant à faire une bosse

Commutateur mode d'emploi

Au départ, l'atome de xénon (jaune) est collé à la surface du nickel (bleu-vert) et le courant qui peut passer par effet tunnel de la pointe de tungstène (rouge) au nickel est presque nul. Pour déclencher l'interrupteur, on envoie une brève décharge électrique (+) et l'atome de xénon saute en l'air pour s'attacher à la pointe : un courant important peut maintenant passer entre la pointe et la surface. Pour éteindre l'interrupteur, on envoie une décharge de sens opposé (-) : l'atome de xénon se détache du tungstène pour revenir se coller au nickel, et le courant ne passe pratiquement plus.

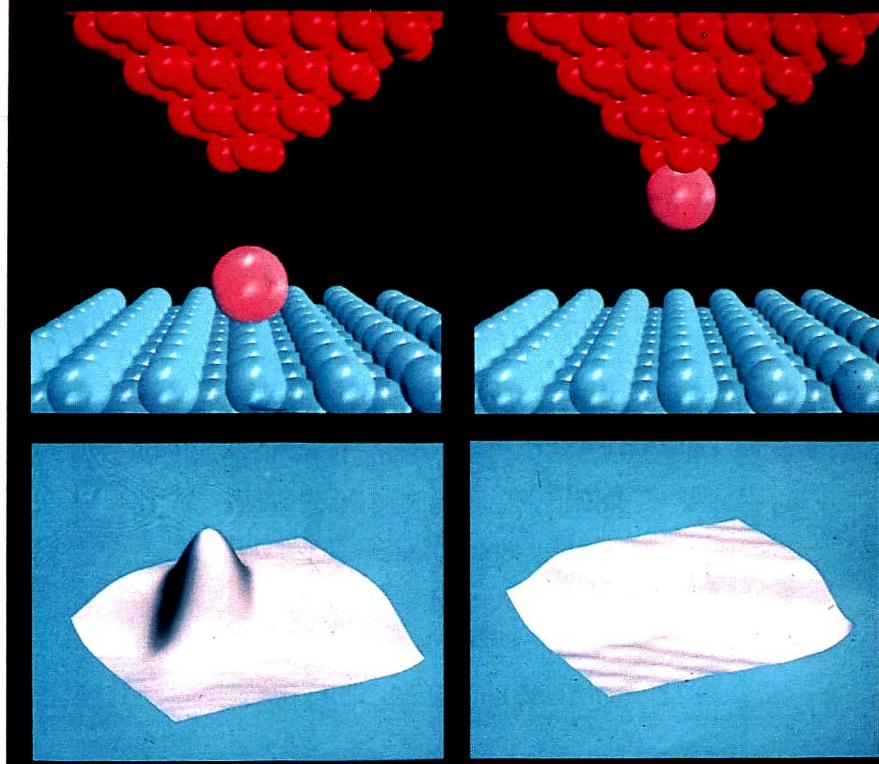


ou un creux. Le microscope à effet tunnel offre un intérêt supplémentaire, comme l'ont montré plus tard d'autres chercheurs de chez IBM, à San José en Californie : on peut se servir de la pointe comme d'une sorte de pincette pour emporter un seul atome d'un point à un autre. C'est ainsi qu'en avril 1990 ils purent écrire le sigle IBM avec 35 atomes de xénon disposés selon ce procédé sur un cristal de nickel, chaque ligne étant faite d'une seule rangée d'atomes.

Et puis, au mois de juillet 1991, D. Eigler, du même centre de recherche, faisant sauter un unique atome de xénon depuis la surface jusqu'à la pointe, et vice versa, fit une découverte importante : le comportement de cette jonction tunnel change totalement selon la position de l'atome de xénon : quand il est posé à la surface du nickel, la conductibilité de la jonction est minimale ; quand il se met sur la pointe, la conductibilité est maximale.

Pour réaliser cette expérience, l'ensemble est refroidi à 4 K (-269°C), puis on met quelques atomes de xénon sur le cristal de nickel et on envoie un bref courant de +0,8 V entre les électrodes : un atome de xénon saute du nickel et vient s'attacher à la pointe ; c'est alors que le courant électrique passe bien (conductibilité maximale). Si on lance ensuite une brève tension de sens contraire (-0,8 V), l'atome se détache de la pointe et revient se coller à la surface du nickel. L'écart pointe/surface est de 0,5 nm, soit à peine plus que le diamètre de l'atome de xénon. Et c'est alors que le courant électrique ne passe pratiquement plus (conductibilité minimale).

C'est donc bien un interrupteur électrique au sens habituel du terme, et c'est le plus petit jamais réalisé puisqu'il ne dépend que de la position d'un seul atome. Notons que le courant qui circule (0,02 V) a une tension très inférieure à celle des impulsions qui déclenchent la commutation. Le processus est lié à la



Le saut de l'atome

Reconstitué par ordinateur, il est ici grossi 20 millions de fois. À gauche, un atome de xénon (rose) est posé à la surface d'un cristal de nickel (bleu) sous la pointe (rouge) du microscope à effet tunnel. À droite, sous l'influence d'une brève décharge électrique, l'atome monte et se colle à la pointe, ce qui modifie radicalement la conductibilité de la jonction tunnel pointe/surface. En dessous de chaque dessin, on a l'image correspondante enregistrée par le microscope : l'atome de xénon apparaît comme un pic à la surface relativement lisse du nickel, et a disparu sur le second cliché. Le carré de nickel mesure en réalité 2,5 nm.

dissymétrie géométrique qui existe entre la surface plane du nickel et la pointe hyper effilée du tungstène.

Pour le moment il s'agit encore d'une installation de laboratoire très lourde. En particulier l'ensemble doit être refroidi à une température cryogénique, celle de l'hélium liquide, car la chaleur n'est que le reflet de l'agitation moléculaire : plus la température est élevée, et plus les molécules oscillent autour de leur point d'équilibre. Or il serait fort difficile de saisir ou de déplacer un atome qui remue sans cesse ; à très basse température, cette agitation cesse à peu près complètement et le travail est beaucoup plus ais. Par ailleurs, pour exploiter pleinement ce commutateur à un atome et en faire la base de circuits intégrés nantis d'éléments 1 000 fois plus petits que ceux d'aujourd'hui, il faudra réaliser un câblage qui soit aussi à ce niveau de miniaturisation.

Mais cette découverte constitue toutefois, et de manière indéniable, le premier pas vers la logique à l'échelle atomique. Or, à cette échelle, toute la grande bibliothèque de France tiendra sur un disque mémoire de 30 cm

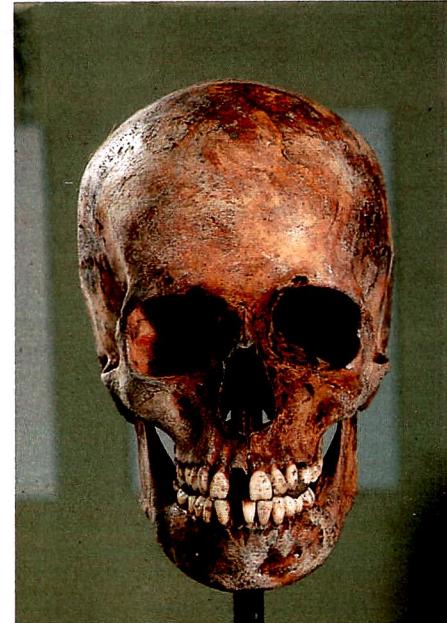
Renaud de La Taille

PAR PIERRE ROSSION

LE DÉTECTIVE MOLÉCULAIRE

Un fait divers a montré que l'on pouvait, à partir de l'ADN contenu dans un simple bulbe pileux ou dans un fragment d'os, identifier le coupable, mais aussi la victime d'un meurtre.

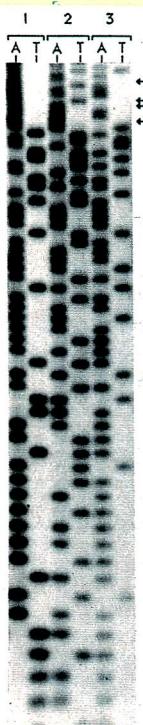
Cette technique d'identification fait désormais partie de l'arsenal utilisé dans les enquêtes policières.



Décembre 1989, Cardiff (Pays de Galles) : les restes d'une jeune fille, réduits à l'état de squelette calciné, sont découverts dans le jardin d'une maison d'une cité ouvrière. D'après les premières investigations, son décès remonte à huit ans et l'on estime, d'après sa dentition, qu'elle était

âgée d'environ 15 ans. La police fait alors appel à Richard Neave, spécialiste des reconstitutions anatomiques à l'université de Manchester. Il exécute, à partir du crâne, un moulage en argile du visage de la jeune fille. Le portrait-robot ainsi obtenu à peine publié dans la presse, la police reçoit un coup de télé-

COMMENT CONFONDRE L'AUTEUR D'UNE AGRESSION?



Alors que les gènes définissent nos caractéristiques biologiques, les minisatellites définissent, eux, nos "empreintes génétiques. Comme les gènes, ils sont constitués d'ADN. Et comme eux ils occupent une place bien définie sur les chromosomes et "marchent" par paires, c'est-à-dire qu'on les rencontre en deux exemplaires, pas forcément identiques, chez chaque individu. A ces deux exemplaires on donne le nom d'allèles. Si, maintenant on considère, non plus un seul individu, mais l'ensemble de la population, chaque minisatellite se rencontrera sous de multiples formes qui seront autant d'allèles.

Pour identifier les différentes allèles d'un même minisatellite, Alec Jeffreys a mis au point une première technique qui "mesurerait" leur longueur; en effet, tous les minisatellites sont constitués d'un enchaînement

d'unités -un peu comme les perles d'un collier-, dont le nombre varie d'un allèle à l'autre (autrement dit, on a autant d'allèles d'un même minisatellite que l'on a de tailles de colliers). Mais supposons que, lors d'une enquête policière, on rencontre par malchance, dans un échantillon de sperme prélevé sur la victime d'un viol, des allèles d'un même minisatellite, par exemple le MS 32, de tailles identiques, la technique de Jeffreys ne permet pas distinguer ceux provenant du partenaire habituel de la victime, de ceux de son agresseur.

Depuis Jeffreys a affiné sa méthode. Sachant que, pour un même minisatellite, chaque unité est formée du même nombre de nucléotides (29 pour le MS 32), la substitution d'un nucléotide par un autre fait en sorte que l'on a deux types d'unités, les *a* et les *t*, dont l'enchaînement varie selon l'allèle

considéré. Pour distinguer ces différentes unités, Jeffreys amplifie d'abord, comme dans sa première technique, l'ADN des minisatellites; chacune des multiples copies est ensuite coupée, à l'aide d'enzymes spécifiques, en des segments délimités par le début du collier et soit par une perle *a* (segment *A*), soit par une perle *t* (segment *T*). On obtient ainsi autant de segments que d'unités. Ces segments *A* et *T* sont de longueur variable, le plus court ne comprenant qu'une unité, le plus long les 29. L'électrophorèse qui exploite le fait que des molécules soumises à un champ électrique parcourt des distances proportionnelles à leur taille, permet d'obtenir une représentation de la succession des unités, à d'une part et *t* d'autre part, sur le minisatellite. La photo ci-contre montre les différences qui peuvent exister entre trois allèles d'un minisatellite, le MS 32.



phone d'une assistante sociale de Cardiff : selon elle, le visage est celui de Karen Price, pensionnaire qui, en juillet 1981, s'était enfui d'un foyer de jeunes filles. Mis en présence du crâne, les parents présumés admettent que la dentition ressemble bien à celle de leur fille, mais ils restent sceptiques.

C'est Alec J. Jeffreys, chef du laboratoire de génétique à l'université de Leicester (Angleterre), qui va trancher. A partir de quelques fragments d'ADN, extraits de cellules de fémur épargnées par la calcination, il affirme que le squelette est bien celui de Karen Price. Pour ce faire, il lui a d'abord fallu amplifier considérablement la quantité d'ADN ainsi recueillie, insuffisante à l'application d'un test d'identification. Mise au point à San Francisco (Californie) en 1985 par l'équipe du Pr Kary Mullis, à la Cetus Corporation, la technique utilisée, appelée PCR (Polymerase Chain Reaction, réaction de polymérisation en chaîne), permet de produire en quelques heures un milliard de copies à partir d'un seul fragment d'ADN (*voir dessin p. 35*)⁽¹⁾. Disposant de ce matériel abondant, le Pr Jeffreys a recherché d'éventuelles similitudes entre cet ADN et celui des parents présumés. Cette recherche, élaborée par le Pr Jeffreys lui-même, repose sur l'existence dans nos cellules d'empreintes génétiques aussi personnelles que nos empreintes digitales⁽²⁾ et baptisées minisatellites. Il s'agit de sites particuliers de la molécule d'ADN situés dans les introns, ces zones de l'ADN qui ne codent pour aucun message⁽³⁾. Ces minisatellites sont constitués d'unités de 15 à 30 nucléotides⁽⁴⁾, répétées de 3 à 30 fois d'affilée, enfilées les unes derrière les autres à la façon des perles d'un collier. Par exemple, un sujet pourra avoir la même

L'ADN confirme le portrait-robot

Le moulage établi à partir du crâne d'une jeune fille assassinée laissant sceptiques les parents présumés, on préleva sur le fémur de celle-ci un fragment d'ADN encore intact. Les empreintes génétiques de cet ADN prouvent la filiation.

unité de 20 nucléotides répétée 10 fois à tel endroit, puis 20 fois un peu plus loin, 3 fois plus loin encore et ainsi de suite sur une dizaine de milliers de sites différents. En revanche, chez un autre individu, ces unités seront composées de 25 nucléotides et occuperont, par groupe de 3 à 30, une vingtaine de milliers de sites différents.

Présents chez chacun d'entre nous, les minisatellites sont néanmoins en nombre variable, distribués différemment et de tailles diverses selon les individus; comme les unités de base qui les composent ne sont pas identiques, la probabilité que deux personnes aient à la fois le même nombre de minisatellites, une répartition identique quant à leur taille et des séquences absolument semblables est, sauf chez les vrais jumeaux, pratiquement nulle. On dispose ainsi d'un "marqueur" individuel.

Comme le reste du matériel génétique, les minisatellites se transmettent de génération en génération selon les lois de l'hérédité: les enfants héritent une partie de leurs minisatellites de leur père et l'autre partie de leur mère. Chaque minisatellite d'un enfant se retrouve donc forcément chez l'un ou l'autre de ses parents. C'est ce qui a permis d'affirmer que les restes calcinés trouvés à Cardiff étaient bien ceux de Karen Price. La PCR, associée à la technique des empreintes génér-

tiques, trouvait là sa première réelle application.

Cette technique est de plus en plus utilisée en recherche de parenté et, surtout, en criminologie. Dans ce domaine, elle se révèle un outil très puissant pour retrouver les meurtriers, à partir des traces (cheveux, desquamations, rognures d'ongles, sperme, sang) laissées sur leur victime ou sur le lieu du crime. Il suffit d'extraire l'ADN contenu dans ces traces, de l'amplifier, puis de comparer les empreintes génétiques portées par cet ADN avec celles de personnes suspectées ou fichées par la police.

Enfin, elle a aussi été utilisée pour identifier les restes des soldats américains morts en Irak, lors de l'opération Tempête du désert. Cependant, malgré sa précision, cette technique n'est pas toujours assez puissante pour déceler des variantes d'un même minisatellite. Chaque minisatellite, comme chaque gène, existe dans la population mondiale sous plusieurs formes, ou allèles, différant légèrement entre elles par la substitution d'un (ou de quelques) nucléotide par un (ou par quelques) autre. Ainsi, le gène codant pour la couleur des cheveux présente plusieurs allèles dont la combinaison produira toutes les couleurs, du blond le plus platiné au noir de jais. Comme tous nos chromosomes (sauf les chromosomes sexuels) sont en double exemplaire dans nos cellules, chaque individu possède deux allèles de toute portion d'ADN, gène ou minisatellite.

Jusqu'ici, la technique de Jeffreys était basée sur les différences de longueur des allèles des minisatellites - c'est-à-dire, pour reprendre l'image du collier de perles, qu'elle comptait les perles. Ce faisant, dans le cas où deux allèles ont des longueurs très voisines, on risquait de ne pas pouvoir les discriminer à coup sûr - et, par exemple, de n'être pas en mesure d'identifier sans équivoque le coupable parmi deux suspects. Alec Jeffreys et ses collaborateurs ont donc sur le métier remis leur ouvrage. Dans un article de *Nature* du 21 novembre 1991, ils proposent une méthode encore plus perfectionnée utilisant la répétition des variantes de minisatellites (Minisatellite Variant Repeat, MVR) et couplée, elle aussi, à la PCR, d'où son nom de MVR-PCR. Le mi-

Quand l'ADN s'autophotocopie

Pour obtenir des milliards de copies d'une molécule d'ADN, ajoutez-lui une enzyme, la polymérase; des nucléotides (A, C, G, T), véritables briques constitutives de l'ADN; et deux sortes d'amorces: les premières complémentaires du début d'un des deux brins de l'ADN, les autres de la fin de l'autre brin. Agitez bien le tout, puis chauffez à 95° C pour dénaturer la molécule d'ADN et ainsi provoquer la séparation des deux brins (1). Refroidissez ensuite à 55° C: les amorces s'accroissent alors à l'extrémité du brin dont elles sont complémentaires. A leur suite, les nucléotides viennent s'accrocher les uns derrière les autres à leur complémentaire (A avec T, C avec G), sous l'action de la polymérase, qui progresse le long du brin après l'accrochage de chaque nouvelle "brique" (2). Vous obtenez ainsi deux nouveaux brins d'ADN, répliquant la molécule originale. Il suffit d'augmenter à nouveau la température pour que les brins nouvellement formés se séparent (3) et qu'à leur tour, avec les deux premiers, ils servent d'originaux pour un second cycle (4). Cette amplification rend détectables des caractéristiques impossibles à mettre en évidence sur un seul exemplaire d'une molécule d'ADN.

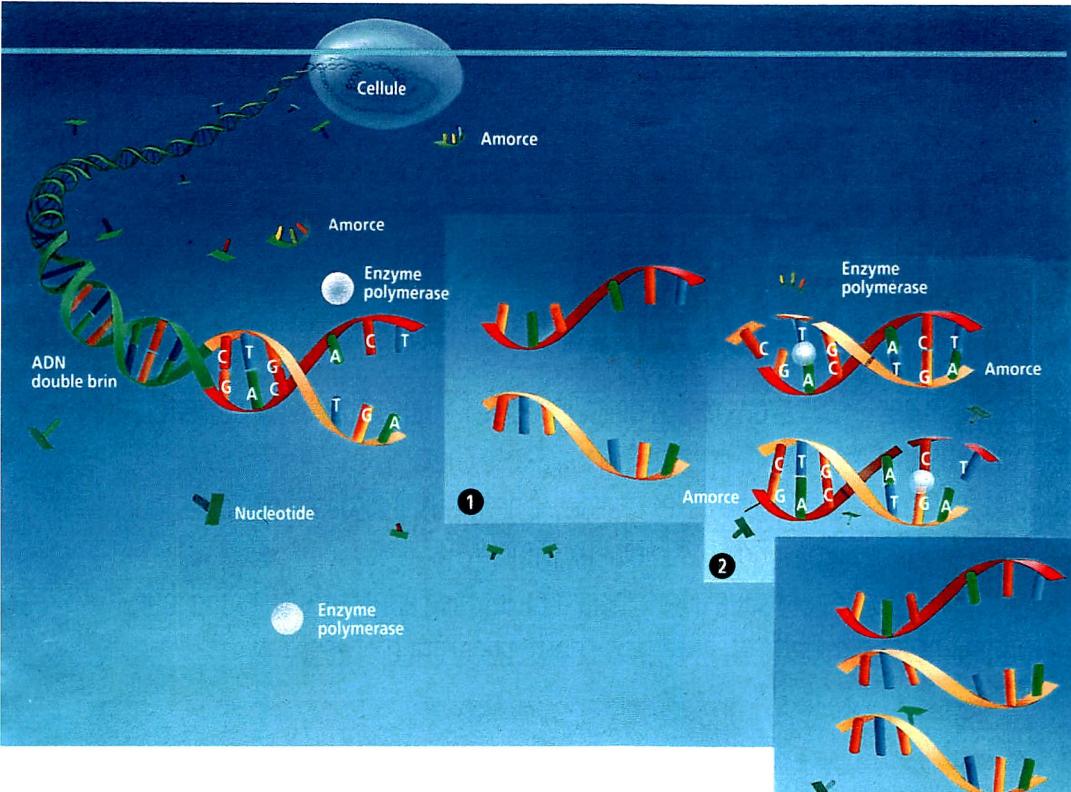
nisatellite sur lequel leur travail a porté - appelons-le MS 32 - est formé par la répétition d'unités (les perles) composées de 29 nucléotides. Les différences entre les allèles de MS 32 sont dues à l'existence de deux variantes (disons a et t) de l'unité de base de 29 nucléotides - un peu comme s'il y avait des perles jaunes et des perles blanches sur le collier. Lorsque l'on aligne côté à côté les deux allèles de MS 32 portés par les deux chromosomes, comme les deux rangs d'un collier, on constate que les perles jaunes et blanches (les variantes a et t) ne se succèdent pas de la même façon sur les deux rangs (**voir encadré p.32**). Il y a donc trois combinaisons possibles : une perle jaune sur chaque rang, une perle blanche sur chaque rang, une perle jaune sur un rang et une blanche sur l'autre. Comme à certains endroits une perle peut carrément manquer, il y a encore trois autres possibilités : une perle jaune sur un rang et pas de perle sur l'autre, une perle blanche sur un rang et pas de perle sur l'autre et pas de perle sur les deux rangs. A chacune de ces combinaisons on attribue un code numérique, de 1 à 6, que l'on peut éventuellement informatiser (**voir encadré ci-contre**). La diversité des allèles de MS 32 est astronomique : il en existerait plus de cent millions ! La pro-

VERS UNE CARTE D'IDENTITÉ GENÉTIQUE ?

Selon la multinationale pharmaceutique ICI, avec la MVR-PCR que commercialisera bientôt une de ses filiales, «le profil de chaque individu sera exprimé par un code numérique qui pourrait être facilement informatisé. Ce relevé "digital"

permettra aux institutions judiciaires de chaque pays de constituer une base de données globale contenant les empreintes génétiques des coupables et d'y avoir accès.» Si l'intérêt judiciaire (entre autres) de ce procédé paraît incontestable, on voit sans mal les risques d'abus dont cette méthode pourrait faire l'objet. Une législation est donc nécessaire, et on ne peut que se réjouir que ce problème soit à l'ordre du jour de la prochaine session de printemps du parlement.

table, on voit sans mal les risques d'abus dont cette méthode pourrait faire l'objet. Une législation est donc nécessaire, et on ne peut que se réjouir que ce problème soit à l'ordre du jour de la prochaine session de printemps du parlement.



babilité que deux allèles soient identiques - et, par conséquent, que deux individus aient la même paire d'allèles - est donc extrêmement faible.

La grande force de la MVR-PCR, par rapport à la technique initiale de Jeffreys, c'est qu'elle permet de distinguer, dans un mélange, des échantillons d'ADN provenant de différentes personnes, telles qu'un violeur et sa victime (**voir encadré p.32**). En utilisant sa base de données, Alec Jeffreys a ainsi créé deux millions d'associations théoriques entre "victime", "violeur" et "faux suspect". De cet ensemble, quatorze cas seulement ne purent être élucidés.

Dans un tout autre domaine, celui de la paléontologie, la PCR, associée cette fois à l'étude du caryotype (la composition chromosomique du noyau) et de l'ordre des gènes sur les chromosomes (leur séquence), permet de déterminer de quelles espèces actuelles des exemplaires momifiés d'espèces maintenant éteintes se rapprochent le plus. On a ainsi pu montrer que le quagga, animal dont le dernier spécimen a disparu de la surface de la terre en 1883, était apparenté à la fois au zèbre, au cheval et à l'âne. Pour le vérifier, il a suffi d'extraire quelques bribes d'ADN encore intactes d'un fragment de peau desséchée provenant d'un quagga conservé au musée de Mayence (Allemagne), puis de les amplifier et de les comparer avec l'ADN d'équidés actuels. De la même façon on a pu établir qu'une feuille vieille de vingt millions d'années, trouvée récemment dans des couches d'argile au fond d'un lac de l'Idaho, apparte-

nait à une espèce de magnolia aujourd'hui disparue. Plus étonnant encore est le cas des dinornis de Nouvelle-Zélande, ces oiseaux de un à quatre mètres de haut qui, à l'instar de leurs cousines les autruches, étaient affublés d'un long cou, d'une petite tête et de pattes massives. Connus des Maoris sous le nom de moas, ils auraient été totalement éliminés vers 1 500, après l'arrivée des Polynésiens dans cette île. On en a retrouvé des restes, ainsi que des œufs embryonnés, dans des cavernes, des alluvions, des bas-fonds tourbeux. Après avoir extrait et amplifié l'ADN de ces vestiges, la conclusion s'imposa : en dépit de leur morphologie assez différente, les moas étaient apparentés à un autre habitant actuel de la Nouvelle-Zélande, le kiwi.

En médecine aussi, la PCR, associée aux techniques classiques de la biologie moléculaire, a trouvé de nombreuses applications. Aux Etats-Unis par exemple, un débat agité depuis quelque temps le petit monde des médecins : Abraham Lincoln, le pré-

(suite du texte page 164)

PAR MARGUERITE TIBERTI

MANGER SANS GROSSIR

Pauvres humains ! Nous avons moins de chance que les rats : eux, ils conservent toute leur vie le tissu adipeux brun, présent à la naissance chez tous les mammifères, et qui brûle les graisses. Chez nous, il disparaît quelques jours après la naissance au profit du tissu adipeux blanc, qui stocke les graisses et risque à tout instant de les faire apparaître au grand jour, déformant notre silhouette et, plus grave, nous menaçant d'obésité.

Manger tout en gardant sa ligne, voilà un rêve entretenu dans tous les pays riches. Auteurs en mal de copie, marchands de produits miracles exploitent sans scrupule cette abondante veine sans se soucier beaucoup de renouveler leurs informations qui n'ont de scientifique que le nom. Pourtant, les vraies pistes de recherche ne manquent pas. Certaines tentent de freiner la synthèse des graisses, ou lipides, dans les cellules adipeuses (voir *Science & Vie* n° 852); d'autres essayent de stimuler la dégradation de ces mêmes lipides (voir *S & V* n° 868); d'autres encore visent à bloquer la formation des cellules adipeuses (grasseuses). La plus élégante, celle qui nous intéresse ici, explore la possibilité d'exploiter un mécanisme qui existe en chacun de nous, qu'il suffirait de réactiver. Il s'agit du tissu brun, qui est présent chez les nouveau-nés de toutes les espèces mammifères: grâce à lui, le jeune peut affronter sans risque le refroidissement brutal que constitue le passage sans transition de la douce chaleur utérine à la température du monde extérieur.

Chez les animaux qui hibernent dans les milieux froids - phoques, ours, baleines, marmottes, etc. -, le tissu brun constitue une épaisse couverture chauffante qui persiste toute la vie. Chez le rat, il



Dans 3 jours, il perdra sa protection anti-obésité

Nous naissions avec des cellules graisseuses brunes, dévoreuses de lipides. Elles ont des enzymes que n'ont pas les cellules graisseuses blanches qui, elles, stockent les graisses. Si seulement nous pouvions garder ces cellules brunes toute la vie, il n'y aurait plus d'obèse. Hélas!, au bout de trois jours, il ne nous reste plus que des blanches.

perdure dans la région des reins. Mais chez les agneaux, les veaux et les bébés humains, il disparaît quelques jours après la naissance. Or, les cellules de ce tissu brun, les adipocytes "bruns", ne diffèrent des adipocytes "blancs" (les seuls qui nous restent après la naissance) que par la présence, chez les premiers, d'une protéine, dite découpante, qui empêche le stockage de l'énergie par le corps sous forme de graisse et favorise au contraire sa transformation en chaleur. C'est à ce niveau que les chercheurs espèrent intervenir un jour.

Une équipe de l'université de Nice a examiné les cellules adipeuses ancêtres communs des cellules brunes et blanches et au mécanisme qui préside à



la fabrication ce celles-ci par celles-là. Ces cellules premières — elles portent alors le nom d'adipoblastes — sont, au départ, indifférenciées; elles constituent un stock installé incognito au fin fond de notre tissu gras. Indifférenciées, elles le sont parce qu'elles n'ont pas encore les caractéristiques définitives des cellules graisseuses spécialisées adultes, et qu'elles gardent encore des organites cellulaires ancestraux, des convolutions de leurs noyaux, comme autant de souvenirs du temps où leurs mères et leurs grand-mères étaient totipotentes. C'était avant qu'elles ne donnent, à la demande de l'organisme, des générations de cellules filles spécialisées dans telle ou telle fonction, c'est-à-dire capables de devenir du foie, de la peau ou du sperme. Au fur et à mesure des générations cellulaires, donc, les précurseurs se spécialisent de plus en plus, se multipliant et se différenciant davantage. Ils évoluent d'abord en un stade intermédiaire (préadipocyte), pour finir leur carrière en adipocytes gorgés de graisse (**voir dessin ci-contre**).

Une protéine disparaît et l'obésité s'abat sur l'humanité

pour les cellules de la moelle osseuse, où s'élaborent toutes les cellules sanguines; des précurseurs en sommeil peuvent se réveiller pour redonner vie à des lignées en voie d'extinction). Pour en revenir aux adipoblastes, il "suffirait" de démontrer ce réseau pour tenter de remettre en selle les adipocytes bruns et contrôler ainsi le processus de l'obésité.

Dans un organisme, les cellules graisseuses (les adipocytes, descendantes des adipoblastes) ne sont en fait que de simples exécutantes. Elles reçoivent l'ordre chimique de synthétiser des lipides complexes à partir des graisses alimentaires. Ce sont des glandes hormonales (de l'hypophyse, du pancréas, de la thyroïde et des surrénales) dispersées dans tout le corps qui leur envoient ces messages chimiques codés sous forme de sept hormones, et cela en fonction des demandes de l'organisme liées à la nutrition — sans que l'on sache le détail de ce fonctionnement (**voir dessin p.41**). C'est ce concert

LES CHEMINS DU GRAS

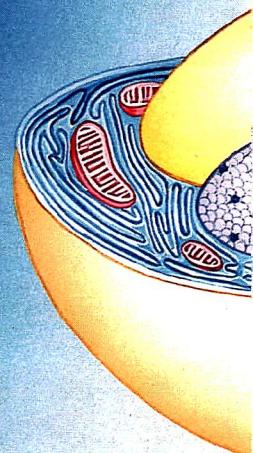
Avant d'être un organisme élaboré, nous ne sommes à l'origine qu'un tas de cellules toutes semblables. Ces cellules, dites totipotentes, sont aptes à se différencier, au cours du développement de l'embryon, en cellules de toutes sortes : musculaires, osseuses, nerveuses, sanguines, sécrétrices... et graisseuses.

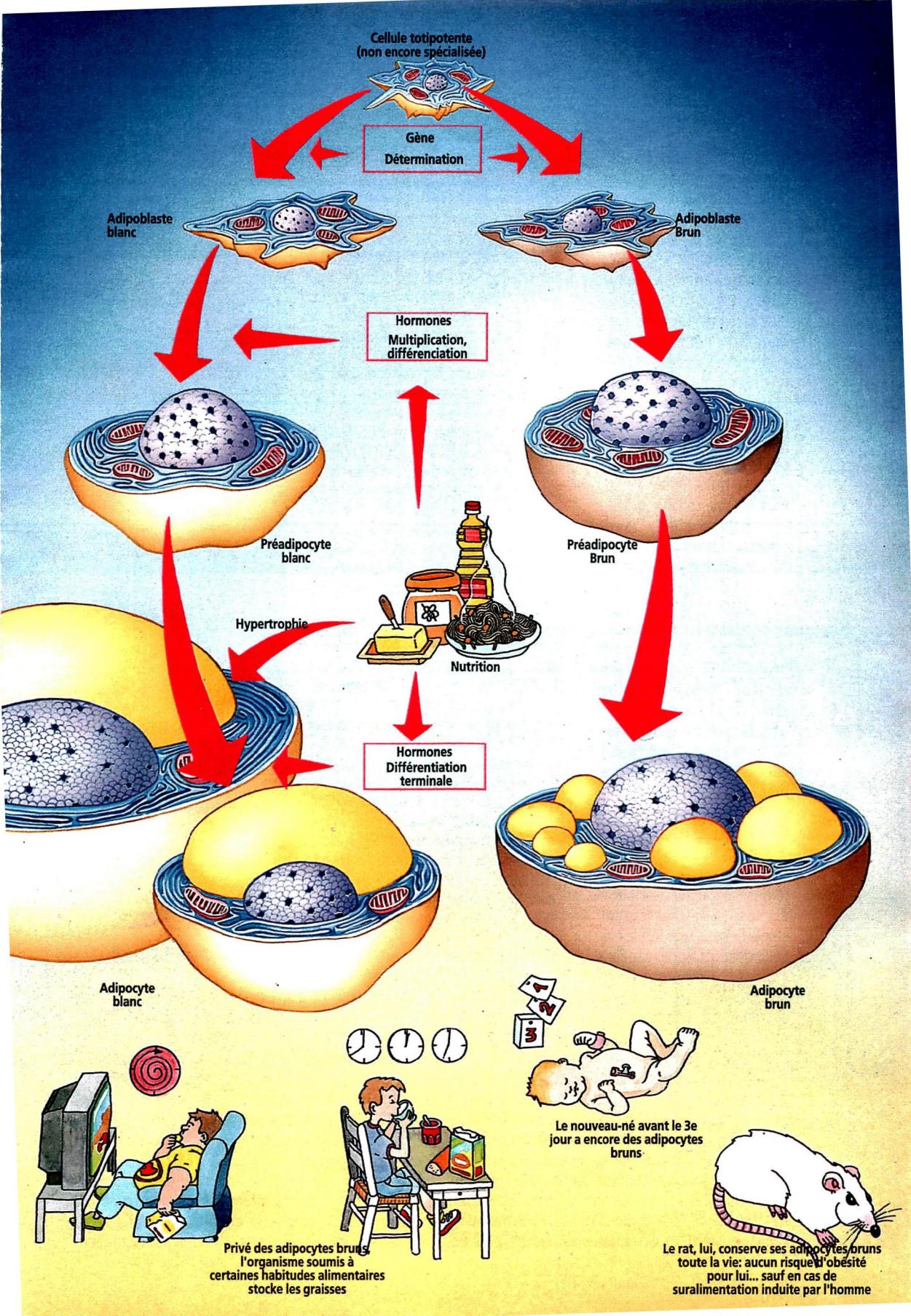
Avant de devenir des adipocytes qui fabriquent et stockent les lipides, les cellules totipotentes passent par un stade précurseur, indifférencié, dit adipoblaste, puis par un stade intermédiaire, appelé préadipocyte. Toute notre vie, les adipoblastes peuvent croître et se multiplier en préadipocytes qui, à leur tour, peuvent se gonfler en adipocytes.

Ces processus de multiplication et de différenciation sont contrôlés par un ensemble d'hormones. Celles-ci sont sécrétées en réponse à des stimulations engendrées par la qualité et la quantité de nourriture dont nos repas sont faits (**voir dessin p.41**).

Les adipocytes qui stockent les lipides constituent le tissu adipeux blanc (en réalité, ils sont de couleur jaunâtre). Une autre catégorie d'adipocytes brûlent les lipides : ils forment un tissu rouge violacé richement vascularisé, appelé tissu brun.

Chez l'homme, tous les adipocytes bruns se transforment en adipocytes blancs quelques jours seulement après la naissance. Si les chercheurs arrivaient à inverser cette tendance, on aurait de bonnes chances d'en finir avec l'obésité.





concert d'hormones qui déclenche le mécanisme de la différenciation des adipoblastes en adipocytes.

A quelles doses et dans quelles circonstances ces hormones interviennent-elles, voilà les questions auxquelles il faut maintenant répondre. De quoi occuper physiologistes et diététiciens pendant quelques années encore. En effet, on ne dispose actuellement, pour toute information sur ces agents régulateurs, que de leur taux de sécrétion chez l'homme à jeun...

Une autre équipe de recherche⁽³⁾ tente, elle, de percer directement le mystère de la disparition du fameux tissu brun. Ce qui fait le caractère de "mange-gras" de ces adipocytes bruns, c'est la production par leur cytoplasme de cette protéine tout à fait originale⁽⁴⁾, la protéine découplante, qui manque totalement chez les adipocytes adultes blancs. La protéine découplante empêche le stockage de l'énergie en graisse, et favorise au contraire sa transformation en chaleur. Dans le tissu blanc, cette faculté disparaît et les graisses sont stockées sous une forme difficilement utilisable par l'organisme. Comment cette protéine si bénéfique disparaît-elle soudain? Monsieur Jourdain dirait avec raison: parce qu'elle n'est plus fabriquée par la cellule. Quel événement prévaut donc à cet arrêt de production?

Une protéine est toujours fabriquée à partir d'un gène présent dans le noyau de la cellule. Et le gène qui contrôle la fabrication de la protéine découplante a récemment été identifié. Il est assez long et comporte, pensent les chercheurs, non seulement la séquence de structure de fabrication de la protéine, mais aussi des séquences de régulation qui stimulerait son activité, et d'autres qui le mettraient en veilleuse. Localiser ces différentes régions, puis dé-

LES HORMONES QUI FONT GROSSIR

Les hamburgers des jeunes Américains, la pasta des mamans italiennes ou les petits gâteaux des mamies françaises font tenir à l'organisme le même langage hormonal. Il s'agit d'un message qui provoque la transformation de discrètes petites cellules, les préadipocytes, en gros adipocytes gorgés de graisses dont il est impossible de se débarrasser.

Dans l'organisme, sept hormones produites par des glandes dispersées dans tout le corps, et responsables de cette métamorphose, interviennent pour traiter les graisses absorbées dans l'alimentation. Leur cible: le noyau du préadipocyte, cellule chef d'orchestre de la fabrication de toutes les substances élaborées dans la cellule, y compris celles intervenant dans la synthèse des lipides. Dans le noyau se trouvent sans doute les gènes qui commandent ce processus et dont les hormones déclenchent ou bloquent l'activité. Quels sont ces gènes ? Cela reste encore un mystère. Comment agissent les hormones en question ? Là aussi, il y a encore des zones d'ombre à éclaircir. On commence cependant à connaître le détail de l'action de certaines d'entre elles.

En bloquant la différenciation des cellules préadipocytes en cellules adipocytes, on disposerait d'un moyen efficace de stopper l'obésité. Pour l'instant, on sait seulement qu'un dérivé de l'aspirine empêche la transformation d'acide arachidonique en PGF 2 et PGI 2 (prostaglandines impliquées dans le mécanisme de fabrication de graisses à partir des lipides de l'alimentation et de stockage de ces graisses). Mais attention ! Cela n'a été testé qu'en éprouvette. En vous bourrant d'aspirine vous ne perdriez pas un gramme, mais attraperiez à coup sûr un ulcère à l'estomac.

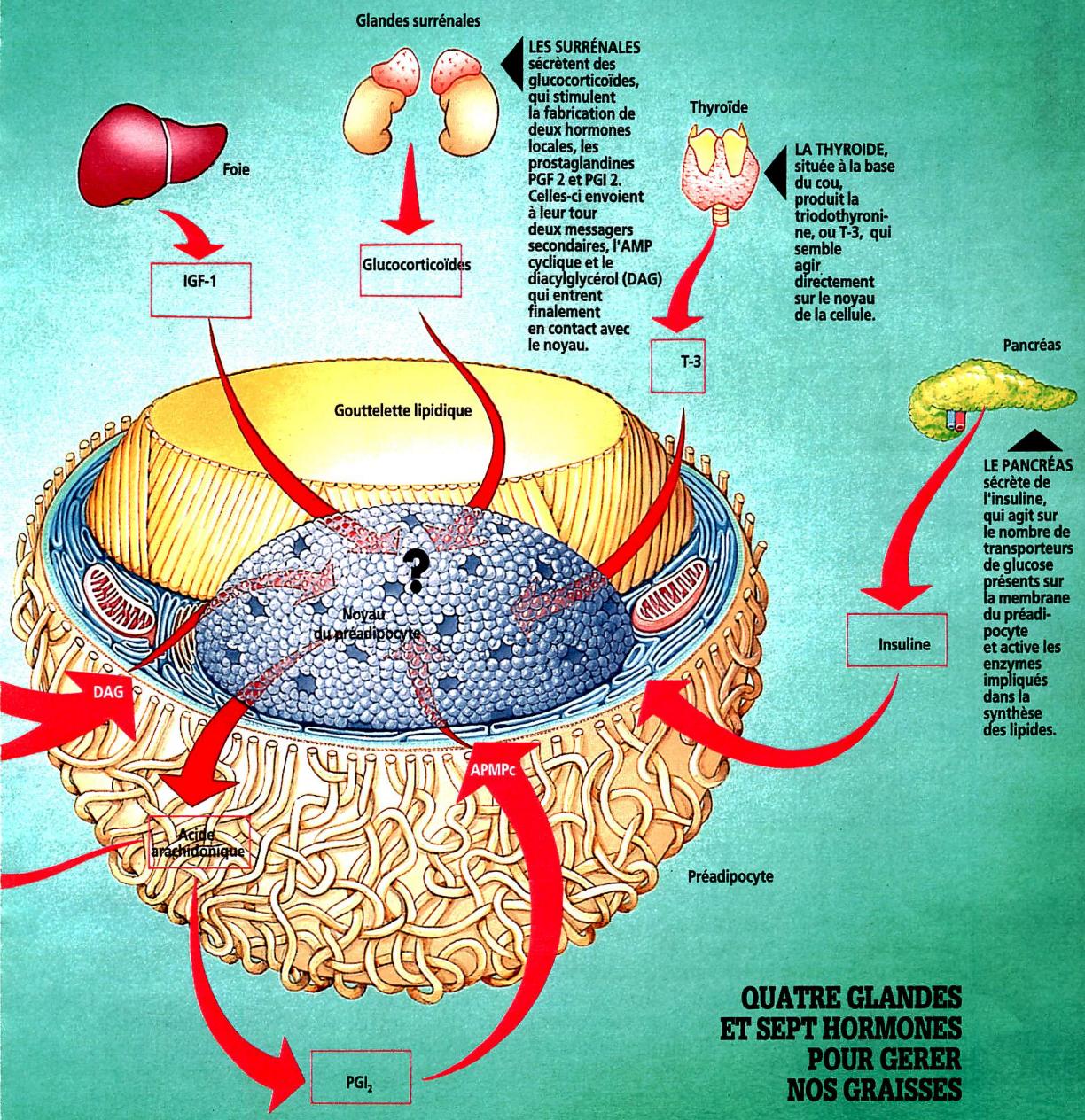
L'HYPOPHYSÉ,
suspendue au
plancher du
cerveau, apporte
l'hormone
somatotrope (HGH),
qui entraîne la
fabrication de
DAG et
provoque, dans
le foie, la
sécrétion d'IGF-1,
hormone
également
synthétisée par
le préadipocyte
en cours de
différenciation.

HGH

PGF₂ alpha

monter le mécanisme qui régit la mise hors service du gène en question, voilà deux prouesses qui permettraient peut-être d'inventer un moyen de le réveiller chez les adipocytes blancs. La transmutation du tissu blanc en tissu brun ne serait alors plus un simple rêve d'alchimiste.

Toutefois, même cette inversion des mécanismes naturels ne résoudrait pas totalement le problème des obèses. En effet, le tissu brun est irrigué, chez le bébé, d'un riche réseau de vaisseaux sanguins qui véhicule la chaleur produite dans tout l'organisme. Ce réseau sanguin disparaît très rapidement, dès la transformation des adipo-



cytes bruns en blancs. Et rien ne prouve qu'il réapparaîtrait lors de l'activation de la synthèse de la protéine découpante.

En outre, tous ces recherches n'ont, pour l'instant, été faites qu'en éprouvette. De nombreuses étapes sont encore requises pour vérifier chez l'animal, puis chez l'homme la validité des connaissances ainsi acquises. En fin de compte, il faut bien se l'avouer : on est encore loin de connaître le remède magique qui nous permettra de savourer sans arrière-pensée toutes ces choses qui sont bonnes à notre palais, mais mauvaises pour nos formes.

Marguerite Tiberti

(1) Chez un octogénaire, ce potentiel est égal à 10 % de celui d'un enfant de deux ans.

(2) Gérard Ailhaud, Raymond Negrel, Paul Grimaldi et leurs collaborateurs. Centre de biochimie du CNRS (UMR 134), faculté des sciences de Nice.

(3) Daniel Ricquier et collaborateurs, Centre de recherche sur l'endocrinologie moléculaire et le développement du CNRS (UPR 1511), Meudon-Bellevue.

(4) Les protides, dont les protéines font partie, représentent avec les glucides (ou sucres), les lipides (ou graisses) et les acides nucléiques (essentiels dans la composition des chromosomes, par exemple) les quatre constituants de base de tout organisme vivant. Les protéines sont particulièrement abondantes dans les muscles, mais elles jouent un rôle importants aussi dans d'autres composants de notre corps (sous la forme d'hormones, comme l'insuline, de matériau de construction des cellules, de pigments rétiniens pour la vision ou respiratoires comme l'hémoglobine).

PAR STEVEN DICKMAN ET JEAN-MICHEL BADER

DE L'ENTRAÎNEMENT PHYSIQUE A L'ENTRAÎNEMENT CHIMIQUE

En ex-RDA, 1 000 chercheurs ont dopé 300 athlètes pendant vingt ans, avec des hormones anabolisantes, selon un programme "scientifique" systématique. La publication récente de ce dossier soulève de nombreuses questions : la RDA est-elle seule dans ce cas ? Quelles sont les conséquences du dopage sur l'organisme du sportif ? Comment contrôler efficacement le dopage ? Peut-on admettre, comme certains le suggèrent, une légalisation d'un dopage contrôlé ? Et enfin, pourquoi les champions se dopent-ils ?

En 1975, lors d'une compétition d'haltérophilie, Kaarlo Olavi Kangasniemi, un Finlandais médaillé d'or aux jeux Olympiques de Mexico, tente de soulever 160 kilos à l'arraché... et c'est le tendon reliant un des muscles de l'épaule à l'omoplate qui s'arrache !

Rendu surpuissant par l'effet de la cortisone et des dérivés des hormones anabolisantes, le muscle déchire le tendon d'insertion à l'os. La barre retombe sur la nuque du malheureux, coupant instantanément sa moelle épinière : ses membres inférieurs sont paralysés jusqu'à la fin de ses jours.

Si les hormones décrochent de nom-

breuses médailles (que l'on songe au sprinter canadien Ben Johnson, vainqueur du 100 mètres à Séoul, qui dut rendre sa médaille olympique après avoir été convaincu de dopage ; et ce n'est qu'un exemple parmi tant d'autres, comme on le verra plus loin), elles ont aussi des conséquences désastreuses sur l'organisme, et pas seulement sur les muscles. Quelques exemples suffiront à illustrer leurs effets. En 1973, le discobole danois Andersen se jette du haut de la cathédrale de Viborg : il avait subi un traitement psychiatrique après avoir croqué de nombreuses tablettes d'anabolisants ! A Malines, en Belgique, une discrète clinique traite depuis quelques années les dépressions nerveuses et les accès de violence extrême (la "rage des stéroïdes") dont sont victimes les anciens cyclistes professionnels. La rumeur prétend qu'un très, très grand champion cycliste belge y aurait séjourné...

Hervé Dagorne, champion cycliste de poursuite sur piste amateur, n'a pas voulu passer professionnel : il a été effrayé des comportements qu'il a observé. Voici son témoignage : « Aux Six jours de Bercy, un Danois, Gerfranke, gagne avec le français Vallée. Il repart courir à Copenhague. Et là, des milliers de



Un chercheur en dénonce d'autres

Le plan d'Etat 14.25, en RDA, impliquant de nombreux savants, a été découvert grâce à l'acharnement de Werner Franke, biologiste moléculaire de RFA.



spectateurs ont pu découvrir ce qu'est la folie des amphétamines. Il est descendu de vélo, et s'est mis aussitôt à taper sur le directeur du vélodrome. Le soir dans une discothèque, il a fait le coup de poing, tout cassé dans le bar, et finalement perdu connaissance. Le lendemain il ne se souvenait plus de rien. »

Eric de Wlaminck, ancienne gloire du cyclisme "pro", plusieurs fois convaincu de dopage aux amphétamines, a été interné en établissement psychiatrique ; il s'était rendu coupable de vols de produits pharmaceutiques, avait menacé son père avec un couteau... Heureusement pour lui, il s'en est sorti, et entraîne actuellement l'équipe nationale belge de cyclo-cross.

Le problème de l'association entre la drogue et le sport vient de resurgir sous les feux de l'actualité, à la suite de la publication d'un dossier longtemps

Elle sautait plus loin que les hommes

La vice-championne du monde de saut en longueur, Heike Dreschler, avait 935 mg par an d'Oral-Turinabol (un anabolisant) depuis l'âge de 17 ans.

tenu secret : le "plan d'Etat 14.25" de l'ex-RDA. Sans doute à la faveur de la démocratisation de ce pays, Werner Franke, biologiste moléculaire à l'institut de recherche sur le cancer de l'université d'Heidelberg, et sa femme, Brigitte Berendonk, championne de RFA de lancer du disque, viennent en effet de rendre public ce programme de dopage systématique de 300 sportifs pendant vingt ans. Ce rapport donne une idée de l'ampleur des dégâts dans les milieux sportifs et médicaux.

Selon cette enquête, des savants d'un institut de Leipzig, le FKS (un institut de recherche équivalent

à l'INSEP⁽¹⁾ français), comme le Pr Rüdiger Häcker, mais aussi des savants de haut rang de l'académie des sciences de RDA, comme Michael Oettel, des chercheurs de l'établissement pharmaceutique d'Etat Jenapharm, des centaines de spécialistes ont donc bravé l'interdit du Comité international olympique (CIO) et la morale sportive, pour améliorer artificiellement les performances de leurs athlètes; et se retrouvent aujourd'hui couverts de l'opprobre publique.

Pas de fausse naïveté : on le "savait" par bribes, puisqu'ici et là des sportifs allemands avaient déjà avoué à des journalistes avoir pris des anabolisants hormonaux. La détérioration de la santé de certains d'entre eux (cancers féminins, stérilité, interruption de la croissance osseuse des jeunes athlètes, infarctus) avait également attiré l'attention sur les conséquences médicales désastreuses de l'utilisation de ces produits. Sans compter les désordres mentaux. Toutes ces conséquences médicales étaient donc avérées. Chez les sportifs de RDA, comme chez les autres (les exemples ciés plus haut le montrent à l'envi).

Mais jusqu'aux révélations de Werner Franke, on pouvait imaginer qu'en RDA comme ailleurs c'était

Le dopage est partout, dans la pétanque comme dans le sport automobile

surtout des entraîneurs ou des responsables de fédération sportive qui répondaient au cas par cas aux besoins de leurs poulains. Et, en tout cas, on était loin de penser que des chercheurs scientifiques étaient mouillés.

On était loin du compte ! Le Pr Rüdiger Häcker, mis en cause dans les rapports du FKS, a avoué que de 1 000 à 1 500 chercheurs ont contribué à l'élaboration, la

réalisation et l'interprétation médicale de ce programme d'amélioration des performances par des hormones. Il y avait même des séminaires et des conférences secrètes - dont les minutes étaient elles aussi confisquées -, séminaires auxquels participaient les plus grands noms de la science est-allemande. Sont impliqués le FKS, le DHFK (une université d'éducation physique formant tous les entraîneurs des athlètes olympiques), l'institut de l'académie des sciences pour la recherche pharmaceutique à Berlin (qui a mis au point des neuropeptides utilisés dans les cocktails d'anabolisants), l'institut de pharmacologie clinique de l'université Humboldt de Berlin (son directeur, le Pr Hansgeorg Huller, est un des trois savants faisant l'objet d'une instruction criminelle de la part du procureur de Berlin). Outre Jenapharm, il faut aussi citer Germed et Berlin-Chemie dans la liste des firmes pharmaceutiques fournisseurs de dopants. Enfin, il y a le ZIMET, un établissement de recherche en microbiologie et en thérapeutique expérimentales. C'est là qu'ont été élaborés les produits dopants, et que les premiers essais sur animaux ont été faits. Outre les minutes des séminaires secrets, ce sont des thèses comme celle du

Pr Hartmut Riedel, qui racontent le mieux cette histoire du dopage. Celle-ci est le compte-rendu de sept ans de cauchemars pharmaceutiques pour 365 sportifs de haut niveau. Les effets de quatre produits y sont comparés, dont certains 4 fois

Inattendu, le dopage dans la compétition automobile

Alain Prost se dit attentif aux travaux du Dr François Bellocq, plusieurs fois impliqué dans des "affaires" de dopage... qu'il appelle rééquilibrage.



(1) Institut national des sports et de l'éducation physique.

plus puissants que la testostérone et normalement interdits chez l'humain. Les doses étaient énormes (voir plus loin), et les améliorations des performances de ces athlètes sur six années significatives : 7,5% pour les hommes et 8,2% pour les femmes en vitesse, hauteur des sauts, puissance musculaire maximale. Riedel recommande d'ailleurs dans sa thèse de commencer le dopage dès l'âge de 17 ou 18 ans chez les filles ! Ce n'est qu'un exemple, car des dizaines de thèses de ce type rapportent les résultats d'essais sur les sprinters, les lanceurs, les marathoniens, les haltérophiles, et les nageurs; le plan 14.25 a concerné, en vingt ans, tant de cobayes humains, athlètes de haut niveau (et combien de jeunes enfants en sport-étude ou d'adolescents sortis de cette filière ?), avec la complicité active des entraîneurs, des fédérations, des biochimistes capables de mettre au point des méthodes d'anti-détection des dopants, des chimistes, des physiologistes, des endocrinologues, que personne n'est épargné. Le rapport Franke est donc pour le moins dévastateur pour la "science" sportive est-allemande.

Si science il y a, il faut savoir sur quoi elle repose, autrement dit connaître les mécanismes biologiques qu'elle met en jeu.

« C'est surtout l'entraînement spécialisé qui permet la construction d'un sportif, explique Jacques Van Hoecke, chercheur en biomécanique à l'INSEP. L'entraînement serait inutile sur un organisme dont les systèmes neuro-musculaire, tendineux, osseux seraient figés. Nous avons la chance extrême d'être des mammifères doués de plasticité. Nous sommes modelables, améliorables. »

En effet, le système musculaire est sous les ordres de commandes nerveuses, véhiculées par des nerfs, issus de la moelle épinière, et recevant leurs ordres du cerveau. Chaque nerf se sépare en minuscules rameaux qui innervent les muscles. Au bout du nerf, chaque branche ultime ne commande qu'une fraction d'un seul muscle qui constitue l'unité motrice (**voir encadré p. 46**). Là, le nerf et les fibres musculaires fonctionnent en parfaite harmonie. Des nerfs, où l'influx nerveux circule à grande vitesse, commandent des muscles dont les fibres se



contractent elles aussi rapidement. De même, les nerfs "lents" commandent des muscles "lents".

Même les protéines qui permettent la contraction des fibres musculaires – appelées myosines – ne sont pas identiques : il existe deux types de myosine, l'une rapide (dans les muscles soumis à des contractions brèves et intenses) et une autre lente, permettant un effort prolongé.

« Or, si on fait "tourner" le système régulièrement, dit Jacques Van Hoecke, on constate qu'il se prête magnifiquement aux changements. Avec l'entraînement sportif, la composition du muscle change. Les fibres lentes font place à des fibres rapides, l'utilisation de l'énergie par les muscles est améliorée. On constate aussi une modification du contrôle hormonal du foie, qui libère en plus grande quantité et plus vite le glucose, carburant de base des cellules musculaires. L'entraînement accroît aussi la consommation d'oxygène, la quantité de globules rouges, l'efficacité de l'hémoglobine transportant l'oxygène des poumons aux muscles, le rythme et la force de contraction du cœur. Cette plasticité justifie et fonde l'entraînement. Malheureusement, certains résultats peuvent être obtenus avec des pratiques répréhensibles, illégales ; le dopage, c'est de la triche. »

En trois semaines, un programme de musculation progressif rend méconnaissable au microscope l'aspect des fibres musculaires du sédentaire qui débute l'entraînement. Les nerfs moteurs les plus

Pierre-Henri Rafanel

Comme de nombreux pilotes, il est un patient du Dr François Bellocq (à droite).

ON PEUT "GONFLER" LES MUSCLES COMME LES MOTEURS

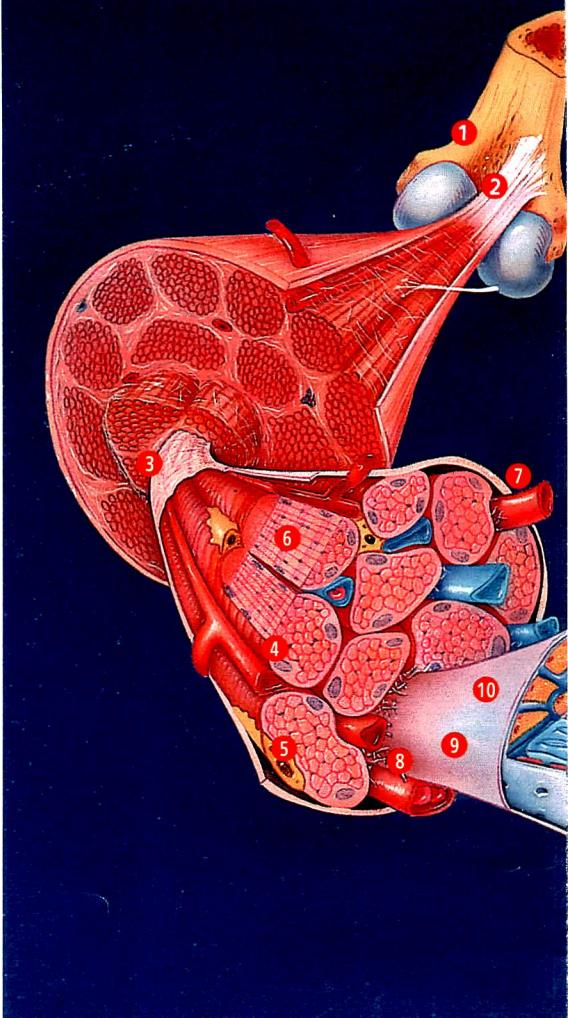
Le muscle, attaché à l'os (1) par son tendon (2), est fait de faisceaux longitudinaux de fibres comme des fils électriques dans une gaine renflée au milieu et effilée aux bouts. Chaque faisceau musculaire (3), de plusieurs dizaines de centimètres de long, est fait de fibres musculaires (4), c'est-à-dire de cellules géantes contenant des centaines de noyaux (5) et des fibrilles musculaires (6). Entre les faisceaux courrent des vaisseaux sanguins (7), des nerfs et des terminaisons nerveuses. Chaque fibre musculaire (4) est un cylindre de plusieurs centimètres de long et de 10 à 100 micromètres de diamètre, entouré de tissu conjonctif (8). Une peau très fine, le sarcolemme (9), protège le sanctuaire contractile. La myofibrille présente une alternance de cylindres faits de filaments d'actine (bande I) et de pistons faits de filaments de myosine (bande A). Les filaments épais sont composés de molécules de myosine (10) mesurant environ 150 nanomètres de long et réparties en méromyosine légère et lourde. La méromyosine légère (11), de 80 nanomètres de long, est l'armature principale sur laquelle se greffent à intervalles réguliers des molécules de méromyosine lourde (12) terminées par une tête à renflements globulaires (13).

Les fibres musculaires lentes peuvent, avec de l'entraînement ou des drogues, prendre des caractéristiques de fibres rapides. Les unités motrices peuvent recruter plus de fibres musculaires, les ordres moteurs peuvent être amplifiés et être plus efficaces. Tout est plastique, même les ordres du cerveau.

lents, puis les plus rapides, engendrent la formation de fibres musculaires plus nombreuses et plus rapides, composées d'un plus grand nombre d'unités motrices.

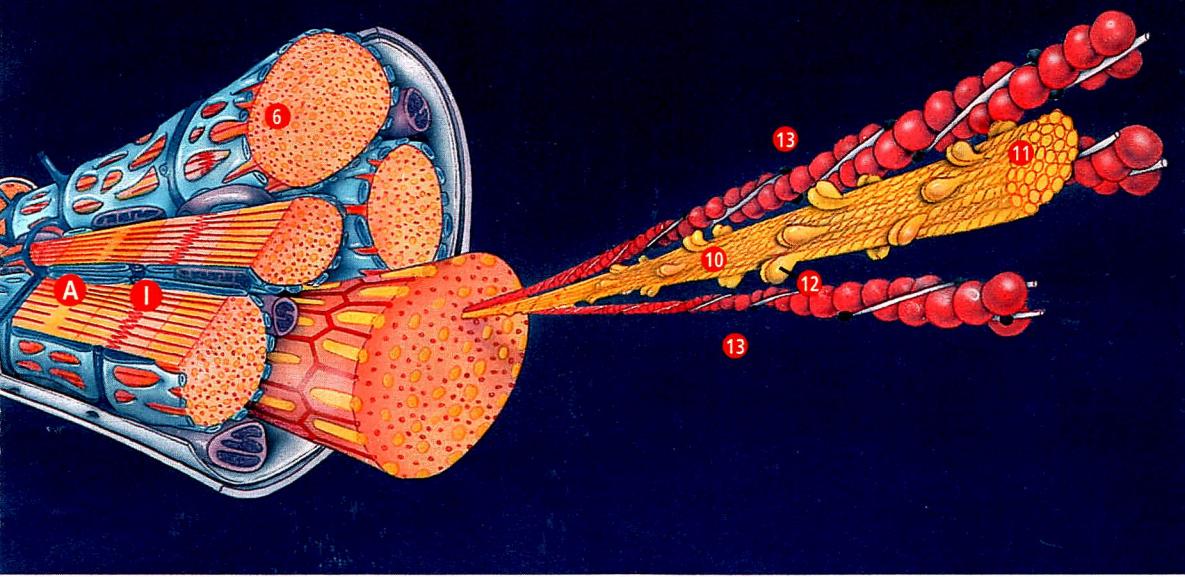
L'entraînement est le meilleur des "engrais musculaires"; en outre, il rend le corps "intelligent". Si le dilettante ne sait pas faire le *Fosbury flop* pour sauter en hauteur, il va mettre en jeu, en s'y essayant, trop de muscles, trop violemment, et pas au moment voulu. Et si par miracle il peut une fois faire le geste parfait, il ne saura pas le reproduire. Alors que les champions acquièrent une reproductibilité du geste extraordinaire, saut après saut. C'est par cette parfaite adaptation entre la commande nerveuse et la réponse musculaire que débute l'intelligence et l'économie du geste. Plus tard seulement viendront les perfectionnements biochimiques d'utilisation de l'énergie.

«Tout le problème du dopage sportif est là», assure M. Van Hoecke. «Les sites d'action sont si variés et distribués dans tout le corps, si déformables naturellement et d'une façon si différente d'un sport à



l'autre, que tout semble efficace, même les méthodes chimiques (= le dopage, NDLR), pour reculer encore les limites. »

Or, c'est vrai, les drogues sont efficaces : les hormones anabolisantes font réellement grossir les muscles, les bêta-blockeurs diminuent réellement la fréquence cardiaque. Tout le problème est de maîtriser leurs effets sur d'autres organes, effets parfois mortels. Les dopeurs ne sont pas tous médecins et même les médecins sont, dans ce domaine, plutôt des apprentis-sorciers qui ne maîtrisent pas complètement tous les paramètres. « Je connais bien les pays de l'Est, et le milieu du sport, ajoute M. Van Hoecke. Le mode de sélection des jeunes athlètes, l'entraînement dans de véritables académies sportives prestigieuses se font ou se faisaient grâce à des programmes systématiques de construction d'athlètes. Minute par minute, jour après jour, année après année, tout est noté, les heures, les exercices, les matériels, les progrès. Il suffit en fin de chaîne de prendre les athlètes qui marchent le mieux, et de choisir pour tous les autres le programme d'entraî-



nement qui "gagne". C'est simple, ce n'est qu'une rationalisation empirique des choses et certainement pas de la science, mais cela peut "marcher", pour peu que l'on ait ni le souci de l'homme, ni l'exigence morale du respect de son intégrité. » Dans ces conditions, le dopage est-il au moins efficace ?

La liste des plus dopés est aussi celle des plus grands sportifs : la lanceuse de poids Ines Muller-Reichenbach (médaille d'argent aux championnats d'Europe de 1986, médaille de bronze aux championnats du monde de 1987) prenait 3 680 mg d'Oral-Turinabol (un dérivé de la testostérone) par an. Ilona Slupianek-Briesenick, grâce à ses 2 615 mg annuels, a été jusqu'à la médaille d'or au lancer du poids. Toujours grâce à la même hormone, le décathlonien Christian Schenk décrocha la médaille d'or à Séoul et l'athlète Heike Tischler atteignit le 9^e rang mondial de l'heptathlon en 1989.

Bref, toute l'élite du sport de haut niveau de l'ex-RDA est concernée ! « Il faut dire que, dans les années 1970, les hormones étaient prescrites comme des vitamines ou du sucre par les médecins, les soigneurs, les entraîneurs », explique le Dr Jean-Pierre de Mondenard, ancien médecin du Tour de France, « et que les révélations sur les Allemands de l'Est ne constituent nullement un record. »

Normalement, et c'est la bible des pharmacologues (*le Goodman's and Gilman's*) qui l'affirme, la testostérone est rapidement détruite dans le foie. Très rapidement même : dès qu'elle passe la barrière intestinale, elle se trouve dans le sang, d'où elle disparaît en 10 à 20 minutes ; une fraction seulement de la dose contenue dans un comprimé avalé par le champion est finalement utilisable par les tissus musculaires. Dans le foie, elle se transforme en androstanedione, molécule dont

Certains sportifs prennent jusqu'à 140 fois la dose d'hormone prescrite aux grands brûlés

l'activité hormonale est presque nulle. Diverses autres enzymes du foie agissent sur le restant de testostérone pour donner des dérivés qui sont ensuite éliminés par les reins; finalement, 90% de la dose de testostérone initiale passent dans les urines en quelques heures. Les doses massives de testostérone ne servent donc à rien, puisque, de toute façon, l'essentiel est rapidement éliminé.

Pour remédier à ce problème et stabiliser la testostérone, les chercheurs de l'industrie pharmaceutique ont mis au point des composés solubles dans des huiles ou des substances aqueuses, et efficaces en injections intra-musculaires. La testostérone peut aussi être implantée sous la peau sous forme de comprimés ou de capsules de silicium ayant une efficacité prolongée et retardée. Mais les dopeurs ne les aiment pas beaucoup, car alors le risque de positivité est très réel lors d'un contrôle anti-dopage inopiné.

Citons aussi l'innovation du Pr Rüdiger Häcker - encore lui - qui a cherché à augmenter la fixation de la testostérone sur les cellules musculaires et, ainsi, améliorer l'effet de cette hormone; d'autres chercheurs ont mis au point un aérosol contenant un précurseur de la testostérone, indétectable par les tests olympiques, et dont les athlètes, surtout des nageurs, devaient inhalez des bouffées quelques minutes avant la course: d'après certains chercheurs (2), la testostérone agit sur la sécrétion de certaines hormones cérébrales, responsables de l'agressivité et de l'augmentation de vigilance due à la tension.

Un champion d'Europe junior, Raik Hannemann, a fait les frais de cette dernière "technologie": « C'était comme une explosion volcanique dans ma tête, dit-il, mais le spray a fini par me dé-

(2) D. Lunde et D. Hambourg, Techniques for assessing the effects of sex steroids on affect arousal and aggression in humans. *Recent progresses in Hormone research*, 1972, 28, 627-633.

LES DOPANTS *, LEURS CONSOMMATEURS ET

Les hormones androgènes naturelles sont la testostérone, l'androstérone, l'androstenedione. Ce sont les hormones mâles naturelles virilisantes. Elles sont produites par les testicules et la glande surrenale. La testostérone déclenche la puberté mais elle favorise aussi la fabrication de muscles et de protéines, comme le font les stéroïdes anabolisants de synthèse.

Les stéroïdes anabolisants, aussi appelés stéroïdes androgènes sont tous des dérivés de la testostérone (nandrolone, méthandienone, fluoxymesténone, trembolone, mesténolone, Stanozolol). Tous sont anabolisants (engraissants musculaires) et aucun n'est dénué d'effets androgéniques virilisants. On cherche toujours sans le trouver l'anabolisant miracle, qui n'aurait aucun effet masculinizant. Sur la liste II (médicaments particulièrement surveillés).

Le mestanolol, c'est de la mesténolone, un stéroïde anabolisant de synthèse interdit normalement en médecine humaine.

La testostérone est l'hormone mâle naturelle. Des dérivés estérifiés de la testostérone ont été mis au point pour

prolonger et augmenter son efficacité. La 17-alpha-méthyltestostérone, notamment, efficace par voie orale, a fait flamber le doping sportif. Liste II.

Oral-Turinabol et Stanozolol Les deux plus prescrits de tous les stéroïdes anabolisants. L'Oral-Turinabol a été le dopant de choix en RDA. Le Stanozolol est devenu célèbre aux JO de Séoul grâce à Ben Johnson. Liste II.

L'étocholanolone, androstanediol, et androsterone sont des déchets de la testostérone. Seule l'androstérone garde une action hormonale faible. Ce ne sont pas des médicaments.

L'amphétamine: la Béta-phénylisopropylamine augmente la pression artérielle, est un excitant cérébral majeur, diminue l'appétit, prolonge l'éveil. Maurice Herzog raconte avoir escaladé l'Anapurna sous influence d'amphétamine. Sur la liste des stupéfiants.

La métamphétamine appartient à la classe des amphétamines, mais a surtout une action cérébrale à petites doses. Sur la liste des stupéfiants.

La psychose des amphétamines. Sous ce vocable sont désignés les signes non spécifiques des vieux sportifs trop dopés

LES SPORTS LES PLUS TOUCHÉS PAR LA DOPE



Les haltérophiles et les lanceurs de disque prennent des anabolisants, des amphétamines, de l'arsenic, de l'insuline (ce qui est énorme), de l'hormone de croissance, de la testostérone.



Les décahloniens prennent de l'alcool, des amphétamines, des bêta-bloquants; les escrimeurs prennent de la caféine.



Les sauteurs et les sprinters prennent de la cocaïne, de l'héroïne.

(* Index mis au point avec le *Dictionnaire des substances et procédés dopants en pratique sportive*, J.-P. de Mondenard, éd. Masson.

truire l'intérieur des fosses nasales. » Si l'on en croit Hannemann, tous les nageurs qui voulaient participer aux JO de Séoul étaient forcés d'en prendre, à leurs risques et périls. Pour lui, le résultat fut exactement à l'opposé de ce qu'il espérait : avec ses fosses nasales ravagées, il n'a pas pu concourir à Séoul et a même, depuis, abandonné

LEURS EFFETS

aux amphétamines (maux de tête, vertiges, palpitations, fatigue, dépression chronique, voire agitation, confusion, délires, paranoïa).

La rage des stéroïdes. Des accès de violence et une agressivité très marquée ont été notés chez quelques athlètes aujourd'hui internés en psychiatrie.

Les béta-bloquants. Les pilotes auto, les biathloniens, les champions de billard, de bowling, de pétanque, de saut à ski et de tir prennent ces agents qui diminuent le rythme cardiaque, suppriment le trac et réduisent le stress.

La cortisone est une hormone sécrétée par la glande surrénale, sous le contrôle de l'ACTH hypophysaire. Antifatigue, antistress, euphorisante, stimulante, la cortisone et ses dérivés sont dangereux pour le foie, la pression artérielle, les vaisseaux sanguins, les yeux, les os et les articulations, et... l'équilibre mental (voir rage des stéroïdes).

Le cortisol est une hormone corticostéroïde, sécrétée par la surrénaïle, comme la cortisone. Il stimule la fabrication de glycogène dans le foie, modifie la répartition des graisses, est anti-inflammatoire, anti-allergique, comme les autres

corticoïdes.

Les neuropeptides sont des molécules fabriquées par les neurones (mais aussi par d'autres cellules). Ce sont des messagers de la communication entre neurones. L'ocytocine et la vasopressine sont des neuropeptides hormonaux, fabriqués par l'hypothalamus. L'ocytocine agit sur le sein et l'utérus et la vasopressine sur le rein.

Les benzodiazépines sont des anxiolytiques, autrement dit des tranquillisants, utilisés par les sportifs comme somnifères, pour gommer l'anxiété, diminuer les contractures. Ils provoquent une dépendance, et un syndrome de sevrage à l'arrêt.

Amphétamines, diurétiques et extraits thyroïdiens. Un cocktail explosif de coupe-faim, d'hormones "brûlant les graisses" et de médicaments pour perdre du poids en eau ; le mélange, très dangereux, a beaucoup été prescrit par les médecins amaigrisseurs.

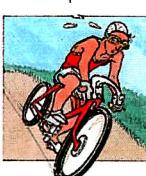
La cocaïne est un euphorisant très毒ique qui provoque une dépression respiratoire, une atteinte directe du muscle du cœur et une dépendance psychique. Sur la liste des stupéfiants.

Les nageuses est-allemandes enceintes sont dopées "naturellement" par les hormones de la grossesse. Trois mois plus tard, après la saison sportive, elles avortent.



Les cyclistes de l'ACTH, du vin sucré, des amphétamines (énormément), des

anabolisants, de la caféine, de la cortisone, de l'éphédrine, de l'opium, des transfusions sanguines.



Les pilotes s'alcoolisent, prennent des béta-bloquants, de la cocaïne, des tranquillisants.



La boxe et le judo se contentent des narcotiques, des anesthésiques locaux, de la marijuana, de l'opium.



jusqu'à présent la compétition.

Les anabolisants sont aussi, parfois, trop efficaces. En effet, les chercheurs de l'ex-RFA ont établi que ces hormones augmentent bien la puissance musculaire, mais diminuaient la coordination motrice ! Les muscles des nageurs devenaient si lourds que ceux-ci ne pouvaient plus sortir les bras de

l'eau. Winfried Schäker, un chercheur du FKS, a donc proposé dans sa thèse sur l'amélioration des performances musculaires et neurologiques sous l'effet de l'ocytocine, de doper les athlètes avec des neuropeptides. Il a injecté de l'ocytocine et de la vasopressine (des neuropeptides fabriqués par l'hypothalamus) à des gymnastes, des judokas, des volleyeurs, des tireurs, des sprinters en plat et en courses de haies. Avec des résultats à vrai dire controversés, mais le fait est là : pour contrecarrer les effets trop forts d'un premier dopant, il en faut un deuxième.

Enfin pour tâcher de réduire le trac que les athlètes rencontrent au départ d'une course, ou les problèmes émotionnels qui empêchent le sportif de se donner à fond, le plan 14.25 prévoyait de mettre au point des analogues des neuropeptides, injectables ou en aérosol, spécifiquement destinés aux sportifs, et particulièrement dangereux pour les fonctions hypophysaires et hypothalamiques du cerveau.

Dans certains des rapports de recherche semestriels du FKS, déterrés par Franke, force est de constater que les "chercheurs" est-allemands savaient parfaitement à quels risques ils exposaient leurs athlètes. Deux exemples pour s'en convaincre. Kerstin Behrendt, un des membres de l'équipe féminine du relais du 400 mètres plat, qui a entre autres gagné la médaille d'argent aux JO de Séoul, a reçu deux composés stéroïdiens distincts depuis l'âge de 17 ans. D'abord de l'Oral-Turinabol, des olympiades de Los Angeles à celles de Séoul. Mais les doses à répétition de cette hormone endommageaient gravement son foie. Les médecins ont alors diminué un peu les doses d'Oral-Turinabol et ajouté de la mestérolone pour tâcher de retarder la destruction du foie (au moins jusqu'aux JO...) : elle put ainsi gagner la médaille d'argent du relais 400 mètres.

Deuxième exemple, Günter Rademacher, endo-

crinologue au FKS, avait élaboré un programme de longue durée "d'essais cliniques" de ces hormones mâles interdites, sur des canoéistes et des kayakheurs de 16 à 18 ans. Les hormones mâles naturelles, ou androgènes, comme la testostérone, sécrétées par les glandes surrénales et les testicules ont, en effet, un rôle capital dans le déclenchement de la puberté, la croissance musculaire, l'augmentation de taille des testicules, leur production de spermatozoïdes et l'apparition de la libido. Mais, si l'on inonde soudain d'hormones mâles un organisme en pleine croissance, celui-ci se met effectivement à produire beaucoup de muscles, mais il interrompt sa croissance osseuse, et sa production d'hormones hypophysaires et hypothalamiques est paralysée ; cela peut entraîner une stérilité, parfois définitive, et chez les jeunes filles la masculinisation n'est pas rare. Tout cela, les médecins est-allemands le savaient.

Et pourtant ils donnaient des doses énormes à ces jeunes gens : le plus dopé a reçu jusqu'à 11 125 mg par an d'Oral-Turinabol.

Werner Franke a révélé quelques chiffres concernant des lanceurs de disque et de poids d'Allemagne de l'Ouest. Ils prenaient à peu de choses près les mêmes doses que les Allemands de l'Est, mais ces derniers en prenaient (en prennent-ils encore ?) toute l'année, pendant des années, alors que ceux de RFA n'en prenaient qu'au moment des compétitions.

Le malheureux haltérophile finlandais Kaarlo Kangasniemi, prenait 100 mg de testostérone par jour, et a avoué que d'autres haltérophiles avaient sans réchigner jusqu'à 700 mg par jour. On frémît de calculer qu'il y avait là 22 fois la dose des plus dopés des sportifs de RDA, et en tout état de cause de 100 à 140 fois la dose habituellement utilisée dans les très rares indications médicales de ces hormones (brûlures graves, certaines maladies du sang) !

Le bilan négatif du dopage est donc lourd, c'est un vrai cancer du sport. Mais en dehors de la condamnation morale plaquée sur le dopage sportif, pourquoi les sportifs se dopent-ils tous ?

Tout d'abord parce qu'ils vivent, c'est une évidence, dans une société qui réclame "le droit aux stimulants ou aux calmants artificiels". Science & Vie a d'ailleurs, en 1990, publié les chiffres de consommation de tranquillisants et de somnifères, qui font de la France le champion du monde dans ce domaine et des médecins français les plus gros dealers

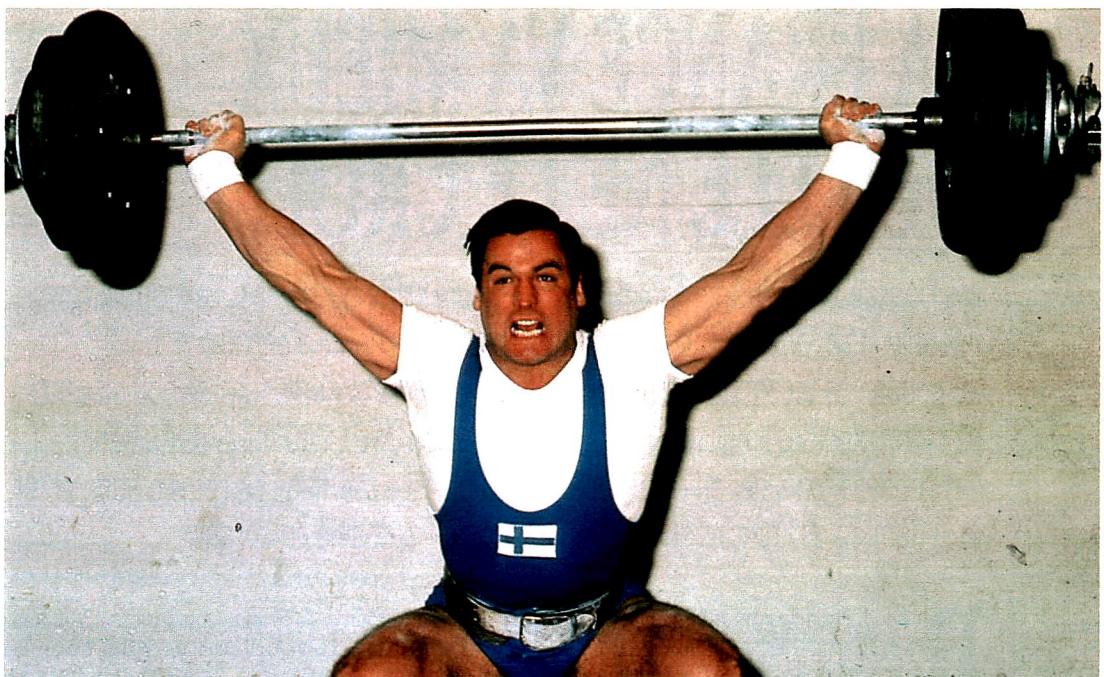
d'Europe. L'alcool, le tabac, le café, tous les excitants et les stimulants trouvent dans nos pays européens des marchés considérables. Les "dopants" sont partout : le tabac et l'alcool tuent chaque année 110 000 Français. D'autres médecins prescrivent, pour maigrir, des mélanges d'amphétamines, de diurétiques et d'extraits thyroïdiens, ou condamnent par négligence ou indifférence des vieilles dames à une accoutumance aux tranquillisants. Et 75% des drogués véritables se fournissent en dope chez les médecins. Les militaires aussi : les pilotes de la Royal Air Force et les Londoniens bombardés faisaient jusqu'en 1943 une telle consommation de stimulants, prescrits par leurs docteurs, que le *Times* avait mis à sa une : c'est la métamphétamine qui a gagné la bataille de Londres. Plus récemment un quotidien national avait titré : Winthrop (le labo pharmaceutique fabriquant le Stanozolol de Ben Johnson, NDLR) a gagné la médaille d'or du 100 mètres à Séoul. Sans parler de la cocaïne, du crack, ou de l'héroïne : nous baignons dans un univers de dope (3).

Tout commence à l'école, quand les parents consultent le médecin avant le deuxième trimestre scolaire, pour qu'il "remonte" le petit avant le coup de collier, pour le passage dans la classe supérieure. Ou pour le match de foot du dimanche...

Les enfants qui font du sport sont entre les mains d'éducateurs spécialisés ne connaissant même pas les techniques de "stretching" pour assouplir les muscles, ni la reprise du sport en douceur après une blessure. «On peut se demander, s'interroge le Dr de Mondenard, si leur indifférence en matière d'éducation sportive des jeunes n'a pas des conséquences aussi sur le dopage sportif, plus tard. »

Car les sportifs sont souvent, en matière de dopage, ignorants, naïfs, et déconnectés du réel. Pour Alain Junqua, chercheur au CNRS et créateur de l'Association des chercheurs en activité sportive : «Les sportifs vivent dans un monde clos, protégé, surtout les membres d'équipes nationales. Certes la magie peut convenir à un athlète si - comme c'est souvent le cas - il n'a plus le temps de se poser des questions fondamentales et plus de sens commun. Bien souvent, le sportif ne fait plus du tout partie du paysage normal de l'univers vivant. » Tout devient alors possible...

(3) Voir *Science & Vie* n° 879 à 885, "le Plaisir qui tue".



Ayant vécu en 1988, lors d'un stage de préparation de l'équipe de France olympique de ski, une semaine avec des garçons et des filles comme Christophe Plé, Franck Picard, Carole Merle, nous avons pu observer cette déconnexion : ces jeunes adultes sont transportés, hébergés, nourris, leurs loisirs et leur vie privée sont tellement organisés qu'ils ne font plus aucun des gestes de la vie quotidienne sans être entourés, choyés, avertis, sermonnés. Leur vie est faite d'interdictions et de contraintes, leurs muscles mais aussi leur âme sont manipulés en douceur.

Début janvier, à l'invitation du Dr Michel Provost, médecin du sport à l'INSEP, nous avons participé à un stage d'entraînement physique de pilotes automobiles. Une réunion était consacrée au dopage. Les médecins ont appris beaucoup de choses, mais les jeunes sportifs plus encore ! Ils ne connaissaient pas la réglementation anti-dopage, ne savaient pas que le secrétariat d'Etat à la Jeunesse et aux Sports peut, à l'invitation d'une fédération, faire des contrôles inopinés même pendant les essais. Ils ne connaissaient pas la liste du CIO des substances interdites, les méthodes de contrôle, les sanctions encourues, les effets secondaires graves de ces produits.

Bien entendu, ils ne savent pas - qui leur dira ? - que leur fédération sportive est une des rares (avec

Il est aujourd'hui dans un fauteuil roulant

Kaarla Kangasniemi fut médaille d'or d'haltérophilie aux JO de 1968. En 1975, le muscle de son épaule, rendu surpuissant par les anabolisants, s'est déchiré : la barre de 160 kg est tombée sur sa nuque et a brisé ses vertèbres cervicales.

celle du football) à résister "absolument" (le mot est du Pr Jean-Paul Escande) aux nouveaux décrets d'application de l'article 16 de la loi Bambuck sur le dopage, qui prévoient un renforcement de la répression mais aussi une meilleure éducation des sportifs "à risque". En 1989, il y a eu en tout et pour tout dix contrôles anti-dopage en sports mécaniques en France. Et zéro positif ! La Fédération internationale de sport automobile (FISA) ne veut pas, paraît-il, que le CIO, ou Frédérique Bredin, secrétaire d'Etat chargé des sports, mettent leur nez "sous le capot de son moteur".

Pas étonnant dans ces conditions, comme le dit le Dr de Mondonard, «que tout l'aspect dangereux, perfidieux, négatif du dopage n'apparaisse pas au jeune sportif», quand l'exemple vient du plus haut de la hiérarchie.

A ce propos, l'aveuglement de la Fédération française de sport automobile est d'ailleurs grave, nous dira un confrère essayeur d'un magazine auto : « Elle veut se croire indemne et propre, alors que les rumeurs les plus persistantes font état de la présence de cocaïne (qui augmente la vigilance et diminue

(suite du texte page 167)

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

LA FRANCE VA MIEUX QU'ELLE NE LE CROIT

Les Français sont plus nombreux et en meilleure santé que jamais. La mortalité infantile, déjà faible, a encore diminué. L'espérance de vie a encore augmenté. La fécondité reste stable. L'urbanisation et l'exode rural se poursuivent. Le patrimoine des Français atteint le chiffre record de 22 000 milliards de francs. On boude le mariage, on divorce de plus en plus. Le chômage ne cesse d'augmenter et le nombre de Français qui se disent "inquiets" a doublé en dix ans.

Des milliers de pages ont été publiées l'année dernière par divers organismes qui rassemblent et analysent des données sur la France : Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE), Institut national d'études démographiques (INED), Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (CREDOC), Organisation de coopération et développement économique (OCDE)... S'il est difficile d'en faire brièvement une synthèse, on peut du moins en présenter les conclusions essentielles.

La population française augmente plus que jamais. Le recensement général de la population de 1990, en cours de dépouillement, comptabilise 58 084 275 habitants, dont 56 625 026 en France métropolitaine et 1 459 249 dans les départements d'outre-mer. La population métropolitaine comprend 3 582 164 étrangers, soit 6,3 %, un pourcentage qui a peu changé depuis une dizaine d'années. Environ 1,3 million de ces étrangers viennent d'un pays extérieur à la CEE.

L'augmentation de 0,5% de la population de 1989 à 1990 est due, pour les quatre cinquièmes environ, à l'excès des naissances sur les décès (233 000) et pour le reste (environ 50 000 individus) à l'apport migratoire.

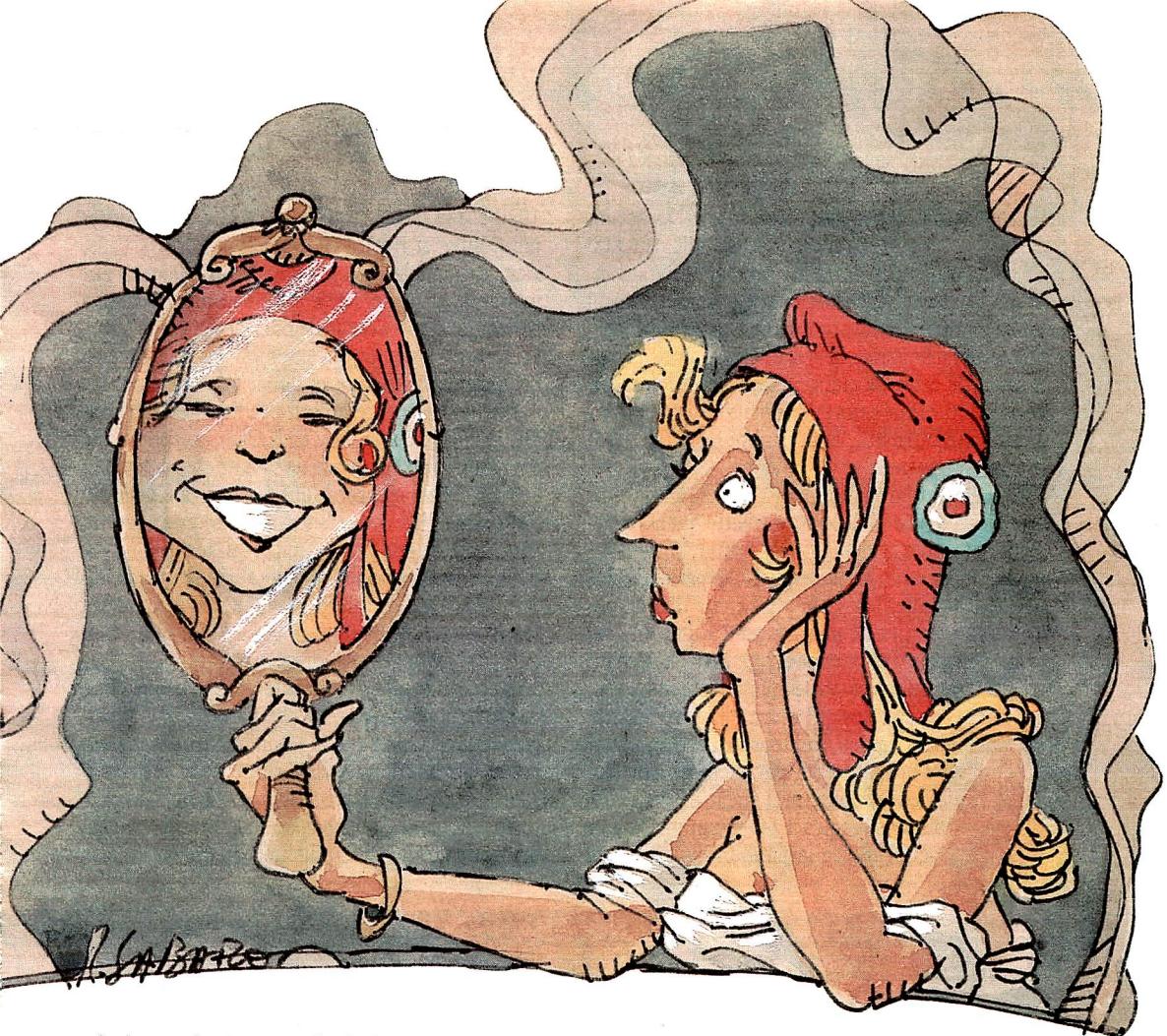
La croissance démographique de la France n'a jamais été aussi forte qu'au cours du dernier demi-siècle (**voir graphique p. 54**) : de 1940 à 1990, la population est passée de 41 à 58 millions. Pour l'année 1991, les statistiques, encore incomplètes, indiquent que la croissance a continué au même rythme. Si le taux de 0,5% par an était maintenu,

la population de la France doublerait en 140 ans. **Espérance de vie: 8 ans de plus pour les femmes.** Le progrès le plus spectaculaire est l'augmentation de l'espérance de vie, qui est passée de 45,3 ans pour les hommes et 48,7 ans pour les femmes en 1900, à 72,8 et 81 ans en 1990. L'espérance de vie à la naissance est définie comme le nombre d'années que vivrait en moyenne un nouveau-né s'il restait, sa vie durant, soumis aux risques de mortalité affectant chaque âge l'année de sa naissance. Parmi les grands pays industriels, c'est en France que l'on relève l'écart le plus important (8 ans) entre l'espérance de vie des hommes et celle des femmes.

Les cancers, puis les maladies cardio-vasculaires, sont les premières causes de mortalité chez les femmes. Chez les hommes, l'ordre est inversé : maladies cardio-vasculaires, puis cancer. Une grande partie du gain en espérance de vie est liée au recul des maladies cardio-vasculaires, alors que la mortalité par cancer demeure stable, malgré les progrès thérapeutiques.

L'alcool et le tabac sont indirectement responsables d'un décès sur cinq. La France conserve le premier rang mondial pour la consommation d'alcool, avec l'équivalent de 0,4 litre de vin par jour et par personne, enfants et abstinent compris. Les français fument près de 5 milliards de cigarettes par an, soit 5 cigarettes par jour et par habitant, non fumeurs compris. On attribue à l'alcool et à l'association alcool-tabac une partie importante de la surmortalité masculine en France.

Fécondité: l'INED a abandonné une méthode de



calcul erronée. Depuis près de deux ans, une vive controverse sur la façon d'évaluer la fécondité anime les milieux démographiques et politiques (**voir encadré p. 58**). Les démographes calculent un "indicateur conjoncturel de la fécondité" qui mesure le nombre d'enfants nés de femmes de chaque âge une année donnée. Cela est très utile pour suivre les variations de la fécondité d'une année sur l'autre. Un autre indicateur de la fécondité est la "descendance finale", c'est-à-dire le nombre moyen d'enfants qu'ont eu, au cours de leur vie reproductive, les femmes nées une année donnée. Si l'on parle de "fécondité" tout court, notamment pour suivre l'évolution à long terme d'une population, la définition donnée par le *Dictionnaire de démographie* de Roland Pressat de l'INED⁽¹⁾ semble la mieux adaptée: «Parler, sans plus, de la fécondité d'une population, fait généralement référence à la mesure la plus globale du phénomène, celle donnée par la descendance finale des générations féminines ou par le taux brut de

reproduction qui s'en déduit.» (Le taux brut est la descendance finale réduite aux filles.)

Selon cette définition, le niveau de la fécondité permet de savoir si une génération est pleinement remplacée par la suivante. Le "seuil de remplacement" est de 2,1 enfants par femme (**voir graphiques p. 55**), compte tenu de l'excédent de naissances de garçons sur celles des filles (en moyenne 105 garçons pour 100 filles) et de la mortalité des filles avant qu'elles n'atteignent l'âge de reproduction. (En France, cette mortalité est si faible que le seuil de remplacement se situe actuellement en dessous de 2,1.)

La confusion entre l'indicateur conjoncturel de la fécondité et la descendance finale est à l'origine de la "controverse démographique", car on avait tendance à utiliser le premier indicateur en évoquant le "seuil de remplacement", alors que c'est le second qui le détermine. Dans le dernier rapport que l'INED a établi sur la situation démographique de la France, en 1991, cette ambiguïté est dissipée. La descendance finale est citée et commentée, ce qui n'était pas le cas des rapports antérieurs.

On distingue parfois la descendance finale

(1) *Dictionnaire de démographie*, Presses universitaires de France, 1979.

"brute" de la descendance finale "nette". La seconde tient compte de la mortalité infantile. Au XIX^e siècle, la différence entre les deux était importante, car la descendance finale "brute" comptabilisait la naissance d'enfants qui ne survivaient que quelques mois. Ainsi, la descendance nette, compte tenu de cette mortalité, était bien plus faible vers 1900, dépassant à peine 1,6 enfant par femme. Aujourd'hui, la mortalité infantile étant très faible, les deux se confondent.

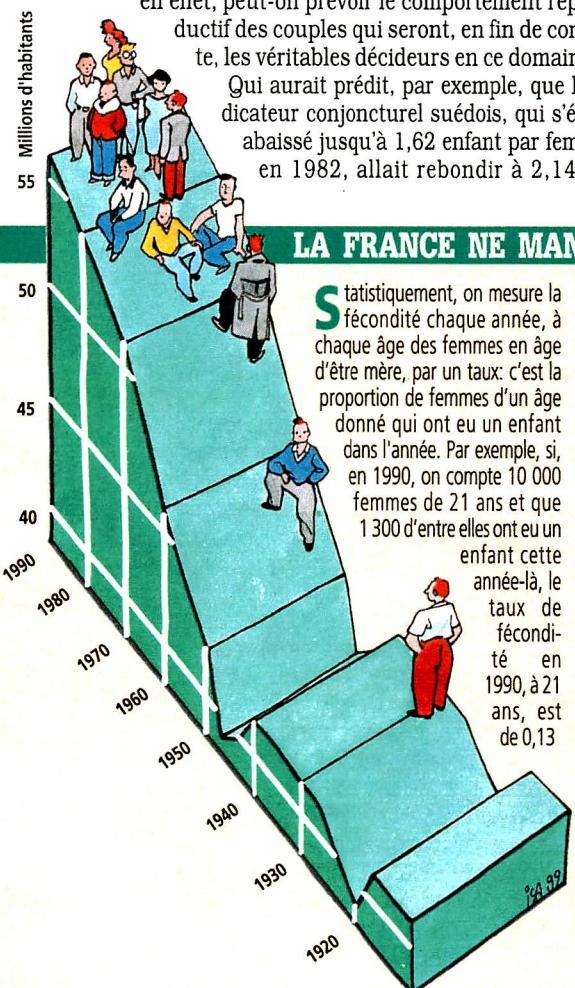
La descendance finale va-t-elle se maintenir au niveau actuel ? Répondre à cette question revient à quitter la démographie analytique pour se lancer dans la prospective. L'expérience des prévisions faites dans le passé par des démographes prestigieux montre qu'il s'agit là d'un exercice risqué (voir encadré p. 58). Comment, en effet, peut-on prévoir le comportement reproductive des couples qui seront, en fin de compte, les véritables décideurs en ce domaine ?

Qui aurait prédit, par exemple, que l'indicateur conjoncturel suédois, qui s'était abaissé jusqu'à 1,62 enfant par femme en 1982, allait rebondir à 2,14 en

1990 ? Tout aussi surprenant, le rapport du National Center of Health Statistics, aux Etats-Unis, vient de signaler que les jeunes Américaines ont mis au monde, en 1989, plus de quatre millions d'enfants. C'est le chiffre le plus élevé depuis 1963. En revanche, depuis quelques années, la natalité a brusquement diminué en Italie et en Espagne.

Quelle que soit la morosité, la France a la fécondité la plus forte des pays de la CEE, exception faite de l'Irlande, et il n'y a pas dénatalité chez nous.

Les immigrés ajustent leur fécondité à celle du pays hôte. Il y a quelques années, on racontait l'anecdote de ces démographes qui tentaient d'expliquer une soudaine augmentation de la fécondité dans le quartier plutôt aisné du XVI^e arrondissement de Paris. Était-il devenu "bon chic, bon genre" d'avoir de nombreux enfants ? Non. Ces nombreux bébés logeaient le plus souvent dans des "chambres de bonne", occupées par des immigrés. S'il est exact que la fécondité des étrangères est en moyenne plus élevée que celle des Françaises, cette différence tend à s'estomper avec le temps. Ainsi, les portugaises, membres de la communauté étrangère la plus importante en France,



baisse importante de la mortalité, mais aussi d'une fécondité nettement plus forte, comme on le voit à l'évolution de la descendance finale nette depuis plus d'un siècle (graphique du milieu).

Après le "baby boom" de l'après guerre, la descendance finale s'est stabilisée à 2,1 enfants par femme (graphique de droite), taux permettant le remplacement des générations. Entre temps, l'indicateur conjoncturel, qui reflète le nombre de naissances par femme dans toutes les tranches d'âge, a subi d'importantes variations, imputables en partie au recul de l'âge auquel les femmes font leurs enfants. Les valeurs de la courbe de la descendance finale correspondent aux dates de naissance des générations successives des mères (en 1980, par exemple, le chiffre de la descendance finale correspond à des mères nées environ 27 ans plus tôt, 27 ans étant l'âge moyen auquel une femme a ses enfants); celles de l'indicateur conjoncturel correspondent à l'année de la mesure.

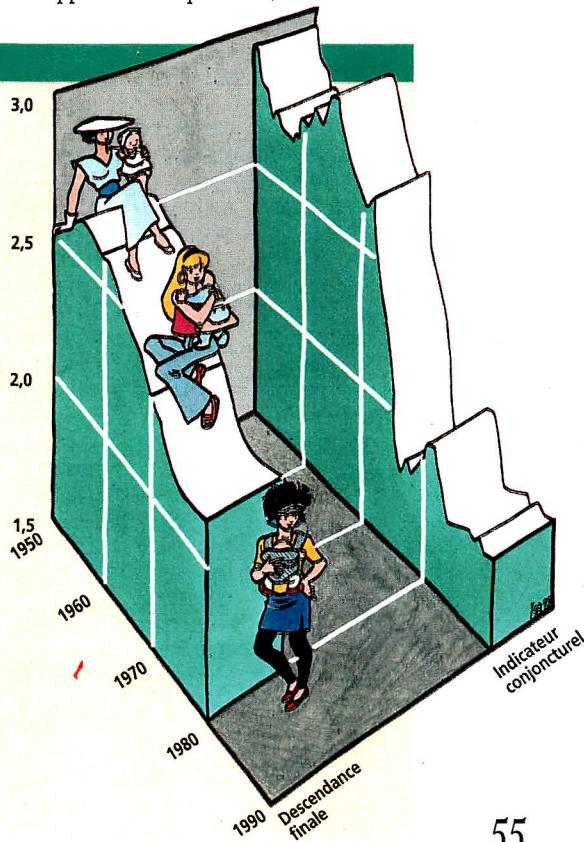
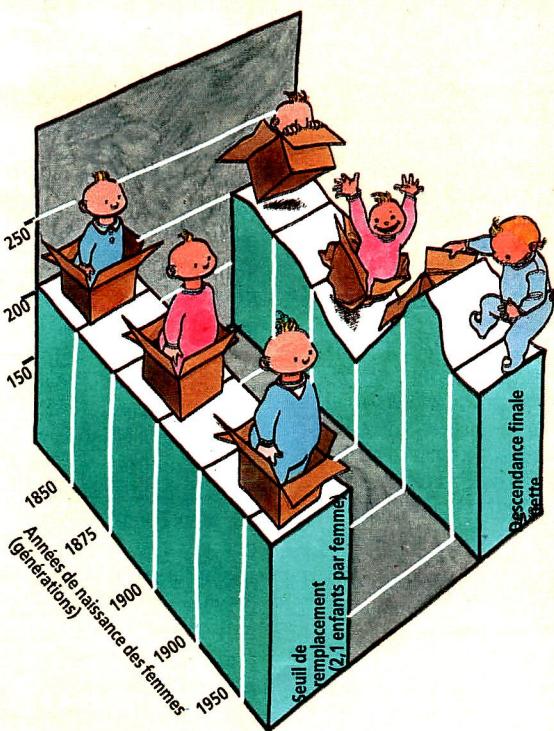
avaient un indice conjoncturel de 4,7 enfants par femme en 1964, mais seulement de 1,73 en 1985. Italiennes et Espagnoles, elles aussi, ont adopté le comportement des Françaises. Pour les originaires du Maghreb, immigrées souvent plus récentes, le recul de la fécondité est également sensible : près de 6 enfants par femme en 1975, moins de 4,5 dix ans plus tard.

Une étude de l'OCDE met en évidence l'adaptation des étrangères à la fécondité du pays d'accueil. Ainsi, en Allemagne, les Marocaines avaient en 1985 un taux de fécondité de 1,25 enfant par femme, identique à celui des Allemandes. Cette même année, l'indice pour les Turques en Allemagne était de 2,41 enfants par femme, contre

(2) Au recensement de 1990, on comptait 58 911 Français âgés de plus de 95 ans, des femmes de naissance française, pour la plupart. Dans leur grande majorité, les personnes très âgées ont eu des parents qui ont eux aussi vécu vieux, ce qui semble établir le caractère héréditaire de la longévité. Les centenaires sont en bonne santé, 57% d'entre eux passant avec succès les examens médicaux. Cela a incité Jean Dausset, prix Nobel de médecine, à entreprendre, dans le cadre du déchiffrage du génome humain, l'identification de gènes qui contrôlent le vieillissement et la longévité.

4,65 pour les Turques en France. La différence s'estompe sans doute d'autant plus rapidement qu'augmentent les couples franco-étrangers. Selon un rapport (mentionné dans *le Monde* du 21 décembre 1991 sous le titre: "L'envol des couples mixtes") établi en 1991 pour la Direction de la population et des migrations du ministère des Affaires sociales, près d'un mariage sur 10 était mixte en 1988.

La "doyenne du monde", Jeanne Calment, 116 ans, est française. Tout le monde s'accorde à constater que la population française, comme celle des autres pays industriels, a tendance à vieillir : lorsque la descendance finale se stabilise à peu près au taux de remplacement des générations et que la longévité augmente, l'âge moyen de la population ne peut qu'augmenter. De fait, il y a en France environ 3 000 centenaires (2). Ce phénomène provoque des appréciations contradictoires. Pour les pessimistes, vieillissement est synonyme de "pays ride". Il existerait, selon eux, un cycle de vie relativement immuable dans lequel "jeunes" et "vieux" ont des visions du monde et des modes de vie qui les opposent. Aux premiers, le désir d'aller



de l'avant ; aux seconds, le repli sur soi. Pour les optimistes, on n'a pas l'âge de ses artères mais celui de ses idées. Une plus grande espérance de vie est alors signe de progrès, surtout si la longévité accrue s'accompagne d'une meilleure santé, ou, pour reprendre un terme de l'Organisation mondiale de la santé, si "l'espérance de vie sans incapacité" atteint des valeurs de plus en plus élevées.

Une récente enquête du CRÉDOC montre que le vieillissement provoque le traditionalisme vis-à-vis du mariage, de la santé et du progrès scientifique. A partir de 60 ans, on est plutôt hostile aux innovations, même dans le cas de produits qui facilitent la vie, comme le magnétoscope ou le lave-vaiselle (**voir graphique ci-contre**). En revanche, d'autres enquêtes, notamment aux Etats-Unis,

ont montré que l'efficacité au travail diminue peu avec l'âge et que les travailleurs âgés sont souvent plus consciencieux que les jeunes. Si le vieillissement de la population était véritablement un frein au dynamisme économique, le Japon et l'Allemagne, deux pays parmi les plus "vieux" du monde, seraient de flagrantes exceptions.

Certains s'inquiètent également du "poids" grandissant des inactifs (étudiants, retraités) par rapport aux actifs. Mais il s'agit là d'un problème social et économique, où s'imbriquent productivité, âge de la retraite, travail des femmes, systèmes de redistribution, autant de facteurs qui ne sont pas démographiques. En réalité, la tranche de population âgée de 20 à 59 ans, dans laquelle se situent la plupart des actifs, n'a pas cessé d'augmenter depuis une trentaine d'années : de 49,7% de la population en 1962, elle est passée à 53,6% en 1990. Paradoxalement, remarque le démographe Hervé Le Bras, le vieillissement dans la population s'est accompagné d'un rajeunissement de la population active. «Par exemple, l'âge médian de la retraite était, pour les hommes, de 77 ans en 1926, il est maintenant de 63 ans.» Autrefois, de nombreux individus travaillaient jusqu'à leur mort.

Le mariage remis à plus tard. Plus visibles que les oscillations de la fécondité, les changements de mode de vie ne cessent de bouleverser le paysage social de la France. Après avoir été le champion d'Europe du "baby boom", ce pays est devenu celui de l'union libre. Le nombre des mariages, qui avoisinait 400 000 il y a une vingtaine d'années, n'était plus que de 265 000 en 1987. En contrepartie, on consta-

BRUSQUE CHANGEMENT DE LA DÉMOGRAPHIE FRANÇAISE

Chaque année l'INED rédige un Rapport sur la situation démographique de la France à l'intention du Parlement. Le 20^e rapport, paru à la fin de l'année 1991, marque un tournant. Tandis que dans les deux précédents, l'indicateur conjoncturel de fécondité est seul utilisé pour décrire et commenter la fécondité, le voici supplplanté soudain par un autre indice, la descendance finale : le rapport de 1989 publie ainsi 391 valeurs de l'indice conjoncturel et 0 valeur de la descendance finale ; en 1990, le score passe à 455 contre 0. Revirement en 1991 avec seulement 16 valeurs du premier contre 26 du second.

A part le procès intenté par le directeur de l'INED à *Science & Vie* (à propos de l'article d'Alexandre Dorozyński intitulé "Pourquoi (pour qui) l'INED a-t-il menti ?" -n° 874 juillet 1990) on ne voit pas d'événement expliquant ce changement. Comme le premier indice s'est stabilisé à 1,8 enfant par femme depuis 1975, et le second à 2,1 pour les générations récentes, le terme de "fécondité" qui est souvent utilisé dans ces rapports n'a donc pas la même si-

gnification avant et après le procès.

D'ailleurs le commentaire change aussi. Pour la première fois, l'explication que nous donnons depuis plus de deux ans à cette différence de valeur des deux indices, est reprise : «La faiblesse des indicateurs conjoncturels reflète ainsi, pour une large part, le retard que les femmes introduisent maintenant dans la constitution de leur descendance» (p. 11 du 20^e rapport, de 1991), autrement dit, elles ont leurs enfants à un âge plus avancé. En revanche, la catastrophique et inexacte remarque selon laquelle avec un indice conjoncturel inférieur à 2,1, la fécondité se situe au-dessous du «niveau assurant au moins le strict remplacement des générations» (18^e rapport, de 1989, p. 20) a disparu de la dernière édition. C'est un progrès (de l'interprétation, non de la fécondité).

Pour la première fois aussi, on trouve une courbe donnant l'évolution de la fécondité en tenant compte de la mortalité (p. 64) reprenant un graphique analogue publié dans mon dernier ouvrage où l'on voit que la descendance finale actuelle est très largement supérieure à celle

des générations nées entre 1860 et 1910, ce qui nous écarte des «plus bas niveaux de toute notre histoire» auxquels la presse faisait souvent allusion.

Toutefois, ces améliorations ne suppriment pas le pessimisme habituel du rapport, lequel propose une prévision qui rend «peu vraisemblable le maintien de la descendance finale de la génération 1965 autour de 2,1 naissances par femme» (p. 41). Comme les femmes de la génération 1965 ont actuellement 25 ans, on ne voit pas comment on peut deviner le nombre d'enfants qu'elles auront jusqu'à l'âge de 50 ans, c'est-à-dire au cours des 25 prochaines années.

Le cocorico à la politique nataliste survit, lui aussi, au changement d'indices : «Ainsi, la résistance à la baisse de fécondité aux premiers rangs de naissance (...) pourrait témoigner de l'importance que continuent d'avoir les incitations publiques en faveur de la natalité», lit-on p. 31. Comme lesdites incitations ne s'intéressent pas aux premiers enfants mais qu'elles interviennent à partir du troisième, la conclusion devrait logiquement être l'inverse.

Hervé Le Bras

te une augmentation des naissances hors mariage : 6,5 % en 1969, 10,3 % en 1979, 28,7 % en 1989. Ce phénomène ne se limite pas aux jeunes : en 1989, plus d'un tiers des hommes célibataires de 25 à 39 ans vivaient avec une femme sans être mariés.

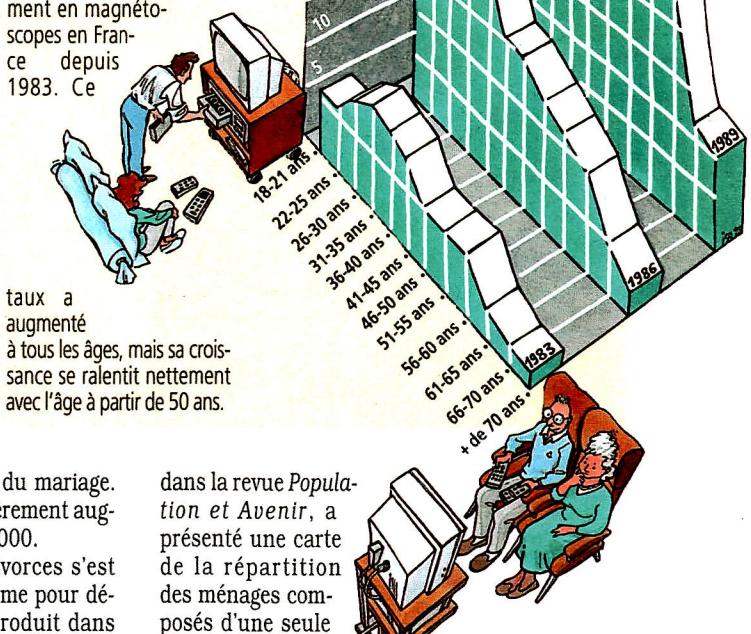
L'ampleur du phénomène était imprévue. Louis Roussel, sociologue et démographe, écrit, dans *la Famille incertaine* (3) : «Celui qui, en 1960, aurait annoncé une partie seulement de ces changements serait probablement passé pour un fantaisiste ou un provocateur.» Tous les pays européens, à des degrés divers et avec des décalages dans le temps, ont également boudé le mariage. Cependant, certaines unions libres conduisant à des mariages tardifs, la fréquence de la nuptialité pourrait être moins bouleversée que l'âge du mariage. En 1990, le nombre de mariages a légèrement augmenté en France, pour atteindre 290 000.

De 1969 à 1990, le nombre de divorces s'est accru avec une régularité de métronome pour dépasser 106 000. L'INED a même introduit dans son rapport un "indicateur conjoncturel des divorces", qui se situait pour 1989 à 0,315, ce qui veut dire que près d'un tiers des mariages contractés se terminaient par un divorce. Le divorce survient, en moyenne, 12,9 ans après le mariage.

S'ajoutant à ces phénomènes, la dissolution progressive de la "famille nucléaire" a contribué à une augmentation du nombre des ménages et à la diminution corrélative de leur taille. Alors que la population a augmenté de 7,8 % de 1975 à 1990, le nombre de ménages a augmenté de 21,5 %, atteignant 21 353 577 en 1990, ce qui se traduit par un nombre moyen de 2,52 personnes par ménage. Ce phénomène résulte d'une fréquence accrue du veuvage, de la crise du mariage, de l'augmentation du divorce, de la rupture de cohabitation, mais aussi de la possibilité qu'ont de nombreux individus, jeunes ou âgés, de vivre seuls. On recensait, en 1975, 3 897 234 ménages composés d'une seule personne, contre 4 775 499 en 1990, soit une augmentation de 50%. Jacques Dupaquier,

L'ÂGE REND CONSERVATEUR

La résistance à l'innovation de la part des personnes plus âgées est illustrée par ce graphique du CREDOC qui montre le taux d'équipement en magnétoscopes en France depuis 1983. Ce



taux a augmenté à tous les âges, mais sa croissance se ralentit nettement avec l'âge à partir de 50 ans.

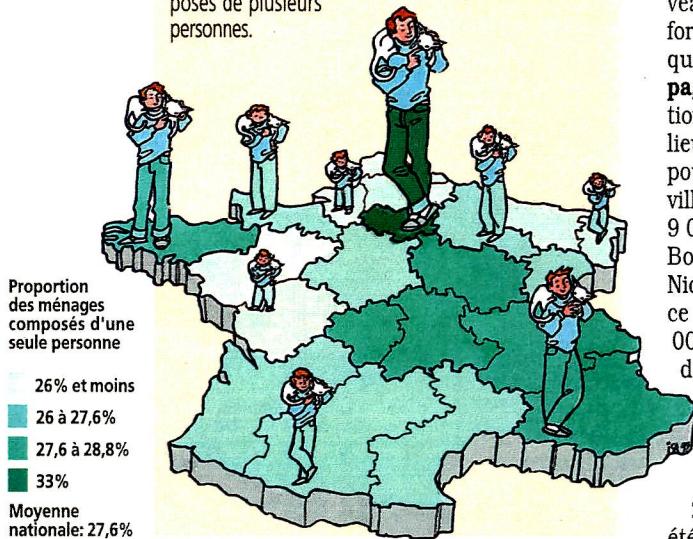
dans la revue *Population et Avenir*, a présenté une carte de la répartition des ménages composés d'une seule personne (voir en page 58). «Bien que les communes ru-

rales soient plus touchées par le vieillissement, remarque-t-il, la proportion des ménages d'une personne y est moindre que dans les villes : 21,2 % d'une part, 29,1 % de l'autre.» En gros, la proportion des ménages d'une personne est plus importante au sud de la France qu'au nord et plus forte dans les villes que dans les banlieues. Dans l'agglomération parisienne, un ménage sur trois est composé d'une seule personne.

La France banlieusarde. Jean-Paul Faur, démographe à l'INSEE, décrit le mouvement d'exode rural et d'urbanisation qui se poursuit dans trois zones concentriques – les villes-centres, les banlieues et le rural périurbain – aux dépens du "rural profond", c'est-à-dire des communes qui n'appartiennent pas à l'une de ces trois zones. En 15 ans, la population de la France a augmenté de près de 4 millions d'habitants. Cet excédent s'est réparti pour l'essentiel dans les banlieues et les communes rurales voisines (le périurbain). La popula-

LE FRANÇAIS MODERNE EST PLUS SOLITAIRE ...

Les "ménages composés d'une seule personne" sont de plus en plus nombreux. Ils représentent plus d'un tiers des ménages dans la région parisienne. Cette carte en donne la proportion en France, par rapport aux ménages composés de plusieurs personnes.



tion des communes du "rural profond" n'a pratiquement pas varié et se situe autour de 5,8 millions d'habitants. Celle des villes-centres est restée à peu près stable, avec 23,5 millions d'habitants. Le nombre de banlieusards est passé, lui, de 15,5 millions en 1975 à 17,6 aujourd'hui, et celui des "périurbains" (ou banlieusards lointains)

de 7,8 à 9,7 millions. Les banlieues engrangent donc la moitié environ de la croissance démographique.

En exploitant, pour le groupe de prospective de la Délégation à l'aménagement du territoire (DATAR), les statistiques d'une vingtaine d'années, Hervé Le Bras a montré comment de nouveaux réseaux de populations denses se sont formés dans diverses régions de la France, alors que d'autres se sont dépeuplées (**voir carte page de droite**). Entre 1982 et 1990, la population des 10 plus grandes villes et de leur banlieue n'a augmenté que de moins de 1%, sauf pour Toulouse (1,47%). Avec leur banlieue ces villes atteignent, en milliers d'habitants : Paris, 9 060; Lyon, 1 262; Marseille, 1 087; Lille, 950; Bordeaux, 685; Toulouse, 608; Nantes, 482; Nice, 476; Toulon, 438; Grenoble, 400. La France compte désormais 119 villes de plus de 50 000 habitants, dont 7 dans les départements d'outre-mer.

Tous propriétaires. Toujours selon l'INSEE, le patrimoine français (l'ensemble des biens mobiliers et immobiliers) a atteint, l'année dernière, quelque

22 000 milliards de francs. En 18 ans, il a été multiplié par 7, alors que les prix ne l'ont été que par 4,3. Ce montant est une estimation des sommes que l'on obtiendrait si les ménages, les entreprises et les administrations publiques réalisaient leurs avoirs et remboursaient leurs dettes. La plus grande partie du patrimoine est représentée par les logements des ménages qui sont passés de 823 à 8 238 milliards de francs en 18 ans. Les trois quarts

LA QUERELLE DES NATALISTES ET DES LIBÉRAUX

Pour mieux comprendre la difficulté de l'analyse démographique et les controverses qu'elle suscite, on peut consulter deux ouvrages récents, rédigés par des chercheurs qui se situent aux deux pôles opposés de la "controverse démographique". Michel-Louis Lévy, de l'INED, statisticien et démographe, dirige le Service de la diffusion de l'INED ainsi que son bulletin mensuel *Population et Société*. Hervé Le Bras, qui dirige le département "méthodes et prévi-

sions" à l'INED, est professeur à l'Ecole des hautes études en sciences sociales, où il a fondé un doctorat en démographie. Il est à l'origine de la controverse sur l'utilisation des indices démographiques. Les deux ouvrages sont aussi différents que complémentaires.

Michel-Louis Lévy, dans *Déchiffrer la démographie*, (éditions Syros, Alternatives, 1990), retrace, avec beaucoup d'érudition et quelque humour, l'histoire de la démographie et du natalisme en France, présente

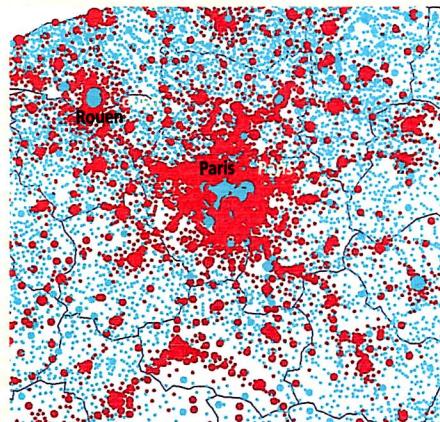
d'une façon très accessible quelques notions mathématiques nécessaires à la compréhension de la démographie et suit l'évolution démographique du monde depuis la nuit des temps jusqu'à nos jours. Il se garde d'un discours "catastrophe", symptomatique de nombreuses publications françaises en ce domaine. Les premières phrases de sa conclusion sont plutôt optimistes : «Par un étrange sortilège, étant devenus les plus heureux des hommes, nous nous sommes

persuadés que nous étions les plus malheureux. Jamais pourtant notre vie n'a été si longue, nos libertés si grandes, qui nous ouvrent des possibilités naguère inconcevables d'ubiquité, de déplacement et de satisfactions variées, y compris pour la sexualité et la procréation.»

Hervé Le Bras, dans son ouvrage *Marianne et les lapins - L'obsession démographique* (Olivier Orban, 1991), montre comment le natalisme a transformé des événements ou des indices plutôt favorables en pré-

... ET FUIT LE CENTRE DES GRANDES VILLES

Les migrations internes sont illustrées ici à partir des données des recensements. Les cercles rouges correspondent à des augmentations de population, les bleus à des diminutions. On relève une concentration croissante le long de l'axe Lyon-Avignon et le long de la côte méditerranéenne, à l'exception de la Camargue. La densité augmente dans les régions de Paris et de Rouen (ci-dessous), sauf dans le centre de ces deux villes, où la dépopulation est très nette.



du patrimoine total appartiennent aux particuliers, 16,5% aux entreprises et 8,5% aux administrations.

Tous chômeurs. Selon le recensement, la France métropolitaine comptait, en 1990, une population active de 25 112 140 personnes (sans compter les militaires du contingent) dont 14 007 676 hommes

et 11 104 464 femmes. Sur ce total, 2 732 571 personnes (dont 1 132 196 hommes et 1 600 375 femmes) étaient au chômage. Dans les départements d'outre-mer, sur 619 577 actifs, on comptait 204 325 chômeurs.

L'évolution du chômage a été catastrophique l'année dernière. Fin novembre, l'INSEE dénombrait 2 825 600 chômeurs, dont près d'un tiers de longue durée (au moins un an). Tel est, sans doute, l'aspect le plus inquiétant de la radioskopie de la France.

Tous inquiets. Selon l'enquête du CREDOC déjà mentionnée, les Français sont globalement deux fois plus nombreux à être "inquiets" qu'il y a 10 ans. L'enquête, portant sur l'intensité des craintes "pour soi-même ou pour des proches" sur divers thèmes, a révélé que la population des inquiets a doublé en huit ans, passant de 14% à 28% de l'échantillon. Les craintes concernent les maladies graves, les accidents de la route, le chômage, les agressions dans la rue et les accidents de centrales nucléaires.

Ceux qui déclarent regarder la télévision tous les jours sont plus inquiets que ceux qui ne la regardent jamais (29% contre 21%). Les moins inquiets sont... les habitants de Paris et de la petite couronne, chez qui le taux d'inquiétude est de 19%, contre une moyenne nationale de 28%. L'augmentation de l'inquiétude face aux accidents de la route, alors que ceux-ci ont diminué, et la stabilité de l'inquiétude concernant le chômage, qui a pourtant augmenté, montrent l'importance des facteurs subjectifs dans les réponses.

Alexandre Dorozynski

sages calamiteux. L'ouvrage prend la forme d'un récit qui commence il y a deux ans, lorsque l'indice de fécondité de la Suède, pays désespérant d'où venait le "froid démographique", s'avisa de dépasser l'indice français, provoquant chez nous des réactions inattendues. Le Bras explore les liens entre démographie et politique, tire sur quelques épouvantails et clarifie des notions confuses. Les acteurs de cette histoire sont nommés et égratignés.

Michel-Louis Lévy se situe dans la ligne nataliste modérée; Hervé le Bras, dans une perspective plus historique, s'oppose plus vigoureusement à l'école nataliste.

L'école nataliste, majoritaire, prône le soutien à la natalité en France, ainsi que l'intervention de l'Etat pour empêcher la dépopulation (par exemple, le "million" au troisième enfant, sous la présidence de Giscard d'Estaing). Elle utilise souvent, à la suite de son chef de file Alfred Sauvy, la menace de la dé-

cadence démographique et de funestes conséquences du vieillissement. Elle a une préférence pour l'usage de l'indicateur conjoncturel de fécondité (voir l'article et les graphiques p. 55), et plus généralement pour l'analyse de la conjoncture. Son quartier général se partage entre l'INED et l'APRD (Association pour une renaissance démographique), l'un et l'autre fondés par A. Sauvy.

L'école historique, minoritaire, refuse de mêler les opinions malthusiennes ou natalistes à la

science. Elle estime que c'est aux couples, et à eux seuls, de constituer librement leur descendance et ne leur donne aucun conseil ni ne porte aucun jugement de valeur. Elle privilégie les études à long terme et l'usage de la descendance finale pour mesurer la fécondité (voir l'article et les graphiques p. 55). Principalement localisée au laboratoire de démographie historique à l'Ecole des hautes études en sciences sociales (EHESS), son chef de file est actuellement H. Le Bras.

PAR MARC MENNESSIER

LA FABULEUSE ODYSSEE DE L'ANGUIILLE

Traverser le Pacifique à la rame est une remarquable performance. Mais Gérard d'Aboville, auteur de ce récent exploit, ne sera pas vexé d'apprendre que d'autres ont fait mieux avant lui : depuis des millions d'années, les anguilles traversent l'Atlantique dans les deux sens, à la seule force de leurs nageoires, pour accomplir leur cycle de reproduction. Le tout sans emporter de garde-manger, sans liaisons radio et sans télévisions !



Cela peut paraître incroyable. Mais qu'on les pêche au Maroc, en France ou en Norvège, dans les fjords glacés, les étangs vaseux, les rivières limpides ou les lagunes saumâtres, toutes les anguilles européennes et nord africaines de l'espèce *Anguilla anguilla* naissent dans la mer des Sargasses, au large de la Floride, à plus de 6 000 km de nos côtes ! C'est le biologiste danois Johannès Schmidt qui a découvert le phénomène en 1920.

Jusque là, la reproduction de l'anguille était totalement mystérieuse. Personne n'avait jamais trouvé dans la nature ni œufs ni alevins ni individus sexuellement matures. D'où pouvaient donc bien venir ces curieux poissons à l'allure de serpent, capables de vivre émergés pendant des heures et de se faufiler à travers des prairies humides pour rejoindre un cours d'eau ?

Dès l'Antiquité, Aristote suggère que les anguilles proviennent «des entrailles de la Terre», tandis que

Elles nagent même sur terre...

Coincée dans un étang, l'anguille est capable de ramper à travers champs pour rejoindre le cours d'eau le plus proche et gagner l'estuaire. De là, elle traversera l'Atlantique jusqu'à la mer des Sargasses, au large de la Floride, seul et unique lieu de reproduction de l'espèce. L'anguille a la réputation d'être "incredorable". Elle peut vivre plusieurs jours hors de l'eau, à condition de se trouver dans une ambiance humide et à une température inférieure à 10° C. Pour ne pas "étouffer", elle avale une grosse bulle d'air qu'elle coinçce dans sa cavité branchiale qui, par rapport aux autres poissons, a l'avantage d'être très hermétique. Sa peau est également dotée d'un réseau sanguin très dense lui permettant de capturer directement l'oxygène de l'air.

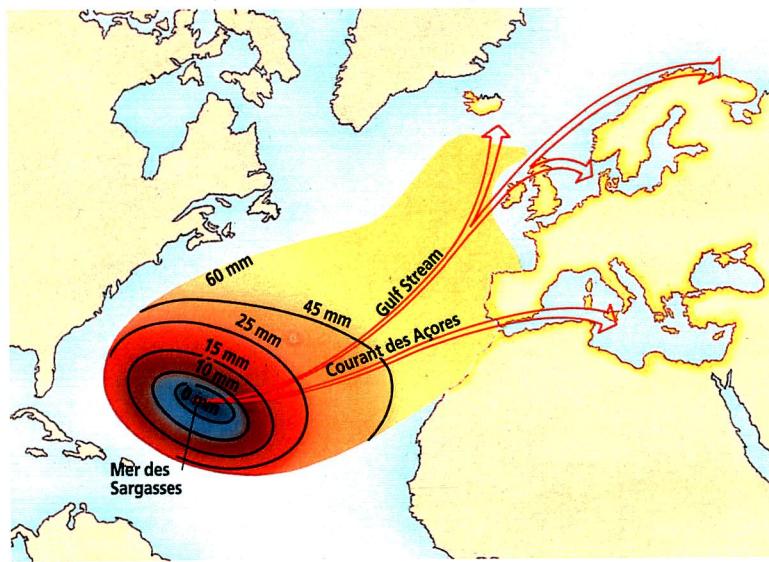
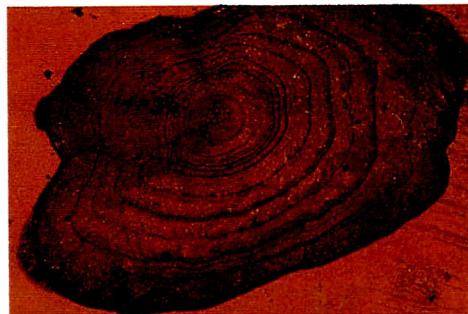


Une transat de 6 000 kilomètres

Après la ponte dans la mer des Sargasses, les larves d'anguille, ou leptocéphales, se laissent porter par les courants marins (Gulf Stream, courant des Açores) et traversent l'Atlantique pour gagner l'Europe, le bassin méditerranéen et le nord de l'Afrique. Arrivées près des côtes, elles se métamorphosent en civelles (**photos ci-contre et p.64**) et "inondent" les fleuves, depuis le Maroc jusqu'à la Scandinavie, en passant par l'Islande et la Grèce! C'est le biologiste danois Johannes Schmidt qui a démontré, en 1920, que les anguilles frayent dans la mer des Sargasses, en constatant que les leptocéphales sont de plus en plus petits au fur et à mesure que l'on se rapproche de cette zone (**carte ci-dessous**).

Pour résister au courant, les civelles s'enterrent. Tout comme les marins qui entrent au port, elles attendent la marée montante pour remonter les estuaires car elles sont encore incapables d'affronter le courant du fleuve. Lorsque la marée est descendante, elles s'enfouissent dans la vase pour éviter d'être emportées vers le large.

L'âge de la civelle dans son oreille interne. La migration transatlantique aller dure moins d'un an. C'est en comptant les stries de croissance journalières des otolithes, petites concrétions calcaires situées dans l'oreille interne de la civelle (**ci-contre**), que Raymonde Lecomte, de l'université de Perpignan, a récemment démontré que les larves traversent l'Atlantique en 7 à 9 mois.



(voir carte ci-contre). Le minimum est atteint dans la mer des Sargasses, entre la Floride et le triangle des Bermudes, où elles ne mesurent plus que 10 mm de long, contre 60 mm et plus au large des côtes européennes. Comme les individus les plus petits sont les plus jeunes, Schmidt en conclut que c'est exclusivement dans cette zone que toutes les anguilles européennes se rassemblent pour pondre. Une partie de l'éénigme est résolue. Mais une partie seulement, car d'importantes zones d'ombre persistent. Voici ce dont est sûr aujourd'hui.

Après la ponte dans la mer des Sargasses, les œufs d'anguille éclosent donnant des préleptocéphales (alevins de moins de 10 mm de long), lesquels deviennent des leptocéphales qui dérivent vers l'Europe et le nord de l'Afrique en se laissant porter par les courants marins, notamment le Gulf Stream et probablement le courant des Açores.

Au cours de cette première "transat", les larves, carnivores, se nourrissent de zooplancton. Arrivées à proximité des côtes, elles cessent de s'alimenter

(leur œsophage est obstrué par un opercule) et se métamorphosent en civelles. Ces dernières franchissent les estuaires, s'adaptent progressivement à la vie en eau douce et remontent les fleuves pour coloniser les bassins versants. C'est la migration anadrome (c'est-à-dire dans le sens mer-fleuve).

En étudiant les stries de croissance des otolithes, petites concrétions calcaires situées dans l'oreille interne de la civelle (voir photo ci-contre), Raymonde Lecomte, biologiste à la faculté des Sciences de Perpignan, a récemment démontré que cette traversée de 6000 à 8000 km dure entre 7 et 9 mois et non pas 2,5 à 3 ans comme le supposait Schmidt.

Transparente à son arrivée dans les estuaires, la civelle se pigmente et grossit au fur et à mesure qu'elle remonte les cours d'eau, où elle devient anguillette (100 à 150 mm), puis "anguille verte" ou "jaune" (plus de 150 mm) en raison de la couleur de sa peau. Notre infatigable voyageuse entame alors une vie sédentaire de plusieurs années. Comme nous l'avons dit précédemment, elle est capable de



LES 7 ETAPES DU TOUR DU MONDE DES ANGUILLES



7 MÉTAMORPHOSSES POUR LE GRAND VOYAGE

Avant de retraverser l'Atlantique, la tête et les nageoires pectorales de l'anguille s'allongent; ses yeux doublent de volume, ses pigments rétiniens se modifient et sa vessie natatoire se vascularise. L'anguille se préadapterait ainsi à la vie dans les grands fonds, où la pression très élevée serait indispensable à sa maturité sexuelle

6 ANGUILLE ARGENTÉE

Lorsqu'elle atteint son poids maximal, l'anguille cesse d'alimenter. Son dos devient noirâtre et son ventre s'argente. Elle commence alors sa migration de retour, ou avalaison, en se laissant porter par le courant du fleuve jusqu'à l'estuaire; de là, elle gagne le large jusqu'à la mer des Sargasses

s'adapter à tous les milieux d'eau douce. Les mâles se concentrent principalement en aval des bassins versants (estuaires, lagunes) et les femelles en amont. Mais les individus restent juvéniles pendant toute cette phase de croissance. De mœurs nocturnes, l'anguille jaune est réputée pour sa voracité. Son régime, très éclectique, se compose principalement de crustacés d'eau douce, de vers et de petits

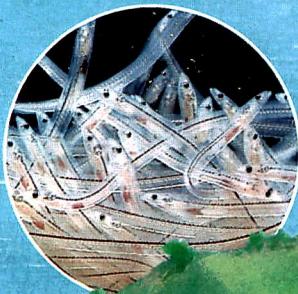
poissons. On ne sait pas encore mesurer précisément l'âge des anguilles jaunes, leurs otolithes n'ayant pas la même structure qu'au stade civelle. On estime toutefois qu'au bout de 3 à 5 ans pour les mâles, et 5 à 10 voire 15 ans pour les femelles, une seconde métamorphose intervient. On dit que les anguilles s'"argentent": leur ventre vire du jaune au blanc et leur dos prend une teinte noirâtre.



1 PONTE DANS LA MER DES SARGASSES
Toutes les anguilles européennes traversent l'Atlantique pour aller frayer dans cette zone. Certains biologistes pensent que la reproduction a lieu par plusieurs milliers de mètres de fond



2 LEPTOCÉPHALE
Après la ponte, les larves, ou leptocéphales, remontent à la surface de l'océan et gagnent l'Europe en 7 à 9 mois. Elles se nourrissent de zooplancton et mesurent environ 60 mm à leur arrivée près des côtes



3 CIVELLE
Au terme d'un périple de 6 000 à 8 000 km, les leptocéphales se métamorphosent en civelles, anguilles miniatures et transparentes qui remontent les estuaires, de novembre à mars, où elles sont abondamment pêchées



4 ANGUILLETTE
Passé l'estuaire, les civelles se pigmentent, elles deviennent anguillettes (100 à 150 mm) et partent coloniser l'amont des bassins versants : lagunes, rivières, étangs, etc. La remontée des fleuves, trop souvent pollués et équipés de barrages infranchissables, est longue et périlleuse



5 ANGUILLES TATINE
Arrivée à destination, l'anguille jaune, baptisée ainsi en raison de la couleur de sa peau, se sédentarise et entame sa phase de croissance, qui dure de 3 à 5 ans pour les mâles et de 5 à 10 voire 15 ans pour les femelles, nettement plus grosses. Ce poisson nocturne fuit la lumière et se nourrit principalement de vers, de crustacés et de petits poissons.

Ayant accumulé à ce stade d'énormes réserves de graisse, elles cessent définitivement de s'alimenter et leur appareil digestif commence à s'atrophier. Leur poids maximum est atteint. Les mâles, nettement plus petits que les femelles, pèsent rarement plus de 400 grammes pour une taille de 30 à 40 cm, alors que ces dernières peuvent dépasser un mètre pour un à plusieurs kilos.



Les sargasses sont des algues

La mer des Sargasses tire son nom de ces algues flottantes qui pullulent à sa surface, mais n'ont vraisemblablement aucune influence sur le frai des anguilles. En fait, cette mer se situe à proximité de la seule zone de subduction de l'Atlantique nord où la plaque océanique s'enfonce sous celle du continent américain, formant des fosses de plusieurs milliers de mètres. Par ailleurs, il n'est pas impossible que l'interaction de ces plaques avec le magma du manteau supérieur de la Terre crée des conditions très particulières, notamment chimiques, qui seraient indispensables à la reproduction des anguilles.

Dès qu'elles s'argententent, les anguilles entament leur retour vers la mer des Sargasses en se laissant porter par le courant fluvial jusqu'à l'estuaire, qu'elles franchissent entre les mois de juillet et novembre, avant de traverser à nouveau l'Atlantique : c'est l'avalaison, ou migration catadrome. On estime que cette seconde "transat" dure entre cinq et six mois, à raison de 40 à 50 km de nage par jour, et que les anguilles meurent après avoir frayé, emportant avec elles le secret de leur fascinant voyage.

Le déroulement de ce dernier reste en effet très mystérieux. «On a la certitude depuis les travaux de Schmidt que les anguilles vont bel et bien pondre dans les Sargasses. Mais une fois qu'elles ont dépassé le talus continental, c'est la "boîte noire". On ne sait plus précisément ce qu'elles deviennent», dit Pierre Elie, ingénieur au Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts (CEMAGREF) à Bordeaux. En 1977, des chercheurs anglais ont bien tenté de suivre la trace de certains individus munis d'émetteurs radio. Mais ils ont perdu tout contact au-delà de 200 km des côtes européennes !

Plus troublant encore, personne n'a jamais capturé d'anguille argentée en mer, sauf une fois en

1975, où une femelle a été pêchée au chalut par 325 m de fond, au large des îles Féroé, au nord de l'Ecosse. De même, personne à ce jour n'a réussi à localiser précisément les aires de ponte dans la mer des Sargasses. Il faut dire que cette région océanique s'étend sur une superficie comparable à celle de la France, pour une profondeur d'eau de 2000 mètres en moyenne. Autant rechercher une anguille dans une botte de foin !

Malgré tout, certains biologistes pensent que la seconde traversée de l'Atlantique, ainsi que le frai et l'élosion des larves, se déroulent à des profondeurs vertigineuses de plusieurs milliers de mètres, et non entre 200 et 500 m comme on le pensait encore récemment. Ce qui expliquerait la perte des signaux radio constatée par les expérimentateurs anglais : une fois franchi le talus continental, les anguilles s'enfonceraient dans les grands fonds abyssaux. Mieux, les anguilles argentées étant encore sexuellement immatures lorsqu'elles quittent l'embouchure des fleuves, il semble que les hautes pressions soient indispensables au développement de leur appareil reproducteur.

Plusieurs faits militent en faveur de cette thèse. En 1979, tout d'abord, le sous-marin américain *Alvin*, photographiait pour la première fois par plus de 2 000 m de fond (**voir photo ci-contre**), au large des Bahamas (sud-est de la Floride), c'est-à-dire non loin de la mer des Sargasses, une anguille femelle en cours de maturation, comme en témoignait le gonflement de sa face ventrale.

Ensuite, «les anguilles argentées qui arrivent dans les estuaires présentent certaines modifications anatomiques, physiologiques et biochimiques qui donnent à penser qu'elles se préadaptent à la vie dans les grandes profondeurs», expliquent Sylvie Dufour, Yves-Alain et Maurice Fontaine, physiologistes au Muséum d'histoire naturelle rattachés au CNRS, dans une note à l'Académie des Sciences⁽¹⁾.

Ainsi, au moment où débute leur ultime voyage, l'œil des anguilles double de volume et les pigments rétiniens se transforment. Alors que la rétine des anguilles jaunes sédentaires, de couleur pourpre, contient un mélange de porphyropsine et de rhodopsine, celle des anguilles argentées

(1) *La Vie des sciences*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, série générale, tome 2, n°1, pp. 1 à 10.



La seule anguille photographiée par -2 000 m

En 1979, le sous-marin américain Alvin, a photographié pour la première fois à plus de 2000 m de fond, au large des Bahamas — non loin de la mer des Sargasses — une anguille argentée en cours de maturation sexuelle, comme en témoigne le gonflement de son ventre. Ce qui tend à prouver que les anguilles nagent au fond de l'océan pour rejoindre leur aire de ponte. Avant cette date, et à une seule exception près, personne n'avait jamais vu ni pêché d'anguille argentée en mer.

prend une teinte dorée du fait de l'apparition d'un autre pigment, la chrysopsine, que l'on retrouve chez de nombreux poissons abyssaux.

Ensuite, le corps rouge de la vessie natatoire, constitué d'une glande à gaz et d'un réseau capillaire sanguin très dense, se développe dans des proportions considérables, rappelant celui d'autres poissons de grands fonds. Cette modification permettrait de mieux équilibrer la pression à l'intérieur de la vessie natatoire — dont la paroi s'épaissit — avec la pression externe particulièrement élevée sous des hauteurs d'eau de plusieurs milliers de mètres. La résistance de l'anguille à la compression est d'ailleurs extraordinaire, comme l'a constaté Louis Barthélémy, physiologiste à la faculté de médecine de Brest. Des individus placés dans des caissons hyperbars peuvent en effet sup-

porter sans problème des montées en pression rapides de 1 à 100 atmosphères. Nous déconseillons vivement à nos lecteurs de tenter l'expérience !

Enfin, au moment d'entamer la grande migration de retour, la tête des futurs reproducteurs s'allonge, les fosses nasales se développent, le mucus sécrété par la peau s'épaissit et les nageoires pectorales doublent de longueur (*voir photo p. 64*) donnant à penser que l'animal se prépare à un long voyage.

L'anguille réserve encore bien d'autres surprises. Ainsi les biologistes ont constaté que des individus argentés maintenus en captivité restent sexuellement immatures jusqu'à leur mort et sont donc incapables de se reproduire. Toutefois, en 1936, Maurice Fontaine, précédemment cité, réussissait à provoquer le développement des testicules du mâle par injection d'HCG, une hormone présente dans

L'anguille menacée de disparition

Depuis une quinzaine d'années, les effectifs d'anguilles chutent partout en Europe. En France, les peuplements ont été divisés par deux, voire par dix dans certains bassins versants, notamment en Bretagne et en Gironde. Les densités sont parfois descendues à une anguille jaune par hectare de cours d'eau. Autant dire rien, quand on sait que ce poisson peut couramment représenter plus de 50% de la biomasse piscicole d'une rivière !

Parallèlement les captures de civelles, que des nuées de pêcheurs attendent de pied ferme dans les estuaires, sont passées, au plan national, de 2 000 tonnes en 1979 à un peu moins de 300 tonnes l'an passé...

Préoccupés, dès 1984, par cette évolution, une poignée

d'universitaires et de chercheurs du CEMAGREF⁽¹⁾, de l'IFREMER⁽²⁾, de l'ENSAR⁽³⁾ et du Muséum d'histoire naturelle ont tiré le signal d'alarme et créé le "Groupe national anguille" (GNA). «L'anguille est capable de vivre sous tous les climats et dans tous les milieux aquatiques. Elle possède par ailleurs une extraordinaire proliférance. Si on ne parvient pas à la sauver, c'est à désespérer du reste, car aucun autre poisson ne possède une telle faculté d'adaptation», déplore Guy Fontenelle, professeur à l'ENSAR.

Selon les membres du GNA, quatre grands périls menacent l'anguille : les aménagements des bassins versants (barrages, drainage, etc.), la pollution, la gestion déplorable de sa pêche

et l'anguillicolose, pathologie due à un redoutable parasite venu du Japon.

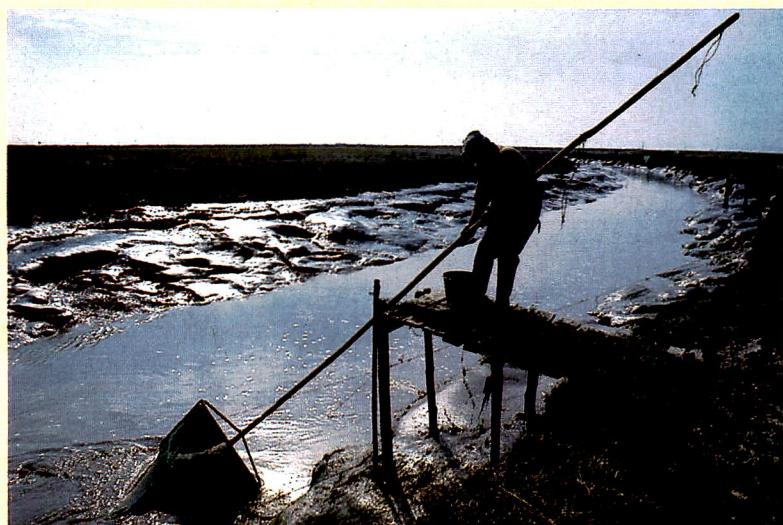
La pêche. Chaque année, de novembre à mars, c'est la ruée vers l'or. Bagarres, coups de feu, fleuves encombrés de bateaux : l'atmosphère électrique qui règne sur les estuaires de la côte atlantique française rappelle les pires moments de la conquête du Far West. Sauf que sous la lumière des torches, pêcheurs et braconniers de tous poils convoitent avec frénésie de bien curieuses pépites (**photos ci-dessous et ci-contre**) : les civelles vendues entre 500 et 1000 F le kg aux Espagnols qui en font leur caviar. 90% du produit de la pêche sont exportés vers ce pays, dont la demande ne cesse de croître. A ce tarif, et avec un peu d'expérience, on

peut gagner plusieurs dizaines de milliers de francs en une nuit !

Mais, comme nous l'avons vu, le filon commence à se tarir. Les captures ont été divisées par sept en dix ans, faisant grimper les prix de façon vertigineuse (le kilo de civelle ne valait que 50 F à la fin des années 1970) et renforçant du même coup l'effort de pêche.

Sachant qu'un kilo de civelles représente environ 2500 anguilles potentielles, ce sont des milliards d'individus qui sont ainsi prélevés chaque année sur le stock naturel. Sans qu'on sache vraiment en évaluer les conséquences. «Il faudrait pour cela connaître le taux de mortalité naturelle des civelles, ainsi que le nombre d'individus qu'il est nécessaire de préserver pour assurer le renouvellement des populations», explique Yves Desaunay, biologiste à l'IFREMER. Auquel cas, les pêcheurs disposerait d'un quota qu'ils pourraient exploiter sans menacer la survie de l'espèce. On en est loin.

Le cycle de reproduction de l'anguille reste encore trop mystérieux (voir article) et les moyens consacrés à de telles études sont notoirement insuffisants. L'anguille est pourtant une ressource économique de premier plan puisqu'elle représente, grosso modo, pour l'ensemble des pêcheries européennes un chiffre d'affaires d'un milliard de francs par an, dont environ 200 millions pour la France, où elle est l'un des



les urines de la femme enceinte. En 1964, il obtient le même résultat sur l'anguille femelle en administrant cette fois des extraits hypophysaires de carpe. Le développement des gonades ainsi provoqué est impressionnant puisque les ovaires peuvent représenter jusqu'à 60% du poids du corps pour 800 000 à 1,2 million d'ovocytes par femelle ! Ce qui, rapporté à la taille de ce poisson, représente vraisemblablement un record de prolificité.

On a alors tenté des expériences de reproduction en captivité. Les anguilles ont frayé, les œufs ont été fécondés, mais les alevins n'ont jamais survécu plus de trois semaines. Tout simplement parce qu'on est incapable pour le moment de simuler les conditions dans lesquelles s'effectuent la migration océanique des leptocéphales, et en particulier on ne sait pas les nourrir.

Ces tentatives ont tout de même permis de dé-



rares poissons à dégager une balance commerciale positive.

Dès lors, faut-il interdire la pêche, ne serait-ce que provisoirement, pour préserver la ressource et ne pas tuer la poule aux œufs d'or ? Personne ne semble prêt à prendre un tel risque. Toutefois que les captures de civelles ne sont pas seules en cause. L'anguille est en effet exploitée tout au long de son cycle de reproduction : au stade "anguille jaune" (dite aussi "anguilleverte") et au stade "anguille argentée" (voir ar-

ticule). Cette pêche d'"avalaison" pratiquée surtout dans les pays d'Europe du Nord est particulièrement préjudiciable, car elle concerne les futurs producteurs. A quoi bon, dans ces conditions, interdire la pêche en France, si nos voisins continuent à puiser abondamment dans le stock commun à tout le continent puisque les anguilles européennes proviennent d'un seul et unique lieu, la mer des Sargasses ?

Mais surtout, une telle mesure mettrait certaines régions à

feu et à sang. La civelle représente entre 40 et 60 % du chiffre d'affaires des pêcheurs professionnels qui pratiquent en estuaire. Et ces derniers ont déjà prouvé qu'ils étaient capables de bloquer les ports avec leurs bateaux. Par ailleurs, les gardes-pêche font face en temps normal, avec des effectifs dérisoires et sans réels pouvoirs de police, à des bandes organisées, armées et prêtes à tout. L'an passé, en Gironde, deux d'entre eux ont été blessés par des coups de feu pendant

une tournée d'inspection un jour de fermeture. Il ne paraît pas envisageable de placer un gendarme tous les 100 m de rivière. D'autant que certains responsables politiques locaux ne cachent pas qu'ils préfèrent voir certains chômeurs de longue durée arrondir leurs fins de mois en braconnant les civelles plutôt qu'en volant le sac des vieilles dames.

Et puis les pêcheurs, qu'ils soient en règle ou non, sont avant tout des électeurs... «Nous ne servons qu'à justifier

montrer que le blocage de la maturation génitale de l'anguille argentée est dû à un défaut de sécrétion d'hormones gonadotropes hypophysaires, puisqu'il a suffi d'en injecter artificiellement pour induire la reproduction.

Dès lors, les biologistes ont recherché les facteurs qui permettent la levée de ce blocage dans le milieu naturel. Et ils ont constaté — pour l'instant — que seule l'augmentation de la pression

permet de déclencher la maturation des gonades, alors que les variations de température, de lumière et de salinité de l'eau sont sans effet.

De 1984 à 1989, Sylvie Dufour et Yves-Alain Fontaine, déjà cités, en ont eu la confirmation en immergeant pendant trois mois et à plusieurs reprises, des anguilles femelles placées dans des cages à des profondeurs de 450, 800 et 1 700 mètres au large de la Méditerranée. Cette expérien-

L'anguille face à la montée des périls (suite)



l'existence d'une réglementation totalement inadaptée que personne ne veut appliquer», lâche Michel Vignaud, gardé-pêche à Bordeaux.

Plutôt que d'interdire, la solution consisterait peut-être, comme l'a proposé le GNA il y a déjà huit ans, à obliger les pêcheurs professionnels en eau douce à passer par des structures de commercialisation officielle de type criée qu'ils contrôleraient en association avec les pouvoirs publics. Ce que d'ailleurs une majorité d'entre eux souhaitent. Actuellement, les braconniers et les titulaires d'une licence amateur, qui n'ont pas le droit de commercialiser, écoule le produit de leur pêche auprès de mareyeurs ou de pêcheurs professionnels véreux.

Ce marché parallèle représente sur certains estuaires, notamment en Gironde, la plus grande partie des captures de civelles. L'obligation de passer par des circuits officiels et la suppression progressive des licences de pêche délivrées aux amateurs permettrait d'éliminer les brebis gauleuses, d'établir des statistiques de capture et, à terme, de mieux gérer la ressource. Mais, pour le

moment, cette proposition n'a été retenue par aucun des trois ministères (Environnement, Agriculture, Mer) concernés par la pêche dans les zones proches des estuaires...

La solution pourrait venir des industriels. Une société basque espagnole vient en effet de s'associer avec une firme japonaise pour produire des civelles en surimi. 50 tonnes de ces ersatz auraient déjà été vendues cette année au prix très compétitif de 250 à 300 F le kilo ! De quoi calmer à bon compte la fringale des Espagnols tout en préservant les populations d'anguilles.

L'aménagement des bassins versants. Depuis 50 ans, le drainage, l'assèchement des zones humides et les barrages édifiés en série sur les cours d'eau ont considérablement réduit l'espace vital de l'anguille. Lors de sa remontée, une anguille peut escalader des parois verticales de plusieurs mètres de haut à condition qu'elles soient humides. «Mais, contrairement au saumon, elle est incapable d'affronter pendant plus de 30 secondes un courant contraire d'une vitesse supérieure à 40 cm par secon-

de», explique Pierre Elie, ingénieur au CEMAGREF. Conséquence: une simple retenue d'eau d'un mètre de haut avec lame déversante (**photo ci-contre, à droite**): les anguillettes remontant le mur seront inexorablement rejetées par la lame déversante, placée à proximité d'un estuaire peut empêcher la colonisation de tout l'amont d'un fleuve. Sans parler des barrages hydroélectriques qui bloquent les anguillettes à l'aller et dont les turbines hachent les anguilles argentées lors de leur retour vers les estuaires.

Ces obstacles placés en série entraînent des mortalités importantes mais pourraient avoir aussi une influence sur l'équilibre des populations. Les mâles vivent en effet en aval des bassins versants et les femelles en amont. Mais les mécanismes du déterminisme sexuel de l'anguille restent flous. En clair, on ne sait pas si un individu vit en estuaire parce qu'il est de sexe mâle ou s'il devient mâle parce qu'il vit dans cette zone. Même chose pour les femelles dans la partie amont. Or, il n'est pas interdit de penser que la difficulté de coloniser les bassins versants ait pu engendrer un excédent de mâles au détriment des femelles. Ce qui aurait eu pour effet de perturber la reproduction. L'équipement des rivières en barrages datant en gros d'un demi-siècle, et une génération d'anguille se déroulant sur 10-15 ans, les effets de ce déséqui-

libre ne seraient sensibles qu'aujourd'hui.

La solution consiste à rouvrir tous les axes fluviaux en les équipant de passes spécifiques à anguilles (**photo à l'extrême droite**: les anguillettes remontent le courant en se faufilant entre les "poils" de la passe disposée en pente douce dans le lit de la lame déversante). Car ces dernières, moins puissantes face au courant, sont incapables de servir d'une passe à saumon. Le coût d'un équipement anguille est abordable : quelques dizaines de milliers de F contre un à plusieurs millions de francs pour une passe à saumon. Depuis l'an passé, en vertu de la loi-pêche de 1984, tout ouvrage neuf ou subissant des modifications doit obligatoirement en être équipé. Actuellement une vingtaine de passes à anguilles ont été installées en France par la société Fish Pass. Mais on dénombre une centaine de fleuves sur lesquels il faudrait équiper à chaque fois une dizaine de barrages !

La pollution. Réputée résistante et coriace, l'anguille serait en fait sensible à la dégradation de la qualité des eaux, en particulier dans les estuaires. Les bouchons vaseux formés par l'accumulation de sédiments dans les lits de fleuve constituent des barrages mortels lors de la remontée des civelles, car les particules d'argile en suspension adsorbent quantités de métaux lourds. En période de sécheresse, comme ce fut le cas

ce, réalisée avec le concours du musée océanographique de Monaco, a montré un début de développement ovarien chez les anguilles maintenues à 450 mètres de profondeur. Ce phénomène, encore jamais observé dans la nature, était consécutif à une stimulation très importante de la sécrétion d'hormones hypophysaires, dont la teneur était 27 fois plus élevée que chez les témoins restés en surface. Les résultats étaient sensiblement comparables à

des profondeurs plus élevées.

La durée trop courte de l'expérience (trois mois, alors que le retour vers la mer des Sargasses prend environ cinq mois), l'absence d'activité locomotrice (les poissons de l'expérience étaient dans des cages) et la température de l'eau plus chaude en Méditerranée que dans l'Atlantique pourraient expliquer que la maturité sexuelle n'ait pu être atteinte jusqu'au bout. Mais il est do-



ces dernières années, le "bouchon" de la Loire peut atteindre une longueur de 40 km. Dès lors, on peut se demander si la disparition des civelettes en amont de certains estuaires n'est pas due autant à la pêche qu'à la pollution.

Anguillicolose. Les anguilles européennes sont victimes depuis quelques années d'un redoutable parasite venu du Japon, via l'Allemagne et l'Italie. Il s'agit d'un gros nématode (*Anguillicola crassus*) de plusieurs centimètres de long qui se loge dans la vessie natatoire du poisson et lui suce le sang jusqu'à ce que mort s'en suive. L'anguille se contamine en ingérant des petits crustacés d'eau douce ou des petits poissons infestés de larves. On peut trouver entre 20 et 50 vers adultes à l'intérieur de la vessie d'une seule anguille (photo page de gauche)! Certains secteurs, en particulier les lagunes méditerranéennes, sont touchés à 100%. Une enquête vient d'être lancée en France sur 150 points géographiques par Guillaume Blanc, professeur à

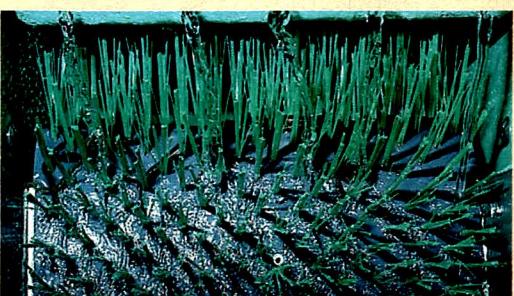
l'Ecole nationale vétérinaire de Nantes, en association avec le Conseil supérieur de la pêche. Ce parasite est en effet doué d'une remarquable faculté d'adaptation, et les lésions qu'il occasionne à la vessie gazeuse pourraient affecter la nage en eau profonde de l'anguille vers la mer des Sargasses, l'empêchant ainsi de se reproduire.

L'anguille survivra-t-elle à l'accumulation de tous ces périls? Il est réconfortant de constater que ce poisson, accusé à tort de décimer les alevins de truite, n'a plus le statut d'espèce nuisible depuis 1984. Jusqu'alors, des campagnes de destruction étaient régulièrement organisées dans les ruisseaux de première catégorie. Mais il s'agit pour l'instant de la seule mesure de protection concrète prise par les pouvoirs publics français en faveur de l'anguille. Le bilan est bien maigre...

(1) Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural et des eaux et forêts.

(2) Institut français pour la recherche et l'exploitation de la mer.

(3) Ecole nationale supérieure d'agronomie de Rennes.

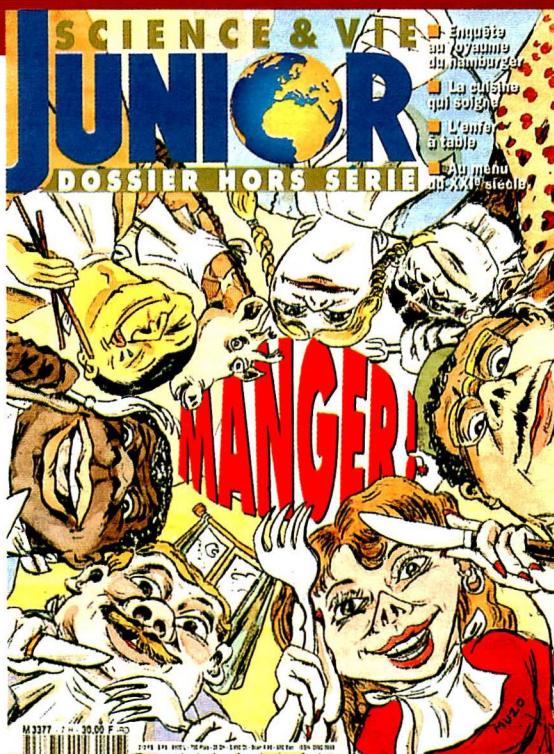


réavant clair que la pression hydrostatique joue un rôle essentiel.

«La plupart des poissons anguilliformes, explique Sylvie Dufour, vivent dans les grands fonds sous-marins. On peut penser que l'anguille, après avoir acquis la faculté de coloniser les eaux continentales pour réaliser sa croissance, n'a jamais pu s'affranchir de la nécessité de revenir dans son milieu d'origine pour assurer sa

reproduction. Or, la mer des Sargasses se situe à proximité de la seule zone de subduction de l'Atlantique nord : dans ce secteur, la plaque océanique glisse sous la plaque continentale, formant au fond de l'eau des fosses pouvant atteindre 6 000 mètres de profondeur. Il est possible que le frai se déroule dans ces sites très particuliers. Dans cette hypothèse, la dérive des continents aurait considérablement accru, au cours des

MANGER !



DOSSIER HORS SÉRIE N° 7

**SCIENCE & VIE
JUNIOR**
DOSSIER HORS SÉRIE

**A DÉVORER SANS MODÉRATION
EN VENTE PARTOUT**

LE FESTIN HISTORIQUE

La nourriture à travers les âges,
de l'Homme de Néandertal à nos jours

LES AVENTURES D'UN STEAK HACHE

Je digère, tu digères... nous digérons tous
mais comment ça marche ?

LES RECETTES DU Dr LEE

La cuisine qui soigne, arrivage direct de Hong Kong.

A CHACUN SES DEGOUTS

Les mangeurs de chiens, de rats, d'insectes, de lézards...
Et alors ? On mange bien des escargots et des grenouilles !

L'EMPIRE MAC DONALD

12.000 restaurants, 20 millions de repas par jour et ...
85 milliards de hamburgers depuis l'ouverture en 1955 !

LE RETOUR DU CRAMBE

C'est du chou marin, un vieux légume remis au goût du jour.
Vous allez bientôt en manger !

AU MENU DE L'AN 2000

Faux crabe, faux poulet, fausses fraises... vrai soja !
Et aussi des fruits & légumes, mais du sur-mesure.

Bref, un dossier très complet qui nourrira copieusement
votre fringale de connaissance.

ECHOS DE LA RECHERCHE

GENETIQUE & POLICE

«Elémentaire, mon cher Watson (et Crick)»

Les temps sont proches où le Quai des Orfèvres devra s'adoindre des biochimistes, du moins si l'on en juge par l'affaire suivante.

En janvier 1991, rapporte *Science*, l'Américaine Patricia Stallings fut condamnée à la prison à vie. A première vue, son dossier était chargé. En effet, au cours de l'été 1989, elle avait amené son fils Ryan, âgé de 3 mois, au service des urgences d'un hôpital à Saint-Louis. Il respirait mal et souffrait de vomissements incoercibles. Le médecin qui examina l'enfant était toxicologue et diagnostiqua un empoisonnement par l'éthylène glycol, un antigel.

L'enfant fut placé sous surveillance, mais il mourut peu après une visite que sa mère lui avait rendue et pendant laquelle elle avait été laissée

seule quelques instants avec lui. On trouva de l'éthylène glycol, non seulement dans le sang de l'enfant, mais encore dans le biberon dans lequel sa mère lui avait donné du lait. Patricia Stallings fut donc mise en prison, à titre préventif.

Là, elle apprit qu'elle était enceinte. Elle donna naissance à un autre enfant, David, qui fut placé chez des parents adoptifs. A l'âge de deux semaines, il manifesta les mêmes symptômes que ceux de Ryan et, cette fois, on ne pouvait accuser sa mère. Un autre médecin porta le diagnostic: l'enfant souffrait d'un rare désordre du métabolisme, l'acidémie méthylmalonique, maladie de caractère récessif, qui affecte 1 enfant sur 48 000 et dont les symptômes sont les mêmes que ceux de l'empoisonnement par éthylène glycol.

Néanmoins, Patricia Stallings demeura en prison. La cour, lors de son jugement en janvier 1991, refusa même d'examiner le cas du deuxième enfant.

C'était une rigueur excessive, mais enfin, on avait quand même trouvé l'antigel dans le fameux biberon.

L'accusée eut quand même de la chance, parce que le président du département de biochimie et de biologie molé-

culaire de l'université de Saint-Louis, William Sly, et son collègue James Shoemaker, chef d'un laboratoire d'analyses métaboliques à la même université, reprirent l'affaire à zéro. Ils analysèrent le sang de la première petite victime et n'y trouvèrent pas d'éthylène glycol. Ils consultèrent alors un spécialiste du métabolisme à l'université Yale, Piero Rinaldo, lequel trouva, au lieu de l'antigel en question, de fortes concentrations d'acide méthyl malonique, sous-produit des acides aminés isoleucine et valine, ces concentrations étant dues à l'absence d'une enzyme qui, normalement, dégrade ces acides en substances non toxiques.

Qui plus est, les urines de l'enfant contenaient bien des quantités élevées de cétones, preuve que l'enfant souffrait bien de la maladie suspectée.

Restait à analyser le biberon; il avait disparu. Comment se faisait-il alors que deux laboratoires eussent trouvé de l'éthylène glycol dans le sang de la petite victime? Les trois scientifiques reprirent les analyses: l'une était hautement fantaisiste (et c'est pourtant en partie sur la base de ses conclusions qu'on avait emprisonné une femme à vie). Quant à la seconde analyse, elle s'expliquait ainsi: le labo-

ratin avait trouvé dans le sang une substance qu'il ne connaissait pas et il avait conclu, en toute simplicité, que c'était donc de l'éthylène glycol!

Les trois chercheurs se rendirent alors chez le procureur d'Etat et lui soumirent leurs conclusions. Ce magistrat annula alors les accusations portées contre Patricia Stallings, qui fut innocentée et libérée.

On ne peut s'empêcher de penser que bien des affaires qui ont passionné l'opinion publique ces dernières années, et qui sont demeurées énigmatiques, eussent gagné à la collaboration de biologistes.

G. M.

● **Un séisme majeur a secoué la région de la baie de Suruga, au Japon, tous les cent trente ans, jusqu'en 1854, date du dernier. Le prochain se serait donc en retard, si l'on peut dire. Cette région (qui n'est pas la seule menacée, celle de la baie de Sagami, à 80 km de Tokyo, l'est elle aussi) est située dans la préfecture de Shizuoka, à 160 km de la capitale. La préfecture a fait effectuer des études sur les effets d'un séisme majeur; rapport des experts: 20% des constructions n'y résisteraient pas et un quart des écoles seraient détruites.**

● **Aspirine efficace contre risque de cancer du côlon,** c'est ce que semble indiquer une enquête, qui commença en 1982, auprès d'un groupe de personnes, dont 598 sont ensuite mortes de cancer du côlon et dont 3 058 sont encore vivantes. Ces dernières prenaient en moyenne 16 comprimés d'Aspirine par mois, soit un tous les deux jours. Mais les médecins qui ont trouvé cet effet supposé du plus vieux médicament du monde mettent en garde contre toute conclusion prématurée.

CYBERNÉTIQUE

Vers l'ordinateur biochimique

Il aura donc fallu une trentaine d'années pour qu'on reprenne une des idées les plus intéressantes et, apparemment les plus saugrenues de la cybernétique, celle d'un ordinateur biochimique.

Disons aussi qu'il y a cinq ans qu'on évoque la possibilité d'un ordinateur biologique, dont les puces seraient remplacées par des cellules vivantes (fatigiquement cancéreuses, puisqu'elles sont théoriquement immortelles), parce que celles-ci sont capables d'emmagasiner beaucoup plus d'informations. Tout aussi théoriquement, un ordinateur biologique se rapprocherait sensiblement de l'ordinateur idéal, dit machine de Turing, du nom du célèbre mathématicien anglais qui le conçut.

La machine de Turing se distingue par le fait qu'elle modifie ses paramètres en fonction de l'expérience qu'elle a acquise au cours des opérations précédentes. Par exemple, si on lui demande le produit de 3×12 , elle fera une première fois l'opération, mais la seconde, elle répondra automatiquement 36. Un ordinateur biologique s'en rapprocherait parce que les cellules vivantes sont capables de reconstituer des équilibres en même temps qu'elles ont une mémoire. C'est-à-dire qu'il aurait une expérience et serait donc capable de se réorganiser et de modifier constamment ses paramètres en fonction de cette expérience.

Le projet de John Ross, de l'université de Californie, à Stanford, se rapproche curieusement de celui de W. R. Ashby, neurologue et informaticien américain qui, vers 1960, conçut un ordinateur aléatoire, dont les réactions variaient selon le degré hygrométrique de l'air. En effet, son

fonctionnement se fondait sur le comportement de substances chimiques qui changeaient selon que l'air était humide ou pas. S'il était humide, par exemple, il donnait une réponse, et s'il était sec, une autre. Cela ressemblait à une facétie, mais ce n'en était pas une: Ashby tendait à fabriquer un modèle expérimental du fonctionnement cérébral beaucoup plus qu'un ordinateur idéal.

L'idée de Ross, qui devrait être réalisée dans le courant de cette année, est de fabriquer un ordinateur enzymatique dont le principe est le suivant: plusieurs récipients communicants contiennent un mélange de cinq enzymes. Une caractéristique des enzymes est que, dès qu'ils dépassent une certaine concentration, ils entrent en réaction. La circulation des enzymes d'un récipient à l'autre ferait que dans certains récipients une réaction se produirait, alors que dans d'autres, une concentration inférieure au seuil les maintiendrait "silencieux". C'est une modélisation simplifiée du système nerveux, comme l'explique *The New Scientist* (1): chaque récipient correspond à un neurone qui, lorsqu'il est excité, envoie une impulsion électrique.

Normalement, au terme d'un certain nombre de réactions d'un récipient à l'autre, l'ensemble devrait avoir atteint un point d'équilibre, aucune réaction ne se produisant plus. Mais il se trouve que certains enzymes ont la capacité d'en détruire ou d'en reconstituer d'autres. C'est ainsi que si l'on

met de l'adénosine triphosphate ou ATP en présence de nicotine adénine déshydrogénase ou NADH, elle dissocie la NADH si elle en trouve trop et en abaisse donc les concentrations dans un milieu donné. Mais si elle n'en trouve pas assez, elle la reconstitue au contraire et en augmente les concentrations. Ce qui fait que les concentrations sont toujours trop faibles ou trop fortes. Et c'est-à-dire encore que le point d'équilibre est beaucoup plus long à atteindre.

On connaît plusieurs enzymes qui ont les mêmes propriétés que l'ATP et Ross a donc imaginé un système biochimique complexe qui n'en finit pas d'interragir, le système étant constamment agité par des actions antagonistes. Mais à cette nuance près: c'est qu'il y aurait quand même des compartiments qui, au cours de ces enchaînements de réactions, auraient atteint un point de stabilité pendant un temps donné, jusqu'à ce que la circulation d'enzymes les trouble à nouveau.

Bien évidemment, ce n'est là qu'un instrument de recherche, ses réactions, comme celles de l'ordinateur d'Ashby, étant aléatoires. On peut le comparer à la célèbre tortue artificielle de Norbert Wiener, qui fascina le public à l'aube de l'informatique et qui servit de modèle à la fabrication de robots. Là, c'est un modèle qui devrait servir à la réalisation lointaine d'ordinateurs biochimiques et biologiques.

G.M.

ACOUSTIQUE

Du chant des dunes aux tremblements de Lune

Il y a mille cinq cents ans que le folklore de nombreux pays, de la Chine aux îles Hawaii, en passant par le Chili et l'Egypte, a décrit les bruits singuliers que font les dunes: cela va du tonnerre à des instruments musicaux à cordes. Marco Polo en entendit dans le désert de Gobi et les Indiens d'Amérique assuraient que c'étaient les esprits de la Terre qui s'exprimaient ainsi. Nul n'en connaît l'explication.

Au cours des ans, *Science & Vie* a consacré trois articles à l'énigme (1). Le dernier, il y a cinq ans, exposait les données les plus fines sur la question: la sonorité des sables semble dépendre de la nature et de la forme de leurs grains, les ronds étant apparemment les plus "musicaux". Aujourd'hui, l'énigme n'est toujours pas résolue et elle a absorbé les activités d'un spécialiste de l'espace à l'université de Houston, David R. Criswell. Pourquoi l'espace? Parce qu'un phénomène similaire a été enregistré par les géophones installés sur la Lune durant la mission Apollo 17, en 1972: à chaque lever de Lune, ces appareils enregistraient en effet des vibrations, alors attribuées à des "tremblements de Lune".

Criswell a utilisé sur un certain nombre de dunes tout un équipement, microphones et géophones, pour tenter d'approfondir le phénomène et de classer les dunes chantantes selon le type de sable et le type de sons produits. Jusqu'ici, il n'a fait que confirmer les observations déjà rapportées. G.M.

(1) Numéros 495, 525 et 830, épuisés.

Le trésor de Troie est en Russie

L'ensemble d'objets antiques découvert dans l'actuelle Turquie en 1870 et surnommé "Trésor de Troie" est à coup sûr l'un des plus célèbres du monde, l'égal du trésor de Tout Ankh Amon.

Mais personne ne sait officiellement où il se trouve en ce moment.

C'est en 1870, en effet, que l'archéologue amateur allemand Heinrich Schliemann, férus d'histoire antique et surtout de l'Odyssée, se mit en quête de retrouver le site de l'antique Troie, dans l'actuelle Turquie. Il commença à fouiller sur un territoire qui lui semblait, sur la base des indications d'Homère et des conjectures historiques et géographiques, avoir été celui de la capitale de la Troade. Il y trouva en 1873 une masse d'objets d'orfèvrerie, en or, remontant à 2200 avant notre ère, qu'il s'appropria et rapporta en Allemagne. Puis il les donna au musée d'histoire ancienne de la ville de Berlin.

Ces merveilles (le fait qu'elles soient d'or est accessoire, car leur valeur archéolo-

gique est immensément supérieure) y demeurèrent jusqu'en 1945. Puis elles disparurent. Le Pr Klaus Goldmann, directeur du même musée, a récemment déclaré qu'elles sont en Russie. Il y avait, en effet, des témoins de cet enlèvement qui ont fini par parler. Mais où? On devrait le savoir sans doute dans un avenir proche, car le ministre "soviétique" de la Culture a demandé qu'on fasse l'inventaire des trésors de guerre accumulés dans des réserves à Moscou, Saint-Pétersbourg, Kiev, Zagorsk et autres. C'est là que se trouveraient donc les objets du Trésor de Troie.

Pour mémoire, il faut rappeler que les fouilles de Schliemann furent catastrophiques selon l'archéologie moderne.

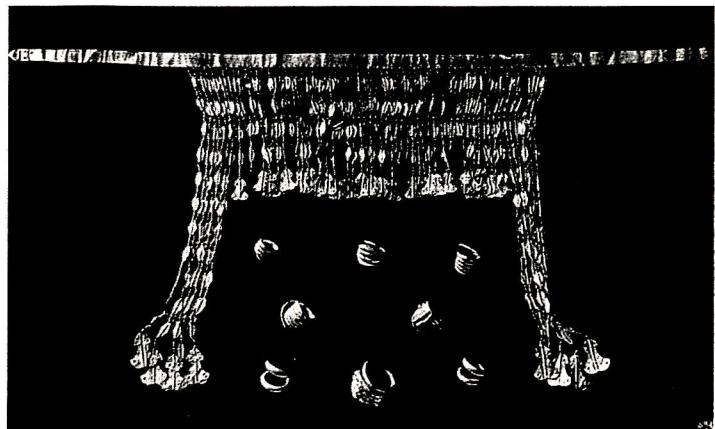
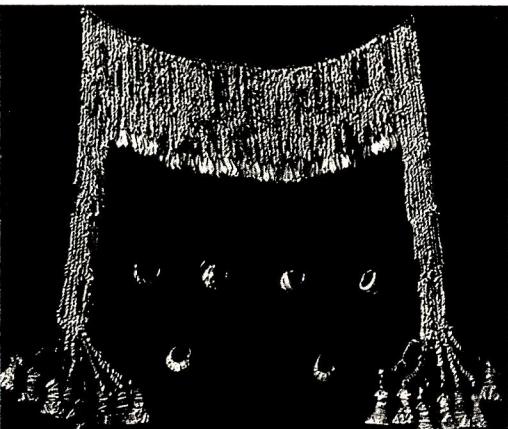


Sophie Schliemann, la femme de l'archéologue, photographiée avec les bijoux somptueux du "Trésor de Troie".

En effet, Schliemann trouva quatre villes superposées, et les pelles et pioches de ses ouvriers traversèrent les strates avec une belle insouciance, détruisant ainsi des informations consistant en objets beaucoup plus humbles que l'orfèvrerie

de son "trésor", mais sans doute aussi riches d'informations, sinon plus. Heureusement, ses successeurs furent beaucoup plus méthodiques et parvinrent à reconstituer quand même l'histoire de la ville fabuleuse.

G.M.



Le régime maigre peut être dangereux

Rien ne va plus en diététique.

L'épidémiologie indique, en effet, que les régimes pauvres en graisses peuvent être encore plus dangereux que les autres.

Voici de très nombreuses années que les spécialistes de la diététique recommandent de consommer des graisses polyinsaturées (en gros, celles d'origine végétale), parce qu'il y aurait un lien entre la maladie, notamment le cancer et les maladies coronariennes, et les graisses saturées (en gros, celles d'origine animale).

Or, deux grandes études indiquent que ce n'est pas absolument vrai et que cela pourrait même être faux. La première est signée de l'American Health Foundation: on trouve une corrélation inquiétante entre une forte consommation de graisses polyinsaturées et le cancer du sein. Principal incul-

pé: l'acide linoléique, qui représente plus d'un tiers des graisses polyinsaturées.

En effet, ont établi David Rose et Jeanne Connolly, des cultures de cellules du sein cancéreuses se développent plus vite quand elles sont mises dans un milieu contenant cet acide. Ce n'est pas vraiment nouveau: on avait déjà constaté que chez des rats auxquels on donne d'importantes quantités d'acide linoléique, des tumeurs expérimentales se développent plus vite.

Pourquoi cet acide stimule-t-il les cellules cancéreuses? Selon le *New Scientist*⁽¹⁾, ce serait parce que les cellules de certains cancers produisent de grosses quantités de molécules

appelées eicosanoïdes, qui sont justement constituées d'acide linoléique. De fait, quand Rose et Connolly ont inclus dans les cultures de cellules de tumeurs du sein une substance qui bloque la formation d'eicosanoïdes, l'acide linoléique a cessé de stimuler la croissance de ces cellules. Pour renforcer les soupçons qui pèsent donc sur l'acide linoléique, d'autres chercheurs, du Roswell Park Memorial Hospital, à Buffalo, dans l'Etat de New York, ont repris les expériences sur les rats: quand ils donnaient à ces animaux la même drogue qui bloque la synthèse d'eicosanoïdes, l'acide linoléique cessait de stimuler chez eux la croissance de tumeurs.

Evidemment, il en est qui ne sont pas d'accord et qui objectent que des expériences *in vitro* et sur des animaux ne prouvent rien. Sans doute quelques travaux, aussi concluants soient-ils, ne tiennent pas lieu de certitude. Mais enfin, ils ont le mérite de tempérer la rigueur de postulats qu'on tenait pour définitifs. Peut-être faut-il consommer un peu d'acide linoléique, mais pas trop. Peut-être faut-il modérer sa consommation de graisses totales. Peut-être ne faut-il pas croire qu'en matière de graisses ou de tout autre aliment, on détient la clef définitive de la santé.

La seconde étude, à paraître ce mois-ci dans le *British Medical Journal*, est signée de chercheurs finlandais. Elle a duré quinze ans et son principe est simple. Les chercheurs ont pris un groupe de 1 200 directeurs

d'affaires que la médecine "classique" estimait exposés à des risques graves d'accident cardiovasculaire, en raison d'une pression artérielle élevée, d'un taux de cholestérol sanguin également élevé et d'une consommation de tabac importante.

La moitié de ces personnes à risques a été soumise pendant cinq ans à un régime restrictif en graisses, tabac, alcool et sucre, l'autre pas. Au bout de cinq ans, à la surprise générale, les taux de mortalité étaient doubles chez ceux qui avaient suivi le régime restrictif. Mirage statistique? L'expérience a continué et, au bout de quinze ans, on enregistrait dans le groupe qui suivait un régime 67 décès, dont 34 dus à des accidents cardiovasculaires. Dans le groupe témoin, 14 accidents cardiovasculaires et 32 décès d'autres causes. Bilan: 67 décès dans le premier groupe, 46 dans l'autre.

On ne peut actuellement être certain que d'un fait: c'est qu'avant de renoncer aux théories sur le cholestérol, les batailles seront rudes. G.M.

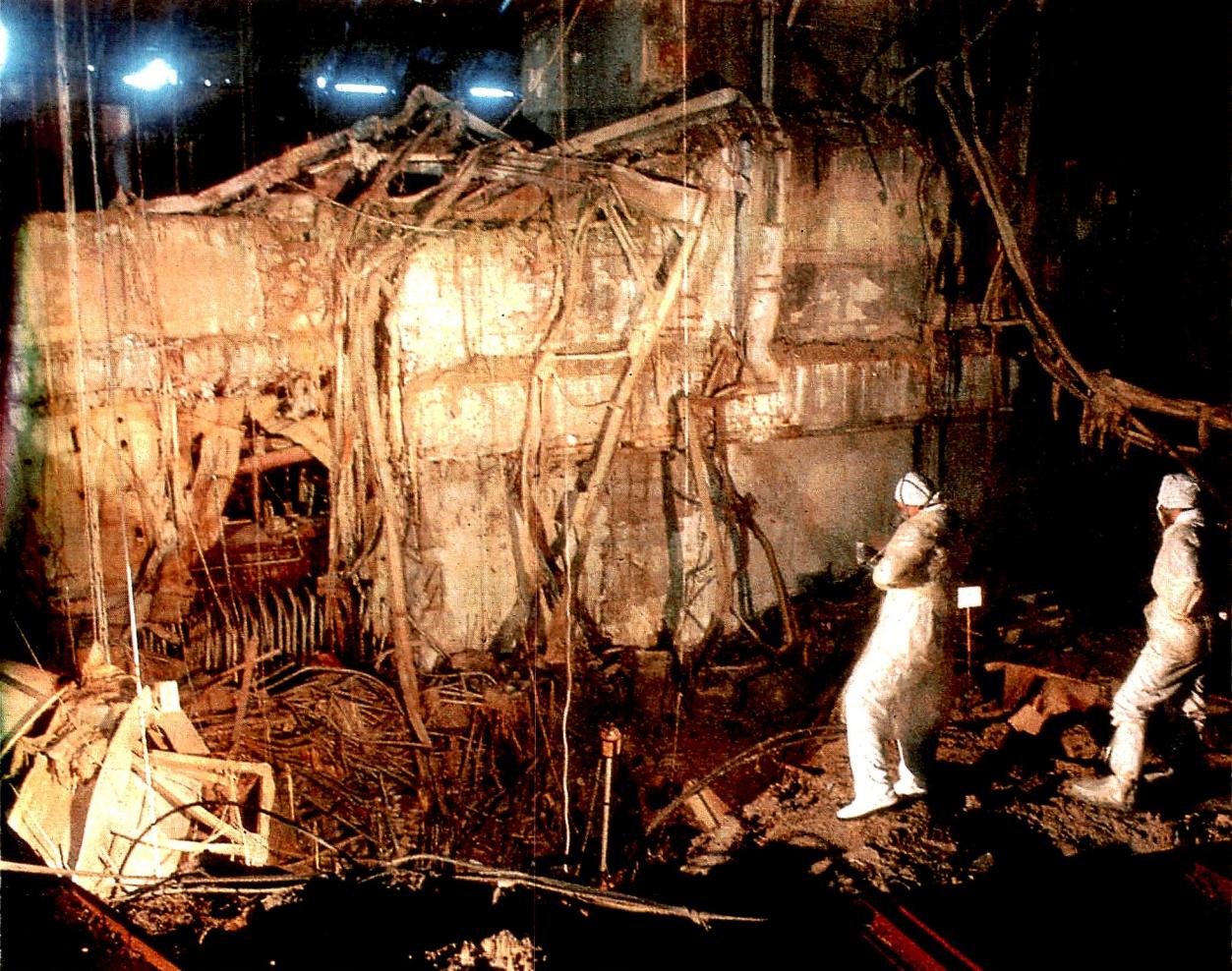
(1) 7 décembre 1991.

● **Eau de Javel toujours moderne:** près de deux siècles après la création de l'usine de Javel, qui fabriquait la célèbre solution aqueuse d'hypochlorite et de chlorure de sodium, celle-ci reste le désinfectant le plus efficace à plus bas prix. Des solutions à 20 mill tuent toutes les bactéries en 15 minutes, et à 100 mill, tous les virus, y compris celui du sida, dans le même laps de temps.

● **Pourquoi la momie de Lénine est-elle si fraîche?** On ignore toujours la technique des embaumeurs qui la conservent aussi remarquablement.

L'Egypte antique se souciait peu de régime et engrangeait déjà des oies, comme en atteste ce bas-relief.





NUCLEAIRE

Tchernobyl, monument historique

L'image ci-dessus est celle de l'intérieur de la centrale de Tchernobyl, photographiée par la journaliste Victoria Ivleva, à 20 m du réacteur endommagé. Elle est assez éloquente pour se passer de commentaires.

L'inventaire des conséquences de l'accident n'est pas près d'être achevé. On rapporte ainsi que deux cents enfants de la ville de Chernowitz, à plusieurs centaines de kilomètres de là, auraient été atteints par le nuage radioactif, ce qui pourrait expliquer qu'ils perdent tous leurs cheveux. L'Association Pripyat de recherche industrielle (APRI), actuellement chargée de la décontamination du site, l'académie des sciences de l'Ukraine et plusieurs autres organismes enquêtent actuellement sur ce dernier incident

comme sur plusieurs autres.

La tâche de l'APRI est gigantesque, non seulement du fait de l'étendue du territoire contaminé, quelque 2 000 km², mais également de la complexité des problèmes. En effet, une grande partie des matériaux radioactifs libérés par l'accident est présente dans le sol, qui est humide, sablonneux et poreux. Lors des précédents dégels, les eaux de fonte ont entraîné ces matériaux vers la rivière Pripyat et vers le Dniepr, étendant ainsi la contamination vers l'aval de ces cours d'eau. Et il est vrai-

semblable que, jusqu'à nouvel ordre, il en sera de nouveau ainsi au printemps prochain. L'on examine donc la possibilité de contenir les terres alluviales contaminées dans des bassins de retenue, mais la faisabilité et surtout l'efficacité d'un tel projet ne sont évidemment pas certaines.

Avant le démantèlement de l'URSS, plusieurs gouvernements de républiques soviétiques avaient accepté de classer Tchernobyl comme monument historique, car c'est, en effet, un témoignage significatif du siècle qui s'achève.

L'APRI est en pourparlers avec l'Agence internationale de l'énergie atomique pour en faire un centre de recherche sur les effets des radiations nucléaires.

Monument sinistre, certes, mais en tous cas instructif.

G.M.

● **L'effet de serre ne serait pas de notre fait:** une étude des corrélations entre les variations du Soleil et le climat terrestre indiquent que le réchauffement en cours pourrait bien n'être qu'une conséquence de l'activité solaire.

«Par un jugement en date du 7 novembre 1991, la 17^e chambre du Tribunal de grande instance de Paris a relaxé M. Alexandre DOROZYNSKI des poursuites en diffamation entamées à son encontre par l'Institut national d'études démographiques, mais a déclaré M. Paul DUPUY, en sa qualité de directeur de la publication de la revue *Science & Vie*, coupable, en qualité d'auteur, du délit de diffamation publique envers une administration, en l'espèce l'INED, délit prévu et puni par les articles 23, 29 alinéa 1, et 30, 42, 43, 47, 48 et suivants de la loi du 29 JUILLET 1881, et l'a condamné à la peine de QUINZE MILLE FRANCS d'amende.

Statuant sur l'action civile, a condamné solidairement Paul Dupuy et la SA EX-CELSIOR PUBLICATIONS, civilement responsables, à payer à l'INED la somme de TRENTE MILLE FRANCS (30 000 F), à titre de dommages-intérêts, et celle de QUATRE MILLE FRANCS (4 000 F), en application des dispositions de l'article 475-1 du Code de procédure pénale.»

En d'autres termes, ce n'est pas l'article de notre collaborateur, Alexandre Dorozynski, qui a finalement été incriminé, mais son titre: "Pourquoi (pour qui) l'INED a-t-il menti?" (*Science & Vie* de juillet 1990).

BOTANIQUE

Extinction massive des champignons

On s'est beaucoup interrogé sur les raisons de la disparition massive des dinosaures. Il semble tout aussi urgent de s'intéresser à celle des champignons.

Signalée par *Science* (1), elle sembla d'abord n'affecter que les Pays-Bas. En effet, le mycologue Eef Arnolds, de l'université d'Agriculture de ce pays, relève qu'il y a quelques années on remplissait un panier en une après-midi, et que c'est devenu impossible. Entre 1912 et 1954, on identifiait 74 espèces de champignons; on n'en compte plus que 38 entre 1973 et 1982.

Ce serait déjà bien alarmant: en effet, les champignons jouent un rôle important dans la survie des forêts, car ils échangent avec les arbres de l'eau et des minéraux contre des hydrates de carbone. Sans cham-

pignons, les arbres seraient plus vulnérables au gel et à la sécheresse. John Jaenike, écologue à l'université de Rochester, Etats-Unis, remarque que lorsque des forêts ont commencé à disparaître, les champignons les avaient précédées. Ils sont donc des pilotes et des indicateurs de l'état des forêts.

Mais d'autres mycologues, d'Allemagne, d'Autriche, de Pologne, de Tchécoslovaquie, comme des Etats-Unis, enregistrent le même déclin. Celui-ci, relèvent-ils, ne s'exprime pas seulement dans la diminution des espèces et de leurs populations, mais également dans la

taille des individus: il fallait, en 1975, 50 fois plus de chantarelles pour faire un kilo qu'en 1954. Idem pour les bolets.

En Grande-Bretagne, Bruce Ing, de la British Mycological Society, a constaté que, sur 60 espèces de champignons menacées d'extinction en Europe, 20 d'entre elles disparaissent déjà dans son pays. Philip Mason, de l'institut d'écologie terrestre d'Edimbourg, relève un phénomène tout aussi inquiétant: les arbres vieillissent plus vite.

Il y aurait donc extinction mondiale et accélérée des champignons. Ce ne peut être par surconsommation, car les

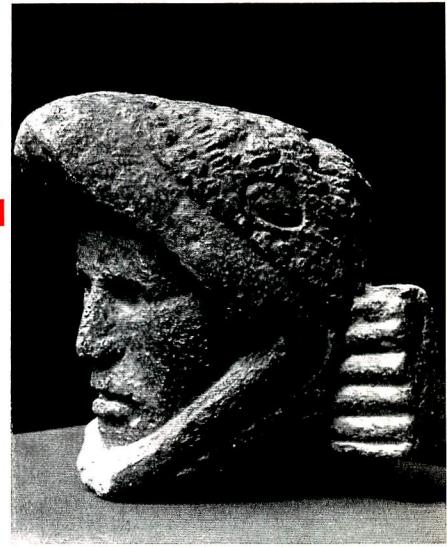
espèces non comestibles sont également atteintes. La pollution de l'air est beaucoup plus en cause, car il y a relation inverse entre les taux d'azote, de soufre et d'ozone dans l'air et les populations de champignons. Aux Pays-Bas, le principal accusé est l'azote, utilisé en quantités considérables à des fins agricoles et retombant sous forme d'hydrures et d'oxydes.

Après les grenouilles, voilà donc les champignons qui s'en vont. Mais il n'est pas que les gourmets qui y perdent et y perdront.

G.M.

Fut-ce vraiment Colomb, le premier ?...

Lorsqu'en 1519, après sa conquête de Cuba, en 1511, Hernan Cortès et sa petite armée se mirent en route pour conquérir Mexico, le roi aztèque Montezuma, qui n'avaient jamais vu de Blancs, leur envoya de la capitale Tenochtitlan des émissaires porteurs de vêtements somptueux, qui tinrent au conquistador un singulier discours de bienvenue.



Notre dieu et notre seigneur, soyez très bienvenus, car nous, vos serviteurs et vos vassaux, vous attendions depuis très longtemps. Votre vassal et lieutenant de votre royaume, Montezuma, nous a envoyés pour vous accueillir. Il dit que notre dieu et notre seigneur doit être très bienvenu et nous vous apportons tous les ornements que vous avez portés parmi nous en tant que notre dieu et notre roi.

Les Aztèques n'étaient certes pas des gens pusillanimes, enclins à se rendre sans au moins quelques combats. Le discours que voilà s'explique par le fait qu'ils voyaient en Cortès le dieu Quetzalcoatl, qui était parti autrefois dans la direction du Soleil, assurant qu'il retournerait, comme l'assuraient maints textes de la tradition aztèque. Certes, les prédictions du retour d'un dieu-héros abondent dans les traditions religieuses, et l'on pourrait voir dans l'attente de Cortès par les Aztèques une manifestation de plus de cet espoir du retour.

Precisons que les Aztèques ne se départirent de leur bienveillance à l'égard des conquérants que lorsque Cortès se révéla être, non Quetzalcoatl, mais au contraire l'ennemi juré de la religion des Aztèques.

Samuel M. Wilson, professeur d'anthropologie à l'université du Texas à Austin, a été toutefois frappé par le fait que les Indiens Hopi, du sud des

Etats-Unis d'aujourd'hui, qui se trouvent à plusieurs centaines de kilomètres du Mexique, ont un mythe similaire en plusieurs points, à ces différences près que le héros attendu n'est pas un dieu, mais un "frère blanc" perdu, Panaha. On peut se demander, si le mythe est antérieur à l'arrivée des Blancs.

Wilson relève également que lorsque Colomb aborda l'île qu'il appela alors Hispaniola (Petite Espagne), qui est actuellement partagée entre Haïti et la République dominicaine, les Tainos lui firent part de prédictions de leur conquête par des étrangers. Deux chroniqueurs, Pietro Martire d'Anghera et Francisco Lopez de Gomara, recopieront un chant des Indiens Tainos évoquant des conquérants aux longues barbes et aux corps couverts de vêtements qui viendreraient un jour les réduire en esclavage. La longue barbe est typiquement un trait européen, car le système pileux des Indiens ne permettait pas de cultiver de tels ornements, et les corps couverts de vêtements sont également un trait européen car, à Haïti, les Tainos allaient presque nus. Cela donne à supposer que les Tainos avaient déjà vu des Blancs.

Deux singularités ne font pas plus une bonne hypothèse qu'une hirondelle fait le printemps, mais il faut relever aussi que, beaucoup plus au

sud, les Incas avaient un mythe étrangement voisin : c'est celui d'un dieu blanc appelé Viracocha, dont l'histoire est curieuse. Viracocha fut, en effet, un roi Inca qui régna au XIV^e siècle, et qui prit son nom après un rêve dans lequel il vit un dieu blanc de ce nom, dont il se déclara le messager. Ce qui est plus curieux est que ce roi fit réaliser une sculpture de ce dieu, qui existe à ce jour, et qui représente un homme barbu dont le type ne correspond absolument pas à celui des Incas. Il est, en effet, barbu et porte une tunique qui descend bien au-dessous des genoux, particularités aussi étrangères aux Incas qu'aux Aztèques. Viracocha aussi devait revenir un jour.

Force est donc de reprendre l'hypothèse selon laquelle il y eut des voyageurs de l'Ancien Monde qui abordèrent au Nouveau bien avant Colomb. Il y a, certes, la thèse de la découverte de l'Amérique du Nord par Erik le Rouge (vers 940-1010), explorateur norvégien qui aurait abordé dans le "Vineland", territoire qui correspondrait approximativement au Maine actuel.

Parmi d'autres théories, dont celle d'un abordage de Carthaginois au-delà des Piliers d'Hercule (Gibraltar), que cite Aristote, il y a celle selon laquelle l'Amérique aurait été "découverte" par des Hébreux au milieu du X^e siècle

L'énigmatique sculpture de Viracocha, dieu blanc inca, qui présente, en effet, des traits étonnamment européens.

avant notre ère, et qui est tirée d'un passage de la Bible : ce serait le roi Salomon qui aurait envoyé une flottille d'explorateurs vers l'ouest et ceux-ci auraient découvert des terres inconnues. Cette dernière thèse se fonde sur le fait que les Indiens Yucatèques pratiquaient la circoncision et d'autres nombreux rites juifs, comme le rapporte le chroniqueur espagnol Bartolomé de Las Casas. Le thème du retour du Blanc, commun aux traditions évoquées plus haut est assez plausible ; en effet, on peut imaginer aisément qu'en repartant, les explorateurs venus de l'est aient promis de revenir.

Nettement plus consistants sont les travaux sur un certain nombre de concordances entre des concepts et signes proche-orientaux et mésoaméricains, qui indiquerait des relations entre la Méditerranée orientale et l'Amérique centrale, sans doute vers la fin du II^e millénaire : l'orientation solaire des édifices religieux, le cycle calendrier de sept jours, l'idée d'un axe cosmique et d'un "nombril" de l'univers, le concept du zéro, la croix gammée et de très nombreuses similitudes entre les poteries néolithiques des deux continents.

G.M.●

PAR PHILIPPE RICHARD

CIRCULATION SPATIALE : PREMIERS ACCIDENTS

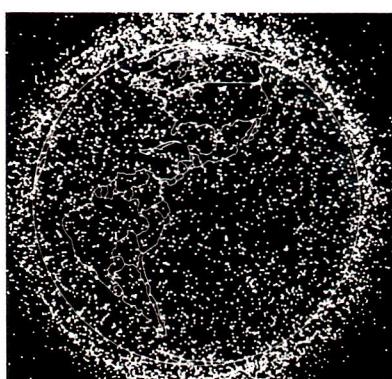
Le 16 septembre dernier, la navette américaine *Discovery* a frôlé un morceau de ferraille gros comme un camion. Il s'agissait d'un étage de la fusée soviétique *Cosmos 955* lancée 13 ans plus tôt. Ce genre de rencontre sera de plus en plus fréquent. Car aujourd'hui, plusieurs millions de débris de toute taille tournent à fond de train autour de la Terre: gros morceaux d'anciennes fusées, capots, gants, tournevis, clés, particules de peinture, déchets radioactifs... Ils représentent un danger grandissant pour les navettes et les satellites.

Pour la première fois au cours d'un vol spatial, des astronautes ont dû corriger leur trajectoire, afin de respecter une règle de vol de la NASA qui exige une marge de sécurité de cinq kilomètres à l'avant de la navette et de deux kilomètres de chaque côté. Sans cette correction, il n'y aurait eu que 350 mètres entre la navette et un vieux corps de fusée soviétique; «une distance inconfortable», comme le dit alors Pennington, directeur de vol.

Ce type d'incident s'est renouvelé le 29 novembre dernier, à bord d'*Atlantis*. L'équipage a interrompu le traditionnel dîner du *Thanksgiving* pour une manœuvre d'évitement d'un débris de fusée soviétique qui passait à six kilomètres seulement. "Seulement", car dans l'immensité de l'espace orbital, se croiser à quelques centaines de mètres de distance, ou même à quelques kilomètres, c'est, transposé à l'échelle d'une autoroute terrestre, une collision évitée de justesse.

L'histoire des débris spatiaux fabriqués par l'homme a commencé pratiquement avec les premiers pas de la conquête de l'espace. Dès 1961, année où un morceau de satellite américain aurait tué une vache cubaine. C'est du moins ce qu'affirma à l'époque Fidel Castro. En 1962, un cylindre de 10 kilos est tombé de *Sputnik 4* dans le Wisconsin, en pleine ville, à l'intersection de deux rues. Mais le danger est bien plus grand dans l'espace, où les incidents ont tendance à se multiplier.

- Tout au long du programme Apollo, qui a vu à plusieurs reprises des astronautes marcher sur la Lune, le module habité par les équipages



95% de débris tueurs de satellite

Sur les millions d'objets de fabrication humaine tournant autour de la Terre (à gauche, les objets en orbite basse — jusqu'à 5 500 km — recensés par la NASA), 5% seulement sont des engins spatiaux opérationnels. Pour le reste, il s'agit de débris de tailles variées, infimes particules de peinture ou étages entiers de fusée (à droite) menaçant les véhicules orbitaux au mieux d'une érosion à la longue destructrice, au pire d'une collision fatale pour l'engin et son éventuel équipage.



des différentes missions a été criblé de minuscules cratères provoqués par des micrométéorites de moins d'un dixième de millimètre. Il pourrait s'agir de particules d'oxyde d'aluminium provenant de fusées à poudre lancées dans l'espace, entre autres pour y mettre en orbite de nombreux satellites.

- Pour son dernier vol d'essai, en juillet 1982, l'équipage de la navette *Columbia* est passé à 12 kilomètres à peine d'un élément de l'étage supérieur d'une fusée soviétique *Intercosmos* lancée en 1975.
- A son retour du vol STS-7, de juin 1983, la verrière de *Challenger* fut trouvée criblée d'impacts.
- Un mois plus tard, les cosmonautes soviétiques de *Salyout 7* furent surpris par un bruit violent. Une recherche méticuleuse leur permit de découvrir un cratère de 4 mm à l'extérieur d'un hublot.
- On a également trouvé un micro-impac, provoqué par un débris artificiel, sur un hublot de la navette *Challenger* (celle qui a explosé en janvier 1986).

Ces quelques exemples sont les cas les plus frappants, et reflètent mal le nombre impressionnant de débris de toute sorte et de toute taille qui encombrent les autoroutes orbitales. Surtout, ils ne donnent qu'une faible idée du danger potentiel que ces projectiles incontrôlés représentent pour les satellites civils et militaires, les navettes, les stations spatiales, les sondes, les télescopes spatiaux, et autres engins que l'homme moderne a envoyé tourner à différentes altitudes autour de la Terre.

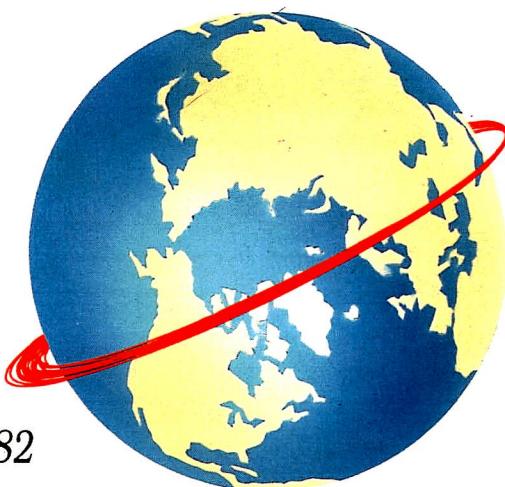
Les chiffres révélés par les radars et les téles-

copes qui surveillent l'espace ont de quoi préoccuper sérieusement les responsables des vols spatiaux. Selon le centre du NORAD (North American Aerospace Defence Command), il y aurait en orbite plus de 7 000 fragments d'une taille égale ou supérieure à celle d'une balle de tennis. Si l'on descend à la taille du centimètre, le nombre des fragments se situerait entre 30 000 et 70 000. Jean-Jacques Velasco, responsable du Service d'expertise et de prévisions des rentrées atmosphériques du CNES (Centre national d'études spatiales), est encore plus pessimiste : «On estime qu'il y a plus de 30 millions de fragments compris entre le millimètre et dix centimètres.»

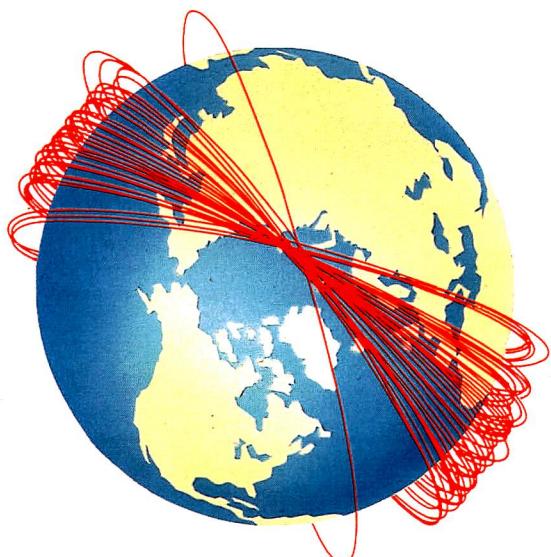
Le plus préoccupant, selon le Dr Walter Flury, chef de la section "Analyse des missions" du Centre européen d'opérations spatiales (ESOC), c'est que toute collision tend à produire de nombreux petits fragments prenant une trajectoire nouvelle, ce qui multiplie les risques de nouvelles collisions. Il se crée, en quelque sorte, des essaims de débris qui se propagent particulièrement en basse altitude, celle des vols spatiaux habités (**dessin ci-dessous**). Et la situation ne va pas s'améliorer. Si l'on en croit un rapport de février 1989 du National Security Council des Etats-Unis, il y aura, en 2010, 12 000 tonnes de résidus en orbite basse, à moins de 5 500 kilomètres d'altitude. Moins alarmiste, la NASA pense qu'il n'y en aura que 6 000. La situation ne se stabiliserait que vers 2050, si tout le monde se conforme à un code de bonne conduite. Toutes ces esti-

Une seule explosion en orbite enveloppe toute la Terre de ses débris

Immédiatement après l'explosion



Trois mois après l'explosion



mations doivent, bien entendu, être prises avec précaution dans la mesure où les militaires fournissent très peu d'informations sur leurs propres satellites, qui constituent, ne l'oubliions pas, de 70 à 80% de la "population spatiale".

Quelle est donc l'origine de ces débris? Plus de la moitié proviennent de fusées ou de satellites qui ont explosé accidentellement ou que l'on a délibérément fait exploser à cause d'un mauvais fonctionnement. Le reste est constitué de 102 étages supérieurs de fusée, séparés du satellite après mise en orbite de celui-ci, et de 150 satellites abandonnés. Dans l'espace, on trouve ainsi des objets de tout volume, depuis des capots entiers de fusée jusqu'à des particules de peinture. Selon des données de 1987, 90% de ces débris évoluent entre 200 et 2 000 km d'altitude, dans les zones de grande circulation, avec des pointes à 600, 1 000 et 1 500 km.

La première explosion en orbite fut celle de la fusée américaine *Ablestar*, le 29 juin 1961, deux heures après son lancement. On en a dénombré 1 716 fragments supérieurs au millimètre et 271 supérieurs à 10 cm. La fusée *Titan 3C-4*, détruite le 15 octobre 1965, semble détenir le record pour les débris de plus de 10 cm, avec le chiffre de 477. Pour les débris supérieurs au millimètre, le record reviendrait à *Ariane V16*, le 11 novembre 1986, avec 2 330, dont 2 104 seraient encore en orbite à l'heure actuelle.

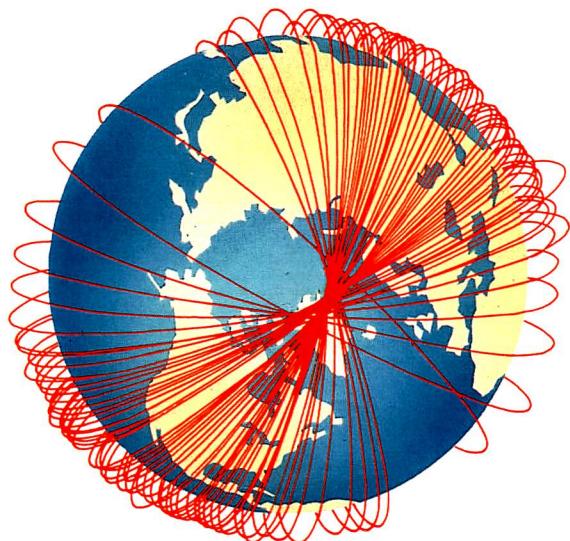
La collision entre deux engins spatiaux pourrait devenir, à long terme, la principale source de débris. Des stimulations numériques indiquent que cette

rencontre imprévue à très grande vitesse (1 à 10 km/s, c'est-à-dire dans la gamme des vitesses nécessaires à la satellisation des charges utiles en orbite terrestre) engendrerait dix fois plus de débris que l'explosion d'un satellite isolé, mais que les débris seraient alors de taille inférieure. Sans verser dans le catastrophisme, Jean-Jacques Velasco, déjà cité, estime que le risque de collision est réel, même s'il est inférieur à celui d'être renversé par une voiture en sortant de chez soi. «On en est réduit à choisir des créneaux⁽²⁾, pour éviter d'entrer dans les zones trop chargées en débris», précise-t-il. Michael Shara, du Space Telescope Science Institute de Baltimore, estime pour sa part qu'il existe une probabilité de 1% pour que le télescope spatial Hubble (engin de 10 tonnes, mesurant 13,87 m de long et 4,3 m de diamètre, sans compter ses panneaux solaires) rencontre un fragment de 10 cm au cours de sa vie de 17 ans. Pour une station de dimensions plus importantes, la probabilité serait de 2,1 %, sur une mission de 10 ans, et 6,3% sur une mission de 30 ans.

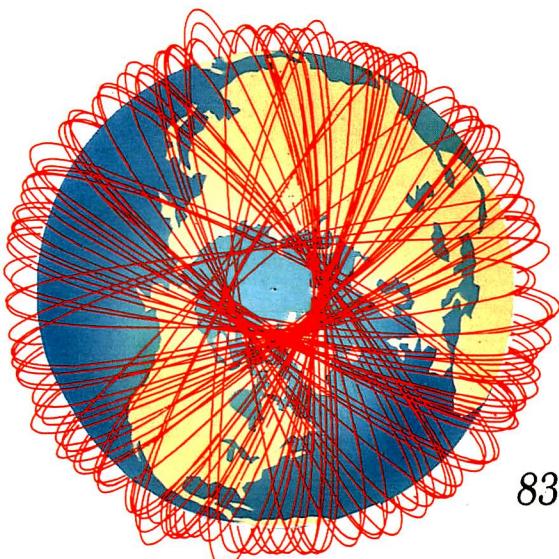
Même très petit, un débris est susceptible de causer de gros dommages, du fait de ce que les physiciens appellent l'"hypervitesse": à 18 000 km/h, soit 5 km/seconde, une bille d'acier de 1 cm percutant un engin spatial représente autant d'énergie qu'un coffre-fort de 100 kilos arrivant à 100 km/h ! De quoi anéantir un satellite de 100 millions de dollars. Des fragments plus petits, de 1 à 5 millimètres, peuvent causer des perforations de

(simulation sur ordinateur de l'évolution des orbites des fragments de l'explosion d'un étage supérieur d'Ariane en 1989)

Un an après l'explosion



Quatre ans après l'explosion



10 cm de diamètre et faire chuter en quelques secondes la pression d'une cabine (150 millibar/sec), avec des risques mortels pour les équipages (¹). Lors d'une sortie extra-véhiculaire, les astronautes sont particulièrement exposés : il suffirait d'une minuscule particule pour les blesser ou les tuer.

Face à la gravité du problème, l'Agence spatiale Européenne (ESA) a créé, en décembre 1986, un Groupe de travail sur les débris spatiaux. Son secrétaire est le Dr Walter Flury. Composé d'experts de l'ESA et des Etats membres, ce groupe est chargé d'examiner «les dangers de collision sur l'orbite des satellites géostationnaires (à 36 000 km d'altitude) et des retombées des fragments de satellites détruits au contact des couches supérieures de l'atmosphère».

Même si le nombre de débris devait se stabiliser, le perfectionnement des systèmes de détection et d'analyse de trajectoires resterait nécessaire. L'essentiel des activités de surveillance est assuré par les Etats-Unis et l'ex-Union soviétique, assez discrète sur ses moyens. Les Américains ont confié cette mission au NORAD. Situé près de Colorado Springs, au cœur des monts Cheyenne, ce centre reçoit chaque jour 40 000 observations en moyenne. Le système de surveillance repose sur une vingtaine de détecteurs électro-optiques répartis dans le monde entier, orientables mécaniquement et sur des radars très évolutifs.

Pour le suivi des vaisseaux spatiaux sur très haute orbite, le NORAD utilise un troisième système, constitué de caméras optiques de grande précision Baker-Nunn, dont les films sont développés en 90 minutes. Ces dernières, installées en 1957, sont progressivement remplacées par des télescopes plus efficaces, qui, grâce à leur grand pouvoir de grossissement, permettent de détecter, sur orbite

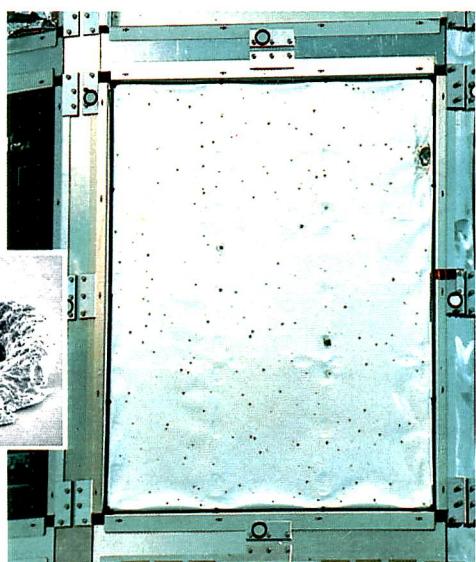
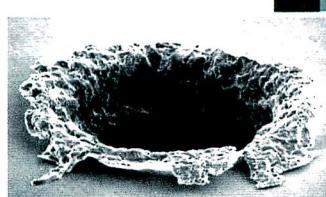
rapprochée, des objets aussi fins qu'une étoile de magnitude 16,5, ce qui reviendrait à voir un ballon de football en orbite géostationnaire à 36 000 kilomètres d'altitude. Pour fournir à l'Europe et au monde des données encore plus précises, il faudra attendre l'installation très prochaine du radar GMRX, capable de repérer des débris de la taille du centimètre et situés à 2 000 kilomètres.

Car l'Europe reste encore dépendante des Etats-Unis. Dans le cadre du programme EUREKA, la France, la Belgique et l'Espagne avaient bien tenté de mettre sur pied le système de surveillance Euro-ciel. Abandonné, ce projet n'a été repris que partiellement, au niveau militaire, sous le nom de SPOC (Système probatoire d'observation du ciel). En France, des radars très perfectionnés sont à l'étude. Mais, pour l'instant, il faut se contenter des informations fournies par la Direction générale de l'armement (DGA) et par l'observatoire de la Côte d'Azur, dont le télescope peut repérer des objets de cinq mètres à 200 000 km d'altitude. Crée dans les années 1930 par l'Allemand Schmidt, ce télescope est un gigantesque appareil photo de 25 millions de francs, capable de "voir" des étoiles six millions de fois plus petites que celles visibles à l'œil nu", déclare François Mignard, directeur de recherches au CNRS.

Se protéger ou, mieux, éviter la collision. La sonde Giotto, que l'Agence spatiale européenne a lancée à la rencontre de la comète de Halley, était équipée d'un bouclier conçu par Fred L. Whipple. Mais cette structure à double paroi n'est efficace que contre les petits débris et autres grains de poussière. Pour frayer au satellite un chemin à travers des essaims de débris, Wolfgang Schall préconise l'utilisation de puissants lasers (10 kilowatts)

Naviguer au milieu de la mitraille

Au bout de cinq ans dans l'espace, le satellite LDEF (à droite) a été récupéré par la navette (dont on voit l'extrémité du bras sur la photo) et ramené à terre. Chacun des panneaux recouvrant les expériences embarquées à bord était criblé (au centre) d'un grand nombre d'impacts et de trous. Ce bombardement est le fait de particules provenant de la fragmentation ou de l'explosion d'objets lancés dans l'espace (satellites, étages de fusée, etc.). Ces micro-collisions ayant lieu à des "hypervitesses", même d'infimes particules de peinture peuvent percer la tôle. A preuve le micro-trou ci-contre détecté par un microscope électronique à balayage sur la paroi du satellite Solar Maximum Mission, lui aussi ramené au sol par une navette au bout de 50 mois en orbite.



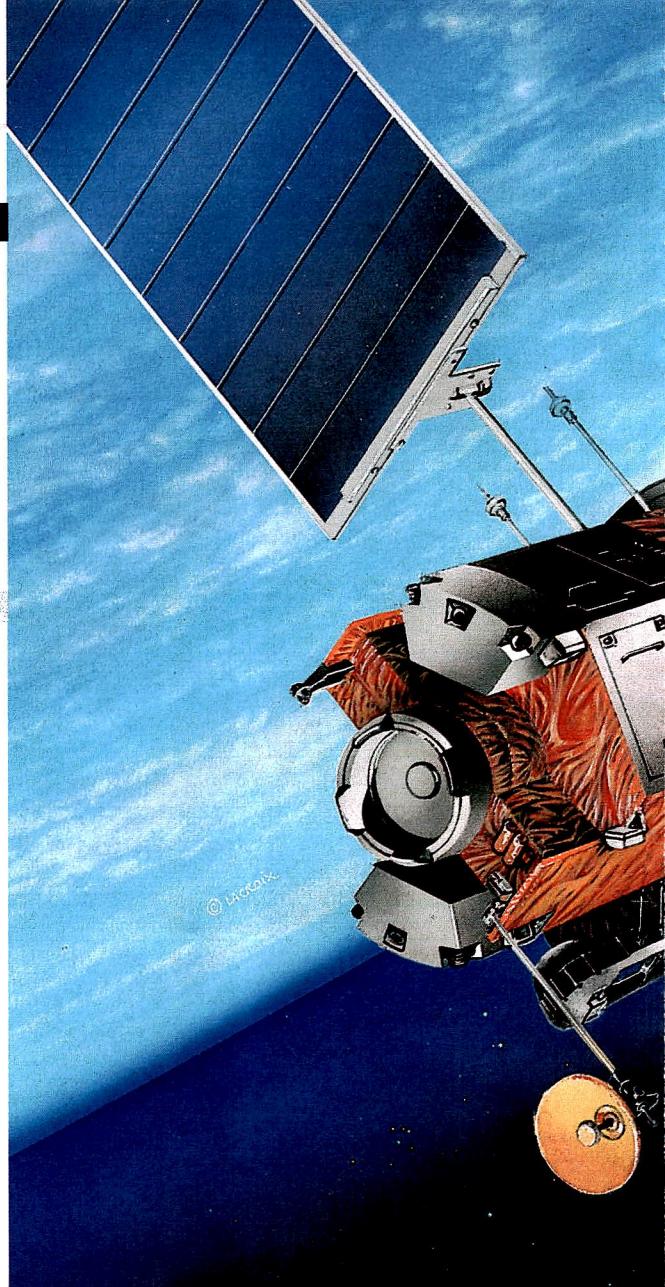


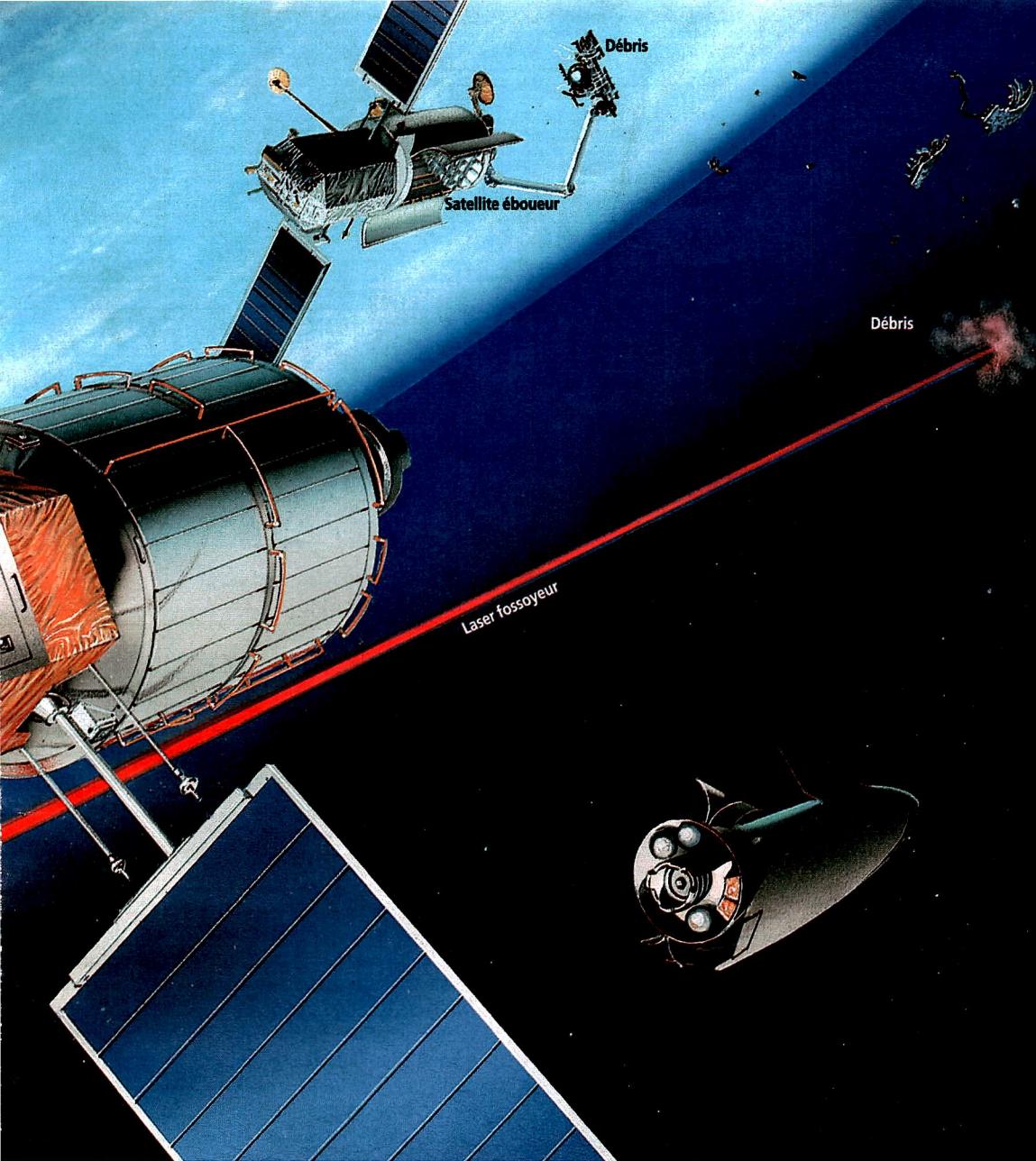
Des éboueurs de l'espace

Soumis au bombardement des particules cosmiques et aux conditions extrêmes régnant dans l'espace, les engins tournant en orbite finissent par se désintégrer en fragments de tailles différentes qui encombrent l'espace orbital et constituent, à mesure qu'augmente leur nombre, un danger croissant pour les véhicules envoyés en orbite et leurs éventuels équipages. Déjà, certains véhicules spatiaux doivent effectuer des manœuvres d'évitement. Pour faire face à ce problème, la NASA envisage d'envoyer des remorqueurs-poubelles faire le ménage en orbite, ou des lasers orbitaux capables de vaporiser les gros débris en particules de taille moins dangereuse.

placés sur le module spatial. Selon ce scientifique allemand de Stuttgart, 15 kilojoules d'énergie sont nécessaires pour vaporiser un gramme d'aluminium. Mais pour Michel Autric, de l'équipe Interaction laser-matières, au Laboratoire de mécanique des fluides de Luminy, ce projet n'est pas réalisable avant plusieurs années : «Cette technique, qui fait certainement appel au laser CO₂, demande beaucoup d'énergie et nécessite la présence d'une véritable usine électrique à bord du satellite. De plus, ce laser est très encombrant : il pèse plus d'une tonne et mesure cinq mètres sur cinq. Mais, à moyen terme, on pourra peut-être utiliser des lasers chimiques qui consomment moins d'énergie que les lasers CO₂. D'autant que l'objectif n'est plus de vaporiser les débris mais seulement de les écarter en modifiant leur trajectoire. On utiliserait alors l'effet de propulsion avec des lasers impulsionnels».

Pour réduire la pollution de l'espace, certains envisagent de lancer des satellites récupérateurs de déchets. Mais il est impossible de retenir cette solution pour des débris de générateurs nucléaires, dont l'uranium reste radioactif pendant des millions d'années. Selon un rapport de l'ESA de novembre 1988, il y aurait en orbite une tonne d'uranium 235 radioactif et d'autres produits de fission. Une étude des Nations unies publiée en février 1990 précise que, sur un total de 56 satellites nucléaires, 31 appartiennent à l'ex Union soviétique. Sur leur série de satellites militaires de télédétection nommés RORSAT par l'OTAN (Radar Ocean Reconnaissance Satellite), par exemple, les Soviétiques ont ainsi préféré recourir à la réaction nucléaire, qui fournit beaucoup plus d'énergie que les panneaux solaires (les radars sont très gourmands en énergie) : la production d'un générateur nucléaire comme celui qui équipe Cosmos 1900 est de 10 kW environ, ce qui suffirait à alimenter une petite maison, alors que les milliers de photopiles d'un générateur solaire ne fournissent que 1 kW environ, juste de quoi faire fonctionner un sèche-cheveux. Mais, s'il est performant, l'uranium enrichi est dangereux. Le 24 janvier 1978, le satellite Cosmos 954 s'est désintégré au-dessus du Canada et a semé des déchets radioactifs dans la région du Grand Lac





des Esclaves, dans un rayon de 800 km. Cinq ans plus tard, jour pour jour, c'est le cœur du réacteur de *Cosmos 1402* qui plonge dans l'océan Indien. Ces retours sur la planète sont tout à fait contraires à ce qui avait été programmé : séparer le réacteur du corps du vaisseau, en fin de vie du satellite, pour l'éjecter à 900 km d'altitude, où il aurait dû demeurer plusieurs siècles.

La conception des satellites *RORSAT* est aujourd'hui modifiée : extrait du réacteur nucléaire, l'uranium est réduit à l'état de vapeur et la radioactivité se trouve dispersée dans l'atmosphère. Face à ce nouveau péril, de nombreux experts considèrent qu'il faut réservier l'utilisation des réacteurs nu-

cléaires à des missions très lointaines, extérieures au système solaire. Selon François Mignard, déjà cité, l'observatoire de la Côte d'Azur pourrait faire partie d'un réseau international de surveillance, dans ce domaine particulièrement sensible.

Philippe Richard

(1) De 1013 millibars, qui correspondent à la pression atmosphérique normale, la pression chuterait alors jusqu'à des seuils critiques bien avant d'arriver au quasi-vide orbital. Déjà à 700 millibars, par exemple, apparaissent des troubles d'adaptation comparables à ceux que l'on rencontre en montagne à 3 000 m environ. La baisse de pression atteint un seuil mortel à 330 millibars : il n'y a plus assez d'oxygène dans l'air respiré pour assurer la survie humaine (hypoxie comparable à celle existant en montagne à 8 500 m d'altitude).

(2) Orbites choisies à des altitudes moins encombrées en débris.

PAR ERIC MAUNOIR

SKI OLYMPIQUE: LES CENTIÈMES DE SECONDE SE GAGNENT DANS LES LABOS

Les jeux Olympiques ont commencé depuis belle lurette pour les physiciens et les chimistes de la "glisse", les nivologues (maîtres ès neige), les ingénieurs en matériaux composites et autres manipulateurs de la conception assistée par ordinateur. Ce qui fait du ski l'un des équipements sportifs les plus scientifiques qui soient.

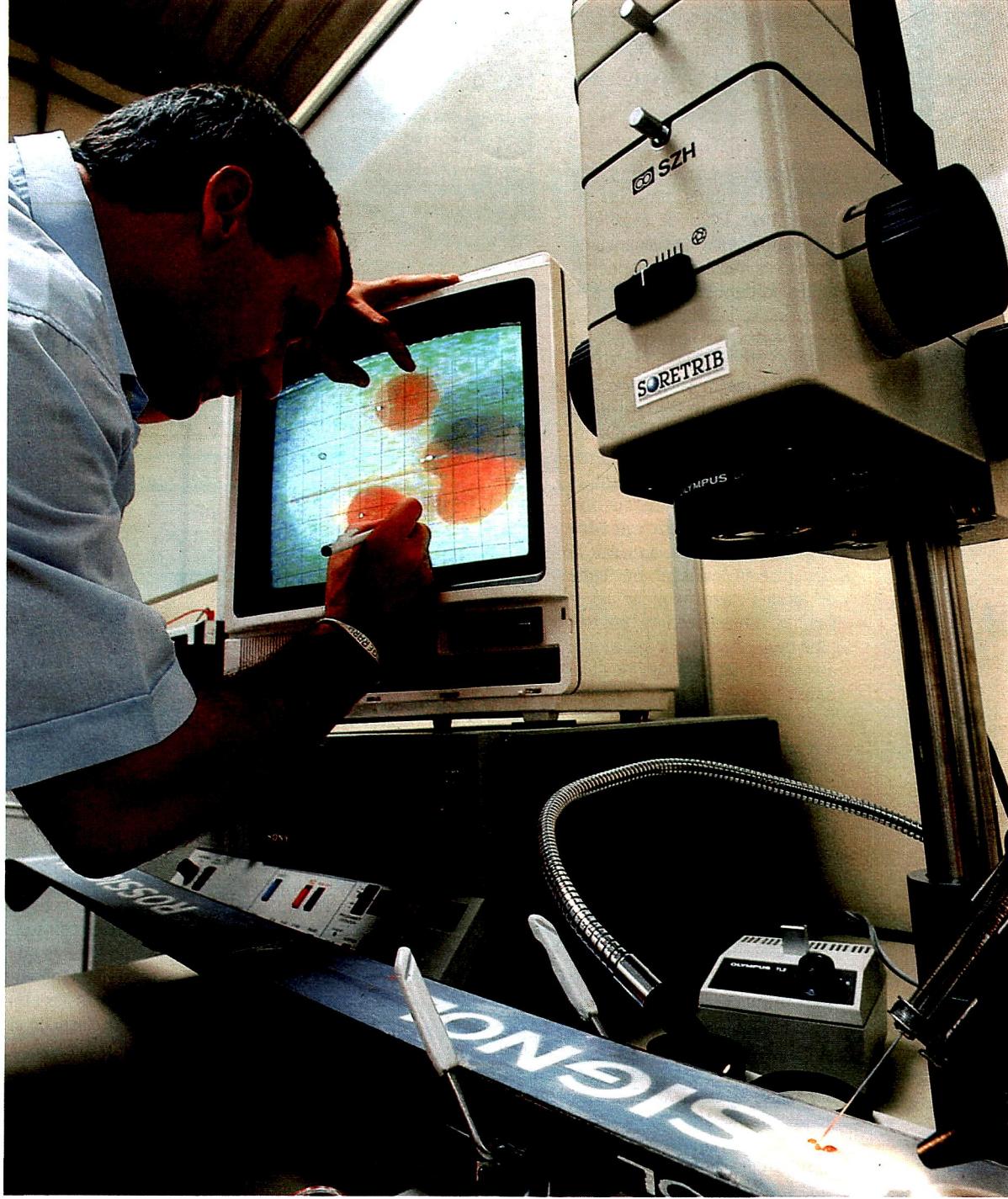


Utilisant pas moins d'une dizaine de matériaux parmi les plus complexes, bénéficiant des meilleures technologies, souvent inspirées du domaine de l'aéronautique, le ski bénéficie aujourd'hui auprès des industriels d'un véritable budget "recherche": les entreprises consacrent en effet près de 3% de leur chiffre d'affaires à ce secteur, le plus souvent en étroite collaboration avec des laboratoires du CNRS spécialisés dans le frot-

tement, les vibrations ou les matériaux nouveaux. «L'industrie du ski ne se conjugue plus sans la science», souligne Thomas Mathia, directeur de recherche du CNRS au laboratoire de technologie des surfaces de l'Ecole centrale de Lyon. Et comme dans tous les domaines de pointe, les secrets de fabrication sont jalousement gardés et la concurrence fait rage.

On est bien loin de la première planche de bois. Le ski le plus ancien jamais trouvé date de 5000 ans (mais on a également découvert, en Scandinavie et en Russie, des gravures rupestres vieilles de 7000 ans et représentant des skieurs). Pas d'équivoque possible, l'objet est en très bon état de conservation: fait de bois, long de 2 mètres, large de 15 cm et muni de trous pour y mettre des lanières. Utilisés par nos ancêtres du néolithique pour la chasse, très fonctionnels, les skis représenteront longtemps le meilleur moyen de locomotion pour les habitants d'Europe du nord, dont les terres sont recouvertes de neige six mois de l'année. La compétition, elle, n'apparaît qu'au siècle dernier. La première grande course a lieu en 1866, à Télémard, un petit village du sud de la Norvège. Le matériel est alors très différent de celui d'aujourd'hui: un ski gauche démesurément long (plus de 3 mètres), et un ski droit beaucoup plus court et recouvert de peau, qui sert à "pousser" dans les virages, à la façon d'une patinette.

Le ski fait son apparition en France en 1878, à la suite de l'Exposition universelle du Champ de Mars, à Paris. Le public est conquis par ces longues planches suédoises et, bientôt, la demande se fait telle que la fabrication des skis cesse d'être artisa-



nales: la première usine voit le jour à Oslo (alors appelée Christiania), en 1886. La charpente est alors en bois de frêne, pour sa légèreté et sa nervosité, puis en hickory, un noyer d'Amérique du nord, choisi pour sa résistance et sa souplesse. Le contre-plaqué, constitué de plusieurs types de bois ayant chacun ses caractéristiques propres, apparaît dans les années 1920.

Le ski alpin, qui n'est autre qu'une technique

Le triomphe de la technologie

De nombreux tests de laboratoire permettent de concevoir des skis de plus en plus performants. En étudiant, par exemple, le comportement d'un liquide sur une semelle, on peut prévoir et affiner ses réactions ultérieures sur les pistes: si le liquide s'écrase, le ski sera freiné. En revanche, s'il reste sous forme de gouttes, le ski pourra "rouler" sur la neige.

plus adaptée aux terrains très pentus des Alpes, naît durant l'hiver 1928-1929, au cours duquel l'autrichien Lettner invente les carres, des baguettes métalliques bordant la semelle du ski. Désormais, il devient possible de doser le virage avec précision, de limiter à volonté les dérapages, bref de contrôler les skis. En 1948, l'Américain Howard Head conçoit un ski à base métallique, où le noyau en bois est renforcé par des couches d'aluminium, et inaugure ainsi la construction dite "sandwich" (**voir encadré page 92**). En 1962, apparaît la structure en "caisson", ou "boîte de torsion", avec laquelle Jean-Claude Killy empochera, six ans plus tard, ses trois médailles d'or aux jeux Olympiques de Grenoble. Sans pour autant faire disparaître le "sandwich" et le "caisson", d'autres structures se développeront: l'"Oméga" et, tout récemment, le "monocoque", ces quatre types regroupant tous les skis du marché actuel. Aujourd'hui, le "bois-métal" a laissé la place aux polymères, aux matériaux composites et aux alliages légers, le tout pouvant se combiner à souhait. Une nouvelle page de l'histoire du ski a été tournée...

Apparus dans l'industrie du sport dans les années 1970, les nouveaux matériaux ont transformé les skis en produits de haute technologie. Vedettes incontestées de ces bouleversements: les composites. En 1990, en Europe, on en a consommé dans le domaine des sports et des loisirs environ 100 milliers de tonnes, soit 11% de la consommation totale des composites (automobile, aéronautique, etc.). Selon les prévisions, ce chiffre passera à 16% en 1995⁽¹⁾, alors qu'il était voisin de 0%, il y a moins de vingt ans ! Dans le domaine du ski, un matériau "composite" (on dit aussi "stratifié") résulte en fait d'un subtil mélange entre deux constituants: des fibres, dont la proportion varie entre 40 et 60% et qui conditionnent la qualité du matériau final, et une matrice, appelée aussi "liant". Les fibres utilisées sont surtout les fibres de verre, de carbone, d'aramide - la fibre d'aramide la plus connue étant le Kevlar, marque déposée par Du Pont de Nemours - , de céramique ou de polyéthylène (comme Dyneema). La



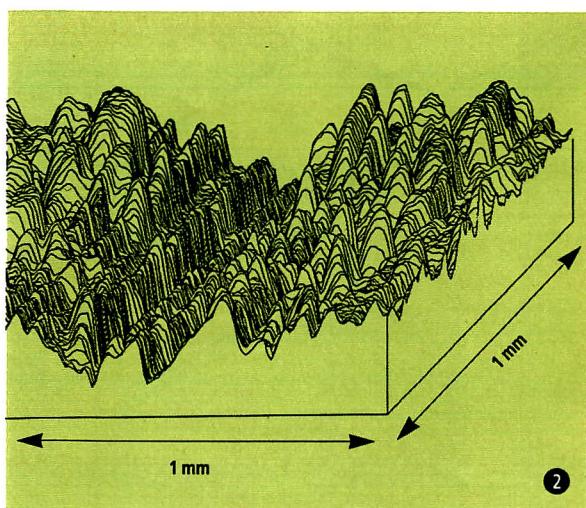
matrice, le plus souvent organique, est une résine d'époxydes ou de polyesters, qui sert surtout à emprisonner et à lier les fibres.

Les matériaux composites offrent, dans la réalisation des skis, un excellent compromis poids-résistance-élasticité. Trois à six fois plus légers que l'acier et une fois et demie plus légers que l'aluminium, ils permettent de diminuer le poids des skis tout en leur conférant une meilleure élasticité et une résistance mécanique accrue. A poids égal, la résistance des composites en fibres de carbone équivaut à trois fois celle de l'acier !

D'autre part, si on prend un fil d'acier, un fil de kevlar et un fil de Dyneema, tous trois de même masse (8 grammes) et de même longueur (1 mètre). Le premier cassera net si on lui accroche une masse de plus de 100 kg. Le deuxième, quant à lui, supportera 1 500 kg. Enfin, le fil de Dyneema résistera jusqu'à 3 500 kg⁽²⁾. Le comble, c'est que ce dernier reprendra progressivement sa forme initiale après enlèvement de la charge ! Ces fibres élastiques sont particulièrement adaptées au efforts de flexion que le ski subit. Outre ces propriétés, le Dyneema pos-

(1) Rapport BIPE Conseil, Observatoire des matériaux nouveaux, mai 1991.

(2) Source IMC, Institut des matériaux composites.



Plus c'est lisse, moins ça glisse

Les micro-aspérités de la semelle (2) permettent aux gouttelettes d'eau de se former et de circuler sous le ski – à la manière d'un roulement à billes – ce qui accroît considérablement la glisse. Le rugosimètre, muni d'un miroscope à balayage et d'un ordinateur, permet, à l'aide d'un palpeur, d'en réaliser une représentation tridimensionnelle précise (1).

sède de très bonnes qualités amortissantes et il est, de plus, très léger. C'est la seule fibre utilisée dans le ski dont la densité est inférieure à 1.

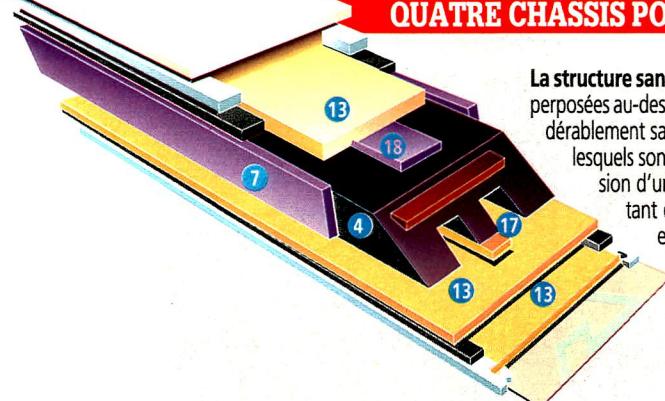
Chaque fibre possède ses propres caractéristiques mécaniques. Ainsi, pour une meilleure rigidité du ski, on utilisera de préférence les fibres de carbone, tandis que pour diminuer les vibrations, on choisira de l'aramide. Enfin, pour augmenter l'élasticité et la résistance à la traction, on privilégie les fibres Dyneema et céramique, cette dernière devant sa récente notoriété à sa résistance mécanique optimale quels que soient les écarts de température. Ainsi, les fabricants peuvent aujourd'hui adapter leur produit à la neige et, surtout, au skieur. Sachant que le débutant choisira un ski maniable et souple, le skieur moyen un ski stable et accrocheur, le confirmé, un ski rigide.

Selon M. Martineau, responsable du service information à l'Institut des matériaux composites (IMC): «On peut adapter le matériau composite à n'importe quelle sollicitation ou contrainte, ce qui est impossible avec l'acier». On peut, par exemple, combiner les fibres entre elles: verre-carbone, carbone-Kevlar et verre-carbone-céramique sont pour le moment les combinaisons gagnantes. Cette année, le marché du ski a présenté un stratifié ré-

unissant quatre fibres, à base de verre avec des renforts en Kevlar, céramique et carbone. Résultat: un ski polyvalent, à l'aise sur toutes les neiges. On peut également "jouer" sur l'orientation des fibres (0°, 45°, ou encore 90° par rapport à l'axe du ski), ce qui modifiera les caractéristiques du matériau final. Il est donc possible de faire des skis presque "sur mesure". Certains fabricants le proposent déjà, pour la modique somme de 7 000 francs la paire...

Mais aujourd'hui, les composites ne se contentent plus de fibres classiques et peuvent désormais renfermer des visco-élastiques. C'est le cas du Vibtène, un matériau qui, sous l'effet d'une contrainte constante, subit une déformation élastique immédiate (la partie élastique), suivie d'une déformation lente (la partie visqueuse). Le phénomène inverse se produit lorsqu'on relâche la contrainte: un retour partiel immédiat, puis un retour total différé. Malheureusement, le Vibtène, uniquement disponible en bandes, ne pouvait jusqu'ici s'associer à aucun stratifié. Jusqu'à ce qu'un chercheur ait l'idée de transformer la bande en fil, puis de le gainer de fibre de verre pour qu'il puisse être tissé. Cet exemple met en lumière un autre avantage des matériaux composites: ils améliorent la résistance à la fatigue en absorbant les vibrations engendrées dans le ski.

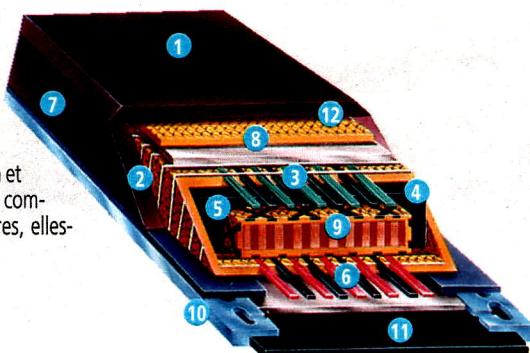
QUATRE CHÂSSIS POUR TOUS LES STYLES



La structure sandwich est constituée de différentes couches de matériaux superposées au-dessus et au-dessous du noyau central (en noir), renforçant considérablement sa résistance et sa raideur. Il existe des "multi sandwich", dans lesquels sont ajoutées des plaques de renforcement. La résistance en torsion d'un sandwich est faible, et donc inadaptée au slalom. En ajoutant des plaques de métal, on obtiendra une meilleure résistance en torsion. C'est la marque Head qui fut, en 1948, à l'origine de la structure sandwich.

1. Revêtement.
2. Boîte de torsion fibre de verre, fil d'acier et résine époxy.
3. Nappe céramique et viscoélastique.
4. Noyau mousse polyuréthane.
5. Boîte de torsion fibre de verre et visco-élastique.
6. Nappe Dyneema.
7. Chants.
8. Nappe Titanal (alliage titane)

Le caisson, développé par Dynamic en 1962, est une sorte de boîte qui enveloppe le noyau. Il accroît la rigidité du ski, et lui confère de ce fait une très grande résistance à la torsion: il s'adapte donc particulièrement aux exigences du slalom. En 1987 est apparue la double boîte de torsion (ci-contre), juxtaposition de deux boîtes, l'une externe, l'autre interne, augmentant encore la résistance à la torsion et à la déformation latérale. Ces caissons sont en matériaux composites, lesquels peuvent contenir plusieurs types de fibres, elles-mêmes pouvant être tissées suivant plusieurs axes.

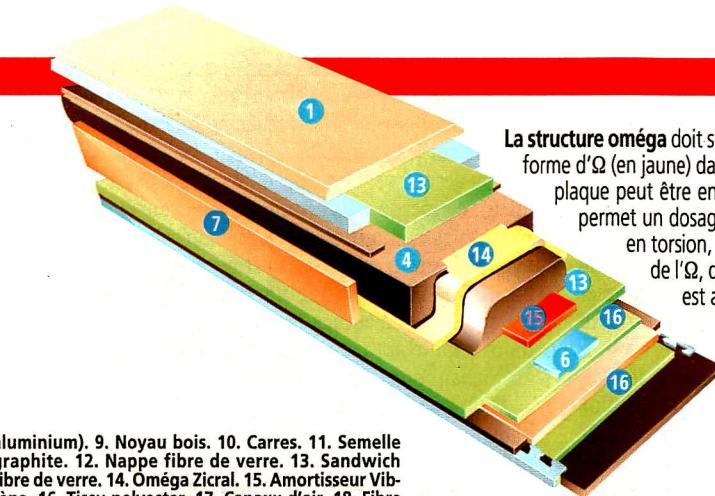


Dernière nouveauté cette année: la présence de fils d'acières dans un stratifié fibres de verre/résine époxy. Elle est utilisée dans la structure "caisson" (**voir encadré ci-dessus**) pour optimiser le rapport torsion/flexion du ski, lequel gagne en précision et se montre plus accrocheur sur neige glacée.

Tout cela pourrait laisser croire que les efforts des fabricants portent uniquement sur la structure interne des skis. Loin de là ! Depuis peu, c'est la semelle qui hante les nuits des ingénieurs car la "glisse" est, elle aussi, une science. Elle s'inspire d'un domaine pas vraiment nouveau mais qui a fait une percée fulgurante dans le ski durant ces trois dernières années: la physique des interfaces, alliant études physico-chimiques et études de rugosité. Ces dernières sont du ressort des spécialistes du frottement, les tribologues, qui s'évertuent à diminuer la résistance au frottement sur la neige. Munis d'outils d'analyse très complexes, des rugosimètres par exemple, ces chercheurs ont tracé une véritable carte topographique de la surface d'une semelle (**voir photo p. 91**). Contrairement à ce que l'on pour-

rait penser, ils en ont conclu que glisse ne rime pas forcément avec lisse. Pour un frottement minimal, le ski doit "rouler" sur des gouttelettes d'eau. Mais si la semelle est parfaitement lisse, les gouttelettes ne se forment pas et le ski frotte sur la neige. S'il y a trop d'eau sous le ski, c'est-à-dire si la semelle est trop rugueuse, un film d'eau, appelé pellicule hydromécanique, apparaît et pénalise le glissement du ski par effet de ventouse. La meilleure glisse, bien que dépendant de la texture de la neige, est obtenue avec une rugosité d'une profondeur moyenne de 3 micromètres. Pour obtenir des états de surface aussi précis, les firmes font appel à des professionnels en machines de finition. Ces derniers utilisent, entre autres, des meules à commandes numériques qui gravent sur la semelle du ski un relief ultra-précis choisi en fonction du type de neige. La semelle se comporte alors comme un pneu pluie dont les sculptures évacuent l'eau.

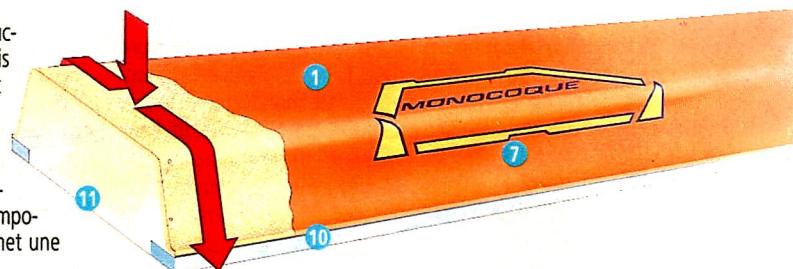
Grâce aux études de rugosité et à ces nouvelles techniques, le coefficient de frottement du ski sur la neige a été divisé par 4 dans les quarante der-



La structure oméga doit son nom à l'insertion d'une plaque en forme d' Ω (en jaune) dans un sandwich ou un caisson. Cette plaque peut être en fibres ou en métal. Cette structure permet un dosage facile et efficace tant de la rigidité en torsion, en jouant sur la largeur et la hauteur de l' Ω , que de la souplesse longitudinale. Elle est adaptée à tous les types de skis, mais sa fabrication coûteuse l'élimine des skis bas de gamme. Elle a été conçue par Dynastar en 1965.

luminium). 9. Noyau bois. 10. Carres. 11. Semelle graphite. 12. Nappe fibre de verre. 13. Sandwich fibre de verre. 14. Oméga Zicral. 15. Amortisseur Vibène. 16. Tissu polyester. 17. Canaux d'air. 18. Fibre de carbone.

Monocoque: la toute dernière née ! Cette structure est arrivée sur le marché en 1990, par le biais de Salomon. Comme son nom l'indique, elle est réalisée d'une seule pièce, de la spatule au talon et d'une carre à l'autre: elle a la forme d'un U renversé. Elle permet ainsi de transmettre directement l'effort du skieur sur les carres et les réactions du ski en retour. Grâce aux matériaux composites, la coque est légère et résistante, et permet une trajectoire précise.



nières années. Cette réduction du frottement a beaucoup profité au ski de vitesse (KL ou kilomètre lancé): il y a dix ans, les skieurs dépassaient à peine 200 km/h alors que le record mondial est aujourd'hui de 223,74 km/h. Le KL est devenu un véritable sujet de laboratoire pour la technologie de la glisse. Il existe d'ailleurs un Centre de recherche international de la glisse à Prémanon, dans le Jura, qui lui est entièrement consacré. Un autre centre a été créé à Valloire, en Savoie, l'automne dernier, pour étudier la glisse en virages.

Pour comprendre les phénomènes physico-chimiques de la glisse, les chimistes sont, quant à eux, confrontés à plusieurs problèmes, et d'abord à celui de la neige. "L'or blanc" est un matériau très complexe qui revêt les formes les plus variées. Pour ses spécialistes, les nivologues, elle devient tour à tour solide, poudreuse, pâteuse, humide, chaude, dure, molle... quand elle n'est pas artificielle ! D'autre part, les chimistes de la glisse sont limités par le marché lui-même. La conception d'un matériau sur mesure serait trop coûteuse en

regard de ce que peuvent rapporter les ventes de skis alpins (environ 2 millions de paires vendues par an, en France). «Les fabricants sont condamnés à utiliser pour la semelle des matériaux classiques», souligne R. Longeray, chercheur au laboratoire de synthèse organique appliquée, à l'université Claude Bernard à Lyon. Le polyéthylène à ultra haut poids moléculaire est, aujourd'hui, le matériau qui offre les meilleures caractéristiques de glisse et de résistance à l'abrasion. Depuis deux ans, les fabricants améliorent ces caractéristiques en ajoutant au polyéthylène des matériaux tels que le graphite, le fluor ou le silicium. Cette année, un fabricant a sorti une semelle graphitée au gallium, un métal rare qui compléterait l'effet anti-électricité statique du graphite. Affaire à suivre...

Pourtant, les progrès déjà enregistrés ne suffisent pas encore aux skieurs de haut niveau puisque, pour augmenter encore la glisse de leurs skis, ils ont recours au fartage (**voir photo p. 95**). Les farts utilisés sont des paraffines, produits issus de l'industrie pétrolière, qui peuvent être mélangés

à du fluor pour améliorer le caractère hydrophobe de la semelle. Aujourd'hui, les chercheurs connaissent l'action du fart dans ses moindres détails : «On ne fait plus de cuisine, comme il y a dix ans: 3 pains de fart jaune, 2 pains de fart orange...», explique R. Longeray. Cependant, le fartage demeure un phénomène très complexe et aux effets parfois pervers puisqu'une variation d'un petit degré celsius de la température extérieure et de la neige peut renverser complètement le mécanisme d'action du fart. Au lieu d'aider le ski à glisser, il va le freiner !

Tous les professionnels s'accordent à le dire, la glisse est le domaine qui évoluera le plus ces prochaines années. «Seulement 50% de ce qu'on connaît dans les laboratoires est actuellement appliqué au ski», précise Alain Midol, maître de conférences au Centre de recherches et d'innovations sur le sport, et le transfert global de la théorie de la glisse à la technologie du ski demandera encore de nombreuses années. La tendance actuelle est de mettre au point de nouveaux polymères pour les semelles. Les chercheurs étudient la mise en place éventuelle de matériaux auto-lubrifiants, comme le téflon. A moyen terme, ils prévoient d'opérer sur la semelle une sorte de fartage définitif, changeant du même coup la structure du matériau. Ce traitement serait non seulement chimique et mécanique, mais aussi thermique. Impossible d'en savoir plus... Le secret règne dans le cercle fermé des fabricants.

Dès aujourd'hui, on peut discerner deux grandes tendances. La première est manifeste et a trait à la structure interne du ski. Ironie du sort: on revient au bois. Il remplace, dans le noyau, les mousse en polyuréthane qui l'avaient détrôné voilà quinze ans. «Le bois a des propriétés d'amortissement que l'on n'a pas trouvées dans les plastiques composites», explique Alain Midol. De plus, un choix judicieux des essences permet de doser la résistance mécanique. Au Japon, des études très sérieuses sont en cours, concernant notamment le collage, technique désormais indissociable de l'utilisation du bois. Pour l'instant, on utilise principalement des bois offrant une grande résistance à l'humidité: l'okoumé et le hêtre.

La deuxième tendance actuelle concerne, elle, la conception même du ski: utilisée depuis trois ans, la CAO (ou Conception assistée par ordinateur) a déjà permis de mettre au point des solutions d'avant-garde. Grâce à elle, les idées se

matérialisent plus rapidement. La structure monocoque, par exemple (**voir encadré p. 92**), en est directement issue, ainsi que les modifications apportées sur les chants (les côtés du ski): leur inclinaison accrue vers les extrémités du ski permet de mieux couper la neige (utile en poudreuse) et de réduire les frictions et déviations latérales, ce qui aide le skieur à maîtriser sa trajectoire. Un fabricant a même eu l'idée de rendre les chants concaves ! Cette astuce pour le moins révolutionnaire rend le ski plus résistant aux chocs et plus accrocheur sur les neiges dures.

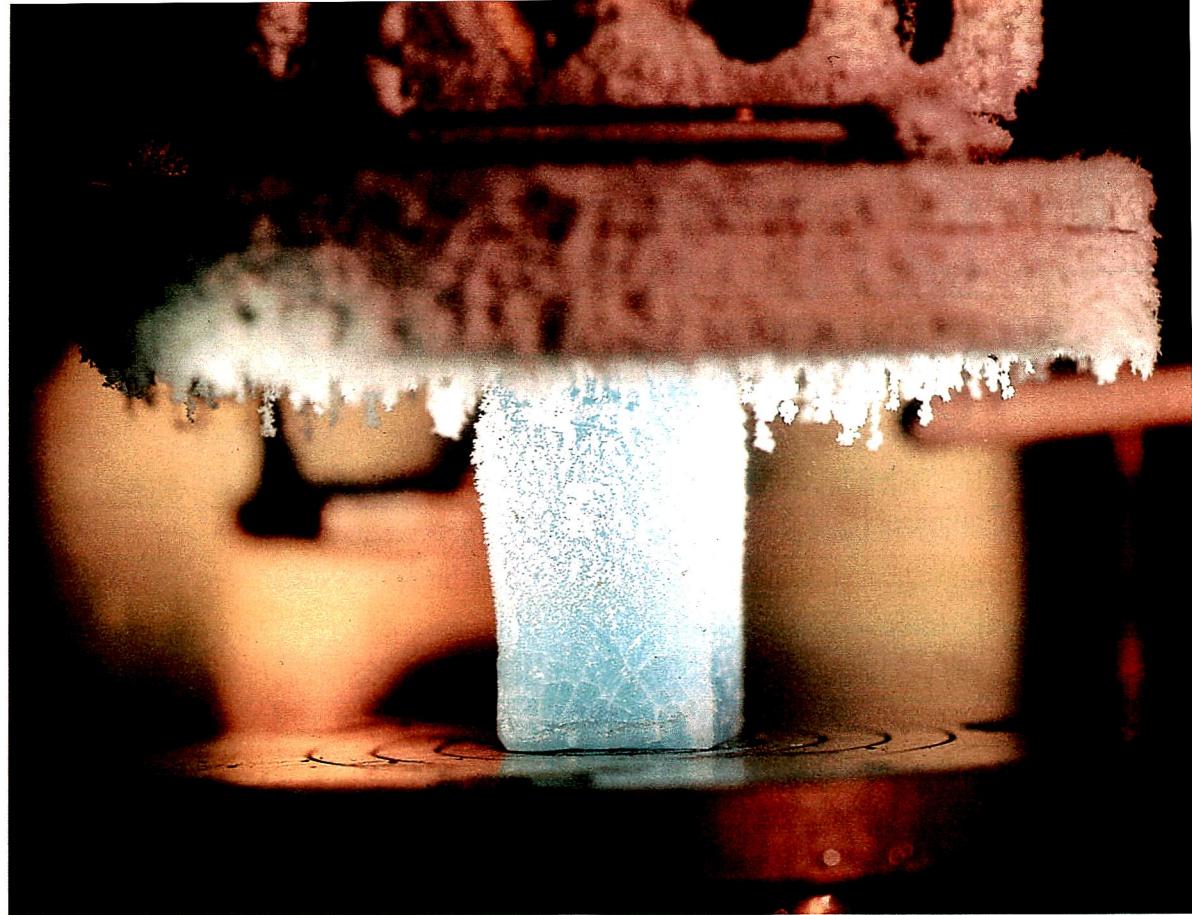
Autre innovation marquante, qui sera rendue publique le mois prochain au salon du ski (3) à Grenoble (15 au 18 mars). Il s'agit d'un ski asymétrique, ce qui signifie que ces skis ne sont pas interchangeables: il y a un ski droit et un ski gauche. Si l'on ne respecte pas cela, c'est la chute assurée ! L'aspect asymétrique réside dans le déplacement de la boîte de torsion (**voir encadré p. 92**) vers le côté intérieur du ski. Dans un changement de direction, le poids du skieur est toujours déporté sur la carre intérieure. Seul le côté intérieur du ski a donc besoin d'être renforcé avec le caisson. Cette évolution permet d'alléger l'extérieur du ski, de le rendre plus souple, supprimant du même coup les fautes de carres extérieures, sources de chutes.

C'est encore la CAO qui permettra à plus ou moins long terme de concevoir le meilleur ski à "intégration totale" (où ski, fixation et chaussure ne forment qu'un). En d'autres termes, on "chaussera" ses skis comme on le fait aujourd'hui avec ses chaussures de ville. Des premiers exemplaires, peu convaincants, sont apparus sur le marché ces dernières années. Malgré leur échec, l'idée n'est pas jetée aux oubliettes. Pour nombre de chercheurs, il ne fait même aucun doute que l'on tient là le "ski" de l'avenir.

Enfin, la CFAO ("F" pour fabrication) ouvrira la porte à de nouveaux modes de réalisation. Là encore, la confidentialité est de mise. La fabrication détermine en partie les caractéristiques du ski et il est logique, dans ces conditions, qu'elle reste un

secret industriel. Pour le moment, on fabrique les skis suivant deux méthodes: par injection ou par assemblage, utilisant toutes deux un moule qui a la forme du futur ski. Une fois les matériaux injectés ou les éléments de la structure interne assemblés dans ce moule, on met l'ensemble sous pression et on

Vingt ans après l'avoir délaissé, l'industrie du ski revient au bois



Le fart à rude épreuve

Dans les laboratoires de la glisse, on pratique sur le fart des tests de visco-élasticité: par exemple, de compression et de vibrations. On en établit ainsi les meilleures caractéristiques, concernant en particulier l'épaisseur, le dosage et la structure des paraffines. En effet, un fart mal adapté au type de neige ou d'épreuve peut entraîner la conduite des skis.

chauffe. C'est la polymérisation. On laisse refroidir, puis on ponce la semelle.

Il existe quelques variantes comme la fabrication sous vide, qui évite les bulles et la création d'une tension interne entre les différents composants. Mais la CFAO ira certainement plus loin. A quand la découpe au laser ou l'assemblage en apesanteur ?

Ce qui est certain pour le moment, c'est que le sport-loisir est à la fête et que, dans ce domaine, le ski a encore de beaux jours devant lui. En effet, en 1989, la production globale de skis fabriqués en France s'élevait à 800 millions de francs. Cette production a doublé en 10 ans (4). Les stations françaises ont enregistré 7 millions de skieurs pendant l'hiver 1990-1991. Le budget des prochains jeux Olympiques d'hiver, à Albertville, est de 4 milliards de francs, et la chaîne de télévision CBS a obtenu l'exclusivité de la retransmission des jeux aux Etats-Unis pour la somme de 243

millions de dollars (environ 1,3 milliards de francs). Un enjeu économique de taille, donc, surtout lorsque l'on sait qu'il existe 60 millions de skieurs à travers le monde...

Ces chiffres mirobolants sont le résultat d'un extraordinaire phénomène de société. Voilà qui nous promet de nouvelles innovations technologiques. Que sera le ski du XXI^e siècle ? Se dirige-t-on vers une structure plus simple ou encore plus complexe ? Verra-t-on le retour du bois s'accentuer ? Une chose est sûre en tout cas, le ski deviendra plus facile à utiliser. Peut-être sera-t-il muni de plusieurs systèmes de réglage. Un pour les vibrations, un autre pour la souplesse, de manière à affronter tous les terrains, toutes les neiges, tous les usages. En attendant le ski idéal qui, en plus de toutes ces améliorations, s'adapte exactement à la morphologie du skieur.

Eric Maunoir

(3) Le 34^e SIG, salon professionnel international des articles et de la mode des sports d'hiver de Grenoble.

(4) Rapport FIFAS (Fédération française des industries du sport et des loisirs): le marché du sport, 1989/1990.

PAR DIDIER DUBRANA

LA PEINTURE QUI TUE

Les médecins du laboratoire d'hygiène de la ville de Paris affirment que 2 000 enfants parisiens sont gravement intoxiqués au plomb ! Après avoir passé en revue les causes possibles – gaz d'échappement, eau des tuyauteries –, ils ont découvert le vrai responsable : les écailles des vieilles peintures, petits "bonbons" empoisonnés qui tombent des murs des vieux logements.

Cette révélation est le résultat d'une minutieuse enquête épidémiologique qui a porté sur le dosage de la plombémie (taux de plomb dans le sang) de 2 646 enfants logeant dans huit arrondissements parisiens (IV^e, XI^e, XII^e, XIII^e, XVII^e, XVIII^e, XIX^e et XX^e). Ce sont les premiers cas de saturnisme infantile diagnostiqués dans le service de pédiatrie de l'hôpital Trousseau en 1985 qui sont à l'origine de ces recherches. A l'époque, les parents avaient conduit leurs enfants à l'hôpital pour de simples troubles digestifs! En fait, les analyses mettent alors en évidence des taux de plomb sanguin dépassant largement la concentration maximale admissible établie par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), soit 250 microgrammes par litre de sang.

Lors de l'absorption accidentelle de plomb, 4% de la quantité du métal ingéré ou inhalé se fixent sur les globules rouges (hématies) du sang. Cela a pour effet d'inhiber l'activité de nombreux enzymes (l'acide delta-amino lévulinique déhydrase, l'hème-synthétase, etc.) participant à la formation de l'hème, composant ferreux de l'hémoglobine ayant pour rôle de fixer, lors de la respiration, l'oxygène nécessaire au fonctionnement de nos cellules. Toutefois, la grande majorité du contaminant (94%) est stockée dans les dents et dans les os, perturbant ainsi la croissance de l'enfant.

Mais le plus grave, c'est que les 2% de plomb résidants vont agir sur les cellules du cerveau, provoquant des encéphalopathies. En outre, le saturnisme chronique ne se manifeste, au début,

qu'insidieusement, par des symptômes assez vagues, surtout chez l'enfant : fatigue, troubles du sommeil, constipation ou anémie, autant de manifestations qu'un médecin non averti peut attribuer à une autre maladie. Malheureusement si le diagnostic d'un saturnisme n'est pas effectué à temps, l'atteinte cérébrale entraîne à long terme une perte des capacités intellectuelles. Et, dans le pire des cas, la mort de l'enfant. Pour les médecins parisiens, il fallait donc de toute urgence trouver l'origine de la contamination des enfants.

Or les sources de pollution de l'environnement urbain par le plomb sont nombreuses. Celle qui vient le plus facilement à l'esprit, est le trafic automobile. Malgré le lancement de l'essence sans plomb, les gaz d'échappement crachent encore des microparticules de plomb-tétráéthyle (¹) : la voiture reste responsable de 80% du taux de plomb de l'air des villes. Sa concentration varie entre 0,2 et 3 microgrammes (μg) de plomb par mètre cube d'air. Il en résulte, pour tous les habitants d'une grande ville française, une plombémie de l'ordre de 100 $\mu\text{g}/\text{litre}$ de sang. L'agent régulant la circulation au carrefour s'intoxique dangereusement, quelquefois





même jusqu'à la côte d'alerte de 250 µg/l. Cette intoxication fait l'objet d'une constante attention de la part des médecins du travail.

«Mais le saturnisme infantile ne pouvait être provoqué par la pollution atmosphérique puisque les dosages sanguins dépassaient largement les 250 µg/l, voire 1 000 µg/l pour les cas les plus graves», souligne le Dr Squinazi, médecin biologiste au laboratoire d'hygiène de la ville de Paris.

Les soupçons se sont alors portés sur l'eau de la ville. En effet, dans certaines régions de France, comme les Vosges ou plus récemment dans la Somme (Amiens), des sels de plomb polluent l'eau du robinet par le biais de la corrosion des vieilles tuyauteries (**voir dessin p 98**). Mais, à Paris, cette deuxième piste de recherche tourna court elle

aussi, puisque la plombémie des eaux parisiennes est irréprochable, très en-dessous de la norme européenne, qui impose un taux de plomb inférieur à 50 µg/l.

«Les enfants intoxiqués avaient tous un point commun, poursuit le Dr Squinazi: ils habitaient dans deux vieux immeubles du XI^e arrondissement (quartier de Belleville). Nous avons donc effectué un prélèvement sanguin sur les trente adultes et les dix autres enfants de l'immeuble.» Résultat : tous les enfants étaient intoxiqués, mais pas leurs parents. «C'est en interrogant les mères que nous avons pu démêler l'éénigme, précise le médecin. Celles-ci signalèrent que leurs enfants avaient l'habitude de manger les petites écailles de peinture qui se décrochent des murs ou des plinthes.»

L'EAU DU ROBINET LAVÉE DE (PRESQUE) TOUT SOUPÇON

La contamination de l'eau du robinet par le plomb provient essentiellement de la corrosion des vieilles tuyauteries en plomb équipant encore certaines habitations individuelles et le réseau d'adduction de certaines villes. Les canalisations en laiton contenant 10% de plomb peuvent également polluer l'eau potable.

«Mais ce phénomène de dissolution du plomb est complexe, souligne M. Barbier, du centre de recherche sur l'eau et l'environnement à la Lyonnaise des Eaux. L'attaque de la canalisation dépend tout d'abord de l'équilibre calco-carbonique de l'eau (sa teneur en gaz carbonique dissout, en ions calcium et ions bicarbonate) et de son acidité. Deux catégories d'eau attaquent donc les canalisations en plomb: les eaux "agressives" et les eaux "minéralisées".»

Les premières ont un excès de gaz carbonique mais peu de bicarbonate de calcium. Ce mélange ne permet pas la formation d'un dépôt calcaire protecteur sur les tuyauteries, et leur acidité encourage la corrosion de la canalisation source d'hydroxyde de plomb toxique. Cette eau coule dans la région des Vosges, par exemple, où 400 cas de saturnisme hydrique ont été diagnostiqués entre 1980 et 1985.

La deuxième catégorie comprend les eaux minéralisées: légèrement acides, elles attaquent,

elles aussi, la tuyauterie. Les eaux de la ville d'Amiens (Somme), qui ont défrayé la chronique en novembre dernier, en font partie. A l'époque, les services d'hygiène avaient mesuré des taux de plomb 10 fois supérieurs à la norme (520 µg/l au lieu de 50 µg/l). Ce qui a poussé le mouvement écologiste "Les Verts" à porter plainte contre X pour empoisonnement. On se demande ce que feront les Verts de Paris lorsqu'ils apprendront qu'un enfant de Belleville mangeant une écailler de peinture avale 5000 µg de plomb en une seule fois (voir texte). Si le bambin réitère son geste dans la journée, il peut facilement doubler ou tripler sa dose quotidienne. En revanche, un enfant de deux ans boit en moyenne 0,75 litre d'eau par jour : ceux d'Amiens ont donc ingéré au maximum 375 µg/j.

La pollution d'Amiens a poussé le ministère de la Santé à demander une identification des zones du territoire national où la teneur de l'eau en plomb peut dépasser les normes. «Un premier diagnostic, même incomplet, devra être transmis au service du ministère avant le 1^{er} février.» (1)

En attendant, un geste simple suffit à éliminer les traces de plomb qui se sont accumulées dans l'eau qui a stagné, la nuit ou le jour, dans les canalisations : il suffit de laisser

couluer quelques minutes.

L'enfant des villes baigne dans un environnement pollué par le plomb. L'OMS estime qu'il en absorbe en moyenne 56,2 microgrammes par jour. De ce total, l'air apporte 1,2 µg (2,1%); l'eau 7,2 µg (13,3%), l'alimentation 30 µg (53,4%) et enfin les poussières amènent 17,5 µg (31,1%). Mais ces chiffres statistiques sont bouleversés, en une bouchée, par l'ingestion de peinture (voir plus haut).

La toxicité du métal est multiple — les enfants y sont plus vulnérables que les adultes, car leur métabolisme leur fait retenir 50% du plomb ingéré, contre 10% pour les adultes. Il diminue la croissance des enfants en se fixant sur les tissus de conjugaison des os (cartilage assurant la croissance de l'os en longueur). Dans le sang, le plomb perturbe la fabrication du composant ferreux de l'hémoglobine, l'hème, qui capte l'oxygène lors de la respiration. Au-delà d'une concentration de 1 000 microgrammes par litre de sang, apparaît une encéphalopathie accompagnée de vomissements, de troubles de l'équilibre et de la coordination. Si cette intoxication n'est pas dépistée et soignée à temps, elle peut entraîner la mort.

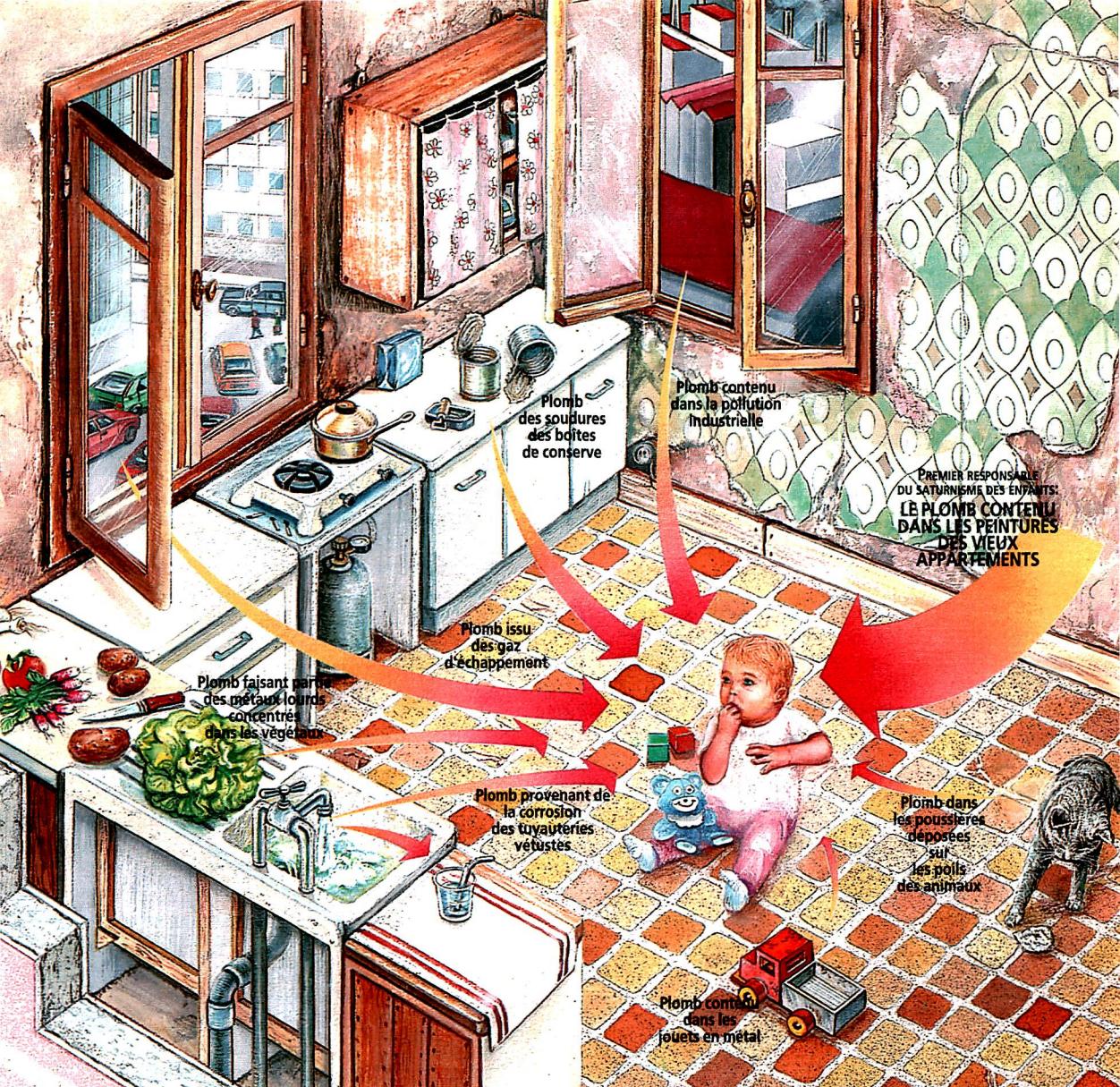
(1) Circulaire DGS/PGE/SD 1 D/n° 66, du 27 novembre 1991.



A l'analyse, le laboratoire d'hygiène révéla, en effet, que cette peinture contenait un pigment blanc à base de plomb, la céruse. Ce carbonate de plomb – $PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$ – était fréquemment utilisé dans les peintures fabriquées avant 1948 en raison de ses propriétés antifongiques et antihumidité. Malgré son interdiction précoce en France (1913 pour l'usage industriel et 1948 pour l'usage artisanal), nombreux sont les vieux immeubles parisiens qui libèrent ce poison à petite dose. Or tous les petits enfants ont tendance à porter tout ce qui traîne à leur bouche (2). Ce geste est d'autant plus fréquent que ces écaillles de peinture ont un goût sucré, un peu comme un bonbon à la liqueur. Pour chaque écailler ingérée, l'enfant absorbe en moyenne 5 000 µg de plomb. De plus, cette intoxication est facilitée par l'acidité des succs gas-

triques qui, en dissolvant la peinture, donnent du chlorure de plomb assimilable par l'organisme.

Le coupable dévoilé, le laboratoire d'hygiène s'est associé aux médecins des centres de PMI (centres de protection maternelle et infantile) pour étendre ces investigations à d'autres arrondissements que le XI^e. A chaque cas de saturnisme dépisté, le scénario des "écailles de peinture" était confirmé. En outre, le plus grand nombre de cas étudié a permis de cerner plus précisément les milieux à risque : l'enfant intoxiqué est toujours issu d'une famille défavorisée vivant dans un immeuble d'avant-guerre. Le traitement, en revanche, notamment dans les cas les plus graves qui nécessitent une longue et coûteuse hospitalisation, n'est pas à la portée de toutes les bourses. Pour sauver ces enfants, la Mairie de Paris a d'ailleurs dû prendre en charge l'intégralité



des frais médicaux d'hospitalisation. L'enfant est placé sous perfusion d'EDTA, molécules qui emprisonnent le plomb sanguin et facilitent son élimination dans les urines. Mais après ce traitement de choc de cinq jours, une partie du plomb stocké dans les os de l'enfant continue d'être relarguée dans la circulation sanguine, annulant les bienfaits de l'hospitalisation. Certains malades doivent subir dix à quinze cures d'EDTA avant de retrouver une plombémie normale.

Autre problème : beaucoup d'enfants se reconfinent en rentrant chez eux en dépit de la vigilance des parents. Pour rompre ce cycle infernal, deux associations humanitaires, Médecins sans frontières et Migration-Santé, ont d'ailleurs entamé une campagne de rénovation portant sur une centaine de logements délabrés. A cette occasion, ces deux orga-

nisations non gouvernementales (ONG) ont constaté que le plomb des peintures avait migré dans le plâtre des murs, ce qui rend l'assainissement de tels logements non seulement difficile, mais aussi extrêmement dangereux pour le personnel qui effectue le travail. «Les entreprises de rénovation des vieux immeubles parisiens ont-elles averti leurs maçons des dangers qu'ils encourrent lorsqu'ils abattent de vieilles cloisons ?», s'interroge le Dr Squinazi. A la chambre syndicale des entreprises de peinture de Paris et de sa région, les responsables ignorent totalement ce risque. Pourtant, le saturnisme est la première maladie professionnelle à avoir été reconnue en France, au début du siècle. Elle concernait alors les imprimeurs et ...les peintres. Si aucune précaution élémentaire n'est prise, le saturnisme professionnel risque bien de ré-



Le vin qui rend fou

En France, tout le monde sait que "l'abus d'alcool est dangereux pour la santé" et qu'il faut donc le "consommer avec modération". Mais aux Etats-Unis, les experts de la puissante Food and Drug Administration (FDA, les services d'hygiène du ministère de la Santé) déclarent qu'une partie de l'emballage est aussi dangereuse que son contenu : il s'agit des capsules de surbouchage en plomb-étain. D'après les toxicologues américains, dans certaines conditions d'humidité, ces capsules s'oxydent à l'endroit du bouchon et l'oxyde de plomb contamine le vin au moment de le servir. L'Etat de Californie a donc interdit l'utilisation de ce type de capsules depuis le 1^{er} janvier 1992.

Sur le vieux continent, la CEE a décidé de s'aligner sur la décision américaine dès le prochain nouvel an. Les Saint-Emilion, Pomerol et autres Saint-Estèphe ont donc un an pour trouver un moyen de remplacer ce type de capsules puisque ce sont surtout les bons vins, tradition oblige, qui sont équipés de la sorte.

De nombreux substituts sont déjà candidats pour orner le goulot des meilleurs brevages bordelais. Moyennant un franc supplémentaire par bouteille, le plomb sera remplacé par l'étain. A moins que ce soit l'alliage de polyéthylène et d'aluminium qui emporte le marché, et avec lui ce que certains considèrent comme un des attributs esthétiques d'une bonne bouteille.

apparaître, et avec lui l'intoxication des citadins cotoyant les immeubles rénovés d'où s'échappe la cérose accrochée aux poussières de plâtre en suspension dans l'air.

«Quant au saturnisme infantile, il n'est sûrement pas l'apanage de Paris, prévient Mme Delours, médecin pédiatre chef de la PMI de Paris. Quelques cas d'intoxication sont déjà connus en banlieue parisienne (Asnières, Montreuil, Bagnolet). Il est tout à fait vraisemblable que des enquêtes épidémiologiques dans les quartiers vétustes d'autres villes françaises révéleront qu'il s'agit d'un problème qui dépasse largement le cadre parisien. Ce qui permettrait d'organiser des stratégies préventives de grande envergure.»

Le saturnisme infantile est un problème sanitaire

international. Le premier cas d'intoxication au plomb par ingestion de peinture a été identifié en 1881, à Brisbane, en Australie, où il est, depuis, reconnu comme fléau national. Aux Etats-Unis, on découvre chaque année 40 000 nouveaux cas chez les jeunes enfants (6 mois à 6 ans). La peinture, à nouveau, est le principal accusé. Une enquête épidémiologique réalisée entre 1976 et 1980 révèle que 4% des enfants américains ont une plombémie supérieure à 300 µg/l. «Une autre enquête soutient que 40% des enfants américains ont une plombémie supérieure à 100 µg/l», affirme le docteur Manuel, du ministère de l'Environnement français.

Rien de bien surprenant quand on sait que les peintures de 42 millions d'habitations américaines contiennent du plomb. Devant l'ampleur du problème, le Center for Disease Control (centre d'épidémiologie) d'Atlanta, qui établit la norme américaine de plombémie humaine, a décidé en octobre dernier de baisser le taux maximal admissible de 250 µg/l à 100 µg/l. Depuis, une véritable chasse au plomb est organisée à travers l'Amérique. La législation interdit même les capsules de surbouchage en plomb-étain des bouteilles de vin (**voir encadré ci-contre**).

En France, un Comité d'action plomb enfant vient d'être créé à l'issue des résultats inquiétants obtenus à Paris. Cette structure organisera une enquête épidémiologique à l'échelle nationale. La ville de Lyon sera la première concernée. L'enquête servira à «dépister les cas de saturnisme, mais permettra aussi de cartographier les zones de prévalence du saturnisme en fonction de l'âge des immeubles», précise Mme Delour, présidente du comité. Dans un deuxième temps, il faudra informer les médecins généralistes pour les encourager à ordonner des prises de sang lorqu'ils soupçonnent la maladie.

A Paris, l'enquête épidémiologique a pris une nouvelle ampleur. Une quarantaine de pédiatres du secteur privé viennent d'être associés au dépistage. Le but de ces recherches est de savoir «si les enfants de milieu défavorisé consultant les PMI sont les seuls à être touchés par le saturnisme infantile». Réponse dans 2 ans. Actuellement, toutes les peintures contenant plus de 5 milligrammes de plomb par gramme doivent présenter un étiquetage le précisant. C'est le cas du minium de plomb ($PbO_2 - 2 PbO$) dont l'usage est réservé aux revêtements extérieurs.

Didier Dubrana

(1) Le plomb tétraéthyle est un additif utilisé pour augmenter l'indice d'octane de l'essence, permettant un taux de compression plus élevé et donc un meilleur rendement du moteur.

(2) Les médecins parlent du "comportement de pica" (mot latin désignant la pie) pour caractériser cette ingestion accidentelle de substance non comestible. Ce comportement normal du nourrisson et du bébé (et même du petit enfant) disparaît avec la maturation psycho-affective.

ECHOS DE L'INDUSTRIE



ORDURES MÉNAGÈRES

Même pas un problème, tout juste une préoccupation

Inquiétants résultats d'une étude qui vient d'être effectuée sur le thème "les maires et la gestion des déchets ménagers", pour le compte d'un groupement de fabricants d'emballages-carton. En matière de gestion au quotidien, lorsqu'on demande à ces maires quels sont les principaux problèmes auxquels leur commune doit faire face, ils ne citent les déchets qu'à hauteur de 6 %. C'est un peu plus que les transports (2 %) et la sécurité routière (5 %), proche de l'eau (8 %), mais c'est infini-

ment moins que les routes (26 %), l'assainissement (11 %), les écoles (11 %) et la gestion en général (9 %).

Même si l'on "oriente" un peu la réponse des maires en leur demandant très directement s'ils sont préoccupés par la question des ordures ménagères dans leur commune, on n'obtient que 21 % de "question extrêmement importante" et 23 % de "importante", contre 22 % de "moyennement importante", 15 % de "peu importante" et 18 % de "pas du tout importante".

Bien sûr, ces pourcentages doivent être tempérés par la taille des communes. Les ordures ménagères constituent une "préoccupation importante" pour 54 % de celles qui comptent plus de 8 000 habitants.

Pour les maires, l'élimination des ordures ménagères est avant tout un problème de gestion: «Il faut gérer les ordures», «ça coûte cher», «il faut s'organiser».

Dans 60 % des cas, le montant consacré à cette gestion est de moins de 5 % du budget de la commune. Il n'atteint de

5 à 10 % que dans 25 % des cas. Pour éliminer leurs déchets, 60 % des communes ont recours à la décharge pour cette bonne-mauvaise raison qu'elle apparaît comme le procédé le moins coûteux. L'incinération, avec ou sans récupération d'énergie, est utilisée par 25 % des communes. Quant au recyclage, après collecte sélective, bien que 7 maires sur 10 qui ont choisi cette solution s'en déclarent satisfaits, il n'est pratiqué que dans 10 % des communes.

Il est vrai qu'un nombre effroyablement bas de maires savent ce qu'est le recyclage: 58 % reconnaissent qu'ils connaissent "très mal" ou "mal" ce procédé. Paradoxalement, la décharge, solution la plus couramment utilisée, fait l'objet de jugements négatifs très marqués: "mauvais pour l'environnement", "sale, polluant, dangereux", dit un maire sur deux.

Dans ces conditions, il semble que les maires aient besoin soit d'éducation civique – puisque, pour éliminer les ordures ménagères de leur commune, ils choisissent la solution la plus simple pour eux mais dont ils condamnent les effets –, soit d'information technique sur les autres procédures de traitement des ordures, aussi simples soient-ils, comme le compactage ou l'incinération. Probablement, les deux types d'information ne seraient-ils pas de trop et iraient-ils bien de pair.

SANTÉ

A quoi servent les médicaments ?

Le problème du coût des médicaments et de leur poids de plus en plus lourd dans les systèmes de prévoyance sociale, est loin de ne se manifester qu'en France. Au point que certains pays commencent à réagir très vivement à l'égard des laboratoires pharmaceutiques. Le Canada, par exemple, s'attaque aux médicaments en termes très fermes par la voie de son conseil des sciences.

Au début du siècle, note ce dernier, la trousse d'un médecin ne contenait qu'une poignée de remèdes efficaces. De nos jours, elle renferme des médicaments choisis parmi plus de 18 000 produits dont la vente est autorisée au Canada, qu'ils soient délivrés ou non sur

ordonnance. «La technologie pharmaceutique a progressé rapidement, plus vite que notre capacité à en évaluer les répercussions».

Sur ce dernier point, le conseil va jusqu'au bout de son raisonnement. Compte tenu de la croissance vertigineuse des dépenses de santé, il faudrait, demande-t-il, procéder à une évaluation de l'ensemble des technologies médicales et, en tout premier lieu, des médicaments par rapport à la santé et au bien-être des patients – mais aussi à l'économie du pays. «L'examen de la valeur des médicaments doit se faire en fonction des avantages spécifiques et des risques qu'ils présentent pour la santé, ainsi qu'en fonction des coûts et des

autres méthodes de soins» (prévention et formation du patient).

Un "audit" pour chaque médicament, une étude précise de son rapport utilité/coût: on ne connaît pas encore la réaction de l'industrie pharmaceutique à ces propositions... D'autant que le conseil des sciences du Canada demande aussi «que l'on canalise les ressources vers des secteurs prioritaires dans le domaine de la recherche en pharmacothérapie»; autrement dit, que l'on coupe les crédits des laboratoires qui se cantonnent dans l'amélioration voire la copie du déjà connu, pour ne les réservier qu'aux problèmes réels, fondamentaux, où un "bond en avant" est à tous égards nécessaire.

CHIMIE

Quand l'huile de soja remplace l'encre d'imprimerie

A lors que plusieurs Etats américains, grands producteurs de soja, ont déjà adopté une législation qui oblige les imprimeries travaillant pour eux à utiliser de l'encre constituée en partie d'huile de soja, deux chimistes du service de la recherche du ministère de l'Agriculture (USDA) viennent

de déposer un brevet décrivant la mise au point d'une encre pour papier journal entièrement obtenue à partir de cette huile. Des expériences sont en cours pour comparer la qualité de cette encre avec celle ordinairement employée.

Selon l'USDA, l'encre "100 % soja" peut être utilisée sans in-

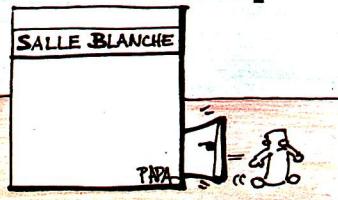
convénient pour les presses à imprimer. Elle adhère bien au papier, est facile à nettoyer et son prix est très compétitif par rapport aux autres encres.

La substitution à l'ensemble des encres actuellement utilisées par les imprimeurs de journaux absorberait l'équivalent de plus d'un million de

tonnes de graines de soja. Un potentiel qui pourrait encore s'accroître si les chercheurs parvenaient à formuler une encre utilisable sur papier couché (plus grande qualité). Les céréaliers américains se frottent les mains devant ce nouveau et gigantesque débouché.

SALLES BLANCHES

Les salles blanches prolifèrent



Vaccins, antibiotiques, ordinateurs, puces électroniques: plus les produits sont complexes, plus pure doit être l'atmosphère des salles de fabrication qu'on appelle "blanches", celles où sont filtrées poussières et micro-organismes. Et comme la tendance de l'industrie actuelle est de travailler dans le petit, le délicat, la "nanotechnologie", l'industrie des salles blanches prospère: son chiffre d'affaires est, en France, en aug-

mentation annuelle constante de 5 à 10 %.

La propreté n'est plus l'apanage de l'électronique, de l'industrie pharmaceutique, du médical ou de l'aérospatial. Pour améliorer la qualité de leur production et rester compétitives dans le Grand Marché commun, un nombre croissant d'industries opte pour la fabrication en salles blanches.

Ainsi en est-il de la cosmétique, de la micromécanique et même de l'automobile (pour certains composants). Autant de secteurs qui entraînent, bon gré malgré, leurs sous-traitants dans leur sillage. Si bien que les fabricants de salles blanches et de systèmes d'épuration ne se font pas le moindre souci quant à leur avenir.

■ Vive polémique après l'annonce par l'Inde de son intention de vendre son savoir-faire en matière nucléaire (et notamment un réacteur nucléaire d'expérimentation) à un pays du Moyen-Orient. Face aux critiques, la réponse de l'Inde est: «Nous avons jusqu'ici refusé de signer le traité de non-prolifération». Inquiétant...

■ Le Centre franco-japonais ouvre ses portes à Rennes. Vocation : former les cadres français aux techniques commerciales et industrielles japonaises. Unique en France, son implantation ne doit rien au hasard : avec les usines Canon, Mitsubishi et Kenwood, les activités de l'Ille-et-Vilaine sont déjà fortement influencées par le Japon.

HORTICULTURE

La rose bleue de Melbourne

Chimère qu'une rose bleue ? Oui, aujourd'hui ce n'est qu'un projet, séduisant et irréalisable. Mais si demain la rose bleue reste chimère, ce sera alors dans l'autre acception du terme : elle deviendra bel et bien un organisme constitué de cellules et de tissus provenant de deux espèces différentes et coexistant en parfaite symbiose.

En travaillant sur des fleurs bleues comme l'iris ou le delphinium pendant quatre longues années, des chercheurs australiens annoncent en effet avoir isolé le gène responsable de la coloration des fleurs en bleu. Ils entreprennent maintenant de le transférer sur des roses rouges ou roses. N'aurait-il pas été plus simple de le faire sur des roses blanches ? Non : les chercheurs ont établi qu'elles ne disposaient pas de voies de production de pigments fiables, indispensables à la réussite du transfert du gène.

Dès 1993, on devrait voir les premiers spécimens de roses bleues, estime Calgene Pacific, la société spécialisée dans la biotechnologie des végétaux dont les chercheurs sont parvenus à ce premier résultat (contact : Dr. Michael Dalling, 16 Gipps Street, Collingwood, tél. : (16) 83 30 50 51).

Victoria 3066, Australie.

Les spécialistes du marketing affirment que, dans le monde entier, la rose bleue fait l'objet de recherches (jusqu'ici vaines); pas pour réussir une performance technique "curieuse", mais parce que le bleu serait la couleur préférée des consommateurs. Or, l'enjeu est de taille. Le marché mondial des fleurs coupées atteindrait environ 6,5 milliards de dollars australiens, soit plus de 29 milliards de francs français ; celui des fleurs sur pied 10 % de ces montants...

Calgene Pacific a toutefois une longueur d'avance : elle sait déjà produire des œillets bleus.

■ Tout sur les 36 technopôles et parcs d'activité scientifique français, qui se sont considérablement développés au cours des dernières années, dans un annuaire de 350 pages. Leurs spécificités, leur potentiel industriel, leurs structures et, bien sûr, les conditions d'admission (prix, personnes à qui s'adresser, etc.). L'ouvrage est bilingue anglais-français. Prix : 950 F TTc auprès de Francom, 16 rue Lyautey, BP 244, 54004 Nancy, tél. : (16) 83 30 50 51.



CANONS A NEIGE

Soupe biologique pour neige poudreuse

Regardez notre photo. Deux canons à neige, parfaitement identiques, y sont en action. Mais celui de gauche produit une neige "maigrelotte" qui forme un bien piètre revêtement. Celui de droite, au contraire, témoigne d'une surprenante puissance, il produit une belle neige qui recouvre le sol d'un épais tapis de "poudreuse".

Quelle est la différence entre les deux canons ? Le premier fabrique la neige classiquement, en mélangeant de l'air et de l'eau. Tandis que le second ajoute un ingrédient, le catalyseur "Snomax", qui assure aux canons une production de neige accrue de 20 % au minimum, mais pouvant atteindre 100 %.

Le Snomax est une protéine obtenue à partir d'une bactérie, la *Pseudomonas syringae*. Une bactérie que l'on trouve dans la nature — sur des plantes, dans le sol, l'eau ou l'air ambiant — en quantités infinitésimales et qui est tout aussi inoffensive que les bactéries et levures à partir desquelles sont fabriqués des pro-



duits tels que le yaourt, le fromage, la bière et la plupart des pains. Mais elle présente une caractéristique tout à fait particulière : elle augmente la cristallisation de l'eau, donc la quantité de neige par litre d'eau, même si la température est supérieure à 0°C ou, au contraire, si elle atteint -10°C.

Les protéines bactériologiques de *Pseudomonas syringae* sont cultivées en quantités énormes en laboratoire, dans des réservoirs de fermentation. Cette "soupe" biologique est ensuite filtrée pour être séchée et transformée en pastilles dans de l'azote. Ce traitement ne conserve que l'élément utile à la fabrication de la neige.

Lors de l'utilisation, on dissout le Snomax dans de l'eau pour obtenir une solution

concentrée qui est ensuite injectée dans le conduit d'eau menant au canon à neige. Une caisse de produit, 2,3 kg, suffit pour environ 3,8 millions de litres d'eau, chaque goutte d'eau sortant des canons étant imprégnée du produit actif.

Aux Etats-Unis, toutes les organisations concernées par la santé et l'environnement, du niveau fédéral à celui des Etats — et l'on sait combien elles sont nombreuses et tatillonnes — ont donné le "feu vert" au Snomax. Le produit ne présente aucune toxicité, aucun désagrément pour les hommes, pour les animaux, pour les plantes, pour les sols ni pour les eaux de ruissellement et d'infiltration.

Le produit avait du reste été retenu pour les jeux Olympiques de Calgary, au Etats-Unis, de même qu'il est partenaire officiel des jeux Olympiques d'Albertville (mais l'état d'enneigement des pistes, à l'heure où nous écrivons ces lignes, laisse penser qu'il ne sera pas vraiment nécessaire d'y avoir recours).

Snomax Technologies est une filiale de Kodak. En France, le produit est distribué par Rustifrance (Tour Horizon, 52 quai De Dion-Bouton, 92815 Puteaux Cedex, tél.: (1) 49 06 59 80, fax: (1) 47 73 69 80. Contact : M. Gérard Dalby).

■ Protection contre les intempéries ou la chaleur des rayons solaires pour les toitures en verre, plexiglass, etc., grâce au système français "Thermabri". Eté comme hiver, les locaux protégés conservent la température souhaitée. Le dispositif est constitué de lames doubles remplies de mousse de polyuréthane qui coulissent selon les ordres transmis par une commande électrique. La société qui a mis ce procédé au point céderait des licences de fabrication et de commercialisation sur l'étranger. Contact : A.G. Campolo, 134 bis avenue des Soupirous, 84140 Montfavet. Tél. : (16) 90 32 62 40. Fax : 90 23 54 91.

ENVIRONNEMENT

Un label "volontariste"

Le premier label NF environnement, certifiant aux consommateurs les "écoproduits", voit enfin le jour ce mois-ci avec la publication d'un règlement technique portant sur les peintures et vernis. Suivront celui des piles puis celui des emballages, ces derniers étant nécessaires pour

définir les normes environnement de nombre d'autres produits.

Le label NF environnement se donne pour objectif de mettre en valeur les produits qui présentent de réelles qualités écologiques et de changer par ce biais les habitudes d'achat des consommateurs. Il ne sera

défini pas imposé aux firmes. C'est volontairement que ces dernières devront décider de respecter le règlement technique permettant de l'obtenir.

Il sera attribué en fonction de la totalité du cycle de vie du produit, depuis le choix de la matière première, jusqu'à son devenir après usage.



ÉCONOMIE

Si l'emballage va...

Pour prévoir les évolutions de l'économie, les spécialistes de la prospective s'intéressent aujourd'hui à un nouvel indice : la santé de l'industrie de l'emballage. « Si l'emballage va, tout ira... », annoncent-ils, s'inspirant du fameux adage : « Quand le bâtiment va, tout va ».

L'industrie de l'emballage constitue en effet un nouvel indicateur de l'économie industrielle qui peut être tenu pour fiable. Car elle reflète les tendances à la fois des industries de grande consommation et de biens d'équipement ; la répartition étant de 3/4 pour les premières et de 1/4 pour les se-

condes. Et si l'industrie augmente ses achats de "conteneurs" que sont les emballages, c'est qu'elle prévoit une progression de ses ventes de "contenus". On considère généralement que cette progression des ventes de produits intervient trois mois après l'augmentation des achats d'emballages.

Selon l'Institut français de l'emballage et du conditionnement (IFEC), le chiffre d'affaires total des matériaux d'emballage et de conditionnement a pulvérisé tous les records au cours des quatre dernières années, avec une croissance de 30 % (7% par an en

moyenne). Les leaders restent le papier carton (1/3 de la consommation française d'emballage), les matières plastiques (1/4), le verre (18%) et le métal (15%).

D'ici à 1994, les experts de l'IFEC s'attendent à une augmentation (ralentie) de l'industrie de l'emballage, évaluée à 25 %. Et ce, malgré les freins économiques (croissance plus faible, coût de l'énergie, des matières premières et de la main-d'œuvre) et les impératifs écologiques (diminution du volume des déchets, protection de la couche d'ozone, atténuation de l'effet de serre, etc.).

AGRICULTURE

Le bébé kiwi fait une poussée de croissance

Ke kiwai est un cousin du kiwi. Il est plus petit, plus fin, de la taille d'une olive ou d'une grosse noisette. Comme son aîné, il est riche en vitamine C, mais il contient en outre du calcium, du magnésium, du potassium, du fer, du mangane et du zinc. Pour l'instant, du fait de son prix et de la difficulté de sa récolte, on ne le trouve que dans les épiceries fines et à un prix élevé.

Les plants de kiwai poussent sur des tonnelles, et les fruits pendent en grappes. Ils doivent être cueillis et soigneusement emballés à la main.

Mais il va se faire un peu plus "démocratique". Francis Duroux, un agriculteur de Haute-Garonne qui a commencé ses plantations en 1986, cultive aujourd'hui 5 hectares de kiwai. Et sa production s'est multipliée par dix en un an :

400 kg en 1990, 4 000 kg cette année ! Une petite douzaine d'autres agriculteurs français auraient déjà emboîté le pas à Francis Duroux. Ils peuvent le faire sans se concurrencer : il existe une cinquantaine d'espèces de kiwai...

Pour tout renseignement : Francis Duroux, domaine de Fleyres, 31530 Bretz, tél. : (16) 61 85 42 22.



LUTTE BIOLOGIQUE

Pauesia cedrobiⁱⁱ contre Cedrobrum laportei

Pour reboiser les massifs du sud de la France, on a déjà beaucoup utilisé et on utilise de plus en plus le cèdre de l'Atlas, une espèce originaire d'Algérie et du Maroc. Pour s'apercevoir que les arbres sont souvent colonisés par un puceron, le *Cedrobrum laportei*, lui aussi originaire d'Afrique du Nord, qui commet des dégâts si importants qu'ils peuvent même entraîner la mort des arbres attaqués.

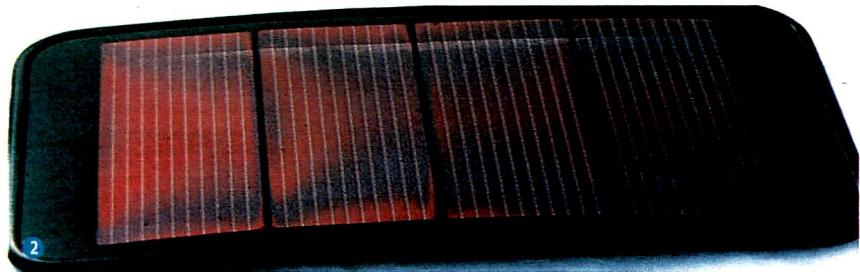
Bonne nouvelle pour les cédraies, des chercheurs des stations d'Avignon et d'Antibes de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) ont, grâce à une mission au Maroc, décelé des hyménoptères, les *Pauesia cedrobiⁱⁱ*, qui parasitent les pucerons cedrobrum. Ils ont été lâchés dans une cédraie fortement infestée du Luberon et le succès a été total. *C. laportei* a été "envoyé au tapis". Irrémédiablement KO. Les chercheurs ont même mis au point en laboratoire une méthode d'élevage du parasite pour des lâchers dans d'autres cédraies. Le suivi de ces lâchers a montré que *P. cedrobiⁱⁱ* s'est bien acclimaté et largement propagé. Le parasite a en effet envahi non seulement les peuplements de cèdres visés, mais aussi d'autres cédraies, parfois très éloignées. Et plus aucune pullulation de *C. laportei* n'a été constatée dans les cédraies "enrichies" en *P. cedrobiⁱⁱ*.

L'introduction de ce parasite est un exemple (rare) de destruction biologique d'un insecte forestier.

Le toit ouvrant qui fait le froid et le chaud

Apparemment, elle n'a rien de particulier cette luxueuse japonaise présentée par Mazda (1). Sauf son toit ouvrant conçu par Sanyo (2) : il est constitué de cellules solaires en silicium, qui alimentent en énergie un système de ventilation interne l'hiver.

Le système est piloté par un capteur de température ambiante, placé à l'arrière du véhicule. En cas de forte chaleur, deux ventilateurs se mettent automatiquement en route. Lorsqu'on regagne sa voiture, on quitte la fournaise extérieure pour retrouver un véhicule agréablement frais. Même si ce dernier est équipé d'un système d'air conditionné, qui est



plus efficace, le refroidissement de l'air s'obtient, grâce aux cellules solaires, avec un gain de temps de 30 %. Et la ventilation élimine, en outre, fumées de cigarettes, poussières et autres éléments polluants qui ne sont pas traités par la filtration classique.

Par temps frais, lorsque la ventilation interne n'est pas nécessaire, les cellules solaires



trouvent une autre utilité : elles vont automatiquement recharger la batterie. Une batterie ayant perdu le tiers de sa capacité sera ainsi rechargeée à

100 % en cinq jours.

Le toit solaire n'est pas encore véritablement lancé sur le marché. Il n'équipe que quelques centaines de véhicules. On ne sait encore si Mazda fait là un exercice de style destiné à illustrer ses capacités technologiques, ou s'il s'agit d'une répétition avant une production, toujours en option, mais moins "confidentielle".



DESERTS

Des "tue-sécheresse" pour reverdir l'Afrique

Les scientifiques du centre de recherche de l'association Henry Doubleday, de Ryton en Grande-Bretagne, effectuent un travail peu commun. Ils cherchent, étudient puis fournissent des variétés d'arbres convenant aux divers degrés d'aridité, souvent extrêmes, des pays africains. Ces arbres, qui rendent la vie aux régions désertiques, les font reverdir, apportent ombre, bois à brûler, nourriture, gomme, qui alimentent et lient les sols pauvres, ils les ont surnommés des "tue-sécheresse".

Sur le terrain et en laboratoire, ils ont déjà recueilli de précieux renseignements sur les préférences climatiques, les modes de gestion, les usages de 244 espèces d'arbres et arbustes. Ce qui leur permet de

faire face, par leurs conseils mais aussi en envoyant les graines les plus appropriées, aux besoins de quasiment tous les pays en voie de développement. Le centre de recherche serait récemment parvenu à sélectionner des variétés d'arbres et d'arbustes à usages multiples, pour les régions arides et semi-arides d'Afrique, d'Asie, du Moyen-Orient et d'Europe. Les chercheurs travaillent actuellement à définir dans le détail les conditions d'entretien de ces arbres, région par région, afin que cette exploitation soit parfaitement viable. L'association Henry Doubleday est aussi actuellement impliquée dans 164 programmes d'aide qui s'exercent au bénéfice de 34 pays parmi les plus pauvres de la planète.

Ces encres se font dans toute la gamme usuelle des couleurs. Elles conviennent aux supports souples, tels que sacs plastiques de polyéthylène haute ou basse densité, elles tiennent bien, résistent au contact de l'eau une fois qu'elles sont sèches, ne craignent pas le froid (les sacs im-

IMPRIMERIE

Encres écologiques pour supports non écologiques

Un fabricant britannique a mis au point une encre d'imprimerie à l'eau pour "plastiques" qui supprime quasiment les émissions de vapeurs de solvants. Double avantage : l'assainissement de l'atmosphère des ateliers d'imprimerie et la diminution de la pollution d'abord, la réduction des risques d'incendie ensuite : il n'est plus nécessaire que les presses soient antidéflagrantes.

Ces encres se font dans toute la gamme usuelle des couleurs. Elles conviennent aux supports souples, tels que sacs plastiques de polyéthylène haute ou basse densité, elles tiennent bien, résistent au contact de l'eau une fois qu'elles sont sèches, ne craignent pas le froid (les sacs im-

primés supportent le séjour en congélateur).

D'autre part elles ne sont pas plus coûteuses que les encres auxquelles elles viennent se substituer, pas plus qu'elles n'imposent de limitation de vitesse de tirage aux machines d'imprimerie.

Le fabricant britannique travaille actuellement à la mise au point d'autres encres à l'eau de qualité encore supérieure, pour l'impression en quatre couleurs d'une part, sur d'autres supports dont le polypropylène et les films enduits d'autre part.

Ce fabricant cherche des agents en France. Pour tout renseignement : Mirage Inks Ltd, Coombend, Radstock, Bath, BA3 3AP, Grande-Bretagne.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 1 rue du Colonel Pierre-Avia, 75015 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

DÉCHETS : DES BOUTEILLES EN PLASTIQUE EMBOITÉES COMME DES POUPEES RUSSES

Quoi ?

Une idée toute simple qui permet de stocker six bouteilles en plastique vides, ce qui est la contenance d'un pack normal, dans un volume tenant à peine plus de place qu'une seule de ces bouteilles : on les emboîte les unes dans les autres.

Comment ?

L'idée est particulièrement intéressante au moment où industriels et pouvoirs publics se demandent comment ils pourraient bien, efficacement, facilement et au moindre coût pour chacun, collecter pour les recycler les déchets d'emballages ménagers. Et en particulier les bouteilles en plastique qui sont sans doute les plus encombrants et les plus polluants de ces déchets.

Toutes les études faites

jusqu'ici se sont placées en aval du consommateur, c'est-à-dire qu'elles sont parties des bouteilles telles qu'elles sont actuellement mises sur le marché par les fabricants. C'est l'intelligence de cette invention que de se placer en amont du consommateur – une idée qui, après coup, paraît évidente –, en proposant aux fabricants d'emballages d'adopter une bouteille adaptée, dès l'origine, au problème de la collecte. La solution paraît dès lors fort simple. Il s'agit d'éliminer le volume inutile des bouteilles vides en les emboitant les unes dans les autres. Il suffit de découper le fond de la première bouteille (1 - 2), de le renverser et de l'incorporer dans celle-ci (3); en opérant de la même manière avec les suivantes, on obtiendra un emboîtement (4)

dont le volume sera pratiquement celui d'un seul bouteille.

La bouteille doit avoir une forme bien particulière (inscrite dans deux troncs de cône) et présenter sur sa surface externe une moulure en creux qui désigne l'endroit précis où la découpe doit être faite. Cette dernière s'effectue avec un petit outil, spécialement conçu et ne présentant aucun danger, même manipulé par un enfant. Cet outil, de quelques grammes, en plastique injecté, d'un prix de revient dérisoire, pourrait être offert avec chaque pack, même s'il s'agit d'un produit aussi peu coûteux que les eaux minérales (qui constituent les 4/5 des conditionnements en plastique).

Pour qui ?

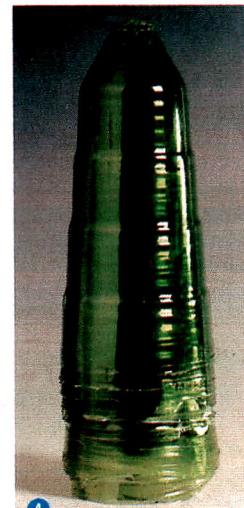
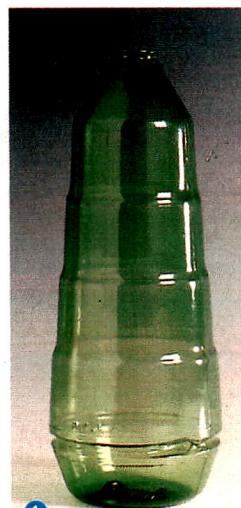
L'inventeur cherche des industriels intéressés par l'ex-

ploitation sous licence de son brevet.

Il est prêt à céder une partie de ses redevances pour le montage d'opérations de partenariat portant sur la valorisation des déchets ménagers.

Comment passer dans cette rubrique

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à "Des marchés à saisir" un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.



INVENTION

L'invitée de Science & Vie à Genève

Comme nous le faisons chaque année, nous mettons gracieusement à la disposition d'un innovateur français, dont la création a été publiée au cours des douze derniers mois dans notre rubrique "Des marchés à saisir", un stand d'exposition au Salon international des inventions, des techniques et produits nouveaux de Genève (du 3 au 12 avril prochain). Le hasard du tirage au sort fait que nos lecteurs se souviendront parfaitement de l'invention retenue, puisqu'elle a été publiée



dans notre... dernier numéro. Il s'agit d'une barrière pivotante, créée par M. Pierre Descombes, qui limite l'accès des routes, parkings d'immeubles, zones piétonnes, chemins forestiers, alpages, etc., en obligeant celui qui l'ouvre à la refermer: lors du déverrouillage, une fourchette vient en effet interdire le retrait de la clef qui ne pourra être récupérée qu'après verrouillage. Cette invention a été conçue parce que l'expérience prouve que les barrières de sécurité, actuellement ouvertes avec une simple clef, ne sont - négligence ou manque de sens civique - que très rarement refermées.

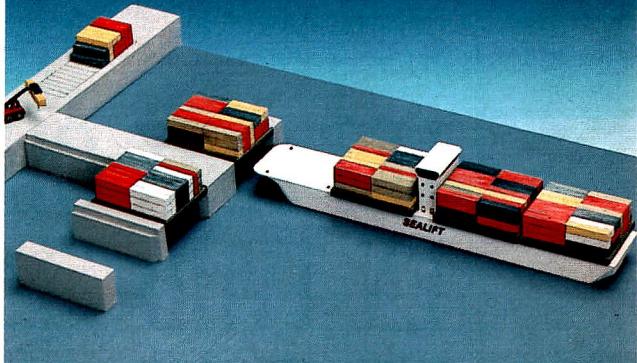
Nous souhaitons à M. Descombes de remporter à Genève le succès qu'il mérite. En ce qui concerne le Salon, qui fête cette année sa 20^e édition (date limite d'inscription le 25 fé-

vrier), nous renverrons nos lecteurs à notre numéro de janvier. Précisons seulement qu'en 20 ans le Grand Prix a été décerné 9 fois à une invention française! Et qu'il a constitué la consécration comme le tremplin pour des inventions aussi variées que le galon de lumière souple et autocollant, le bouton qui se visse et celui qui est automatiquement fixé par ultra-sons, l'omelette en tube, le tissu antiglissoir pour vêtements de sports d'hiver présenté par Georges de Mestral (l'inventeur du Velcro), le détecteur de décongélation des produits, le système de micro-irrigation des plantes pour les cultures maraîchères et horticoles, la chaîne entièrement automatique pour abattoirs, ou encore l'encre pour aveugles qui écrit en relief.

D'autre part, du 30 mars au 30 avril, se tiendra le 5^e Symposium Organisation mondiale de la propriété intellectuelle (OMPI) - Fédération internationale des associations d'inventeurs (IFI). Il réunira les présidents et responsables d'associations d'inventeurs du monde entier.

Pour tout renseignement sur le salon : Science & Vie, Innovia, 1 rue du Colonel Pierre-Avia, 75015 Paris, tél. : (1) 46 48 48 66, fax : (1) 46 48 48 67. Contact : Monique Vogt, ou envoyez simplement votre carte de visite.

Informatique : rapprochement technologique à la base. La carte modém des derniers portables d'IBM et d'Apple est fabriquée à partir du même composant électronique de base, fourni par Rockwell.



FRET MARITIME

Et si le capitaine remplaçait les dockers ?

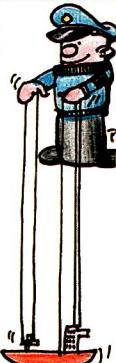
I n'y a là aucune plaisanterie: un système de chargement et de déchargement des navires, présenté en Suède, qui ne fait appel qu'aux talents de pilote du capitaine, permettrait effectivement à ce dernier d'embarquer ou de débarquer tout seul jusqu'à 1 000 tonnes de cargaison en 20 minutes.

Ce système, le "Sealift", qui a, paraît-il, fortement impressionné les autorités portuaires suédoises et les compagnies de transport, a été conçu par P. O. Anderson, le directeur de la distribution d'un important groupe forestier.

Il associe des plates-formes de chargement surplombant la mer à des navires-barges. Les plates-formes métalliques reposent à leurs extrémités latérales sur des fondations de béton placées dans l'eau, le long du quai. Elles mesurent 20 x 22 m et peuvent recevoir cinquante conteneurs. Une rampe permet d'y accéder, si bien que les camions peuvent décharger directement 24 heures sur 24. Il n'est donc plus nécessaire de synchroniser les périodes de livraison avec l'arrivée des navires.

Les navires-barges présentent un pont plat qui peut porter quatre plates-formes. Des ballasts permettent d'ajuster la hauteur du pont au-dessus de l'eau afin qu'il se glisse sous les plates-formes. Lorsque le pont

est en position, l'eau est évacuée des ballasts; le bateau s'élève et vient ainsi se placer sous les plates-formes. Pour le déchargement, la procédure est la même, mais inversée. Toute l'opération est extrêmement rapide. Cette brièveté des escales, ainsi que la possibilité de travailler 24 heures sur 24 et la diminution drastique de la main-d'œuvre dans les ports, rendent le système économiquement très intéressant. Reste qu'il ne peut fonctionner qu'avec une mer d'huile

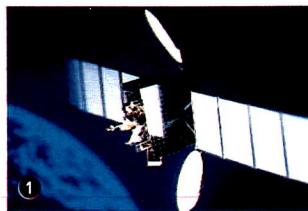


Bilan du concours d'inventions "Matière grise" (Science & Vie n° 887) : 1 039 dossiers d'inscription demandés; 527 déposés — là où on en attendait 100. Les salariés ont des idées qui restent inexploitées dans leurs entreprises : ils sont responsables de 70 % des propositions reçues (retraités 15 %, sans profession 10 %, étudiants seulement 5 %).

Un manipulateur de blocs de béton, qui les saisit et les déplace sans les endommager, a été mis au point par la firme japonaise Tokyu Construction. Des capteurs règlent la force des machines de serrage et un système de positionnement autorise des rotations de 360° permettant un ajustement parfait des blocs.

PAR ROGER BELLONE

LES JEUX OLYMPIQUES EN TVHD



A l'occasion des jeux Olympiques d'hiver, le public pourra voir, pour la première fois, des retransmissions télévisées en haute définition. Mais il lui faudra se rendre dans l'un des cinquante centres (dont vingt-sept en France) créés à cet effet en Europe.

Alberville est déjà en fête. Deux mille athlètes affluent du monde entier vers les XVI^e jeux Olympiques d'hiver qui débuteront le 7 février. Les pistes enneigées sont peaufinées. Une dernière main est mise aux équipements d'accueil et d'assistance, ainsi qu'aux réseaux d'information.

L'événement, de nos jours, ne se conçoit plus sans médiatisation à l'échelle planétaire. Aussi les moyens de télécommunications les plus modernes jamais réalisés ont-ils été mis en place, notamment pour permettre à quelque deux milliards de téléspectateurs de vivre les jeux pratiquement en temps réel. Les Européens seront privilégiés car ils seront les premiers à pouvoir suivre les exploits sportifs sur des écrans de télévision à haute définition (la TVHD, qui utilise la norme européenne HD-MAC).

A cet effet, Télécom 2A, premier satellite de télécommunications de seconde génération, le plus perfectionné jamais construit, a été mis sur orbite géostationnaire le 16 décembre dernier par le lanceur Ariane 4L. Il est destiné à remplacer, à partir de mars, les satellites Télécom 1A et 1C, arrivés en fin de vie. Il sera placé à cet effet sur une position 8° ouest. Mais aujourd'hui, spécialement pour les jeux d'Albertville, sa position est 3° est. Il assurera ainsi les liaisons de télévision classique intra-tarentaise et les retransmissions sur 50 sites européens de programmes quotidiens de TVHD, de 11 h à 0 h 30.

L'opération est conduite par le groupement Saône 1250, créé pour promouvoir la TVHD et comprenant les ministères de l'Industrie, des Postes Télécommunications et Espace, le secrétariat d'Etat à la Communication, ainsi que France Télécom, TDF, Thomson Consumer Electronics et Philips Consumer Electronics France. Les 50 sites européens, dont 27 en France, présenteront les programmes en 1250 lignes sur des écrans au format 16/9 et en

son numérique.

Avant de voir plus précisément comment les Français recevront ces émissions, il nous faut revenir brièvement sur Télécom 2A, l'outil de base des transmissions.

Décidé dès 1987 pour assurer la succession des satellites Télécom 1A, 1B et 1C, le projet Télécom 2 a d'abord été conçu pour faire face à la croissance constante des besoins en télécommunications. Il repose sur trois satellites : 2A, actuellement en orbite, 2B qui sera lancé le mois prochain et 2C qui sera livré en juin suivant mais restera en attente.

Développé par France Télécom et son centre de recherche, le CNET, construit par Matra-Marconi Space et par Alcatel Espace, Télécom 2A possède une masse utile de 405 kg (135 kg pour Télécom 1), une puissance électrique de 3,3 kW (1,15 kW pour Télécom 1), une durée de vie de 10 ans (7 ans pour Télécom 1) et un nombre total de 26 canaux (12 sur Télécom 1). Ces canaux sont destinés à trois types de missions :

- 10 canaux de 11 W chacun pour des transmissions sur 6/4 GHz, assurant la continuité des services de téléphonie et de distribution de télévision déjà assurés par Télécom 1 (destinés au ministère des PTT).
- 5 canaux de 20 ou 40 W pour les télécommunications militaires sur 8/7 GHz (service Syracuse 2 du ministère de la Défense).
- 11 canaux de 55 W chacun pour des transmissions sur 14/12 GHz, assurant la continuité de ser-

Le relais des J.O.

Ces antennes (2), installées spécialement pour les JO, achemineront les images vers les satellites de diffusion – en particulier vers Télécom 2A (1) qui assurera la retransmission en HD-MAC..

vices existant déjà sur Télécom 1, mais avec une capacité et un niveau de signal nettement supérieurs. Chaque canal peut acheminer un signal de télévision analogique ou numérique, ainsi que, pour les entreprises, un signal numérique spécifique à 25 Mbits/s ou encore un multiplex de 30 voies radio stéréophoniques plus 10 voies monophoniques. La bande passante est de 36 MHz.

Chacun de ces canaux pourra donc transporter nos signaux de télévision SECAM, D2-MAC et HD-MAC. L'un d'eux retransmettra la TVHD selon la norme européenne (image analogique, son numérique). La puissance utile (PIRE ou puissance isotropique rayonnée - il s'agit de la puissance reçue en un point donné) permettra une réception améliorée au sol, y compris au moyen d'antennes individuelles (dimension idéale : 75 cm de diamètre).

D'un point de vue plus général, en ce qui concerne les jeux d'Albertville, France-Télécom assure l'intégralité des transports d'images au sein de la zone olympique et vers le monde entier, à la demande de CBS aux Etats-Unis et de l'ORTO (Organisme de radio-télévision olympique), filiale commune d'Antenne 2, FR3, Radio France et Télédiffusion de France. Les liaisons extra-olympiques passent par des satellites Intelsat ou Eutelsat (pour l'Europe). Télécom 2A assure uniquement les liaisons intra-olympiques et, nous l'avons vu, les programmes HD-MAC (en cas de panne, deux dispositifs de rechange sont prévus via les satellites Eutelsat 2F1 et Télécom 1A).

En Savoie, un Centre international de radio-télé-



vision a été établi à Moutiers pour relier tous les sites où se dérouleront des compétitions. Quarante stations terriennes d'émission ont été installées sur les sites sportifs et à Moutiers. Quatre stations transportables seront également utilisées. Toutes assureront les liaisons avec Télécom 2A.

Comment, dans ces conditions, les Français vont-ils recevoir les divers programmes olympiques car, bien entendu, tous ne pourront voir des images en haute définition, ne serait-ce que parce qu'ils ne possèdent pas de téléviseur HD-MAC 1250 lignes.

- Les possesseurs de postes du parc actuel (SECAM ou PAL/SECAM) recevront les émissions sous forme classique, en SECAM (donc en couleurs, en balayage 625 lignes, avec image au format 4/3 et son ordinaire monophonique).

- Les possesseurs de ces mêmes postes mais équipés en outre d'un décodeur D2-MAC recevront les programmes en D2-MAC puisque la compatibilité

est totale entre ce standard et le HD-MAC. La réception se fera soit par le satellite Télécom 2A si le téléspectateur possède une antenne parabolique, soit par réseau câblé s'il est raccordé à un tel réseau. L'image sera donc améliorée par rapport au SECAM et le son sera aux normes hi-fi numériques.

- Ceux qui possèdent des téléviseurs SECAM/D2-MAC intégré, avec écran 4/3, recevront les programmes dans les mêmes conditions que ceux du groupe précédent.

- Enfin les possesseurs de téléviseurs SECAM/D2-MAC avec écran au format 16/9 recevront aussi les programmes en D2-MAC et son numérique⁽¹⁾. Mais, de plus, ils bénéficieront du format large, automatiquement commuté par le signal vidéo HD-MAC. Si le poste comporte un balayage 1250 lignes (par exemple le Space System de Thomson ou l'Oceanic Cinescreen 1250), l'image sera reçue en 1250 lignes mais par simple doublement du balayage D2-MAC

625 lignes car ces téléviseurs ne comportent pas encore de décodeur HD-MAC.

Pour voir en haute définition véritable les épreuves des jeux d'hiver, les Français devront donc se rendre sur l'un des 27 points équipés à cet effet de téléviseurs ou de téléprojecteurs HD-MAC 16/9 (**voir encadré ci-contre**). Ainsi, pour la première fois, les téléspectateurs pourront juger des différences entre les images de leur petit écran (400 000 points) et les images de leur future télévision (2 millions de points). Cette expérience sera renouvelée et amplifiée lors des jeux Olympiques d'été à Barcelone, lors desquels des décodeurs HD-MAC seront mis à la disposition du grand public.

Roger Bellone

OU VERREZ-VOUS LES JEUX EN TVHD ?

Les sites français où vous pourrez voir les jeux Olympiques en TVHD - 1250 lignes sur des écrans au format 16/9 et avec le son numérique - sont :

● Albertville

- Espace de la CEE au village olympique. Réalisation CEE et Savoie 1250 (association créée à l'occasion de cette diffusion exceptionnelle des jeux Olympiques en TVHD).
- Espace France Télécom.

● Chambéry

- Euro TC, Carré Curial. Réalisation France Télécom.

● Courchevel

- Hôtel du rond-point des pistes. Réalisation Savoie 1250.

● Méribel

- Hôtel Antares. Réalisation Savoie 1250.

● La Léchère

- Centre de presse. Réalisation CEE et Savoie 1250.

● Moutiers

- CIRTV. Réalisation TDF.

● Les Arcs

- Chalet Thomson.

● Paris et banlieue

- Cité des sciences et de l'industrie, 30 av. Corentin Cariou, 75019 Paris. Réalisation

Cité des sciences et de l'industrie et Savoie 1250.

- FNAC Etoile 2, 26 av. des Ternes, 75017 Paris.

- Pub Renault, 53 av. des Champs-Elysées, 75008 Paris. Réalisation France Télécom et Renault.

- Antenne 2, 22 av. Montaigne, 75008 Paris. Réalisation TDF.

- Maison de la radio, Studio 102, 16 av. du Président-Kennedy, 75016 Paris. Réalisation France Télécom.

- Vidéothèque de Paris, porte Saint-Eustache, 75001 Paris. Réalisation Vidéothèque et Savoie 1250.

- Espace Image de la FNAC, 12 bd de Sébastopol, 75002 Paris.

- TDF, 21 rue Barbès, 92120 Montrouge.

● Lyon

- Espace Entreprise France Télécom, 17 quai du Dr Gailleton, 69002 Lyon.

● Marseille

- Centre Bourse, 17 square Belsunce, 13001 Marseille. Réalisation TDF et FNAC.

● Metz

- CESCOM Technopole, rue Félix-Savart, 57000 Metz. Réalisation France Télécom.

● Montpellier

- Palais des Congrès, Le Corum, 34000 Montpellier. Réalisation France Télécom.

● Nantes

- Centre de communication de l'Ouest, Tour Bretagne, 44000 Nantes. Réalisation France Télécom.

● Poitiers

- Téléport du Futuroscope, 86130 Jaunay-Clan. Réalisation France Télécom.

● Villeneuve-d'Asq

- Maison d'activités culturelles, Cité scientifique, 59650 Villeneuve-d'Asq. Réalisation France Télécom.

● Strasbourg

- Parlement européen, av. de l'Europe, 67000 Strasbourg. Réalisation France Télécom.

● Toulouse

- Chambre de commerce et de l'industrie, 2 rue Alsace-Lorraine, 31000 Toulouse. Réalisation CEE et France Télécom.

● Rennes

- Centre de culture scientifique, technique et industrielle, 6 place Colombes, 35000 Rennes. Réalisation TDF.

- Eurosíté itinérant, une unité de France Télécom qui se déplacera dans diverses villes.

(1) La liste des téléviseurs 16/9 disponibles sur le marché a été publiée dans *Science & Vie* n° 890 de novembre 1991, p. 136.

UNE IMAGE FANTASTIQUE DE VOTRE REGION

Une image Spot pour voir autrement la région où vous habitez, le "coin" qui vous est cher. Fleuves, plaines, montagnes, villes, tout y est...

Poster format total 50 x 60 cm.
Impression couleurs sur papier 250 g.
Pelliculage 1 face.
Livraison standard en tube carton.
130 F.



Les satellites Spot

Le programme SPOT est le plus avancé à ce jour des programmes civils d'observation de la Terre. De nouvelles vues sont disponibles en permanence.

Pour tous renseignements :

Tél. (16) 50 92 94 46

Minitel : 3615 code CNESPACE (rubrique IMAGES)

Autres vues (hors carte) :

101 New-York

102 Bahamas

104 San Francisco

105 Londres

107 Rome

108 Bonn, Cologne

109 Madrid

111 Copenhague

112 Athènes

113 Amsterdam

114 Dublin

115 Lisbonne

116 Berlin

203 Hong Kong

SCIENCES-IMAGES, Editeur pour Spot Image

Cochez la case de votre choix

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
101	102	104	105	107	108	109	111	112	113
114	115	116	203						

Les carrés numérotés délimitent approximativement les vues disponibles

OUI, JE COMMANDE :

Bon de commande à renvoyer avec votre règlement à :
Sciences-Images, Editeur pour Spot Image, B.P. 220
74105 Annemasse Cedex

- Adressez-moi le(s) poster(s) dont je coche la case correspondante ci-contre, pour le prix de 130 F seulement le poster (+25 F de forfait de port)*.
- Poster collé sur support rigide : + 145 F
- Cadre luxe aluminium anodisé : +280 F
- Je joins mon règlement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de SCIENCES-IMAGES.
- M Mme Mlle (Ecrire en majuscules SVP)

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____ Ville _____

Code postal _____

* Prix TTC pour la France - HT frais d'exportation compris pour le CEE - Autres destinations, nous consulter.

PAR HENRI-PIERRE PENEL

BBS: CONFRÉRIE DES TASTE-LOGICIELS

Tout comme la TSF de nos pères a donné naissance à une confrérie de mordus des ondes courtes, les radioamateurs, l'informatique dite "domestique", qui n'eut pas de lendemain, a créé une véritable société initiatique d'amateurs éclairés qui échangent leur savoir à travers un réseau non commercial.

Si la micro-informatique domestique première génération n'a été qu'un feu de paille — du moins en ce qui concerne la programmation à proprement parler —, elle n'en a pas moins suscité des vocations. De véritables clubs de passionnés se sont peu à peu constitués, incitant les industriels à poursuivre leurs recherches pour le grand public. Ainsi la technique a-t-elle progressé, conduisant à la réalisation de machines de moins en moins chères et de plus en plus performantes. La plupart des informaticiens amateurs se sont donc peu à peu éloignés des équipements de jeu ou d'initiation, pour s'intéresser à de véritables ordinateurs (les PC ou compatibles).

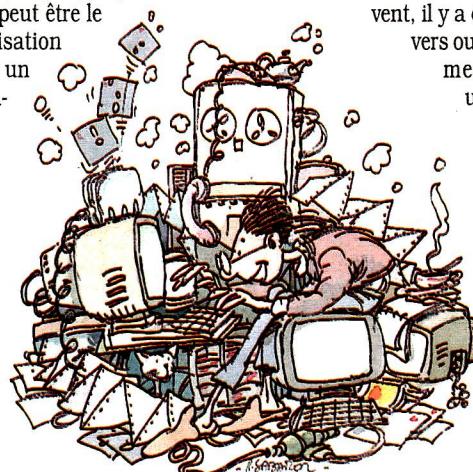
Aujourd'hui, ces matériels sont parfaitement adaptés aux besoins de la programmation tant dans leur conception que par le nombre élevé de logiciels "utilitaires" proposés. De plus, pour un budget accessible à un particulier, ils disposent d'une puissance de calcul et d'une capacité mémoire dignes des plus gros systèmes d'il n'y a que quelques années. Enfin, et ce point est peut être le plus important, la normalisation est quasi totale. De la sorte, un logiciel étudié pour un appareil d'une marque donnée pourra être utilisé sans modification sur un matériel d'une marque concurrente. De fil en aiguille, ces informaticiens amateurs éclairés, s'ils éprouvaient un certain plaisir à voir fonctionner leurs propres programmes, ont

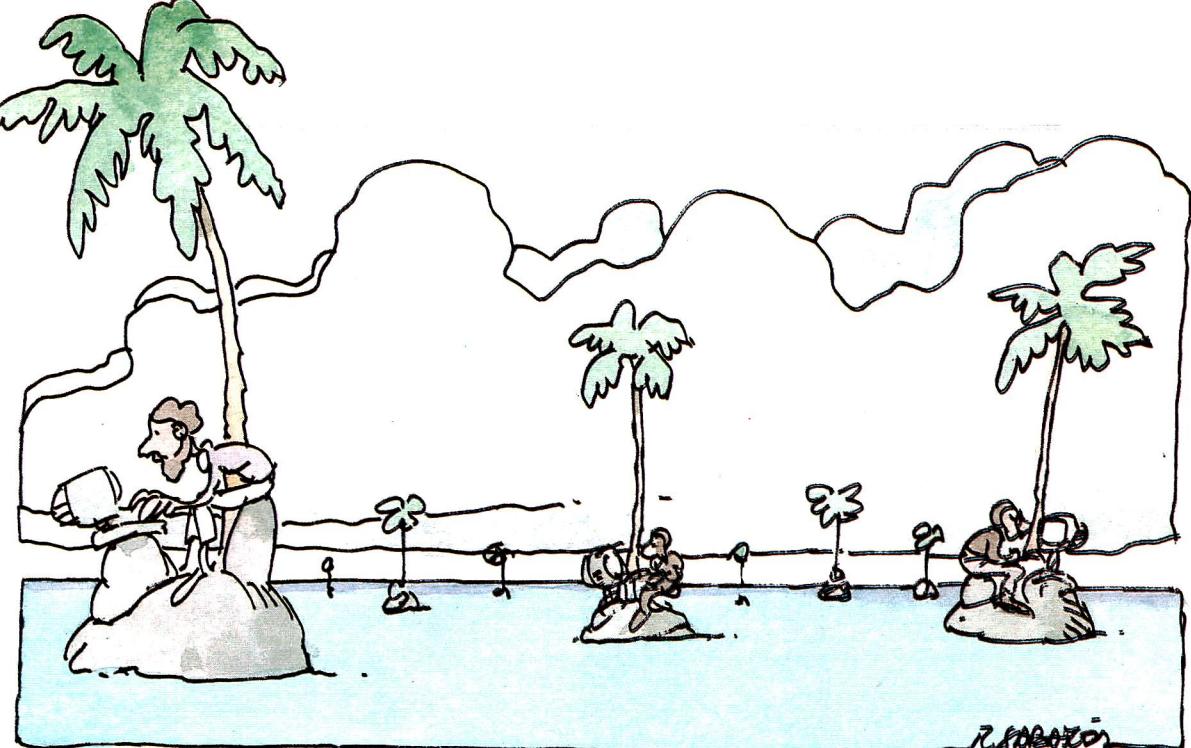
eu envie de confronter leur expérience, voire d'échanger des logiciels. Les ordinateurs possédant l'avantage, en leur adjoignant un modem, de pouvoir communiquer entre eux par l'intermédiaire du réseau téléphonique, l'isolement du programmeur a donc été brisé. De cette possibilité sont nés des réseaux spécifiques, les BBS (Bulletin Board Systems).

Les BBS, à l'image de réseaux commerciaux, fonctionnent autour de micro-ordinateurs utilisés en serveurs. Ces serveurs n'ont toutefois qu'une faible capacité de gestion des communications. Celle-ci ne procède d'ailleurs pas de la puissance des machines utilisées — les ordinateurs en cause disposant, comme nous l'avons déjà dit, de mémoires importantes —, mais du petit nombre de lignes téléphoniques en service. En effet, sur les centres serveurs officiels de nombreuses lignes couplées permettent d'assurer la connexion simultanée de nombreux utilisateurs. Sur un serveur BBS, le plus souvent, une ou deux lignes seulement sont disponibles, quatre dans le meilleur des cas. C'est au point que, sou-

vent, il y a engorgement. Cependant divers outils informatiques, généralement conçus par les utilisateurs eux mêmes, permettent de résoudre ce problème.

Voyons donc comment les choses se passent lors de la première connexion. Après avoir branché le modem, composons le numéro de téléphone du serveur choisi. Le plus souvent, compte





tenu de la demande, le signal "occupé" retentit. Seule solution: renouveler l'appel! Une fois cette première liaison établie, le serveur vous demandera de vous identifier et vous délivrera un code d'accès. Ce code qui vous est attribué vous permettra d'offrir d'utiliser les services de base du BBS (téléchargement de certains programmes simples et envoi de ses propres logiciels) et de posséder une boîte aux lettres. En revanche, tant que vous n'aurez pas fait vos preuves d'informaticien, les applications les plus "pointues" vous resteront inaccessibles, le possesseur du serveur restant seul juge du moment où vous serez apte à les utiliser sans risquer de faire des dégâts. De plus, ne l'oubliions pas, le principe de fonctionnement de ces centres étant basé sur l'échange de logiciels ou d'astuces techniques, votre identification permettra aux autres intervenants d'apprécier vos qualités.

Quoiqu'il en soit, lors du premier appel, il est bon de recueillir tous les "outils" susceptibles d'optimiser les appels ultérieurs (ces logiciels accessibles dès les services de base). Ils permettent de préparer, sans être connecté, tout le protocole d'appel sur les réseaux BBS et, parfois même le protocole d'accès aux données, c'est-à-dire l'échange des identifiants et des mots de passe. Ainsi, une fois l'exécution du programme demandée, l'ordinateur se chargera d'établir la liaison avec le serveur et renouvellera ses appels automatiquement jusqu'à ce qu'elle soit établie. Sur certains logiciels il est même possible de préprogrammer l'ensemble de la télécommunication, à savoir recherche et téléchargement de tel ou tel logiciel. De la sorte l'ordinateur sera parfaitement

en mesure de s'acquitter de cette tâche, par exemple durant votre absence, ou pendant la nuit. De nombreux logiciels de ce type existent. Parmi les plus courants citons Telix (TLX), Robocom et BBTH.

Si l'accès au centre serveur est le premier problème qui se pose aux adeptes des BBS, celui de la durée de la communication en est un autre tout aussi important. D'abord, parce que plus la communication est longue, plus elle est coûteuse. Ensuite, parce que sa durée contribue à allonger la file d'attente des usagers. Afin de limiter les temps de transmission, il existe des "compresseurs" de données numériques. En effet, en version conventionnelle, le langage informatique comporte de nombreuses redondances que ces logiciels suppriment. Ce qui revient à réduire de 30 à 60 % le nombre d'octets d'une transmission. Seul problème: un logiciel compressé suivant un certain protocole doit être décompressé en utilisant les mêmes règles. Il faudra donc se procurer des logiciels spécialisés pour ce type d'opération. L'un des plus pratiques, ARJ, fournit automatiquement des informations d'utilisation. Ce n'est cependant pas le plus couramment utilisé. PKZIP et son inverse PKUNZIP sont plus appréciés car ils sont universels.

Enfin il faudra disposer d'un logiciel de téléchargement. Ceux-ci sont nombreux et il est possible de se renseigner, par le canal des boîtes aux lettres des BBS, sur le mieux adapté et la façon de l'obtenir. La possession de ces logiciels permet déjà de constituer un poste de consultation tout à fait honorable. Cependant ses performances seront le plus souvent liées à celle du modem. Ce qui pose la question de

VERS QUI ORIENTER VOTRE PREMIER APPEL

NOM	NUMERO D'APPEL*	VITESSE DE TRANSMISSION (en bauds) ET PROTOCOLES PARTICULIERS	SITUATION GEOGRAPHIQUE
ACME	84 21 16 00	de 300 à 2 400 — MNP	Belfort (90)
ALF	(1) 39 50 46 98	de 1 200 à 14 400 — HST	Paris (75)
	(1) 39 51 26 25	de 1 200 à 2 400	
Avock	(1) 42 93 95 09	de 300 à 14 400 — HST	Paris (75)
Calladan	32 36 88 18	de 1 200 à 14 400 — HST (V23)	Pacis-sur-Eure (27)
Centre du monde	68 38 82 54	de 300 à 2 400	Perpignan (66)
	68.38.89.55	de 300 à 1 200 — (V23)	
Dingomicro	20 23 72 65	de 300 à 9 600 — HST (V32)	Lille (59)
	20 23 71 09	de 300 à 2 400	
Did'BBS	(1) 40 21 88 91	de 300 à 9 600 — HST (V42b)	Paris (75)
Erana's peace	61 39 91 98	de 300 à 14 400 — HST (V42)	Toulouse (31)
Exetone	56 81 10 20	de 300 à 14 400 — HST (V32b)	Bordeaux
Floating point BBS	(1) 43 94 95 00	de 300 à 1 200	Paris (75)
	(1) 43 94 34 63	de 300 à 2 400	
	(1) 43 94 38 40	de 300 à 14 400 — HST (V32)	
Freeland	(1) 48 29 72 79	de 300 à 2 400	Paris (75)
Georges's home	78 21 96 65	de 300 à 14 400 — HST (V32b)	Lyon (69)
Graphix BBS	(1) 45 23 52 69	de 300 à 2 400	Paris (75)
Handy BBS	(1) 48 06 07 74	de 300 à 2 400 — MNP	Paris (75)
Iceberg	(1) 47 69 92 61	de 300 à 14 400 — HST (V32)	Paris (75)
Isa-BBS	81 49 56 98	1 200, 2 400 et 9 600 — MNP	Levier (25)
Imladris	(1) 45 46 22 27	de 300 à 2 400	Paris (75)
Jardin de la France	47 28 03 18	de 300 à 2 400	Saint-Avertin (37)
King's valley	47 54 37 78	de 300 à 2 400 — (V23)	Saint-Cyr (37)
Le pont d'Avignon	90 85 04 30	de 300 à 2 400	Avignon (84)
	90 85 79 55	de 300 à 9 600 — HST (V32)	
Li'll	(1) 40 07 43 97	de 1 200 à 14 400 — HST	Paris (75)
Linn	(1) 46 55 37 91	de 300 à 9 600 — HST (V42)	Paris (75)
Modula	(1) 40 43 01 24	de 2 400 à 14 400 — HST (V32b)	Paris (75)
	(1) 45 30 12 48	de 1 200 à 14 400 — HST (V32b)	
OS:2 Mania	(1) 64 09 04 60	de 300 à 9 600 — HST (V42)	Paris (75)
	(1) 64 09 06 63	de 300 à 2 400 — MNP	
Paul's BBS	48 67 09 07	de 300 à 2 400	Bourges (18)
Piconet	90 77 60 15	de 300 à 14 400 — HST (V32)	Saint-Martin (30)
Port de la Lune	56 89 51 12	de 300 à 14 400 — HST (V32)	Bordeaux (33)
Psmac 1	(1) 60 10 40 08	1 200 et 2400	Paris (75)
Rayfract	(1) 64 49 84 42	de 300 à 14 400 — (V32b - V42)	Paris (75)
Rock'n Jazz BBS	(1) 40 54 86 04	de 1 200 à 2 400	Paris (75)
SBSI	(1) 30 21 03 72	300, 1 200 et 2 400	Versailles (78)
Shem's board	70 59 34 43	de 300 à 9 600 — HST	Bordeaux (33)
Slatch 2 BBS	(1) 48 02 08 21	de 1 200 à 14 400 — HST	Paris (75)
SOS micro	(1) 46 21 32 70	de 300 à 9 600	Paris (75)
Sprint of Cyrielle	38 92 03 33	de 300 à 14 400 — HST (V32)	Thorailles (45)
Suptel	(1) 48 99 12 00	de 1 200 à 2 400 — MNP	Paris (75)
	(1) 48 99 43 00	de 1 200 à 2 400 — MNP	
	(1) 48 98 03 00	9 600 — (V32)	
	(1) 48 99 58 58	14 400 — HST (V32)	
Synergie	61 63 08 61	de 300 à 2 400	Toulouse (31)
Syntax error!	(1) 30 42 73 90	de 1 200 à 9 600 — (V32 - V42b)	Paris (75)
The lys valley	20 39 93 42	de 300 à 2 400 — MNP (V42b)	Lille (59)
	20 39 22 36	de 300 à 2 400	
The temple software	(1) 49 83 75 18	de 300 à 9 600 — (V32)	Paris (75)
TMS INW	47 52 30 58	de 300 à 14 400 — HST (V32b)	Tours (37)
	47 52 30 61	de 300 à 14 400 — HST (V42b)	
	47 52 30 63	de 300 à 9 600 — (V32 - V42b)	
Top 50	(1) 43 59 05 63	de 300 à 14 400 — HST (V32)	Paris (75)
Windows-lin	20 47 31 76	de 300 à 14 400 — HST (V42b)	Villeneuve-d'Asq (59)
Willloch	90 26 31 16	de 1200 à 2400	Pujieaux (30)
Yell'op	(1) 49 37 19 47	de 300 à 14 400 — HST (V32b)	Paris (75)

* Le préfixe (1), mentionné pour les serveurs de la région parisienne, doit être composé depuis la province

Sur ce tableau, la localisation géographique de chaque centre serveur BBS est indiquée afin que tout nouvel amateur d'informatique puisse contacter ceux qui sont les plus près de son domicile, le montant de la communication étant, comme dans le cas d'un appel conventionnel, uniquement fonction de sa distance et de sa durée. Les vitesses de transmission et les protocoles sont aussi précisés pour permettre un réglage optimal du modem qui réduira au minimum la durée de l'appel. Rappelons que cette liste n'est pas exhaustive, mais qu'elle peut aider le "débutant". Signalons enfin que les serveurs mentionnés ci-dessus maintiennent en permanence à jour la liste de leurs confrères.

son choix. Pour un premier essai, et afin d'éviter tout investissement, il est possible d'utiliser un simple Minitel. Dans ce cas, il suffira de se procurer un cordon de liaison, voire d'en bricoler un. Cette solution n'est toutefois qu'un pis aller, car le modem du Minitel est embryonnaire et sa vitesse de transmission ne dépasse pas 1 200 bauds (1 200 bits par seconde). L'idéal est donc de se procurer un véritable modem. Ce peut être un boîtier indépendant de l'ordinateur ou une simple carte électrique à loger dans la machine. Un modèle homologué par France Télécom porte la vitesse de transmission à 9 600 bauds; ce qui est déjà beaucoup plus rapide que le Minitel.

Enfin il est possible d'acquérir, à l'étranger, un modem hors normes. Bien que théoriquement utilisables sur le réseau français, de tels appareils permettent d'atteindre des vitesses de transmission allant jusqu'à 14 400 bauds: en fait, ils adaptent leur vitesse de transmission à la qualité de la ligne. Les données sont ici transmises par paquets encadrés de données de contrôles. Le modem commence par envoyer un paquet long. Si aucune erreur de transmission n'est détectée, il conserve ce type de formatage et la vitesse globale de transmission est élevée. En revanche, si des erreurs sont détectées, il émet des paquets de plus en plus courts, et par voie de conséquence multiplie les contrôles jusqu'à ce que la transmission soit sans erreur. Cette opération s'effectue évidemment au détriment du débit moyen; le nombre de données de contrôle devenant de plus en plus important par rapport à celui des données "utiles".

Abordons à présent les deux questions que se pose sans doute toute personne tentée par une liaison BBS.

● La crainte des virus est-elle justifiée? En fait les possesseurs de BBS sont extrêmement vigilants et, d'une manière générale, les systèmes sont parfaitement sains. De plus, grâce à l'échange systématique de logiciels, les BBS sont à même de proposer les antivirus les plus récents. N'oublions pas, en effet, que la propagation d'un virus informatique est tout à fait comparable à celle d'une épidémie. Le virus apparaît dans une zone géographique donnée, puis fait tâche d'huile. Grâce à leur décentralisation les BBS sont particulièrement aptes à suivre sa migration et à prendre les mesures qui s'imposent avant même que celui-ci ne les atteigne.

● Combien coûte l'utilisation d'un BBS? Le téléchargement de logiciels n'est pas une nouveauté en soi. Divers serveurs, par le biais du 36 15 par exemple, offrent déjà ce type de service. Mais, dans le cas d'un téléchargement sur BBS, seul le coût de

la communication téléphonique entre en ligne de compte — alors que, dans le cas du 36 15, une taxe forfaitaire vient grever le prix de la transmission. Le tarif sera donc uniquement fonction de la localisation géographique du serveur amateur (voir tableau page ci-contre) par rapport à celle de l'utilisateur et de la durée de la transmission. C'est pour cela que, comme nous l'avons dit plus haut, l'utilisation de logiciels compresseurs-décompresseurs est particulièrement intéressante.

Pour finir, ajoutons que deux grandes familles de logiciels sont à distinguer: les logiciels dits *free wares* et les *share wares*. Les premiers, souvent conçus par des amateurs, peuvent être utilisés de manière permanente sans aucun frais particulier. Pour les seconds, en revanche, il faut normalement payer un droit d'utilisation à son concepteur. Son adresse est, dans ce cas, toujours mentionnée sur l'écran d'accueil. Pour inciter l'utilisateur à régler ces frais, toujours modestes d'ailleurs, deux méthodes sont essentiellement employées. La première est initiatrice, basée sur la bonne foi: le concepteur indique le nombre d'heures que lui a demandé l'étude du programme et invite simplement, si une utilisation intensive en est faite, à bien vouloir lui verser une somme donnée. La seconde propose le logiciel "à l'essai". Dans ce cas, soit certaines parties du logiciel ne sont pas actives, soit il devient inutilisable au-delà d'un certain nombre d'utilisations ou d'un certain laps de temps, et ce n'est qu'en réglant les frais que l'utilisateur recevra par la poste une disquette ou un code de déverrouillage du logiciel.

Au-delà de la simple recherche de programmes conventionnels, l'intérêt essentiel des BBS réside dans l'échange d'avis éclairés sur telle ou telle question technique ou dans la recherche de logiciels non commercialisés en France. Ce sont là deux types de besoins que ne satisfont pas nécessairement les centres serveurs type 36 15.

Pour terminer, précisons qu'on ne peut guère parler de concurrence réelle entre BBS et serveurs Minitel. En effet, naviguer de BBS en BBS demande de sérieuses connaissances en informatique et l'acceptation de certaines contraintes (indisponibilité du serveur essentiellement) que seuls les passionnés acceptent. Inversement un serveur conventionnel sera beaucoup plus convivial (au sens informatique du terme) et son exploitation ne pose pas grand problème même à une personne peu initiée.

Henri-Pierre PENEL



GRANDE DISTRIBUTION SPECIALISEE: CHACUN Y TROUVE SON COMPTE

Rare domaine où il est encore possible de se faire une place sans disposer d'un diplôme ou d'une première expérience, la distribution spécialisée continue d'embaucher des vendeurs à un rythme assez soutenu. Elle accueille ainsi une grande variété de candidats, tous prêts à "se retrousser les manches".

Si la distribution spécialisée a plus d'un point commun avec son aînée, la grande distribution traditionnelle⁽¹⁾, elle s'en distingue aussi à plus d'un titre. Contrairement à cette dernière, qui date de la fin du siècle dernier (voir *Science & Vie* n°884 p.136), la distribution spécialisée apparaît seulement dans les années cinquante dans les pays scandinaves (Ikéa) et ne se développe véritablement qu'à partir des années soixante dans les pays anglo-saxons (Habitat). Le phénomène fait ensuite son apparition dans le nord de la France mais il faudra attendre les années soixante-dix – période où le commerce de proximité cède progressivement sa place à la grande distribution – pour qu'il prenne une certaine ampleur. Parallèlement, les enseignes spécialisées commencent à se regrouper en centres commerciaux à thème afin de bénéficier d'un effet d'attraction accru: l'équipement de la maison d'abord - l'Art de Vivre d'Orgeval ouvre en 1975 -, puis les articles divers à prix "discount" (Usine Center, -X %...) et les fournitures pour l'automobile (Eldorauto).

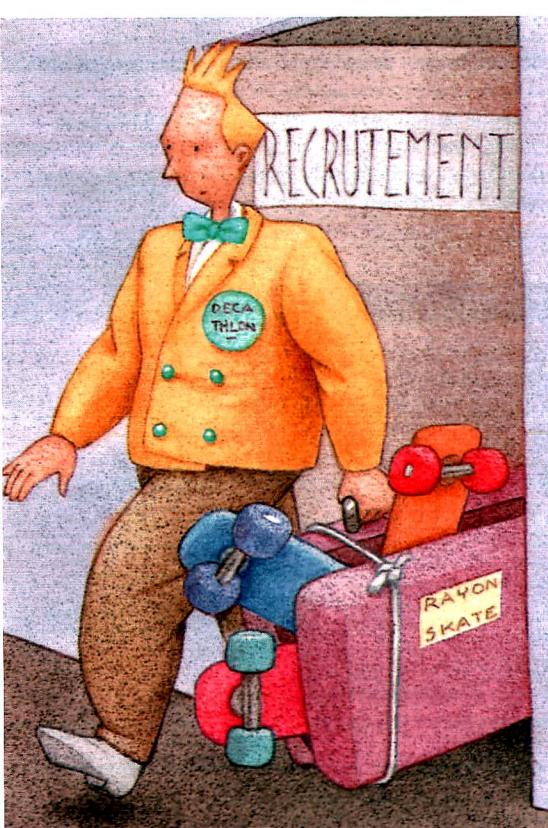
La recette fait ses preuves puisqu'entre 1980 et 1989 les centres commerciaux enregistrent une croissance de 128 %, devançant les hypermarchés pourtant honorablement classés avec 119 %. Très largement représentatif de la stratégie adoptée par ce secteur, à l'instar de la grande distribution classique, le regroupement des enseignes se complète parfois d'une diversification de l'offre "produit" (assurances, réservation de places de spectacle etc.). Depuis quelques années se dessine une nouvelle tendance: la juxtaposition d'équipements de loisirs à proximité des infrastructures commerciales comme cela se fait couramment aux Etats-Unis. L'objectif est double:

attirer une clientèle la plus large possible et, simultanément, lui donner envie de s'attarder sur place.

Toutes partiellement implantées dans des centres commerciaux, les enseignes n'en conservent pas moins des stratégies qui leur sont propres. Avec ses magasins géants (de l'ordre de 20 000 m²) assez éloignés des grandes villes et drainant la clientèle de plusieurs départements, Ikéa se différencie par exemple nettement d'Habitat, Décathlon ou Castorama, qui préfèrent un réseau plus dense de moyennes surfaces (1 000 ou 1 500 m²) construites à la périphérie des centres-ville. Darty quant à lui fait bande à part et mise depuis toujours sur la notion de proximité, quitte évidemment à ne pouvoir compter que sur des superficies réduites (voir encadré p. 118) en zone urbaine.

Selon leur créneau, certaines enseignes se limitent à la commercialisation de produits arborant la marque de leur fabricant. Il s'agit par exemple des spécialistes du bricolage (Castorama, Leroy Merlin), de l'équipement automobile (Norauto, Feu vert) ou des "produits bruns"⁽²⁾ (Connexion, Darty). Les produits de ce type étant comparables entre magasins concurrents, ce sont sans doute ces enseignes qui ont le plus de points communs avec celles de la grande distribution classique.

Suivant une démarche radicalement différente, les spécialistes du meuble et de la décoration fondent habituellement leur politique commerciale sur la spécificité de produits qui, bien que semblables, ne sont jamais identiques. C'est pourquoi leurs sous-traitants sont toujours tenus de respecter un cahier des charges particulièrement détaillé⁽³⁾. Selon les cas, ces partenaires peuvent être choisis librement



par chaque filiale nationale d'un groupe (Habitat) ou bien traiter directement avec la maison-mère qui préfère standardiser l'approvisionnement de tous ses points de vente (Ikéa).

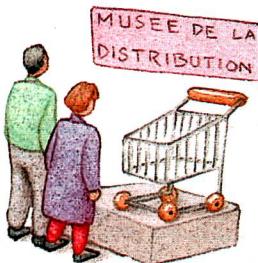
Cela-dit, dès qu'une enseigne vend une partie de ses produits sous sa propre marque, elle se transforme nécessairement en maître d'œuvre industriel. Plus le produit est complexe, et plus il s'adresse à une clientèle exigeante, moins il est concevable de se contenter de coller dessus sa propre étiquette. Du choix des matériaux à la réalisation en passant par le cahier des charges qui a donné naissance au produit lui-même, une enseigne comme Décathlon par exemple s'attache à contrôler tous les aspects et toutes les étapes du processus. Ce qui lui permet du même coup d'affirmer son image de marque dans des domaines relativement techniques où la concurrence est rude: il s'agit toujours du marché grand public, ne l'oublions pas !

Souvent plus complexes et d'un usage moins familier, les produits de la grande distribution spécialisée sont en effet bien différents de ceux de la grande distribution traditionnelle. Rien d'étonnant à ce que l'approche commerciale (dont l'acte de vente) repose en grande partie sur le conseil et donc que le terme "conseiller de vente" remplace fréquemment celui de "vendeur". «Vendre des solutions plutôt que des produits- puisque telle est notre ambition - suppose d'abord de très bien connaître ces derniers et, ensuite, de savoir se mettre à la portée du client. C'est pourquoi nous faisons davantage confiance à des conseillers de vente qui aiment leur métier qu'à des études de marché sophistiquées», résume Jean-Michel Rousseau, responsable de la gestion des ressources humaines de Leroy Merlin.

Conséquence: l'expérience acquise auprès de la grande distribution n'est pas forcément transposable dans une enseigne spécialisée. Pour Damien Vandorpe, directeur des relations humaines de Saint Maclou, la cause est entendue: «Une expérience de vente n'est profitable que s'il s'agit de vente argumentée (ou "assistée") et, de surcroît, en direction du grand public.» Ainsi la vente d'appareils hi-fi, de meubles ou même d'assurance est-elle un excellent passeport pour la distribution spécialisée, contrairement à la vente d'espace publicitaire: «Le vendeur ne sait pas rester au niveau du produit lui-même.» Selon Jean Michel Rousseau, en revanche, peu importe le domaine de départ: «Les véritables aptitudes d'un candidat comptent davantage que son acquis.» Catherine Julien Laferrière, responsable des ressources humaines au sein de Décathlon, estime pour sa part qu'une expérience commerciale, quelle qu'elle soit, constitue toujours un plus, a fortiori si

VENDRE SUR ECRAN

Darty envisage d'ouvrir de minuscules magasins de 40 m² dans des villes de 100 000 habitants. Impensable il y a quelques années – surtout dans le créneau de l'électro-ménager –, ce type de point de vente serait équipé de bornes interactives remplaçant les linéaires traditionnels où sont exposés les appareils. Chaque borne possèderait deux écrans: l'un



montrant les quelque 1 200 articles "stockés" sur un vidéodisque, l'autre (tactile et connecté à un micro-ordinateur) apportant au client des informations sur les caractéristiques de l'objet. Encore à l'étude pour l'instant, le projet pose toutefois le problème de la réactualisation des paramètres commerciaux (références, prix...) sur le vidéodisque. Dans l'idéal, ces données devraient en fait être entreposées dans la mémoire du micro lui-même. Première étape d'une approche plus directe, ces bornes seraient en fait l'amorce d'un autre système qui, lui, toucherait directement les consommateurs à domicile via le RNIS (réseau numérique à intégration de services).

elle a été acquise au contact de la clientèle. «Pourvu qu'il pratique régulièrement un sport, un ancien de Mac Donald ou Flunch ne peut que nous intéresser... D'autant que cette dernière société est une filiale du groupe Mulliez dont Décathlon fait également partie.» Formé de quelques grandes entités rassemblant souvent plusieurs enseignes (spécialisées ou non), la grande distribution spécialisée est

un milieu assez fermé où il est fréquent, comme nous l'expliquons plus loin, de devoir changer d'entreprise pour faire progresser sa carrière. Au mieux les candidats appartenant à une filiale d'un même groupe bénéficient-ils donc d'un léger plus... surtout par rapport aux "transfuges" de la concurrence directe (magasins de même type).

Mais sans doute est-il grand temps de préciser qu'aux postes commerciaux, les candidats expérimentés sont loin d'être une majorité ! Sur les 150 que Saint Maclou embauchera cette année, un tiers environ n'en seront qu'à leur première expérience. Décathlon, qui ouvre de 5 à 10 magasins par an, a embauché près de 800 personnes (⁴) en 1991 pour étoffer son service vente. Dans ce type de recrutement, le rapport est d'environ deux expérimentés pour huit débutants. Et les profils sont aussi variés que les motivations: les étudiants et mères de famille se révèlent ainsi séduits par les possibilités d'horaires variables tandis que les G.O. du Club Méditerranée préféreraient plutôt des contrats à durée déterminée leur permettant d'attendre sereinement la fin de la saison des pluies !

D'une entreprise à l'autre, les procédures d'embauche sont comparables: pas de tests mais un double ou triple entretien effectué d'abord par le directeur de magasin, puis par les responsables des ressources humaines de chaque région (ou inversement). Dans un cas comme dans l'autre, le responsable du magasin reste toujours le décisionnaire final, analyse graphologique éventuellement à l'appui... Si la plupart des recruteurs s'accordent pour reconnaître que l'inexpérience ne constitue pas un obstacle à l'embauche d'un vendeur, aucun diplôme n'est exigé non plus.

«Nous demandons simplement à nos candidats d'avoir le niveau bac s'ils n'ont pas de première expérience dans la vente. Bonne présentation et élégance aisée sont évidem- SCIENCE & VIE N° 883-FEVRIER 1992

FORMATION, PRIORITE AU RESEAU INTERNE

Comme il s'avère qu'une minorité seulement de candidats dispose d'une formation initiale et/ou d'une expérience, un passage par le centre de formation interne (l'Ecole des métiers, chez Décathlon) attend presque toujours les jeunes embauchés à leur arrivée dans l'entreprise. Ces formations se conçoivent sous divers angles: le produit, la fonction ou l'encaissement au sens large. La plupart du temps, ce sont les cadres de la société eux-mêmes qui enseignent leur spécialité: au cours d'une année, un directeur aura par exemple dispensé de trois à six formations dans le domaine de la gestion à l'intention de res-

ponsables de rayon nouvelle-ment embauchés. Cette formation à base de modules théoriques accompagne l'acquisition progressive de connaissances sur le terrain: chez Décathlon, par exemple, chaque jeune vendeur est "parrainé" par un responsable de rayon qui lui enseigne les principes de base de son métier. Chez Saint Maclou la formation continue interne est elle aussi assurée par des cadres de la société. Elle complète la formation dispensée par les écoles de vente (SESG ou APOR-COM) dans le cadre des contrats de qualification en alternance. Plus original: les conseillers de vente Leroy Merlin sont formés

dans l'institut de développement du même nom. Il regroupe le centre de formation "produits" créé avec l'aide des Compagnons du Tour de France et un centre de formation complémentaire aux métiers. Selon les cas, les stages s'effectuent à la demande des candidats ou sont prévus dans l'exercice de leur profession.

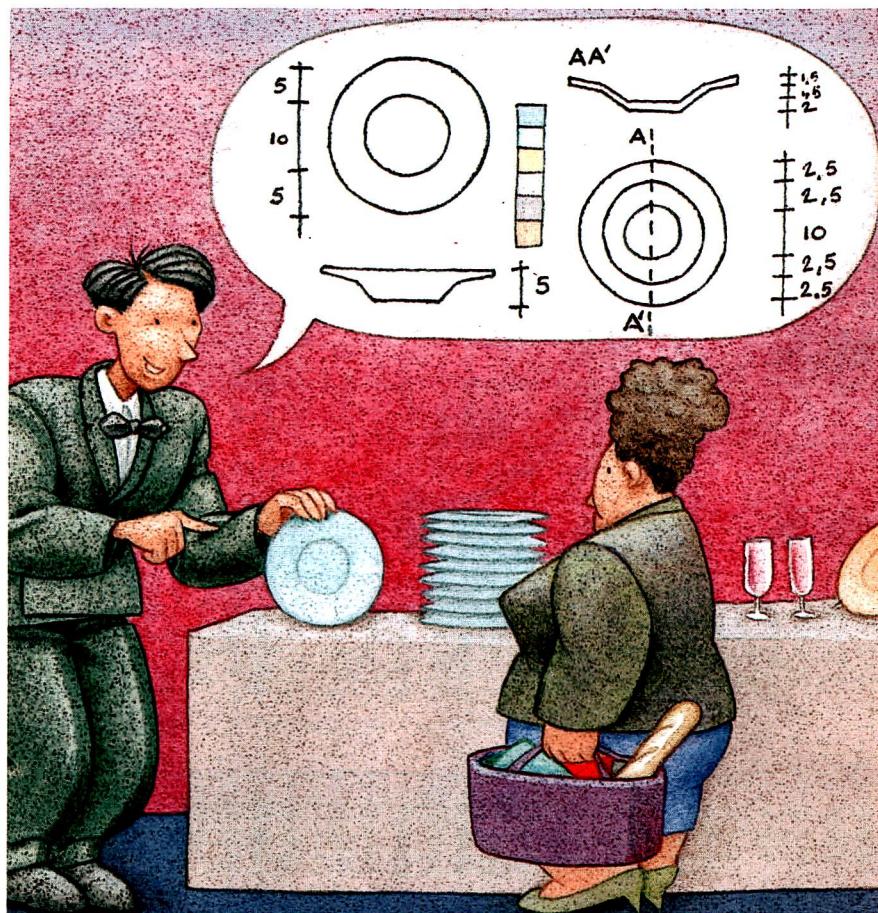
- Société Ecole supérieure de gestion (ESG), 19 rue Erard, 75012 Paris. Tél.: 43 43 34 00
- Anticiper pour optimiser le recrutement - Communication (APORCOM), Le Norly, 42 chemin du Moulin-Carron, 69130 Lyon Ecully. Tél.: (16) 72 18 91 80

ment de rigueur», déclare-t-on chez Saint Maclou. 50 % des cadres embauchés par Leroy Merlin disposent quant à eux d'un diplôme de type bac + 2 (DUT techniques de communication, BTS action commerciale). Les autres sortent d'une école de commerce (supérieure ou non) ou ont un autre type de diplôme, voire pas de diplôme du tout mais ont déjà encadré une équipe commerciale.

C'est en général en tant que responsables de rayon que débutent les futurs directeurs des magasins Décathlon, le plus souvent des candidats jeunes aux profils variés: dotés d'une expérience commerciale mais sans formation, ou expérimentés et formés, ou alors diplômés (maîtrise d'économie, droit, gestion, ou Sup de co par exemple) et inexpérimentés... «Ce passage sur le terrain leur permet d'acquérir une expérience de base en merchandising, gestion et encadrement tout en se familiarisant

avec notre culture d'entreprise.» Souvent très forte, celle-ci table à peu près partout sur les mêmes valeurs: satisfaction du client, disponibilité vis à vis des subordonnés: «Du conseiller de vente au directeur en passant par le chef de secteur, chacun doit déjà être au service de celui qui se trouve en dessous. Rien de tel non plus que d'avoir partagé les problèmes de ses futurs subordonnés, cela aide ensuite à les résoudre», entend-on un peu partout.

Dérivée de la grande distribution, la distribution spécialisée fonctionne avec des structures semblables mais plus légères. Un directeur national "coiffe" des directeurs régionaux, eux-mêmes responsables de directeurs de magasin encadrant éventuellement un nombre plus ou moins important de chefs de secteur, puis de chefs de rayon dont dépendent les vendeurs... A ces postes commerciaux s'ajoute parfois celui de responsable de la gestion et des services (un par magasin Décathlon) qui, entre autres occupations, supervise les hôtesses de caisse.



Dans un magasin Leroy Merlin de 100 personnes, par exemple, on compte 20 caissières et employés du secteur caisse, et une trentaine de vendeurs. L'effectif restant est composé d'administratifs et de personnel de logistique (réceptionnaires, etc.), selon l'organisation du service clients.

Dans des organigrammes aussi épurés, les perspectives de carrières sont forcément limitées en valeur absolue. Les acheteurs en centrale d'achat, les chefs de produit et les cadres commerciaux ont beau être tous issus de la promotion interne, les postes à pourvoir en services centraux ne sont pas légion, même si, dans certains cas, le taux de rotation aux postes à responsabilités est relativement élevé: «Sur 140 postes de chefs de centre, il s'en libère tout de même une vingtaine par an», indique-t-on chez Saint Maclou où les parcours sont on ne peut plus classiques: un vendeur devient l'adjoint du directeur de magasin puis succède à ce dernier. Mais alors que chez Saint Maclou des perspectives existent pour

PISTES A SUIVRE

Dans la grande distribution spécialisée, point d'école dont on se doit d'être sorti. A défaut donc de pouvoir en indiquer certaines, comme c'est le cas habituellement dans cette rubrique, voici les coordonnées de quelques sièges sociaux, sachant que de nombreux points de vente sont équipés pour tra-

ter directement les candidatures qui leur parviennent:

- Castorama, ZI de Templemars, 59175 Templemars. Tél.: (16) 20 87 75 75.
- Décathlon, 121 Bd de Valmy, 59665 Villeneuve d'Ascq Cedex. Tél.: (16) 20 33 50 00.
- Habitat, RN 13, 78630 Orgeval. Tél.: (1) 39 75 58 20.

● Meubles Ikéa France SNC, 101 rue Pereire, 78105 St Germain en Laye Cedex. Tél.: (1) 39 10 20 20.

- Leroy Merlin, Place de l'hôtel de ville, 59654 Villeneuve d'Ascq. Tél.: (16) 20 05 73 00.
- Saint Maclou, 330 rue Carnot, BP 150, 59391 Wattrelos Cedex. Tél.: (16) 20 80 81 00.

tous ceux qui veulent "s'éclater dans la vente" (sic), chez Leroy Merlin, on s'interroge: «Plutôt que de vouloir à tout prix faire de nos conseillers de vente des chefs de secteur, nous cherchons actuellement à faire évoluer leur carrière sans qu'ils s'écartent trop de leur domaine d'élection. C'est pourquoi nous envisageons de créer une filière d'évolution parallèle à la voie hiérarchique, en créant éventuellement le poste de responsable de vente: un conseiller de vente avec responsabilités étendues...»

Une certitude demeure: l'ouverture d'esprit et la culture générale sont unanimement considérées comme des facteurs d'évolution; à condition bien sûr

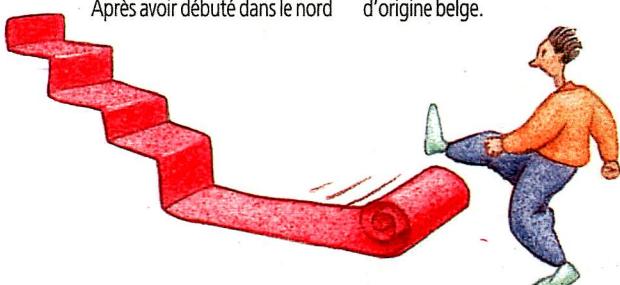
de les compléter par une solide connaissance du produit ! Moyennant quoi il arrive que tel vendeur puisse bifurquer vers la centrale d'achat ou le centre de transit (service logistique-informatique) puisque les postes à pourvoir dans la filiale production s'adressent presqu'exclusivement à des spécialistes recrutés à l'extérieur. Celle de Décathlon embauche ainsi chaque année une trentaine de chefs de production. Ces ingénieurs sont chargés d'élaborer un cahier des charges et de contrôler la conformité du produit réalisé.

Comme toutes les rémunérations commerciales, celles des personnels des points de vente de la grande distribution spécialisée sont établies sur la base d'un fixe augmenté d'une variable (le touts'échelonne de 100 000 à 180 000 F annuels). Cet intérêtement varie selon le profil du candidat. Il est calculé de diverses façons: selon le chiffre d'affaires du rayon et du magasin, ou celui réalisé par le vendeur

mais pondéré par les résultats de l'équipe (taux inférieur) ou encore seulement en fonction des résultats du magasin... Difficile dans ces conditions d'indiquer des valeurs précises sachant par exemple que les salaires de deux vendeurs d'un même point de vente peuvent varier jusqu'à 100 % (entre 120 000 et 250 000 F) selon leur ancienneté, l'implantation du magasin, l'importance du rayon... Bien que la distribution spécialisée propose à ses clients du "prêt à porter", c'est bel et bien la règle du sur-mesure qui s'applique aux rémunérations !

Hervé Lhuissier

Pour faire carrière, s'il est relativement inutile d'accumuler les diplômes, disponibilité et mobilité sont de rigueur; comme dans n'importe quel domaine commercial. Originaire de Bretagne, Gérard D., 43 ans, débute dans la grande distribution classique. En 1980, il entre chez Saint Maclou comme vendeur, sa rémunération n'étant alors constituée que d'un intérêtement proportionnel à son chiffre d'affaires. Après avoir débuté dans le nord



(1) Notamment ses structures: réseaux de magasins alimentés par centrales d'achat (chargées de référencer les produits de grande marque) qui dépendent des sièges sociaux.

(2) Terme désignant le matériel électronique grand public (chaîne hi-fi, téléviseur, magnétoscope, etc.), par opposition aux "produits blancs" ou gros électroménager (réfrigérateur, congélateur, lave-linge, etc.).

(3) Ce dernier définit non seulement le produit lui-même mais également son conditionnement et parfois même jusqu'aux infrastructures (machines) dont il est issu !

(4) Hors contrats à durée déterminée et postes à pourvoir dans les services centraux, centrales d'achat, centres de transit (service logistique-informatique) et filiale production.

LIVRES

Louis Néel
Un siècle de physique
Odile Jacob,
365 p., 180 F.

«La décision de l'académie suédoise me parvint le 27 octobre 1970 à Besançon, où mon ami Mesnag (...) m'avait invité au jury de thèse de son élève R. Besson (...). La soutenance à peine achevée, alors que nous étions réunis autour d'un vin d'honneur, un coup de téléphone alerta Besson qui, de retour, profondément ému et à peine capable de s'exprimer, annonça que j'avais le prix Nobel.» Toute l'autobiographie de Louis Néel peut être résumée dans ces lignes : un grand luxe de détails et un compte rendu scrupuleux des événements. Mais finalement, quels sont les sentiments et les réactions de Néel lui-même ? Personne n'en saura rien. Par pudeur ? Par modestie.

Prix Nobel de physique pour ses travaux sur le magnétisme dans les solides, Néel se classe parmi les chercheurs dont les découvertes, sans révolutionner nos connaissances, ont quand même eu d'immenses conséquences. «Je pense occuper une place honorable dans le peloton des "non-grands" prix Nobel.» Qu'on ne s'y trompe toutefois pas : il est l'un des rares Français à avoir obtenu cette distinction prestigieuse. Mais son travail de chercheur n'est pas le seul noyau de son activité. «Je pense, bien sincèrement, que j'aurais été aussi heureux comme notaire de cam-

pagne», déclare-t-il d'entrée de jeu. La comparaison n'a rien de péjoratif sous la plume de celui qui se déclare «un goût un peu pervers pour les papiers administratifs». De fait, il mettra ses talents d'administrateur et d'organisateur au service d'une ville, Grenoble, où il s'installa en 1940 et qui est devenue grâce à lui le deuxième pôle scientifique français.

Un siècle de physique est une biographie minutieuse. Certains passages sont captivants, tel celui où il raconte son retour de Strasbourg à Paris, pendant la "déroute" de 1940. D'autres le sont moins. Mais de nombreux intertitres dans le texte permettent au lecteur d'organiser sa lecture sans perdre le fil du récit. Un seul regret : que Néel n'ait pas davantage diffusé, en les expliquant, ses travaux et découvertes.

Malgré ses efforts, sa présentation des multiples manifestations du magnétisme dans les solides est assez aride, et c'est dommage. Cela dérive sans doute du trait cité plus haut, la modestie, qui lui interdit de "se mettre en scène", donc en valeur, dans un domaine dont il est le "pape" reconnu. C'est un homme qui avoue sa réserve à l'égard de l'éloquence, «faite pour déguiser la pensée». C'est aussi un sceptique, qui a «perdu depuis longtemps l'espoir de donner un sens à l'Univers». Il se contente de peu : «Nous connaissons de très bonnes recettes pour coordonner et prévoir beaucoup de phénomènes : ce n'est déjà pas si mal».

Gérald Leroy-Terquem et Djohar si-Ahmed
Orchidées passions
Bordas, 223 p., 295 F.

D'un point de vue scientifique, les orchidées ne sont pas plus étranges que les autres fleurs. Elles n'en ont pas moins exercé un extraordinaire pouvoir de fascination sur les hommes depuis l'Antiquité, en Occident comme en Orient. C'est d'abord l'histoire de cette fascination que retrace ce livre.

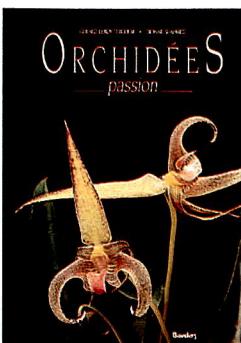
Après un premier chapitre rappelant les caractéristiques botaniques essentielles des orchidées, les auteurs retracent leur rôle religieux et sociologique, leur influence dans les arts et les légendes qu'elles ont

l'étrangeté de leurs fleurs et la grâce de leurs feuilles. Et ce, dès le *Yi King*, le livre de la sagesse écrit plus de trois millénaires avant notre ère. Les orchidées entrèrent ainsi dans l'art pictural d'Extrême-Orient.

En Europe, les espèces exotiques ne furent connues qu'à partir de la fin du XVII^e siècle, avec le développement des voyages d'exploration. Une nouvelle histoire commença alors pour ces orchidées qui devinrent objets de collection, donnant naissance, au XIX^e siècle, à une véritable orchidomanie doublée de nouvelles croyances, souvent magiques. Et ce n'est que depuis le début de notre siècle, depuis que Noël Bernard, en 1899, découvrit les secrets de la nutrition de l'orchidée, sa physiologie, le rôle de l'association symbiotique orchidée/champignon, que ces plantes commencèrent à être réellement connues, cultivées, multipliées par l'horticulture et se démocratisèrent. Mais, comme l'observent les auteurs de l'ouvrage, «semble intacte par-delà le temps, les révolutions, les progrès de sa culture et de sa diffusion commerciale, l'"inquiétante" étrangeté de ces filles de l'air».

Le livre est largement illustré de gravures anciennes, de lithographies du XIX^e siècle, d'œuvres de l'Ecole de Nancy. Il comporte, en seconde partie, une centaine de pages de photographies d'orchidées de Gérald Leroy-Terquem, magnifiquement imprimées en quadrichromie.

Roger Bellone



inspirées depuis Hippocrate, Aristote et Théophraste. C'est d'ailleurs ce dernier qui forgea le nom d'"Orchis" pour désigner des espèces méditerranéennes (du grec *orkhis* testicule), à cause de la forme des tubercules de certaines de ces plantes, et d'où Lindley tira "orchidée". Dans l'antiquité, l'intérêt des orchidées était purement utilitaire, pour se nourrir et se soigner. De là sont nées de multiples croyances sur les vertus aphrodisiaques ou génétiques de ces plantes.

La Chine et le Japon connurent les orchidées bien avant l'Europe et les Orientaux chantent, eux, leurs parfums,

▲ Signalons à nos lecteurs l'existence du bimestriel français réalisé par une équipe belge, *Sport et vie*; au sommaire du numéro de juillet-août, par exemple, on trouvait une interview du généticien Albert Jacquard, fort sévère pour la compétition.

Bruno Corbara
La Cité des abeilles
 Gallimard Découvertes,
 143 p., 66 F.

Geneviève Carbone
La Peur du loup
 Gallimard Découvertes,
 176 p., 72 F.

Plutarque
L'Intelligence
des animaux
 Arléa, 127 p., 95 F.

Y a-t-il encore quelque chose à dire sur les abeilles? Oui, comme le démontre abondamment Bruno Corbara dans le premier des livres cités plus haut. Le thème de son ouvrage, qui n'est pas spécifique de l'entomologie, est le rapport des hommes avec les abeilles. D'où quelques délectables aperçus de la mythologie créée autour de ces hyménoptères: en France, au XVIII^e siècle, on assurait que les abeilles comprenaient le langage des hommes (le rapport s'est depuis inversé), et qu'elles piquaient les débauchés. De plus, le soir de Noël, on les entendait chanter un cantique à la gloire de Jésus... Une réussite de plus de la collection Découvertes de Gallimard.

Idem pour *la Peur du loup*, de Geneviève Carbone: un peu d'histoire naturelle et beaucoup de légendes sur cet animal qui a obsédé l'homme depuis toujours, puisqu'ils se connurent l'un et l'autre dès leurs origines. De la Bête du Gévaudan aux enfants loups, l'auteur n'a rien manqué. On regrettera qu'elle ne prenne pas un peu plus parti en ce qui concerne la "bête"; car bête, il dut y en avoir une, si l'on juge par les dimensions record qu'elle donne pour un loup, abattu dans les Carpates en

1942: 213 cm de long du museau au bout de la queue, 96 kg! Qu'un fou sanguinaire se soit ensuite déguisé en bête pour assassiner des enfants, c'est une autre histoire.

On notera que si l'abeille tint une place importante dans la culture grecque – puisque Zeus lui-même était roi des abeilles –, le loup, bizarrement, n'a pas beaucoup intéressé les Grecs, semble-t-il (à l'exception du titre de "tueur de loups" prêté à Apollon).

Une remarque: on souhaiterait que les légendes des livres de cette excellente collection qu'est Découvertes se rapportassent un peu plus étroitement aux illustrations.

La maison Arléa a pris, depuis un certain temps, l'excellente initiative de publier des textes de classiques grecs et romains dans des traductions moins austères que celles auxquelles on était habitué. Il serait regrettable de manquer les propos de Plutarque, l'illustre mémorialiste du I^{er} siècle, sur l'intelligence des animaux. Ils sont divertissants autant qu'instructifs. C'est ainsi que, rapportant l'opinion de Platon, qui déconseille de laisser les jeunes gens «s'enticher de la chasse aux animaux marins» (qui sait pourquoi!), il écrit que «la pieuvre passe l'hiver à se dévorer elle-même» et que l'esturgeon «n'est autre que le mérou». Ce n'est certes pas l'histoire naturelle qui étouffait

son savoir. Mais comment ne pas prêter quand même attention à ses propos quand il écrit que la bonté envers les animaux est «un exercice préparatoire devant mener à la piété et à l'amour de l'humanité»?

Gerald Messadié

Bruno Latour
Nous n'avons jamais été modernes
 La Découverte/Armillaire,
 211 p., 95 F.

Francis Affergan
Critiques anthropologiques
 Presses de la Fondation nationale des sciences politiques, 227 p., 168 F.

Ces deux livres sont réunis parce que le premier est intitulé "Essai d'anthropologie symétrique". Son auteur, chargé de titres, développe une thèse originale, c'est que la "modernité" a créé des objets participant à la fois de la nature et de la culture, qu'il qualifie d'"hybrides", et que nous n'avons jamais analysés dans leur essence, leur destination et leurs conséquences. D'où des phénomènes aussi déroutants que la pollution des rivières et les robots à capteurs.

Ainsi résumé, l'ouvrage semblerait simple, et il ne l'est certes pas. D'abord, du point de vue de l'énoncé, parce que le repère fondamental par rapport auquel l'auteur situe son analyse est indéfinissable, selon ses propres termes: «La modernité a autant de sens qu'il y a de penseurs ou de journalistes.» On est donc contraint à la réserve quand on suit le fil de l'analyse. Et si les robots à capteurs sont bien des hybrides modernes, le premier soc de charrue ne fut-il pas, lui aussi, un hybride? Quant à sa-

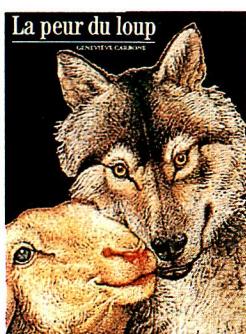
voir ce qui est "post-moderne", pour user d'un terme qui fleurit sous bien des plumes contemporaines...

Ensuite, l'ouvrage est complexe parce qu'il abonde en instruments de raisonnement qui laissent souvent sceptique. Par exemple, à propos du philosophe et épistémologue Canguilhem, Latour emploie l'expression d'"idéologies scientifiques". Or, le propre de la science est d'être, justement, le contraire d'une idéologie. Une idéologie ne peut être scientifique, parce que la science, à la différence de l'idéologie, ne tient aucun discours pour clos et aucune démonstration pour universelle: l'histoire même de la science est celle d'un enchaînement de révolutions constituées par des exceptions.

Le propos de Latour semble plutôt relever de l'épistémologie que de l'anthropologie. Mais ces imprécisions ne changent rien au fait que bien des pages retiennent l'attention par leur originalité.

Le second ouvrage est audacieux, parce qu'il aborde bille en tête un sujet épique: celui du conflit entre l'anthropologie de terrain, qui consiste à étudier une société selon ses règles (segments, lignages, parentés, langage), et l'anthropologie conceptuelle, qui tend à aborder le problème de l'être humain en tant que tel et qui «relève donc de la philosophie», comme le déclare Affergan. C'est-à-dire que l'anthropologie conceptuelle devrait témoigner de quelque modestie et ne pas se considérer comme une science, fût-elle humaine...

Affergan est brillant par la vigueur de son exposé et la richesse de son argumentation. Son livre est bâti pour résister à l'ennui et à l'aléatoire et, à l'occasion, il est rafraîchissant: ceux qui auraient ainsi tenu



pour acquis le prédict de Lévi-Strauss énoncé dans *la Pensée sauvage*, il y a déjà trente ans, selon lequel, en quelque sorte, la pensée prélogique est quand même logique, trouveront bénéfice à se voir rappeler la définition antérieure de Lévy-Bruhl, selon qui c'est une pensée incapable de distinguer entre croyance et réalité objective, c'est-à-dire à laquelle tout caractère logique est interdit.

Le livre est sans doute un peu cher, mais on le conservera avec avarice, qu'on s'intéresse à l'anthropologie, à l'épistémologie, à la philosophie ou à l'histoire des religions. **G.M.**

Jean Paulhac **Comprendre et déjouer les tests d'embauche**

Ed. Menthé, 224 p. 77 F.

Le psychologue est contraint d'adopter une attitude d'inquisition masquée, proposant un faux dialogue unilatéral: "Désabilitez-vous. En ce qui nous concerne, nous restons couverts". Or...

»... Les questionnaires de personnalité ont la seule valeur que leur confère la sincérité ou la naïveté des sujets. On peut aisément les tricher.

»... Les tests d'intelligence, qui établissent le fameux QI, révèlent uniquement l'accumulation, le conformisme scolaire du sujet, sa capacité à utiliser des formules, à résoudre des problèmes "classiques" selon des règles préétablies. L'intelligence créatrice, qui est l'assimilation dont nous avons tous besoin dans la vie, pose ses propres problèmes et les résout selon ses propres règles. Or la créativité échappe aux tests puisqu'elle est "excentrique", indéterminable.

»... Les tests projectifs sont faux. En général, on se situe

par "inversion-perception". Le portrait du sujet est semblable à un "négatif" photographique qu'il faut révéler. Einstein a raison contre Freud : la perception normale est relativiste et non "identificatrice".

»... La morphopsychologie n'est que la pseudo science. La Fontaine conseille au contraire: "Garde-toi tant que tu vivras de juger les gens sur la mine". Les escrocs ont de bonnes têtes.

»... La psychologie vient seulement d'acquérir un statut (maintenant il faut une maîtrise de psychologie et un DESS pour recevoir des clients : c'est un progrès), alors que n'importe qui peut accrocher une plaque sur sa porte, se prétendre psychanalyste et recevoir des clients – comme les voyants, les sorciers, les astrologues ou les numérologues.

»... les entreprises sont assaillies par les devins et charlatans, qui, à présent, s'abritent derrière l'informatique et proposent des logiciels fabriqués à la hâte pour le recrutement.

»... Les tests utilisés par les psychologues sont contestables. Ils n'ont pas la fiabilité que leur accordent les professionnels. La bonne voie de recrutement est celle de la transparence, de la simplicité. Elle implique la réciprocité : "Voilà qui nous sommes, qui êtes-vous?" Le contraire de l'attitude de Freud, qui reste dans l'ombre, derrière le divan. »

Ce n'est pas nous qui disons tout cela, cédant à nouveau à ce que certains appellent, notre (une de nos) idée fixe, notre paranoïa. C'est Jean Paulhac, docteur en psychologie, assistant honoraire de faculté, directeur d'un cabinet de consultation. Parce qu'il trouve qu'aujourd'hui on a trop tendance à trier les hommes comme on trie des œufs.

Alors, chapitre par chapitre, méthode par méthode, il dé-

voile les pièges qui sont tendus aux malheureux demandeurs d'emplois, leur donnant les moyens de les transformer en atouts à leur service. Les chapitres "Un détachant pour le Rorschach" (vous savez : la tache d'encre à laquelle il faut donner une forme) et "La graphologie, un art efficace mais pas une science" montrent combien c'est facile, une fois qu'on connaît les règles d'interprétation, de jugement.

Jean Paulhac rappelle aussi les droits des candidats devant ces investigations, qui ne peuvent se faire sans leur accord et dont les résultats doivent leur être communiqués. Nous n'avons pas connaissance que ce soit pratiqué par les recruteurs. La loi l'impose pourtant.

Gérard Morice

Sous la direction de E. G. Collins et M. A. Devanna **MBA**

Edit. Maxima-Laurent du Mesnil, 504 p., 240 F.

Voici regroupés en un seul ouvrage les meilleurs cours des meilleurs Masters of Business Administration américains (Harvard, Columbia, Stanford, etc.): l'équivalent virtuel de la première année d'un MBA idéal.

La quintessence d'un enseignement réputé porte sur les principes fondamentaux du management et les techniques contemporaines de gestion. Les auteurs sont des spécialistes des plus célèbres universités américaines.

Aux Etats-Unis, MBA connaît un tel succès qu'une édition de poche est en préparation. Souhaitons-lui autant de succès en France, où il est présenté sous le parrainage de l'Institut supérieur de gestion.

Gérard Morice

Max Perutz **La Science est-elle nécessaire ?**

*Odile Jacob,
302 p., 180 F.*

La question du titre, émanant d'un prix Nobel, est évidemment spacieuse. Et d'autant plus, on s'en doute, que Perutz conclut par l'affirmative et qui en douterait, à part quelques esprits saisis par la superstition ? La science permet de gérer l'action et de la rendre plus efficace. Exemple : si l'on examine le graphique des autorisations de mise sur le marché de nouveaux médicaments, aux Etats-Unis, de leurs efficacité et inefficacités relatives, on constate qu'on met beaucoup moins de nouveaux médicaments en vente, mais que ceux de grande efficacité ont très peu déclenché. C'est-à-dire qu'on gaspille beaucoup moins d'argent et de temps.

Après un chapitre de généralités, très cohérent, Perutz égrène des souvenirs et trace des portraits: Fleming, découvreur de la pénicilline; Rutherford, du noyau atomique; Planck, des quanta; Crick et Watson, de la double hélice d'ADN; Jacob, de l'opéron lacrose (!)...

Quelques anecdotes amusantes: Crick avait affiché dans son bureau, en grosses lettres, la devise suivante : «La lecture pourrit l'esprit». On s'en étonna ; il répondit : «Je ne vois pas pourquoi je lirais les fuites écrites par d'autres, alors que je peux lire mes propres articles.»

Plume ferme, savoir évidemment sans failles, idées claires, style agréable... **G.M.**

(!) Groupe de gènes responsables de la synthèse des protéines, et dont les mutations ont permis à Jacob et Monod de découvrir le principe de la régulation génétique en 1962.

SCIENCE & JEUX

PHYSIQUE AMUSANTE

L'anneau de Foucault

On connaissait déjà le pendule de Foucault et les courants de Foucault; nous allons leur ajouter l'anneau de Foucault, qui oscille comme le pendule, et sous l'action de courants qui sont justement ceux qu'avait mis en évidence ce grand physicien.

Chaque fois qu'on déplace un aimant près d'un morceau de métal, on crée du courant électrique; le seul fait, par exemple, d'attirer une pièce de 1 F avec une de ces punaises magnétiques qui tiennent les papiers sur les cloisons engendre dans la pièce un courant qui passe inaperçu. Il serait pourtant suffisant pour déréglé un circuit intégré et, de toute manière, il élève la température du métal par effet Joule. Mais l'échauffement est si faible qu'il faudrait un instrument de très haute sensibilité pour le déceler.

C'est la raison pour laquelle ces courants ont été ignorés pendant plusieurs années alors qu'on avait pourtant découvert le lien, à double sens, entre électricité et aimantation: en 1819, Ørsted constatait que le passage du courant dans un fil engendre un champ magnétique qui fait dévier l'aiguille d'une boussole. Une dizaine d'années plus tard, Faraday montrait qu'un courant apparaît dans une boucle de fil conducteur traversée par un champ magnétique variable.

Les deux processus peuvent sembler différents puisque dans le premier cas le champ magnétique est permanent autour d'un fil parcouru par un

courant, alors que dans le second il n'y a création d'un courant que si l'aimant est déplacé au voisinage du conducteur. En réalité, les deux phénomènes sont liés à un mouvement: celui des électrons dans un conducteur, ou celui de masses magnétiques près d'un fil.

Le courant induit dans un conducteur par une variation du champ magnétique qui le traverse fut étudié et mis en équations par Faraday en 1831. Mais ces expériences ne portaient que sur une boucle de fil métallique, ou un bobinage. C'est le physicien français Léon Foucault, l'inventeur du gyroscope, qui le premier pensa que les courants induits devaient affecter n'importe quelle masse métallique, quelle que soit sa forme, et non pas seulement des fils.

Après coup, la chose paraît assez évidente car si un champ magnétique engendre un courant dans un fil, il va faire de même dans un cube de cuivre qui peut être considéré comme un empilement continu de fils. Le problème vient d'ailleurs de ce que cet empilement fictif peut être horizontal comme un tas de bois, vertical comme une grille, ou même oblique de toutes les manières possibles.

Un cylindre peut de même

être considéré comme un bobinage ou comme un faisceau de brins rectilignes, voire comme un empilement d'anneaux concentriques de plus en plus petits. Qui plus est, tous ces découpages fictifs sont en contact électrique les uns avec les autres, et le courant circule donc où il veut et selon un chemin qui lui est propre. C'est de là que vient toute la difficulté, et tout le mérite qu'a eu Foucault de se pencher sur le problème après l'avoir découvert.

L'expérience a montré que le courant suit des trajets circulaires de même sens au sein de toute masse conductrice; elle montre aussi que ce sens est tel que le champ magnétique dû à ce courant s'oppose à celui qui lui a donné naissance – ce qui est logique car si le champ était attractif, il entraînerait l'aimant qu'on approche du conducteur: le courant engendré s'entretiendrait de lui-même, ce qui revient à créer de l'énergie à partir de rien.

En réalité, il faut vaincre une résistance pour approcher un aimant d'une masse conductrice, et le travail fourni se retrouve en courant électrique; les dynamos et les alternateurs sont bâtis sur ce principe. Mais il y a surtout là un aspect peu connu du magnétisme, à savoir

qu'un aimant peu très bien agir, par le biais des courants induits, sur un métal autre que le fer, le nickel et le cobalt.

On sait ainsi qu'un aimant attire les pièces de 1, 2 et 5 F qui sont en nickel, mais semble ne pas avoir d'action sur les pièces de 5, 10 et 20 centimes qui sont en laiton, ni sur les pièces de 5 F en argent, ni sur une pièce de cuivre, d'or ou d'aluminium. En réalité, si on approche très vivement un aimant d'une rondelle de cuivre ou de platine, celle-ci est repoussée car le courant induit engendre un champ qui s'oppose à celui de l'aimant et la rondelle tend donc à s'en éloigner.

De nombreuses expériences illustrent d'ailleurs cette influence des courants de Foucault qui se traduisent toujours par un freinage et un échauffement par effet Joule. C'est ainsi qu'un cube de cuivre qu'on fait tournoyer au bout d'un fil est rapidement freiné si on le met entre les pôles d'un aimant; même chose pour un disque d'aluminium sur un axe. Par ailleurs tout courant alternatif engendre un champ magnétique lui aussi alternatif, donc variable, et qui va engendrer des courants de Foucault dans toute masse métallique voisine.

Ce que nous avons voulu montrer par notre expérience de ce mois, c'est donc que tout champ magnétique variable agit non seulement sur les métaux sensibles à l'aimantation, comme le fer ou le nickel, mais aussi sur tous les autres métaux, qui sont par définition conducteurs, sur les liquides conducteurs du courant, comme les sels fondus, et sur certains plastiques conducteurs utilisés dans l'industrie.

Le principe de notre montage est simple comme on peut le voir sur la vue générale **figure 9**: un cylindre de cuivre suspendu entoure un électro-aimant. Lorsque ce dernier est parcouru par un courant alternatif de 6 V, il engendre un champ magnétique variable qui va induire un courant dans le cylindre. Ce courant crée son propre champ qui s'oppose à celui de l'électro-aimant et provoque le déplacement du cylindre. Mais, à ce moment, le contact se trouve interrompu et le cylindre tend à revenir à la verticale sous l'effet de la pesanteur. Le contact est rétabli, une nouvelle impulsion est donnée et le cycle se poursuit.

Afin de rendre perceptible le moment où l'électro-aimant est actif, nous avons adjoint au système un vibrer qui fonctionne chaque fois que le courant passe. Le système est alimenté par un transformateur classique (220V - 12/6 V, 3A). Ce montage utilise donc au point de départ le courant du secteur, ce qui impose les précautions d'usage. En particulier, le fil d'alimentation du transformateur sera convenablement relié à un cordon secteur muni d'un interrupteur au moyen d'une barrette à vis. Celle-ci sera isolée ensuite avec un morceau de gaine thermorétractable ou du ruban adhésif spécial pour les connexions.

D'autre part, on ne laissera jamais le système branché en

dehors des moments d'utilisation. En effet, les étincelles au point de contact provoquent l'oxydation du métal et entraînent parfois le collage des fils. Il en résultera alors un échauffement du bobinage de l'électro-aimant pouvant aller jusqu'à la fusion du vernis ou pire encore.

Pour le montage, il faut disposer des éléments suivants:

- Cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast, colle cyanocrylate, trichloréthylène.
- Polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur; disponible, directement ou par correspondance, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar-Quinet, 75014 Paris, ou chez Pierron, B.P.609, 57206 Sarreguemines.
- Transformateur 220V - 12/6 V, 3 A. En vente dans les magasins Tandy ou autres magasins de composants électroniques.
- Fil de laiton 0,5 mm non isolé (magasins de bricolage); fil de cuivre 0,5 mm (magasins de composants électroniques).
- Tige filetée de 3 mm, longueur 35 mm; vis 3 mm, longueur 20 mm; 7 écrous 3 mm. Tige acier 8 mm, longueur 80 mm (quincailliers ou magasins de modèles réduits); ruban adhésif en plastique opaque destiné à l'isolation des connexions électriques type secteur.
- Manchon raccord de plomberie en cuivre rouge de 30 mm, longueur 40 mm (magasins vendant des fournitures de plomberie).

Le bâti est illustré **figures 1, 2 et 5**; il se compose des pièces A, B, C1, D1, D2 et E. On tracerà, marquera et découpera ces six pièces. Sur A, on tracera l'emplacement de collage de la colonne (pièces C1, C2, D1, D2). Le vibrer sera disposé ensuite sur l'appareil en fonctionnement, l'emplacement de collage est donc simplement indicatif. Des trous aux diamètres

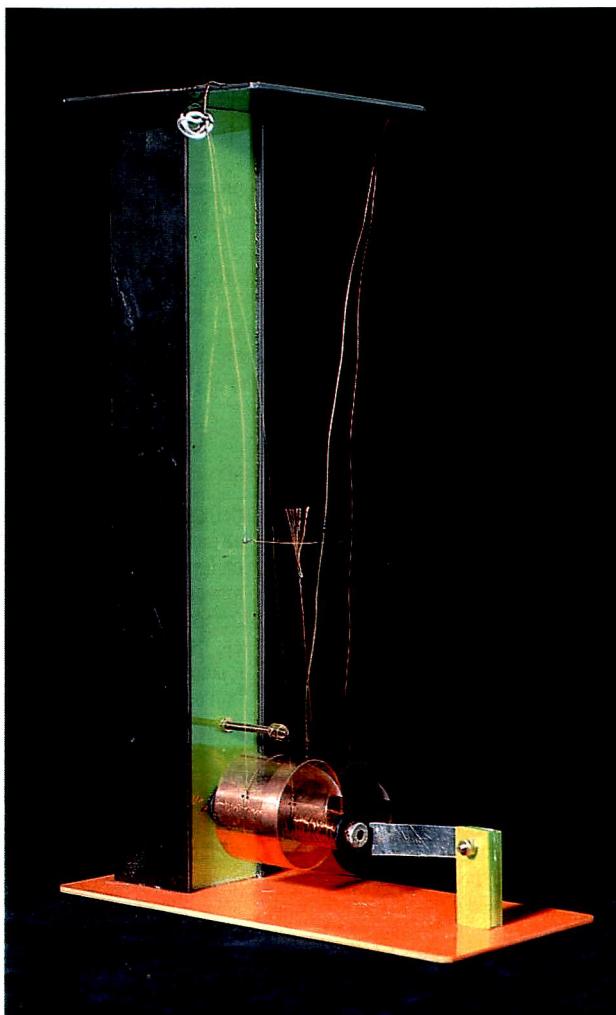
indiqués seront forés sur les pièces qui en comportent.

La figure 2 montre comment peuvent être collées les pièces constituant la colonne. Dans notre modèle, qui est réalisé en polystyrène de couleurs différentes, il y a un rebord de 2mm mais celui-ci est facultatif et on peut coller les pièces à ras de l'arête. Pour l'instant, on assemblera les deux cornières formées respectivement par les pièces D2 et C2 d'une part, C1 et D2 d'autre part. On collera alors la cornière D2/C2 sur A à l'emplacement déjà tracé.

Le contact électrique est as-

suré par un balai fait d'un faisceau de brins de fil de cuivre extraits d'un conducteur souple. On commencera par dénuder l'extrémité du fil sur 3 cm, puis on soudera comme indiqué **figure 3**. On coupera ensuite le fil en deçà de la soudure et on soudera le balai ainsi fabriqué à l'extrémité d'un morceau de fil de cuivre monobrin soigneusement dénudé de 0,5 mm de diamètre et de 80 mm de long. Les brins seront ensuite étalés dans un même plan (**figure 3**).

Ce type de balai est imposé par le courant relativement im-



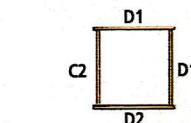
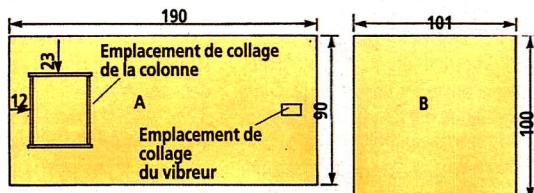


FIGURE 2 : colonne vue en coupe

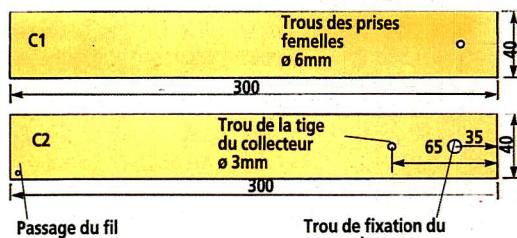


FIGURE 1

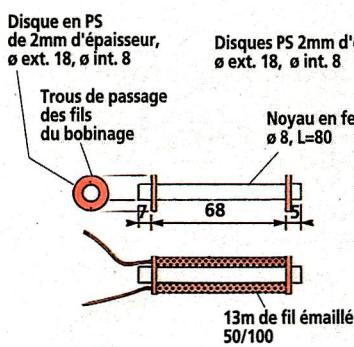


FIGURE 4 : l'électro-aimant

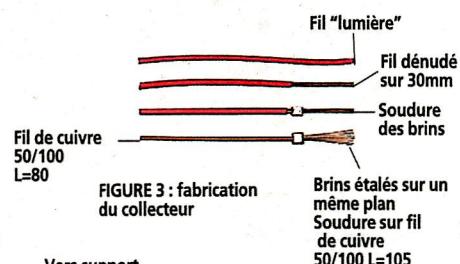


FIGURE 3 : fabrication du collecteur

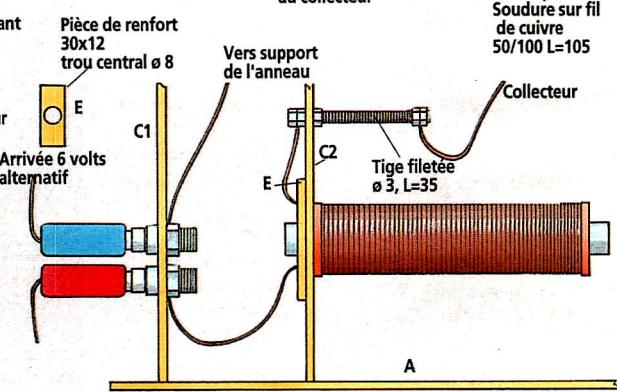


FIGURE 5

portant passant dans le bobinage. Si l'on se contente d'un fil posé à 90° sur un autre fil, le contact se fait en un point. L'étincelle oxydera très vite ce point et le système cessera de fonctionner. En multipliant le nombre de points de contact, on pallie quelque peu ce défaut. Mais de temps en temps, il faudra tout de même nettoyer le balai avec un morceau de papier abrasif.

L'électro-aimant est constitué par 13 m de fil de cuivre émaillé de 5/10 bobiné à la main régulièrement autour d'un noyau de fer - tige de 8 x 80 mm. On commencera par tracer au compas de découpe

deux disques (figure 4) de 18 mm et, avant de les extraire, on les percera d'un trou de 8 mm destiné à recevoir les extrémités du noyau. On collera ces deux joues sur le noyau (cyanocrylate) en le laissant déborder de 7 mm d'un côté et de 5 mm de l'autre.

Avant de commencer le bobinage, on isolera le noyau avec une couche de ruban adhésif et on percera deux trous sur l'une des joues avec une aiguille chauffée; ils sont destinés à laisser passer les fils. Ensuite on introduira l'une des extrémités du fil dans le trou le plus proche de l'axe et on procédera au bobinage. Celui-ci

terminé, on immobilisera le fil libre avec du ruban adhésif.

Il restera à fixer le noyau dans le trou qui lui est destiné sur C2. En raison de sa position en porte-à-faux, une seconde pièce E est prévue qui le consolidera - voir figure 5. Cette pièce sera collée avec de la colle type Uhu-Plast contre le verso de C2, tandis que le noyau proprement dit sera collé à la cyanocrylate dans son logement sur C2 et E. Il restera à continuer le perçage des trous de passage des fils, toujours avec une aiguille chauffée et à passer les deux fils dans leurs trous respectifs: la mise en place de l'électro-

aimant est terminée.

Une tige filetée de 3x35 mm sera ensuite disposée avec ses écrous comme indiqué figure

5. C'est elle qui supportera le contacteur. Il restera à équiper les deux trous forés sur C1 avec les prises femelles de fiches bananes, puis à réaliser les connexions qui sont illustrées figure 5: l'un des fils en provenance de l'électro-aimant sera relié à l'une des arrivées de courant. L'autre fil du bobinage ira au support du collecteur. La seconde arrivée de courant sera munie d'un fil isolé de 30 cm de long. Ce fil passera par un trou pratiqué dans C2. Il sera ultérieurement soudé

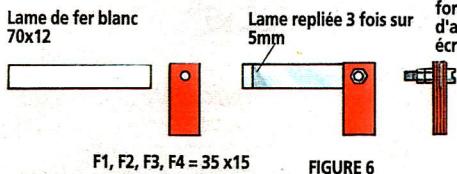


FIGURE 6

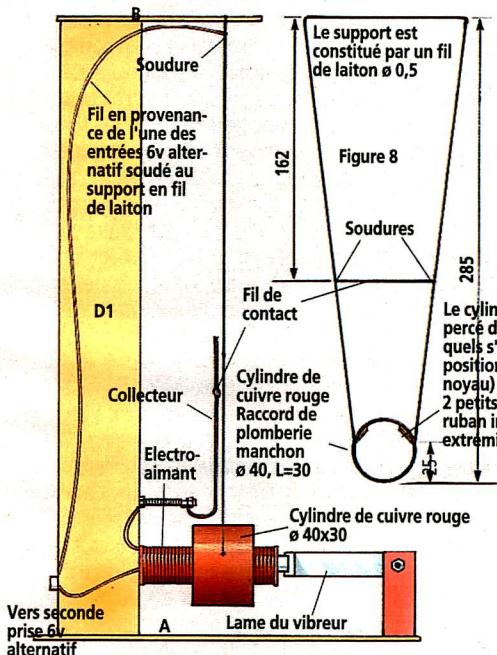


FIGURE 7

La lame est emprisonnée dans 2 blocs formés par F1/F2 d'une part, et F2/F3 d'autre part. Une vis de ø20x3 et 2 écrous l'immobilisent.

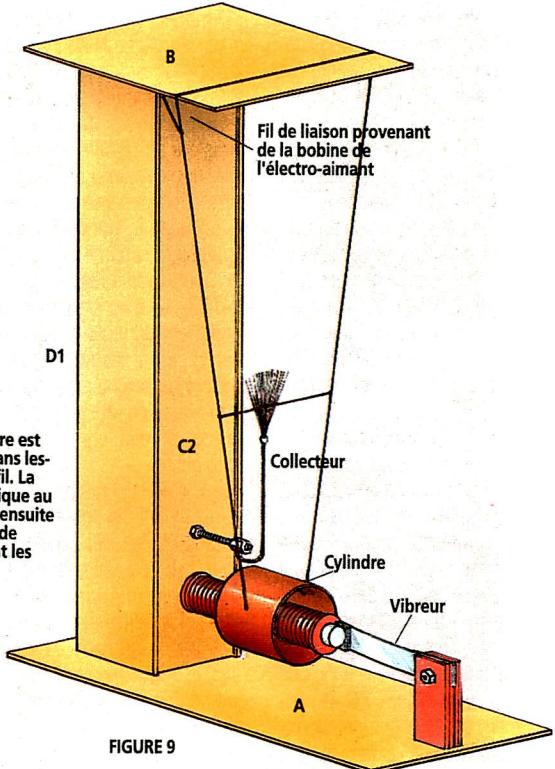


FIGURE 9

sur le support du cylindre.

On assemblera les deux cornières formées par les pièces D2 et C2 d'une part, C1 et D2 d'autre part afin de terminer la colonne. La pièce B formant à la fois couvercle et potence sera collée bien centrée sur le sommet de la colonne. Pour le vibreur, figure 6, on tracera, marquera et découpera quatre rectangles de 15x35 mm en polystyrène de 2 mm d'épaisseur; ces pièces, F1 à F4, seront collées deux à deux formant ainsi deux blocs.

D'autre part, on découpera un rectangle de fer blanc (boîte de conserve) de 12x70 mm. Sur 5 mm on repliera trois fois l'une

de ses extrémités, que l'on écrasera avec des pinces, afin de former une masse plus sensible à l'attraction du noyau qu'une simple épaisseur. On mettra ensuite en place la lame entre les deux blocs de plastique et on percera un trou de 3 mm; on y introduira une vis qui sera immobilisée par deux écrous comme indiqué figure 6.

Grâce à ce boulon, il sera possible par la suite de relever la lame, ce qui permettra éventuellement de dégager le pendule que nous allons maintenant fabriquer. Le cylindre qui sert de masse oscillante est un raccord de plomberie (manchon) en cuivre rouge de

40 mm et d'un diamètre de 30 mm qui sera suspendu par un fil de laiton de 0,5 mm. On y percera 2 trous de 1 mm dans la saignée qui matérialise le milieu de sa longueur — figure 8.

Ces trous sont destinés à recevoir les extrémités du fil de laiton; elles seront repliées et immobilisées à l'intérieur du cylindre avec un morceau de ruban adhésif. Cette façon de procéder permettra de régler la longueur de la suspension pour que le cylindre soit concentrique au noyau de l'électro-aimant. On passera donc la boucle de fil formant la suspension au-dessus de la pièce A et on réglera soigneusement la

position de l'anneau en redressant au mieux le fil de laiton.

Pour l'instant, on ajustera la suspension de telle façon qu'elle laisse dépasser le bobinage d'environ 1 cm. A 162 mm du haut, on soudera un fil de laiton horizontal qui servira de contact avec le balai du collecteur. Enfin on soudera le fil en provenance de l'une des prises femelles au support en fil de laiton. La figure 7 montre comment doivent alors se présenter les diverses pièces.

Un transformateur 220-12/6 volts, 3 ampères, nous fournira le courant nécessaire. Ce composant comporte deux fils primaires à relier au secteur et

trois fils secondaires. En général, le branchement aux deux fils extrêmes donne 12 V et, entre le fil central et l'un des deux autres fils, 6 V. On isolera le fil non employé et les deux autres seront munis de fiches bananes que l'on branchera aux prises qui leurs sont destinées sur la colonne.

Si le collecteur ne touche pas la barre de contact, rien ne doit se passer. En revanche, si l'on déplace légèrement le support en fil de laiton en le manœuvrant par dessus la pièce A, il arrive un moment où la barre touche le balai. Le contact est mis et le cylindre de cuivre est légèrement mû vers l'extérieur du bobinage. En agissant successivement sur la position du support de suspension et sur celle du balai, on arrivera à un réglage tel que, si la barre est au contact au moment de la mise sous tension, le système se mette en mouvement automatiquement. On montera alors le vibreur comme indiqué **figure 7** de façon telle qu'il se manifeste lorsque l'électro-aimant est sous tension. On remarquera que l'extrémité de la lame ne doit pas toucher le noyau lorsque celui-ci n'est pas sous tension, mais ne doit pas non plus en être trop éloignée. La bonne position s'obtient donc à l'oreille.

Lorsque le réglage sera parfait, on collera et on laissera sécher une ou deux heures. Notons que ce dispositif purement expérimental n'est pas conçu pour une utilisation permanente car l'électro-aimant a tendance à s'échauffer en raison du courant qui le traverse; on n'omettra pas de débrancher le transformateur après usage. En fait, il s'agit de montrer qu'un champ magnétique variable agit sur n'importe quel matériau conducteur, et ce montage en apporte bien la preuve. **Renaud de La Taille**
Modèle Pierre Courbier

INFORMATIQUE AMUSANTE

Jouons à "Présidentiable"

Nous vous proposerons ce mois-ci de programmer un jeu d'arcades. Nous l'avons baptisé "Présidentiable". Les règles s'apparentent à celles de la vie politique. Une partie complète se déroule sur trois tableaux, chacun d'entre eux correspondant à une phase clé du candidat. Le but du jeu est de terminer la partie avec une fortune aussi colossale que possible. Tout au long du déroulement du jeu trois paramètres seront à surveiller de près: votre fortune personnelle, exprimée en MF, votre cote de popularité et, enfin, votre poids politique.

Dans le premier tableau vous devrez utiliser des montagnes de fausses factures pour accroître, simultanément, votre fortune, votre popularité et votre poids politique. En fait les sociétés génératrices de fausses factures n'ayant qu'une durée de vie relativement brève, les tas qu'elles présentent diminuent donc rapidement. Afin de rester en vie il faut à tout prix éviter de se trouver sur un tas "vide". Pour cela il est possible de sauter d'un tas à l'autre. De plus certains tas présentent, à leur sommet, soit un sac d'or, soit un ballon de football, soit un maire. Si vous atteignez un sac d'or votre fortune s'en trouvera augmentée. S'il s'agit d'un ballon vous achèterez une équipe de football: votre cote de popularité s'en trouvera accrue mais il vous en coûtera 10 MF. Dans le cas d'un maire vous devrez débourser 5 MF seulement et cette fois-ci c'est votre poids politique qui augmentera. Dans ce tableau deux points sont donc essentiels. En premier lieu il ne faudra jamais sauter sur un tas de fausses factures vide et, deuxième-

ment, se conserver un volant d'argent suffisant pour pouvoir acheter ce dont on a besoin quand l'occasion s'en présente. De plus, il est fortement déconseillé de toujours conserver une réserve d'argent supérieure à 10 MF. En effet, si vous "stationnez" sur une pile de fausses factures et q'un maire ou une équipe de football y apparaît, l'ordinateur tirant leur position de manière aléatoire, l'achat est automatique. Si donc votre fortune est insuffisante, cela provoquera votre perte... En effet, ici – seule différence avec la réalité –, la banqueroute n'est pas tolérée. Donc, si votre fortune s'effondre à 0 la partie est terminée pour vous.

Lorsque le poids politique atteint 100 points le joueur passe au second tableau. Devenu parlementaire le jeu consiste toujours pour lui, bien entendu, à accroître sa fortune personnelle, mais également à faire monter sa côte de popularité de manière à devenir président. Sur ce tableau, d'immenses fortunes volettent çà et là. Cependant il serait absolument inconcevable de tenter de se les approprier directement. Mais il vous est possible de lancer des décrets pour vous en saisir. De plus chaque décret ayant touché son but fait grimper votre poids politique. Cependant attention, d'une part, pour toucher la fortune convoitée il faut bien la viser – au risque que le décret tombe à plat et ne rapporte donc rien – et, d'autre part, chaque décret lancé fait chuter votre côte de popularité. Pour remonter cette dernière il vous est possible d'acheter des voix. Trois types de voix sont à distinguer. La voix banale ne coûte rien mais ne fait que peu

monter la cote. Les voix de chanteurs sont nettement plus appréciées mais elles coûtent cher. Enfin les voix les plus appréciées sont celles des stars de cinéma. Très chères, elles font grimper votre cote en flèche.

Dès que votre poids politique atteind 200 points vous devenez président et vous vous trouvez donc parachuté sur le troisième tableau. Ici tout est question de temps. Il s'agit simplement d'amasser le plus d'argent possible, votre cote de popularité s'érodant au fil du temps. Lorsque cette dernière tombe à 0 votre carrière s'achève et votre fortune définitive sera indiquée.

Ces quelques précisions apportées passons donc à l'écriture de notre programme. En premier lieu nous dimensionnerons des tableaux. Ceux-ci seront nécessaires pour mémoriser les symboles graphiques indispensables au bon déroulement du jeu. Ensuite nous viendrons les piocher sur la disquette par l'intermédiaire d'une succession d'instructions INPUT. Nous utiliserons une sous-routine de manière à transformer les données issues de la disquette en un "bloc graphique" exploitable par l'ordinateur et c'est celui-ci qui sera mémorisé dans nos tableaux grâce à l'instruction GET. Toute cette phase constitue l'initialisation du jeu durant laquelle divers commentaires seront affichés. Vient, ensuite, l'animation du premier écran. Deux tableaux de mémorisation complémentaires seront créés. Le premier permettra à la machine de savoir de combien de fausses factures est composé chaque tas, le second indiquera la présence, ou l'absence, d'un sac d'or, d'un maire ou d'un ballon. Le pre-

mier tableau sera alors initialisé par tirage aléatoire du nombre de factures de chaque tas. Le programme affichera dès lors les tas en utilisant une sous-

routine. Puis le programme s'intéressera aux touches actionnées au clavier. En effet on utilisera la variable K\$ pour détecter si une touche est enfon-

cée ou non. Si tel est le cas les variables correspondant aux coordonnées X et Y du joueur seront modifiées en conséquence et une nouvelle sous-

routine sera employée pour le faire "sauter" d'un tas à l'autre. Enfin, pour ce tableau, une dernière sous-routine est utilisée de manière à faire dé-

```

10 SCREEN 9:CLS
20 LET XJ=100:LET YJ=100
30 LET XM=200:LET YM=100
40 LET XA=300:LET YA=100
50 LET XD=400:LET YD=100
60 DIM TRF(26,21)
70 LOCATE 1,25
80 COLOR 9:PRINT "BIENVENUE";
90 COLOR 15:PRINT "SUR ";
100 COLOR 12:PRINT "PRESIDENTIABLE."
110 REM ****
120 REM *
130 REM * CREATION DES TABLEAUX DE *
140 REM * MEMORISATION GRAPHIQUES. *
150 REM *
160 REM ****
170 DIM JOU(264)
180 DIM MAI(264)
190 DIM FAC(264)
200 DIM FRA(264)
210 DIM FOO(264)
220 DIM DIS(264)
230 DIM DEC(264)
240 DIM CIN(264)
250 DIM ENV(264)
260 DIM NUL(264)
270 REM ****
280 REM *
290 REM * CHARGEMENT DES SYMBOLES *
300 REM * GRAPHIQUES. *
310 REM *
320 REM ****
330 GET(50,1)-(75,21),NUL
340 OPEN"1",#1,"A:JOUEUR"
350 FOR X=1 TO 20:FOR Y=1 TO 20
360 INPUT #1,TRF(X,Y)
370 NEXT Y:NEXT X
380 CLOSE:GOSUB 4360
390 GET(1,1)-(26,21),JOU
400 PUT(1,1),NUL,PSET
410 PUT(1,45),JOU
420 COLOR 10:LOCATE 4,10
430 PRINT "Vous: traversez les trois
tableaux et devenez Président."
440 LOCATE 5,10:PRINT "Utilisez les
touches 4,6,8 et 2 pour vos déplace-
ments."
450 OPEN"1",#1,"A:MAIRE"
460 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
470 INPUT #1,TRF(X,Y)
480 NEXT Y:NEXT X
490 CLOSE:GOSUB 4360
500 GET(1,1)-(26,21),MAI
510 PUT(1,1),NUL,PSET
520 PUT(1,90),MAI
530 COLOR 10:LOCATE 7,10
540 PRINT "Les maires: pour les acheter
il vous en coûtera 5 MF."
550 LOCATE 8,10:PRINT "Ils vous permet-
tront d'asseoir votre poids poli-
tique."
560 OPEN"1",#1,"A:FACTURE"
570 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
580 INPUT #1,TRF(X,Y)
590 NEXT Y:NEXT X
600 CLOSE:GOSUB 4360
610 GET(1,1)-(26,21),FAC
620 PUT(1,1),NUL,PSET
630 PUT(1,135),FAC
640 COLOR 10:LOCATE 10,10
650 PRINT "Les fausses factures: elles
vous permettent de naviguer dans"
660 LOCATE 11,10:PRINT "le monde poli-
tique mais disparaissent sans préve-
nir."
670 OPEN"1",#1,"A:ARGENT"
680 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
690 INPUT #1,TRF(X,Y)
700 NEXT Y:NEXT X
710 CLOSE:GOSUB 4360
720 GET(1,1)-(26,21),FRA
730 PUT(1,1),NUL,PSET
740 PUT(1,180),FRA
750 COLOR 10:LOCATE 14,10
760 PRINT "L'argent: ramassez le dès
qu'il se présente!"
770 OPEN"1",#1,"A:FOOT"
780 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
790 INPUT #1,TRF(X,Y)
800 NEXT Y:NEXT X
810 CLOSE:GOSUB 4360
820 GET(1,1)-(26,21),FOO
830 PUT(1,1),NUL,PSET
840 PUT(1,225),FOO
850 COLOR 10:LOCATE 17,10
860 PRINT "Les équipes de football:
achetez les au prix de 10 MF (c'est
donné)!"
870 LOCATE 18,10:PRINT "elles feront
monter en flèche votre cote de popula-
rité."
880 LOCATE 21,5: PRINT "Voici donc les
éléments du premier tableau."
890 LOCATE 22,5: PRINT "Pour continuer
taper une touche. Merci.."
900 IF INKEY$="" THEN GOTO 900
910 OPEN"1",#1,"A:DISQUE"
920 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
930 INPUT #1,TRF(X,Y)
940 NEXT Y:NEXT X
950 CLOSE:GOSUB 4360
960 GET(1,1)-(26,21),DIS
970 PUT(1,1),NUL,PSET
980 PUT(1,45),DIS,PSET
990 COLOR 10:LOCATE 4,10
1000 PRINT "Les chanteurs font égale-
ment monter votre cote de popularité."
1010 LOCATE 5,10:PRINT "Ne négligez pas
leurs disques dans le second tableau."
1020 OPEN"1",#1,"A:CINEMA"
1030 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
1040 INPUT #1,TRF(X,Y)
1050 NEXT Y:NEXT X
1060 CLOSE:GOSUB 4360
1070 GET(1,1)-(26,21),CIN
1080 PUT(1,1),NUL,PSET
1090 PUT(1,90),CIN,PSET
1100 COLOR 10:LOCATE 7,10
1110 PRINT "Les acteurs sont également
très bons pour votre cote de populari-
té."
1120 LOCATE 8,10:PRINT "Allez sur les
lieux de tournage dans le feu des pro-
jecteurs"
1130 OPEN"1",#1,"A:ENVEL"
1140 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
1150 INPUT #1,TRF(X,Y)
1160 NEXT Y:NEXT X
1170 CLOSE:GOSUB 4360
1180 GET(1,1)-(26,21),ENV
1190 PUT(1,1),NUL,PSET
1200 PUT(1,135),ENV,PSET
1210 COLOR 10:LOCATE 10,10
1220 PRINT "Les voix des électeurs ne
sont pas à négliger mais elle n'in-
fluent"
1230 LOCATE 11,10:PRINT "que peu sur
votre carrière. Prenez les tout de
même!"
1240 OPEN"1",#1,"A:DECRET"
1250 FOR X=1 TO 25:FOR Y=1 TO 20
1260 INPUT #1,TRF(X,Y)
1270 NEXT Y:NEXT X
1280 CLOSE:GOSUB 4360
1290 GET(1,1)-(26,21),DEC
1300 PUT(1,1),NUL,PSET
1310 PUT(1,180),DEC,PSET
1320 COLOR 10:LOCATE 13,10
1330 PRINT "ATTENTION: Les décrets vous
permettent de vous approprier des
fonds."
1340 LOCATE 14,10:PRINT "Cependant,
s'ils font monter votre poids poli-
tique, ils"
1350 LOCATE 15,10:PRINT "errodent
votre cote de popularité. Lancez les en
tapant 5."
1360 LOCATE 21,5: PRINT "Voici donc les
éléments du second tableau."
1370 IF INKEY$="" THEN GOTO 1370
1380 CLS
1390 REM ****
1400 REM *
1410 REM * PREPARATION DU PREMIER *
1420 REM * TABLEAU DE JEU. *
1430 REM *
1440 REM ****
1450 DIM NF(5,3):DIM SC(5,3)
1460 LET SCAR=25:LET SCPL=0:LET SCPP=0
1470 COLOR 10:LOCATE 1,8:PRINT "Fortu-
ne : "; S C A R ; " M F .
Popularité:";SCPP;"Poids poli-
tique:";SCPL
1480 FOR X=1 TO 5
1490 FOR Y=1 TO 3
1500 LET NF(X,Y)=INT(RND*3)+1
1510 NEXT Y
1520 NEXT X
1530 LET TABLEAU=1
1540 REM ****
1550 REM *
1560 REM * AFFICHAGE DU PREMIER *
1570 REM * TABLEAU DE JEU. *
1580 REM *
1590 REM ****
1600 FOR EX=1 TO 5
1610 FOR EY=1 TO 3
1620 GOSUB 4200
1630 NEXT EX
1640 NEXT EX
1650 REM ****

```

croître, de façon aléatoire, le nombre de factures de chaque tas. Tant que le score restera insuffisant le programme rebouclera sur ce tableau.

Le second tableau occupe les lignes suivantes du programme. Tout comme le précédent il exploitera des sous-routines qui lui seront particulières mais

proximes dans leur principe de fonctionnement de celles déjà utilisées. Tout comme dans le cas précédent le programme rebouclera tant que le score né-

cessaire pour atteindre le troisième tableau ne sera pas atteint.

Enfin le dernier tableau, nettement plus simple en ce qui concerne sa gestion, ne nécessi-

```

1660 REM *
1670 REM * PRISE EN COMPTE TOUCHES *
1680 REM * ET CONTROLES DEPLACEMENTS *
1690 REM *
1700 REM ****
1710 LET JX=1:LET JY=1:LET TEMPO=20
1720 LET PJX=100:LET PJY=59
1730 LET K$=INKEY$
1740 IF K$="6" THEN LET JX=JX+1
1750 IF K$="4" THEN LET JX=JX-1
1760 IF K$="8" THEN LET JY=JY-1
1770 IF K$="2" THEN LET JY=JY+1
1780 IF JX=6 THEN LET JX=5:LET K$=""
1790 IF JX=0 THEN LET JX=1:LET K$=""
1800 IF JY=4 THEN LET JY=3:LET K$=""
1810 IF JY=0 THEN LET JY=1:LET K$=""
1820 LET JXPR=PJX:LET JYPR=PJY
1830 LET PJX=(100*JX)-15:LET
PJY=(100*JY)-41
1840 IF K$="" THEN PUT
(PJX,PJY),JOU,PSET
1850 IF K$<>" " THEN GOSUB 2990
1860 LET TEMPO=TEMPO-1
1870 IF TEMPO=1 THEN GOSUB 3970
1880 GOSUB 3770
1890 IF SCAR<0 OR SCPL<0 OR SCPP<0 THEN
GOTO 2870
1900 IF NF(JX,JY)=0 THEN GOSUB
4500:GOTO 2870
1910 IF SCPL=100 THEN GOSUB 2000
1920 IF SC(JX,JY)=1 OR SC(JX,JY)=2 OR
SC(JX,JY)=3 THEN GOSUB 4620
1930 GOTO 1730
1940 REM ****
1950 REM *
1960 REM * AFFICHAGE DU SECOND *
1970 REM * TABLEAU DE JEU. *
1980 REM *
1990 REM ****
2000 CLS:LET TABLEAU=2:LET PFRA=1
2010 COLOR 10:LOCATE 1,8:PRINT "Fortu-
n e : ; S C A R ; " M F .
Popularité:";SCPP;"Poids poli-
tique:";SCPL
2020 FOR I=1 TO 5
2030 FOR J=1 TO 3
2040 LET NF(I,J)=0:LET SC(I,J)=0
2050 IF J>1 THEN LET
NF(I,J)=INT(RND*3)+1
2060 NEXT J
2070 NEXT I
2080 FOR EX=1 TO 5
2090 FOR EY=2 TO 3
2100 GOSUB 4200
2110 NEXT EY
2120 NEXT EX
2130 LET JX=1:LET JY=2:LET TEMPO=20
2140 LET PJX=100:LET PJY=159
2150 LET K$=INKEY$
2160 IF K$="5" THEN GOSUB 4900
2170 IF K$="6" THEN LET JX=JX+1
2180 IF K$="4" THEN LET JX=JX-1
2190 IF K$="8" THEN LET JY=JY-1
2200 IF K$="2" THEN LET JY=JY+1
2210 IF JX=6 THEN LET JX=5:LET K$=""
2220 IF JX=0 THEN LET JX=1:LET K$=""
2230 IF JY=4 THEN LET JY=3:LET K$=""
```

```

2240 IF JY=1 THEN LET JY=2:LET K$=""
2250 LET JXPR=PJX:LET JYPR=PJY
2260 LET PJX=(100*JX)-15:LET
PJY=(100*JY)-41
2270 IF K$="" THEN PUT
(PJX,PJY),JOU,PSET
2280 IF K$<>" " THEN GOSUB 2990
2290 IF NF(JX,JY)=0 THEN GOSUB
4500:GOTO 2870
2300 IF SCPP<0 THEN GOTO 2870
2310 GOSUB 4790
2320 LET TEMPO=TEMPO-1
2330 GOSUB 3770
2340 IF TEMPO=1 THEN GOSUB 3970
2350 IF SC(JX,JY)=4 OR SC(JX,JY)=5 OR
SC(JX,JY)=6 THEN GOSUB 4620
2360 IF SCPL=200 THEN GOSUB 2440
2370 GOTO 2150
2380 REM ****
2390 REM *
2400 REM * AFFICHAGE DU TROISIEME *
2410 REM * TABLEAU DE JEU. *
2420 REM *
2430 REM ****
2440 CLS:LET TABLEAU=3
2450 COLOR 10:LOCATE 1,8:PRINT "Fortu-
n e : ; S C A R ; " M F .
Popularité:";SCPP;"Poids poli-
tique:";SCPL
2460 FOR I=1 TO 5
2470 FOR J=1 TO 3
2480 LET NF(I,J)=0:LET SC(I,J)=0
2490 LET NF(I,J)=INT(RND*3)+1
2500 NEXT J
2510 NEXT I
2520 FOR EX=1 TO 5
2530 FOR EY=1 TO 3
2540 GOSUB 4200
2550 NEXT EY
2560 NEXT EX
2570 LET JX=1:LET JY=2:LET TEMPO=20
2580 LET PJX=100:LET PJY=59
2590 LET K$=INKEY$
2600 IF TEMPO=1 THEN COLOR 10:LOCATE
1,8:PRINT "Fortune:";SCAR;"MF. Popula-
rité:";SCPP;"Poids politique:";SCPL
2610 IF K$="6" THEN LET JX=JX+1
2620 IF K$="4" THEN LET JX=JX-1
2630 IF K$="8" THEN LET JY=JY-1
2640 IF K$="2" THEN LET JY=JY+1
2650 IF JX=6 THEN LET JX=5:LET K$=""
2660 IF JX=0 THEN LET JX=1:LET K$=""
2670 IF JY=4 THEN LET JY=3:LET K$=""
2680 IF JY=0 THEN LET JY=1:LET K$=""
2690 LET JXPR=PJX:LET JYPR=PJY
2700 LET PJX=(100*JX)-15:LET
PJY=(100*JY)-41
2710 IF K$="" THEN PUT
(PJX,PJY),JOU,PSET
2720 IF K$<>" " THEN GOSUB 2990
2730 LET TEMPO=TEMPO-1
2740 IF TEMPO=1 THEN GOSUB 3970
2750 GOSUB 3770
2760 IF SCPP<0 THEN GOSUB 2870
2770 IF NF(JX,JY)=0 THEN GOSUB
4500:GOTO 2870
2780 IF TEMPO=1 THEN LET SCPP=SCPP-1
```

site, pour sa programmation, que quelques lignes de programme.

Précisons qu'étant donné la longueur de ce logiciel nous ne

publierons ce mois-ci que le programme lui-même. Le mois prochain nous vous communiquerons les données des symboles graphiques. Étudiés sur

notre logiciel Supergraph, proposé le mois dernier, leur transfert est immédiat dès l'instant où l'on dispose d'une disquette. Malheureusement,

dans notre cas, il faudra en refaire une saisie manuelle et cette opération comporte la frappe de nombreuses données. **Henri-Pierre Penel**

```

3400 GOSUB 3770
3410 IF TABLEAU=2 THEN GOSUB 4790
3420 NEXT I
3430 FOR I=-10 TO 100 STEP 5
3440 LET MJY=JYPR+I
3450 PUT (MJX,MJY),JOU
3460 PUT (MJX,MJY),JOU
3470 LET TEMPO=TEMPO-1
3480 GOSUB 3770
3490 IF TABLEAU=2 THEN GOSUB 4790
3500 NEXT I
3510 IF K$<>"8" THEN RETURN
3520 LET MJX=JYPR:LET MJY=JYPR
3530 PUT (MJX,MJY),NUL,PSET
3540 FOR I=0 TO 110 STEP 5
3550 LET MJY=JYPR-I
3560 PUT (MJX,MJY),JOU
3570 PUT (MJX,MJY),JOU
3580 LET TEMPO=TEMPO-1
3590 GOSUB 3770
3600 IF TABLEAU=2 THEN GOSUB 4790
3610 NEXT I
3620 FOR I=-110 TO 100 STEP -2
3630 LET MJY=JYPR-I
3640 PUT (MJX,MJY),JOU
3650 PUT (MJX,MJY),JOU
3660 LET TEMPO=TEMPO-1
3670 GOSUB 3770
3680 IF TABLEAU=2 THEN GOSUB 4790
3690 NEXT I
3700 RETURN
3710 REM ****
3720 REM *
3730 REM * SOUS-ROUTINE DE *
3740 REM * MODIFICATION DES TAS. *
3750 REM *
3760 REM ****
3770 IF TEMPO<0 THEN RETURN
3780 LET TEMPO=20
3790 LET EX=INT(RND*5)+1
3800 LET EY=INT(RND*3)+1
3810 IF EY=1 AND TABLEAU=2 THEN RETURN
3820 LET NF(EX,EY)=NF(EX,EY)-1
3830 IF NF(EX,EY)=-1 THEN LET NF(EX,EY)=3:GOSUB 4200
3840 LET PFY=(100*EX)-20:LET PFY=(100*EY)-20
3850 IF NF(EX,EY)=1 THEN LET PFY=PFY-15:LET PFY=PFY+20
3860 IF NF(EX,EY)=2 THEN LET PFY=PFY+15:LET PFY=PFY+20
3870 IF NF(EX,EY)<>3 AND TABLEAU=1 THEN
    PUT(PFX,PFY),FAC
3880 IF NF(EX,EY)<>3 AND TABLEAU=2 THEN
    PUT(PFX,PFY),FRA
3890 IF NF(EX,EY)<>3 AND TABLEAU=3 THEN
    PUT(PFX,PFY),MAI
3900 RETURN
3910 REM ****
3920 REM *
3930 REM * SOUS-ROUTINE *
3940 REM * AFFICHAGE OBJETS. *
3950 REM *
3960 REM ****
3970 LET EX=INT(RND*5)+1
3980 LET EY=INT(RND*3)+1
3990 IF TABLEAU=2 AND EY<2 THEN RETURN
4000 LET TP=INT(RND*8)
4010 IF TABLEAU=3 THEN LET TP=1
4020 IF TP>6 THEN RETURN
4030 LET SC(EX,EY)=TP
4040 LET PPX=(100*EX)-15:LET PPY=(100*EY)-16
4050 PUT(PPX,PPY-25),NUL,PSET
4060 IF TP=2 AND TABLEAU=1 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),MAI
4070 IF TP=3 AND TABLEAU=1 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),FOO
4080 IF TP=1 AND TABLEAU=1 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),FRA
4090 IF TP=4 AND TABLEAU=2 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),ENV
4100 IF TP=5 AND TABLEAU=2 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),DIS
4110 IF TP=6 AND TABLEAU=2 THEN
    PUT(PPX,PPY-25),CIN
4120 IF TABLEAU=3 THEN PUT(PPX,PPY-25),FRA
4130 RETURN
4140 REM ****
4150 REM *
4160 REM * SOUS-ROUTINE AFFICH. TAS. *
4180 REM *
4190 REM ****
4200 LET PFY=(100*EX)-20:LET PFY=(100*EY)-20
4210 IF NF(EX,EY)=0 THEN RETURN
4220 FOR NBF=1 TO NF(EX,EY)
4230 IF NBF=2 THEN LET PFY=PFY-15:LET PFY=PFY+20
4240 IF NBF=3 THEN LET PFY=PFY+30
4250 IF TABLEAU=1 THEN
    PUT(PFX,PFY),FAC
4260 IF TABLEAU=2 THEN
    PUT(PFX,PFY),FRA
4270 IF TABLEAU=3 THEN
    PUT(PFX,PFY),MAI
4280 NEXT NBF
4290 RETURN
4300 REM ****
4310 REM *
4320 REM * SOUS-ROUTINE *
4330 REM * TRAITEMENT GRAPHIQUES. *
4340 REM *
4350 REM ****
4360 FOR X=1 TO 25
4370 FOR Y=1 TO 20
4380 LET CPLX=TRF(X,Y):IF CPLX>19 THEN
    LET CPLX=CPLX-20
4390 IF CPLX=0 THEN GOTO 4410
4400 COLOR CPLX: PSET (X,Y)
4410 NEXT Y
4420 NEXT X
4430 RETURN
4440 REM ****
4450 REM *
4460 REM * SOUS-ROUTINE *
4470 REM * CHUTE DU JOUEUR. *
4480 REM *
4490 REM ****
4500 PUT (PJX,PJY),JOU
4510 FOR I=PJY TO 300 STEP 5
4520 PUT (PJX,I),JOU
4530 PUT (PJX,I),JOU
4540 REM ****
4550 RETURN
4560 REM ****
4570 REM *
4580 REM * SOUS-ROUTINE *
4590 REM * INCREMENTATION DES SCORES. *
4600 REM *
4610 REM ****
4620 COLOR 14
4630 PUT (PJX,PJY),NUL,PSET
4640 IF SC(JX,JY)=1 THEN LET SCAR=SCAR+10
4650 IF SC(JX,JY)=2 THEN LET SCPL=SCPL+10:LET SCAR=SCAR-5
4660 IF SC(JX,JY)=3 THEN LET SCPP=SCPP+10:LET SCAR=SCAR-10
4670 IF SC(JX,JY)=4 THEN LET SCPP=SCPP+1
4680 IF SC(JX,JY)=5 THEN LET SCPP=SCPP+5
4690 IF SC(JX,JY)=6 THEN LET SCPP=SCPP+10
4700 LET SC(JX,JY)=0
4710 COLOR 10:LOCATE 1,8:PRINT "Fortune : "; S C A R ; " M F . Popularité:";SCPP;"Poids politique";SCPL
4720 RETURN
4730 REM ****
4740 REM *
4750 REM * SOUS-ROUTINE *
4760 REM * DEPLACEMENT ARGENT (TAB 3) *
4770 REM *
4780 REM ****
4790 PUT(PFRA,15),NUL,PSET
4800 LET PFRA=PFRA+1
4810 IF PFRA=500 THEN LET PFRA=1
4820 PUT(PFRA,15),FRA
4830 RETURN
4840 REM ****
4850 REM *
4860 REM * SOUS-ROUTINE *
4870 REM * LANCEMENT DECRETS (TAB 2) *
4880 REM *
4890 REM ****
4900 IF TABLEAU<>2 THEN RETURN
4910 IF JY<>2 THEN RETURN
4920 LET SCPP=SCPP-1
4930 FOR YDEC=135 TO 35 STEP -5
4940 PUT(PJX,YDEC),DEC
4950 GOSUB 4790
4960 PUT(PJX,YDEC),DEC
4970 NEXT YDEC
4980 IF PFRA>PJX-15 AND PFRA<PJX+15
    THEN LET SCAR=SCAR+10:LET SCPL=SCPL+INT(RND*25)+5:PUT(PFRA,15),
        NUL,PSET:LET PFRA=1
4990 COLOR 10:LOCATE 1,8:PRINT "Fortune : "; S C A R ; " M F . Popularité:";SCPP;"Poids politique";SCPL
5000 FOR YDEC=35 TO 135 STEP 5
5010 PUT(PJX,YDEC),DEC
5020 GOSUB 4790
5030 PUT(PJX,YDEC),DEC
5040 NEXT YDEC
5050 RETURN

```

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Réalisons un égaliseur (suite)

Le mois dernier, nous vous avions proposé de câbler les éléments essentiels d'un égaliseur, à savoir le jeu de filtres. Ce mois-ci nous nous attaquons à la réalisation de son alimentation, d'un adaptateur d'impédance d'entrée et de l'interconnexion de ces modules.

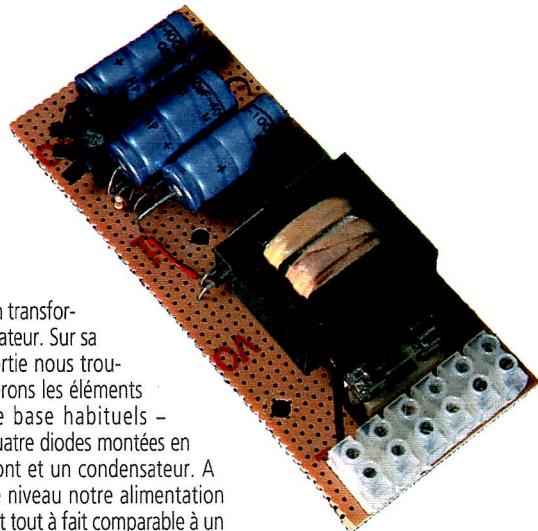
Comme nous l'avons déjà dit ce montage est, au départ, conçu pour être alimenté en 12 volts de manière à pouvoir équiper un auto-radio. Cependant pour l'intégrer au sein d'une chaîne haute fidélité il

est préférable de disposer d'une alimentation secteur. Certes il existe de nombreux petits adaptateurs tout faits capables de délivrer un tel voltage sous une intensité largement suffisante pour ce montage mais la tension qu'ils délivrent n'est pas assez "continue" pour assurer un fonctionnement correct de l'égaliseur: il se produit alors un ronflement. Nous réaliserons donc une petite alimentation stabilisée. L'élément de départ de cette dernière sera, bien sûr,

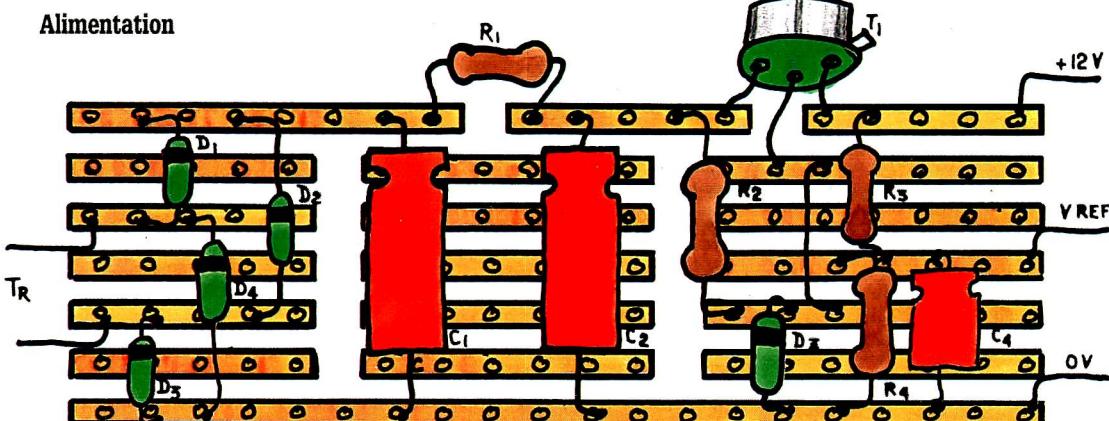
un transformateur. Sur sa sortie nous trouverons les éléments de base habituels - quatre diodes montées en pont et un condensateur. A ce niveau notre alimentation est tout à fait comparable à un adaptateur secteur. Afin de stabiliser sa tension de sortie nous utiliserons un transistor associé à une diode Zener. Cette dernière fera office de référence de tension. Nous obtiendrons donc en sortie une

tension parfaitement continue de 12 volts. Enfin deux résistances nous fourniront la tension de référence des amplificateurs opérationnels.

L'adaptateur d'impédance



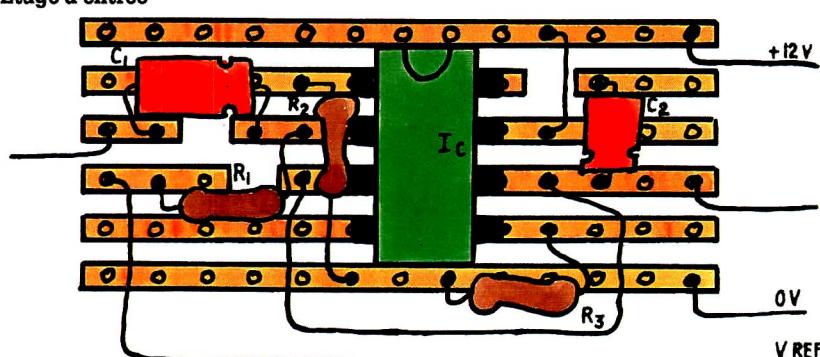
Alimentation



OU SE PROCURER LES COMPOSANTS

- MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88
- PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05
- T.S M., 15 rue des Onze-Arphants, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52
- URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon, Suisse
- Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

Etage d'entrée



d'entrée permettra de piloter en parallèle l'ensemble de nos filtres sans pour autant abaisser de manière trop importante l'impédance d'entrée du montage. Celui-ci sera réalisé autour d'un amplificateur opérationnel identique à celui utilisé pour les filtres.

Reste, maintenant, l'interconnexion de ces divers éléments. L'entrée de chaque filtre sera reliée à la sortie de l'adaptateur d'impédance. Nous aurons donc bien ainsi une attaque parallèle des filtres. Leurs sorties seront reliées au mélangeur par l'intermédiaire d'un potentiomètre. C'est ce dernier qui permettra de doser le niveau de chaque bande de fréquence et, par voie de conséquence, d'obtenir la sonorité choisie. Enfin les points mentionnés +12 V, 0 V et V ref seront connectés à l'alimentation.

Ce câblage ne présente pas de difficulté particulière. Il faudra cependant veiller à bien couper l'ensemble des bandes conductrices cuivrées de la plaque de câblage sous les circuits intégrés ainsi qu'aux emplacements mentionnés sur le schéma. De même on veillera à bien respecter la polarité des

diodes, des condensateurs chimiques ainsi que le brochage du transistor et des circuits intégrés. Pour effectuer les interconnexions il est conseillé d'utiliser du fil blindé dont la tresse périphérique sera reliée au 0 volt. Les potentiomètres utilisés seront du type linéaire et pourront indifféremment

être à course rectiligne ou rotatifs. Seuls les impératifs de réalisation d'un boîtier seront à prendre en compte pour déterminer votre choix. Enfin un soin particulier sera apporté à l'isolation des contacts du transformateur en raison de la présence du secteur

Henri-Pierre Penel

NOMENCLATURE

ALIMENTATION

R1= 22 Ohms (rouge, rouge, noir, or)
 R2= 470 Ohms (jaune, violet, brun, or)
 R3= 2,2 klohms (rouge, rouge, rouge, or)
 R4= 2,2 klohms (rouge, rouge, rouge, or)

C1= 1000 microfarad 12 V.
 C2= 1000 microfarad 12 V.
 C3= 100 microfarad 12 V.

D1= D2= D3= D4= 1N 4001
 Dz= diode zener 12 volts 1/2 watt

T1= 2N 1711

Tr= transformateur 15 volts 5 VA.

ETAGE D'ENTREE

R1= 100 kilohms (brun, noir, jaune, or)
 R2= 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
 R3= 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)

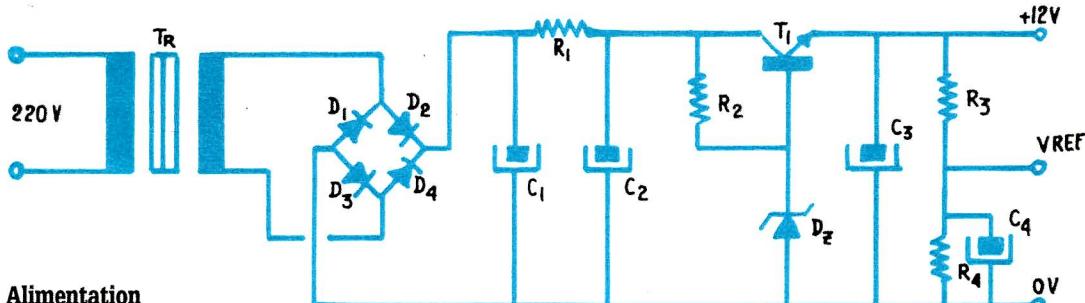
C1= 2,2 microfarads 12 volts
 C2= 2,2 microfarads 12 volts

Ic= UA 741

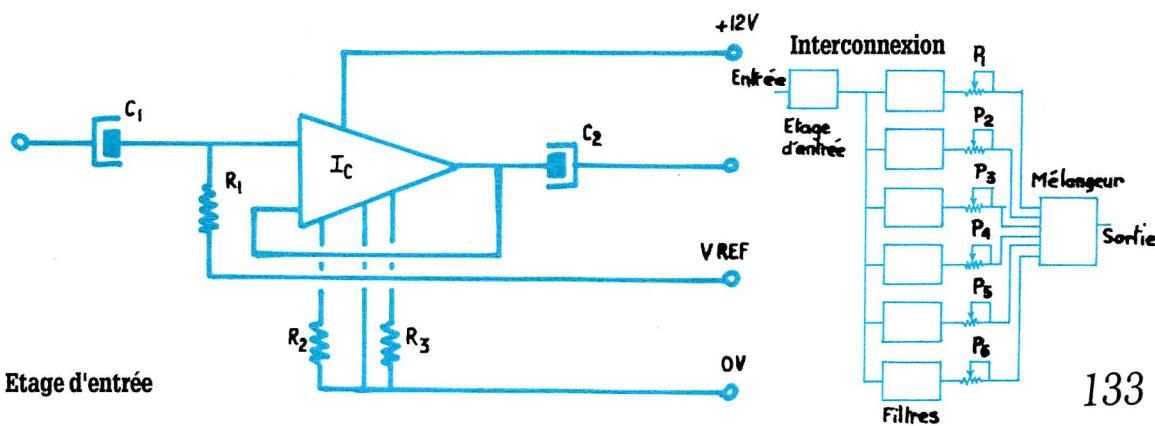
INTERCONNEXION

Pour tous les potentiomètres: 100 kilohms.

SCHEMAS ELECTRIQUES

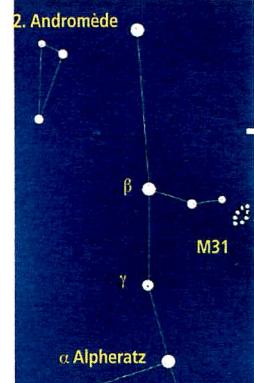
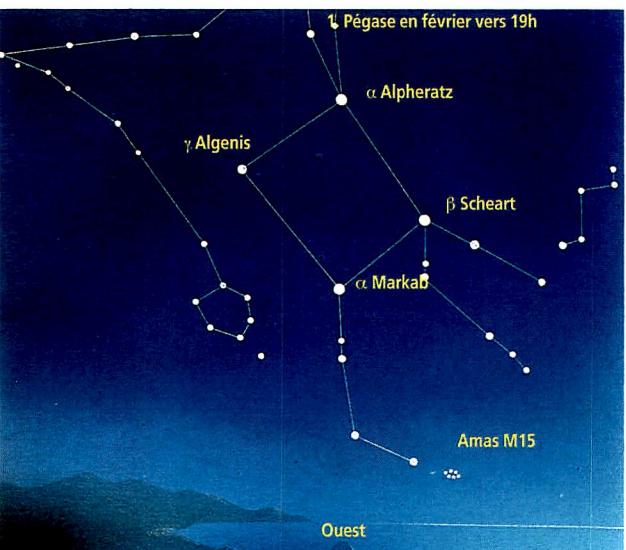


Alimentation



JOURNAL DE L'ASTRONOME

Une belle famille

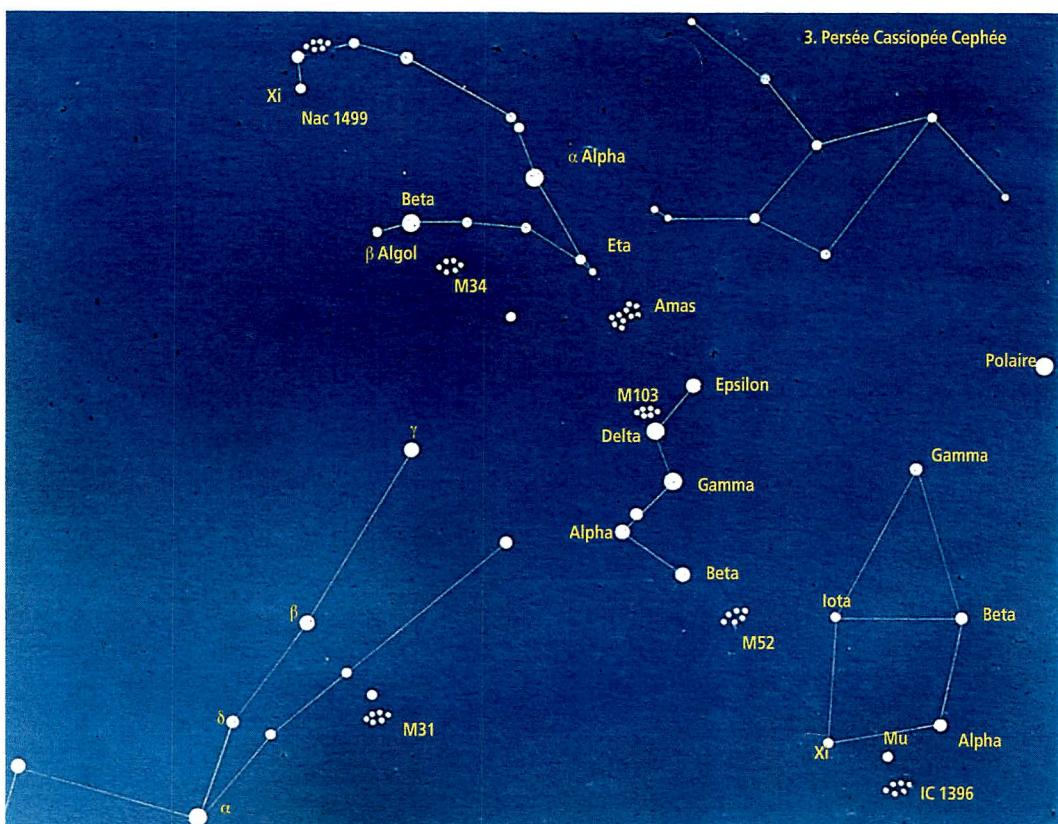


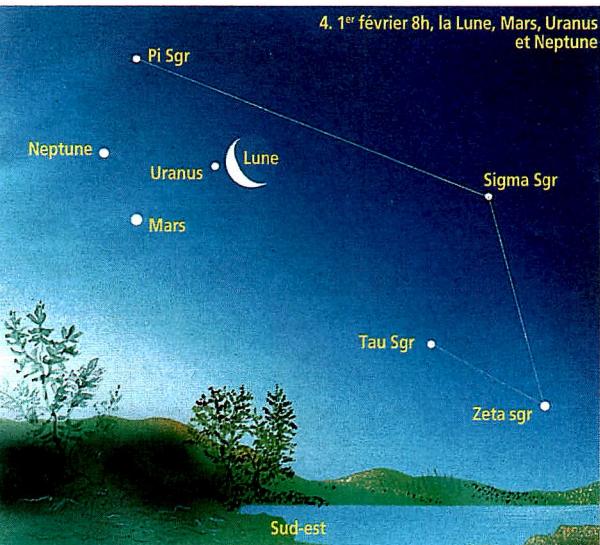
Lorsque les nuages sont absents, qu'un froid vif et sec fait resplendir la voûte étoilée, les nuits de février offrent un spectacle céleste d'une grande beauté. Le soleil se couche aux alentours de 18 heures pour ne se lever que vers 8 heures, laissant ainsi pendant une dizaine d'heures le ciel nocturne à la disposition des amateurs.

Reflets de l'imaginaire humain, les constellations s'entourent de mythes et de légendes. C'est par une histoire que commencera ce mois-ci notre visite céleste. Il était une fois le peuple des Céphènes, établi, dit-on, en Ethiopie et dont le roi se nommait Céphée. Celui-ci épousa une fort belle femme, un peu sotte, Cassiopée, qui se vanta d'être plus jolie que les Néréides, nymphes de la mer. Cela dé-

clencha leur courroux et elles demandèrent vengeance au dieu de la Mer, Poséidon. La colère de ce dernier retomba, non point sur Cassiopée ni sur Céphée, mais sur leur fille Andromède. Ses malheureux parents se virent obligés de l'enchaîner à un rocher au milieu de la mer pour la sacrifier à un monstre marin.

C'est alors que Persée, fils de Zeus, s'apitoya sur la victime. Il enfourcha Pégase, son cheval ailé, et vola au secours d'Andromède. Il pétrifia le monstre et délivra la jeune fille. Séduit





par sa beauté, il demanda sa main à ses parents qui la lui accordèrent avec joie. Une aussi belle famille passa à la postérité en se voyant immortalisée dans les étoiles. Cassiopée, Céphée, Andromède, Persée et Pégase sont des constellations réunies dans la même région céleste.

La découverte de ces constellations peut se faire dès le début de la nuit. Nous commencerons par celle qui se couche en premier : Pégase.

Pégase (figure 1). Vers 20 heures au-dessus de l'horizon ouest, on repère facilement cette constellation qui se présente sous la forme d'un grand carré. Avec 1121 degrés carré, c'est la septième constellation par son étendue. Les quatre étoiles qui composent le carré sont Alpha ou Markab, Béta ou Scheat, Gamma ou Algenib et enfin Alphératz. Cette dernière présente deux particularités : avoir deux noms et avoir appartenu à deux constellations ! En effet, il y a un siècle ou deux, cette étoile faisait partie de la constellation de Pégase dont elle était l'étoile Delta ; on la nommait alors plutôt Serrah, "l'épaule du cheval". De nos

jours, elle est rattachée à la constellation d'Andromède et on la nomme Alphératz, "la tête de la femme enchaînée". Conséquence de cette modification des limites des deux constellations, Pégase n'a plus d'étoile Delta. Pourtant la tradition se perpétue et on intègre Alpha Andromède dans le grand carré de Pégase.

Pégase renferme l'un des amas globulaires les plus intéressants pour l'amateur. Il s'agit de M 15, découvert par Maraldi en 1745 et décrit par Messier en 1764 comme une nébuleuse sans étoile. M 15 est situé à 45 000 années lumière et s'éloigne de nous à 37 kilomètres par seconde. Près de 500 000 étoiles le composent et sont regroupées dans un diamètre de seulement 130 années lumière. L'amas est très riche en étoiles variables, dont plus d'une centaine ont été identifiées. Il est le seul connu à avoir une nébuleuse planétaire. Pour l'amateur, M 15, de magnitude 6, est facile à repérer au nord-est de l'étoile Epsilon, de magnitude 2,6. Avec une paire de jumelles, on observe une nébulosité mais aucun détail n'est visible. Un

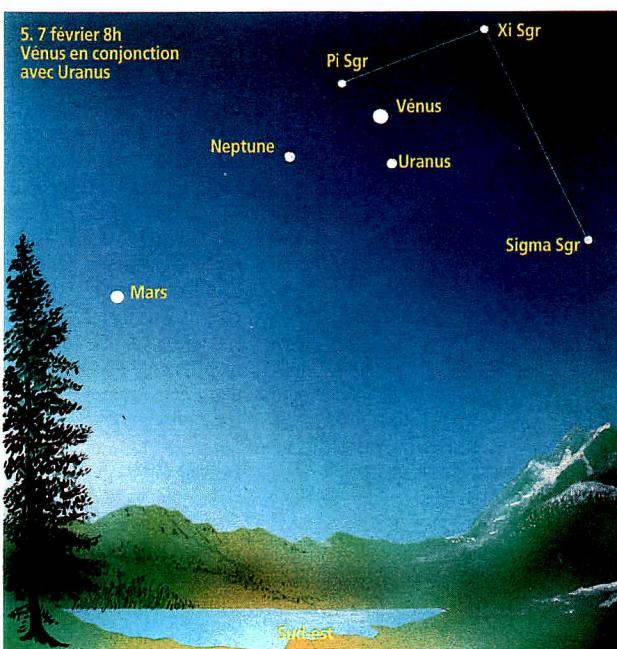
instrument de 100 mm de diamètre révèle deux zones de luminosité distinctes. Un fort grossissement permet de "ré-soudre" l'amas et on est impressionné par le nombre d'étoiles visibles.

Andromède (figure 2).

Grande constellation, moins étendue cependant que la précédente avec 722 degrés carré, Andromède est facile à trouver en partant de l'angle supérieur gauche du carré de Pégase. Elle est tout en longueur et s'étire sur près de 65°. On la reconnaît à un alignement de quatre étoiles, qui sont successivement Alpha, Delta, Béta et Gamma, dont les magnitudes sont comprises entre 2,1 et 4. L'une d'entre elles mérite notre attention : Gamma. Il s'agit d'un système multiple, quadruple exactement. Un instrument modeste permet facilement de séparer les composantes principales. De magnitude 2,2 et 5, elles sont écartées de 10 secondes d'arc ; la plus brillante est

d'une couleur orangée, l'autre d'un émeraude translucide. Cette dernière est elle-même composée de deux étoiles de magnitude 5,5 et 6,2 mais séparées en moyenne de 0,55 seconde d'arc. C'est dire qu'un instrument d'au moins 300 mm de diamètre est alors nécessaire. Dans ce système, l'étoile la plus brillante est double à son tour, mais ce n'est que la spectroscopie qui nous révèle son état !

La vedette de la constellation est, bien entendu, la célèbre galaxie d'Andromède, M 31. Visible à l'œil nu dans un ciel exempt de lumière parasite, voici comment la trouver : partons d'Alpha, le coin du carré de Pégase, suivons l'alignement des étoiles principales de la constellation et arrêtons-nous à Béta, approximativement située au milieu ; à partir de Béta, nous montons vers le nord selon une perpendiculaire à la ligne principale, nous rencontrons d'abord Mu, mg 4, puis une étoile plus faible Nu ;



6. 19 février 22h
la Lune et Jupiter

M 31 se situe juste à côté de cette dernière, un peu à droite. A l'œil nu, on distingue une forme allongée. Ce sont les jumelles, notamment de grand diamètre, qui révèlent toute la splendeur de la galaxie. Elle s'étend sur près de trois degrés, six fois le diamètre de la Lune ! On distingue clairement le noyau, beaucoup plus intense que le reste de la galaxie. L'observation au moyen de lunettes ou de télescopes offre un spectacle différent, souvent décevant pour le débutant. En effet, en raison de son étendue, M 31 n'est jamais visible en entier dans le champ de vision de l'instrument ; il faut donc un peu d'habileté pour apercevoir des zones plus sombres qui amorcent une vague forme spiralée.

Mais quel spectacle si l'on songe que les 300 milliards d'étoiles qui forment la galaxie d'Andromède se rapprochent de notre Galaxie à près de 300 km/s et que la lumière perçue par notre œil au travers de

l'oculaire a voyagé pendant plus de deux millions et demi d'années !

Persée (figure 3). Si l'on prolonge la ligne centrale d'Andromède dans le sens Alpha-Gamma, on trouve la constellation de Persée. D'étendue moyenne avec 600 degrés carré, elle comprend quand même une quarantaine d'étoiles visibles à l'œil nu. Parmi celles-ci, la seconde en luminosité, Béta, est la célèbre Algol, une étoile variable, chef de file de la famille des Algolides et qui varie de la magnitude 2,1 à 3,4 en 2,72 jours. Persée renferme une trentaine d'objets accessibles aux amateurs. Parmi ceux-ci, nous sélectionnerons en premier le double amas, appelé h et X Persée.

Perceptibles à l'œil nu avec une magnitude de 4,5, ils se trouvent à deux diamètres lunaires au nord-ouest de Eta Persei. Dès l'Antiquité, Hipparque et Ptolémée les décrivaient comme deux petits

nuages lumineux. Pourtant, ils ne figurent pas dans le catalogue de Messier ; c'est qu'ils étaient si connus que Messier considérait qu'il ne pouvait les confondre avec une comète ! Les deux amas ne sont séparés que de trente minutes d'arc et un instrument équipé d'un oculaire à grand champ donnant un faible grossissement permet de les contempler ensemble. Dans ces conditions, on identifie une cinquantaine d'étoiles dans chaque amas.

M 34 est un amas ouvert, situé au nord-ouest d'Algol et de magnitude 5,5. Il faut un ciel exceptionnel pour le distinguer à l'œil nu mais des jumelles montrent déjà une douzaine d'étoiles. Dans un télescope, on note la curieuse distribution de ces étoiles en 4 bras partant du centre. Il faut un instrument de 150 mm de diamètre et un grossissement de 60 fois au moins pour repérer la nébuleuse planétaire M 76, près de l'étoile Phi Persei. Sa magnitude est de 12,2 mais

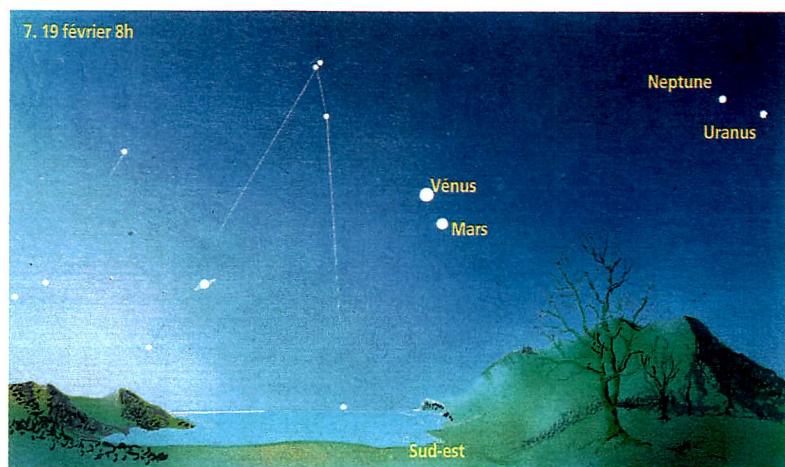
son diamètre de près de 2 minutes d'arc en fait un astre de dimension respectable dans sa catégorie. Avec un télescope de 20 mm, on remarque la forme de 8, caractéristique de cette nébuleuse qui lui a valu son surnom de nébuleuse "haltère". Nous ne quitterons pas Persée avant d'avoir admiré NGC 1499, une galaxie de magnitude 12 surnommée la "Californie" en raison de sa forme. Elle n'est pas très difficile à repérer au nord de Xi Persei, étoile de magnitude 4, mais c'est surtout un objet de prédilection pour les astrophotographes.

Cassiopee (figure 3). C'est l'une des constellations les plus faciles à identifier du ciel boréal. Elle se trouve au nord de Persée et se reconnaît à sa forme de W ou de M selon l'orientation et l'heure de la nuit. Toutes les étoiles qui composent son ossature sont de magnitude supérieure à 3,5. Alpha, la plus brillante, est

simple paire de jumelles permet d'apercevoir un compagnon de mg 9 à 63 secondes d'arc et de couleur bleue. Gamma est une étoile dont l'éclat varie de 1,6 à 3 mais de façon irrégulière, aucune période ne pouvant donc être indiquée.

A un degré nord-est de Delta, M 103, dernier objet du catalogue Messier, est un amas ouvert composé d'une quarantaine d'étoiles. Il est très dispersé et sa magnitude est de 7; aussi utilisera-t-on un faible grossissement pour l'observer. C'est à partir de Béta qu'on localisera le deuxième amas digne d'intérêt dans la constellation, M 52. Amas ouvert de magnitude comparable au précédent, il se distingue comme une petite nébulosité compacte dans des jumelles, utilisées loin des lumières parasites. Avec un télescope de 115 mm, on commence à identifier les composantes stellaires de l'objet.

Céphée (figure 3). Au nord de Cassiopée et tout près du pôle céleste nord, se trouve Céphée. La majorité des étoiles qui forment la constellation ont une magnitude comprise entre 2,6 et 4,2. Céphée ressemble grosso modo à un carré surmonté d'un triangle, ce qui évoque le dessin infantile d'une maison. Alpha, mg 2,6, fut étoile polaire deux siècles avant notre ère ; du fait de la précession des équinoxes, elle le sera à nouveau en 7500 ! La constellation est riche en étoiles variables. La plus célèbre d'entre elles est Delta Céphée. Chef de file des Céphéides, sa luminosité passe de 3,9 à 5 en 5,3 jours ; un peu d'attention et une semaine de ciel clair suffisent pour noter ses variations d'éclat. Parmi la vingtaine d'objets accessibles aux instruments d'amateurs, peu le sont aux plus modestes. On notera toutefois l'amas IC



1396 au sud de Mu Céphéi de magnitude 5,1 et qui comprend une trentaine d'étoiles étalées sur environ un degré de diamètre.

Les rendez-vous de février. La nouvelle lune a lieu le 3. C'est donc dans les jours qui précèdent et qui suivent qu'on s'attachera à observer les fins croissants lunaires et la lumière cendrée.

Le spectacle de ces fins croissants sera encore renforcé le 1^{er} par une conjonction Lune-Mars-Uranus-Neptune. A observer aux jumelles, peu avant le lever du soleil vers huit heures légales (figure 4).

Dans les mêmes conditions, un peu moins d'une semaine plus tard, le 7 exactement, toujours vers l'horizon sud-est, Vénus se sera suffisamment déplacée pour être en conjonction avec Uranus. L'étoile du Berger se trouvera alors à seulement 0°54' de la planète. Le lendemain, son écart avec Neptune se réduira à son tour, à 0°17' ! A suivre au télescope (figure 5).

Le lendemain de la pleine lune, le 19, notre satellite a rendez-vous avec Jupiter (figure 6). On assistera au rapprochement dans le ciel du soir, dès le coucher du soleil et une bonne partie de la nuit. Mais

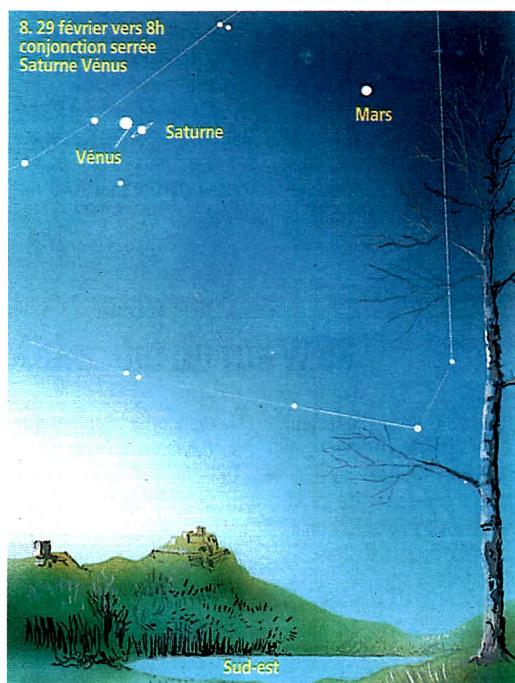
c'est au petit jour de cette même date qu'il faudra suivre la conjonction de Mars et de Vénus. Moins d'un degré séparera les deux planètes qui pourront être observées en même temps dans le champ d'un instrument équipé d'un faible grossissement (figure 7).

Ce mois de février se terminera exceptionnellement par un 29, au matin duquel Satur-

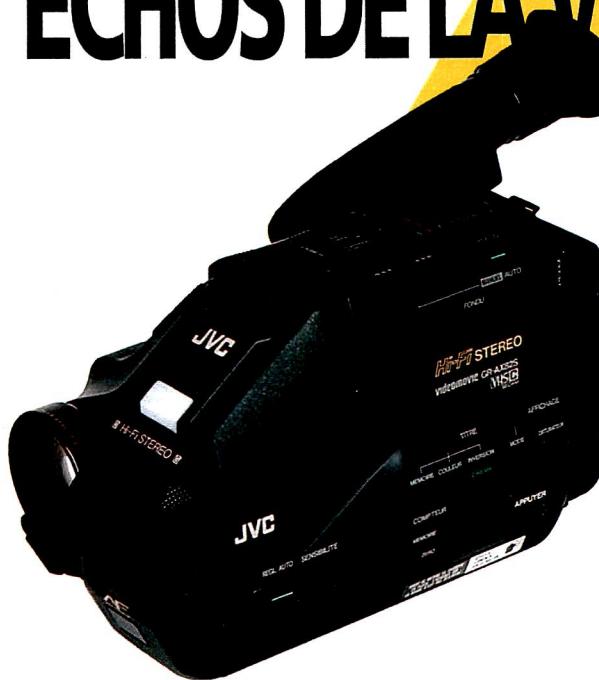
ne et Vénus se retrouveront pour une conjonction serrée, elle aussi exceptionnelle (figure 8). Moins de 20 minutes d'arc entre elle deux ! Un bien beau spectacle pour finir ce mois de février olympique !

Yves Delaye

Nouveau : un télescope Newton de 460 mm de diamètre pour amateur ! Documentation gratuite sur simple demande à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris.



ECHOS DE LA VIE PRATIQUE



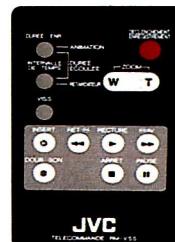
VIDEO

Un camescope stéréo

Conçu par JVC, le camescope GR-AX 82S se caractérise d'abord par son extrême compacté : 11 x 11 x 17 cm et environ 800 g, mais c'est aussi un modèle doté d'un son stéréophonique de haute-fidélité

enregistré à partir d'un microphone lui-même stéréo.

Le camescope utilise la cassette VHS-C et effectue des enregistrements en SECAM (durée maximale de 45 minutes).



OPTIQUE

L'aller et retour Terre-Lune en 2,5 secondes

Un télescope à laser, installé par Carl Zeiss à Wettzell, en Bavière, parvient à mesurer la distance de la Terre à la Lune avec une précision d'environ 2 centimètres. Pour ce faire, il émet des faisceaux laser vers les réflecteurs plantés jadis dans le sol lunaire par les astronautes d'Apollo, et les intercepte de nouveau sur leur trajet de retour. La durée de la propagation mesurée à l'aide d'horloges atomiques avoisine 2,5 secondes et sert à déterminer la distance à la Lune (puisque l'on connaît la vitesse de propagation de la lumière).

Bien que le faisceau laser soit très directif, l'importance de la distance à parcourir entraîne une dispersion du faisceau telle que, sur quelques milliers de trillions (10^{21}) de photons envoyés vers la Lune, un seul revient à l'instrument; ce qui suffit toutefois pour effectuer la mesure.

Ces travaux sont riches d'enseignements, non point tant pour l'astronomie que pour les sciences de la Terre.

AUDIO

25 W sur un autoradio laser

Combiné autoradio-lecteur de disques compacts, le Tokai LAR-930CD se caractérise par une puissance de 25 W (maximum) par canal, ce qui autorise une écoute confortable en voiture. La partie tuner, dotée d'un synthétiseur à quartz, peut être programmée pour 12 stations en FM, 6 en GO et 6 en PO. Elle possède aussi

une recherche automatique pour 6 stations en GO et PO.

Le lecteur de disques utilise un laser à trois faisceaux et per-

met la programmation de 16 plages. Il reçoit les disques de 8 et 12 cm et comporte un dispositif antivibration. Prix : 2 490 F.



▲ NHK, l'organisme public de la télévision japonaise, a réalisé le prototype d'une caméra vidéo miniaturisée (de la taille d'un caméscope conventionnel) destiné à la télévision haute définition.

VIDEO

Le montage vidéo vraiment universel

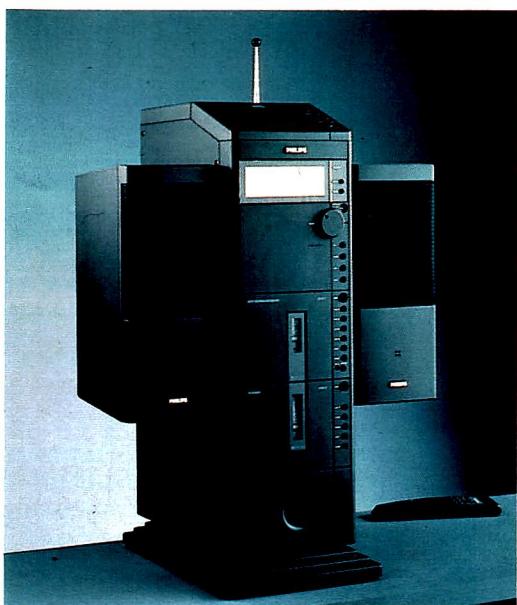
La société française V3i est bien connue des vidéastes, notamment pour la qualité de son interface de montage Vidéopilot V 320. Cette firme alsacienne propose aujourd'hui deux nouvelles versions, les V 110 et V 330.

Ces interfaces informatiques autorisent le montage assisté par ordinateur (de type PC avec 512 Ko ou Amiga avec 1 Mo). Ce système permet de piloter un lecteur (V 110) ou de 1 à 3 lecteurs (V 330) et un enregistreur. Les lecteurs peuvent être de type VHS ou S-VHS, VHS-C ou S-VHS-C, 8 mm ou Hi-8. Ils sont télécommandés soit par fil, soit par infrarouge. L'enregistreur peut être du même type que les lecteurs ou aux formats vidéo U-Matic et BVU.

Le repérage des images se fait soit avec le compteur du lecteur, soit avec celui du code temps, beaucoup plus précis.

Le Vidéopilot peut en effet produire un code temps de type LTC qui sera inscrit par doublage sur la piste longitudinale (VHS et S-VHS) ou sur la piste hélicoïdale (8 mm et Hi-8). Mais la grande nouveauté réside dans le fait que le Vidéopilot est à même de déchiffrer les codes temps de type VITC et RCTC (appelé aussi Data Code). Il est donc possible d'obtenir un montage à partir de cassettes d'origines différentes.

En plus de cette universalité dans l'utilisation des codes temps, les nouveaux Vidéopilot se présentent sous la forme de pupitres de montage avec une molette autorisant le pilotage manuel image par image (lorsque le lecteur le permet). La version pour Amiga est en outre dotée d'un logiciel de titrage. Prix : 6 300 F le V 110 et 9 950 F le V 330.



AUDIO

La colonne hi-fi

Conçue avec des lignes futuristes, la dernière chaîne de Philips, l'AZ 9712, fait preuve d'originalité. Baptisée "la colonne" à cause de l'agencement en étages de ses éléments, elle comprend : un amplificateur 2 x 20 W + 36 W, un tuner PO, GO, FM stéréophonique (affichant le nom de la station écoutée), un lecteur de disques compacts program-

mable et une double platine cassettes (type autoreverse avec Dolby B). L'amplificateur est équipé d'un générateur de basses distinct et d'un système DSP (processeur d'ambiance sonore).

Cette chaîne est livrée avec deux enceintes détachables et une télécommande. Ses dimensions : 24,5 x 66 x 38,5 cm. Son prix : 5 000 F.

AUDIO

Une mini-chaîne automatisée

Kenwood vient de lancer une mini-chaîne modulaire, l'UD-70, possédant un ampli-tuner 2 x 38 W, une double platine cassettes et une platine laser. Le tuner est doté d'un synthétiseur à quartz et

comporte 20 présélections de stations. Par ailleurs, l'amplificateur est muni d'une sortie super woofer (haut-parleur des graves). Le magnétophone, doté des Dolby B et C, est de type autoreverse. L'UD-70 pos-

sède encore un analyseur de spectre, le mixage micro et la fonction "Karaoke" permettant de chanter en play-back sur la musique d'un enregistrement dont la voix est coupée. Deux enceintes à deux voies et une télécommande complètent l'ensemble. Un dispositif automatique d'égalisation détermine les corrections nécessaires à une écoute en fonction du type d'enregistrement. Un autre dispositif avec microprocesseur assure automatiquement la copie des disques compacts à une vitesse double de la vitesse normale d'écoute. Prix : 7 990 F.



▲ Le salon TN 92 (Telecom Network) se tiendra à Paris, porte de Versailles, du 11 au 14 février. Il s'agit d'une véritable vitrine de l'évolution des technologies des réseaux et des télécommunications (téléphonie, RNIS, réseaux locaux, visio-conférences, radiocommunications, messageries, etc.).

▲ La CAMR 92 (Conférence administrative mondiale des radiocommunications), organisée par l'UIT (Union internationale des télécommunications), a lieu ce mois-ci en Espagne. À l'ordre du jour, une requête européenne en vue d'obtenir une bande de fréquences permettant de créer dans dix ou quinze ans une TVHD numérique large bande.

VIDEO

Un magnétoscope adapté au format 16/9



Le format large 16/9, qui est dès aujourd'hui celui des normes de télévision japonai-

se (MUSE) et européenne (D2-MAC et HD-MAC), conduira progressivement à la transfor-

mation des matériels vidéo. En Europe, Philips ouvre la voie avec le magnétoscope VR 8139 S-VHS, doté d'un dispositif de reconnaissance du format des émissions (l'actuel 4/3 et le nouveau 16/9). Bien entendu, cette reconnaissance n'est possible qu'avec les programmes comportant le signal nécessaire, c'est-à-dire, actuellement, les programmes diffusés en D2 MAC par satellite et par câble.

Le VR 8139 est PAL/SECAM. Il est équipé de quatre têtes vidéo et de deux têtes audio haute-fidélité. Une touche "installation" autorise une mise en service rapide avec af-

fichage des fonctions sur écran du téléviseur. La programmation s'effectue à partir d'une télécommande à infrarouge. A noter que ce magnétoscope permet la programmation par téletexte (A2 et FR3). L'utilisateur pourra ainsi sélectionner le programme qu'il a choisi d'enregistrer.

Conçu pour les télévisions futures, le VR 8139 est, enfin, doté d'une entrée en mode RVB (rouge, vert, bleu) assurant une meilleure qualité de lecture et d'enregistrement des émissions diffusées par satellite (il n'y a donc pas de recodage en PAL ou en SECAM). Prix : 10 000 F.

INFOGRAPHIE

Pour coupler camescope et ordinateur

La firme Lumière Technology vient de lancer le Mini Capture Board LC, une carte assurant les liaisons vidéo sur ordinateur couleur Macintosh LC. Ainsi, les images provenant d'un camescope peuvent être numérisées (attention, certains Macintosh LC ne possèdent pas l'indispensable coprocesseur arithmétique, Lumière

Technology le propose en option sur sa carte).

La numérisation d'image avec le Mini Capture Board se fait, au choix, en 8 bits noir et blanc, en 8 bits couleurs, ou encore en 24 bits couleurs, avec 576 lignes de 768 points/image par ligne. Prix : 5 870 F (Lumière Technology, 27 rue Bargue, 75015 Paris).



AUDIO

Une chaîne favorisant les graves



Les utilisateurs de chaînes haute-fidélité ne sont pas toujours amateurs d'une reproduction fidèle de la musique. Nombreux sont, en effet, ceux qui recherchent plutôt une amplification des basses.

A leur intention, Sharp propose la chaîne CDS-600 H, équipée d'un dispositif électronique, le Digi Turbo Sound, favorisant la reproduction des fréquences ultra-basses. Cet équipement, très miniaturisé et télécommandable, comporte un amplificateur, un

tuner et des lecteurs de disques compacts et de cassettes.

L'affichage du tableau de bord, à cristaux liquides, confirme les différents paramètres : plage en cours, station captée, réglage de l'égaliseur à 7 bandes avec analyseur spectral.

Enfin, vingt-neuf effets sonores différents permettent d'améliorer l'écoute en créant les tempos musicaux les mieux adaptés à chaque genre : classique, jazz, rock, etc. Prix : 5 690 F.

AUDIO

Un baladeur qui ne rend pas sourd

En apparence, le baladeur Grundig Boy 36 ne semble pas très différent des autres baladeurs grand public : fonctionnement automatique, avance et retour rapides de la bande magnétique, casque stéréophono-



nique, alimentation par deux piles de 1,5V (ou par adaptateur secteur), 180 g, 12 x 10 x 4 cm. En fait, il possède une caractéristique originale : le système OPL (Output Power Limitation), un dispositif électronique qui, lorsqu'il est mis en service, limite automatiquement le niveau sonore afin de protéger les oreilles de l'utilisateur, notamment celles des enfants. Prix : 150 F.

Disques optiques enregistrables Pioneer vient de lancer, au Japon, des lecteurs-enregistreurs permettant à l'utilisateur d'enregistrer lui-même de la musique ou des images sur disque optique. En audio, il s'agit du RPD-1000 autorisant un seul enregistrement. La lecture des disques ainsi réalisés s'effectue sur les lecteurs de CD-audio conventionnels. En vidéo, le VDR-V100 permet à volonté l'enregistrement et l'effacement. En avril prochain, Pioneer lancera le VDP-V110 destiné à la copie de vidéodisques avec possibilité d'enregistrer et d'effacer. Tous ces produits sont destinés au marché institutionnel.



VIDEO

Un générateur d'effets spéciaux

Grâce aux techniques numériques, le domaine des effets spéciaux et des trucages s'ouvre de plus en plus largement aux amateurs de prises de vue vidéo.

C'est ainsi que Panasonic vient de lancer la table WJ-AVE 3, première unité numérique associant les effets spéciaux à un fond sonore grâce à une com-

mande synchronisant l'image et le son.

En ce qui concerne l'image, cette table réalise de multiples effets : stroboscopie (images immobilisées une fraction de seconde), mosaïque (images morcelées en carrés), effet peinture (solarisation), inversion en négatif, coloration des points lumineux de l'image, ré-

duction de l'image des trois quarts pour l'insérer dans un fond noir sur lequel est ajouté un texte en surimpression, ombrage ou détourage des sujets, effets de fondus, etc.

Le WJ-AVE 3 permet encore les corrections de couleur et la production de textes seuls ou en surimpression sur des images. Prix : 7 900 F.

AUDIO

Un amplificateur hi-fi à télécommande

Rares sont les amplificateurs haute-fidélité autonomes télécommandables, car il est difficile de faire une télécommande n'introduisant aucune distorsion sonore.

La firme Denon a pourtant obtenu une télécommande électrique motorisée parfaitement neutre sur l'amplificateur PMA 980. Selon le fabri-

cant, elle respecte totalement la fidélité sonore.

Le Denon PMA 980 est un appareil de classe A en haute-fidélité (la classe véritablement hi-fi). Sa puissance nominale est de 90 W par canal sur 8 ohms avec une réponse de 20-20 000 Hz, 0,07 % de distorsion harmonique totale et des limites d'altération de

+/- 0,3 dB.

Pour diminuer les pertes de signal audio, le châssis a été optimisé de manière à réduire la longueur des circuits, qui font appel à de la fibre optique. Le rapport signal/bruit varie de 76 à 110 dB selon les entrées.

Poids : 9,8 kg.



LES OBJETS DU JETIS



1 Pour les James

Bond amenés à sauter en parachute, traverser des fleuves à la nage, affronter les tempêtes de sable, voici la valise BSE. Conçue pour résister aux pires conditions, c'est une boîte en aluminium plié de 1,5 mm d'épaisseur soudé aux angles. La jonction du couvercle est renforcée par une ceinture en aluminium entourant la caisse qui vient se loger dans un joint en caoutchouc entourant le couvercle. En cas de choc, l'aluminium absorbe l'onde en se déformant et évite sa propagation, contrairement au polyester, capable de se rompre. Les valises BSE peuvent ainsi résister aux pires agressions : projections de sable, de poussière, températures de -54°C à +71°C, jets d'air comprimé, immersion de 2 heures sous quatre mètres d'eau, vibrations en tous genres, chute, projections d'agents chimiques corrosifs (acides et bases), etc. Elles sont fermées par des grenouillères en acier (crochets semblables à ceux des chaussures de ski). La peinture répond aux normes OTAN, garantissant la résistance. Ces valises existent en 8 tailles (de 25 x 20 x 32 cm à 70 x 50 x 63 cm), avec ou sans poignées ; on peut aussi les fabriquer sur mesure.

2 Vous voudriez bien connaître la vitesse à laquelle vous dévalez sur vos skis les pentes enneigées ? Fixée à la manche de votre anorak grâce à son long bracelet, la montre SKX-1000 possède un chronomètre affichant vos performances au 1/1000 s sur un cadran numérique particulièrement lisible. Vous pouvez aussi programmer le compte à rebours, mémoriser cinq temps successifs ou des temps cibles

auxquels vous souhaitez vous "frotter"... elle vous sifflera si vous les dépasserez ! Elle peut également vous donner le cumul des temps écoulés et possède une autonomie de 100 h ; avis aux amateurs de ski de randonnée. En outre, si vous craignez d'arriver tard sur les pistes, sa fonction réveil (plusieurs bruitages possibles) vous sera utile. Grâce à son bouton-poussoir surdimensionné, on peut déclencher le chronomètre même avec des moufles. Bien sûr, elle est anti-choc et étanche.

3 Les systèmes d'alarme, ce n'est pas cela qui manque. Mais celui-ci possède de gros avantages sur ses concurrents : une centrale, équipée d'un micro ultra-sensible et reliée à des détecteurs (infra-rouges, magnétiques) placés aux endroits stratégiques de l'habitation, peut, une fois programmée, faire la différence entre un incendie et une inondation, un cambrioleur et une souris... A partir de ces informations, l'installation synthétise une voix qui transmet par téléphone la nature, le jour et l'heure du sinistre à un ou plusieurs numéros préprogrammés (celui de vos voisins, du commissariat de police, d'une société de surveillance). Si vous êtes inquiet, vous pouvez aussi l'interroger vous-même en composant votre propre numéro de téléphone, ce qui vous informera (par le micro) de l'état des lieux. La mise en service de la centrale d'alarme se fait soit manuellement, soit par l'intermédiaire d'un boîtier de télécommande (Keycom). Doté d'un petit clavier de 12 touches permettant la programmation à distance de la centrale, Keycom lui est relié par un câble de type téléphone. On peut

ainsi contrôler l'état du système et faire composer à la centrale des appels d'urgence depuis une autre pièce, par exemple.

4 Plus de faux numéros ou d'intrus au téléphone. Lorsque quelqu'un vous appelle, Call screen, proposé par Dune, intercepte automatiquement la communication et émet un bip sonore. Si l'interlocuteur ne compose pas un code - programmé par l'utilisateur - dans les 15 secondes, la ligne est coupée. On tape le code sur des commandes situées à l'intérieur de l'appareil ; utilisant 3 chiffres, 1000 combinaisons différentes sont possibles, ce qui permet de changer de code ou d'en utiliser plusieurs. Pour qui reçoit l'appel, un clignotant s'allume sur le Call screen lorsque le code n'est pas composé : il garde alors la possibilité de décrocher et répondre tout de même s'il le souhaite.

5 Contrairement aux autres scanners à main qui, le plus souvent, ne couvrent qu'une demi-page A4 à chaque passage, le LP 400 de Irdeti peut enregistrer et restituer de une à dix pages A4 en continu (format maximum : 21,6 x 35,6 cm) en un seul passage, requérant de 30 secondes à 1 mn 45 s selon la résolution. Celle-ci est réglable de 100 à 400 dpi (points par pouce). L'appareil joue sur 64 nuances de gris ; une molette permet l'ajustement du contraste et de la brillance.

Livré en série

CALL SCREEN



6

UN CHARGEUR MULTI-VOLTAGE

Env. 1000 F, dans les grandes surfaces du bricolage et les grands magasins



1

DES VALISES DE BAROUDEUR

3780-8440 F chez Knurr,
ZAC Les Petits carreaux,
4 av. des Violettes,
94384 Bonneuil-sur-Marne Cedex

4

FILTRAGE AUTOMATIQUE DES APPELS TELEPHONIQUES

590 F chez Dune, Rond-Point des champs-Elysées, 75008 Paris



2 UN CHRONOMETRE POUR LE SKI

650 F, chez les horlogers-bijoutiers et magasins spécialisés

avec une interface
D M A

(compatible IBM), on peut le rendre compatible Macintosh avec l'interface SCSI. Grâce au logiciel intégré OCR Perceive, le LP 400 reconnaît les caractères européens accentués et possède une fonction d'apprentissage des caractères inconnus (grecs par exemple) qu'il peut mémoriser. Dimensions : 32 x 19 x 12 cm ; il pèse 2,5 kg avec le chargeur de documents.

6 L'UCS d'AEG est un chargeur cadmium-nickel particulièrement utile pour recharger très rapidement les appareils électriques portatifs (perceuse, ponceuse, etc.). Avant la charge, l'UCS effectue en 15 secondes de nombreuses vérifications sur l'accumulateur : analyse de la tension, justesse de la polarité, température ambiante (de +10° à +47°C) et équilibrage détouche les cellules, de manière à niveler les éventuelles différences de charge entre elles. La charge peut alors commencer, sous la forme de fortes impulsions de 7 A/h pendant 4 secondes; après chaque cycle, l'état de charge et la température de la batterie sont contrôlés pendant 70 millisecondes. S'il n'y a pas de surchauffe, l'instrument continue d'alterner les cycles de charge et les vérifications jusqu'à atteindre l'intensité et le voltage voulus. En fin de charge, des résistances sensibles à la température (qui ne doit pas dépasser 12°-13°C) réduisent le passage du courant dans la batterie et le chargeur s'arrête. L'UCS peut recevoir des batteries de 1,2 V à 12 V et la charge dure de 10 à 60 minutes. Selon

le constructeur, ce système triple la longévité des batteries.

▲ Remarquablement puissant pour sa taille, grand comme une cassette vidéo, le PC-3100 de Sharp (environ 500 g., 222 x 112 x 24,5 cm) est un véritable ordinateur personnel. Avec 2 Mo de mémoire centrale RAM et 64 Ko de mémoire vive extensible à 1,5 Mo, il commande un traitement de texte et un tableau (compatible Lotus 1-2-3), ainsi qu'un agenda électronique. Il possède les caractéristiques d'ordinateurs portables beaucoup plus gros : écran à cristaux liquides de 640 x 200 points (25 lignes x 80 signes), alarme, horloge (pour ne pas oublier les rendez-vous), mot de passe et un calculateur scientifique (courbes, etc.) accessibles grâce à 9 menus déroulants (disponibles en 7 langues). Son système d'exploitation MS-DOS 3.3 et l'interface RS-232C permettent la connexion à des périphériques (imprimante, fax, modem) et l'échange de données avec un autre PC. Deux connecteurs pour cartes à circuit intégré (format carte de crédit), permettant de stocker des données, assurent les rôles de lecteurs de disquettes. Fonctionne sur piles.



3 UN SYSTEME D'ALARME INTELLIGENT

Securicom 1 : env. 10 000 F (installation comprise), Keycom : 1200 à 2000 F, chez Elpro, 95 rue Alexandre-Fourny, 94507 Champigny Cedex



5 UN SCANNER A MAIN POUR GRANDS FORMATS

5500 F HT, chez Irdeti France, 3 rue Pasteur, B.P. 143, 93163 Noisy-le-Grand Cedex



LES OBJETS DU MOIS



7 TROIS DICTIONNAIRES DANS UN TRADUCTEUR

1600F, dans les FNAC et magasins de bureautique

7 Un traducteur de poche de plus ! Mais l'Hexaglot EG 4000 est particulièrement puissant : 4 langues seulement (anglais, allemand, français et espagnol) mais 100 000 mots dans chacune d'elles (l'équivalent de trois dictionnaires bilingues) et de nombreuses fonctions éducatives. Quelles que soient la combinaison de langues et la fonction (traduction, conjugaison) choisies, le mot demandé apparaîtra traduit dans toutes ses significations sur l'écran à cristaux liquides de 20 caractères sur 8 lignes. En cas de doute sur l'orthographe d'un mot, on peut aussi demander une liste de mots dont l'orthographe est proche. Le traducteur conjugue les verbes à toutes les personnes de tous les temps dans les 4 langues, donne les synonymes et homonymes, les accents propres à chaque langue et les caractères spéciaux tels è, ß, ~, å, etc. Environ 400 phrases, organisées par rubriques, répondent aux besoins de situations particulières (voyage, hotel, voiture, etc.). Enfin, l'instrument propose aussi quelques jeux (anagrammes, lettres mélangées, etc.), un répertoire d'adresses, un agenda électronique (32 Ko de mémoire) avec alarme et code confidentiel, une horloge et une fonction de conversion des monnaies et mesures. Cet appareil portable (16 x 8 x 2 cm, 230 g) est doté d'un clavier anglais (qwerty) de 56 touches et 9 touches de fonction. Il marche avec des piles au lithium.

8 Contrairement aux magnétophones se mettant en marche à la



8 LE SILENCE QUI FAIT PARLER

Env. 1500 F, chez M. Kanny,
6, av. des Fusillés
77360 Vaires-sur-Marne
ou Rapid English,
30 rue Saint-Lazare, 75009 Paris

9 LE GRAND ROBERT EN DISQUE

7710 F,
chez Euro-CD,
13 cité Voltaire,
75011 Paris



tation 6.0 minimum et un lecteur de CD-ROM Apple équipé d'un driver ISO-9660.

10 Un téléphone portable que l'on

peut vraiment mettre dans sa poche, voilà le rêve. Avec le Clipper-Phone, cela devient la réalité. Sa base est à peine plus grande qu'un livre (16 x 16 cm) ; quant au combiné, il est si petit (14 x 6 x 2,5 cm) qu'il a semblé nécessaire de le doter d'une touche spéciale, émettant un bip et permettant de le localiser si d'aventure on l'égare, sous une pile de dossiers par exemple... La base se pose sur un socle ou se fixe au mur et est reliée au combiné par une antenne dont la portée est de 200 mètres (hors de la présence d'appareils métalliques ou de four à micro-ondes). Le combiné possède en outre une mémoire de dix numéros, une touche de rappel automatique, un indicateur de l'état de la batterie et une prise de ligne. La base comporte des voyants de contrôle de secteur.

11 Entrez dans une voiture déjà

douillièrement chauffée alors que les frimas sévissent au dehors... Le Carat, de Webasto, est le premier chauffage central programmable pour automobile. Il s'agit d'une vraie chaudière miniaturisée (23 x 17 x 10 cm, 4,3 kg), placée sous le capot et commandée par une horloge fixée au tableau de bord. Connectée à la batterie, elle est indépendante du moteur ; montée sur le retour du carburateur, elle utilise le carburant du réservoir (0,3 l)





litre pour la totalité du fonctionnement) et le circuit chauffage-ventilation du véhicule. Concrètement, dès que l'horloge, préprogrammée, donne le signal, le chauffage se met en route. Une petite pompe à carburant reliée à la turbine qui aspire l'air nécessaire à la combustion crée un mélange air/carburant produisant une flamme pilote. Contrôlés électroniquement, le régime de la turbine et la vitesse de la pompe à carburant règlent l'augmentation progressive de la taille de la flamme qui atteint son plein régime en deux minutes. La température de l'eau – propulsée dans le circuit de refroidissement par la pompe à eau du moteur – augmente jusqu'à 86°C et s'arrête automatiquement au bout de 30 minutes. Ce système chauffe à la fois l'habitacle et le moteur. Autre avantage de ce préchauffage : la consommation de carburant par le moteur et l'usure de la batterie, due aux démarriages par temps froid, se trouvent sensiblement réduites. En option, on peut faire démarrer la chaudière par télécommande (d'un appartement, par exemple).

12 Car Kit, proposé par la société Progress, combine astucieusement un aspirateur à main de voiture et une lampe-torche. Il est constitué d'un bloc-moteur que l'on branche sur l'allume-cigare (12V) et sur lequel peut s'adapter au choix l'un des deux accessoires. L'aspirateur, assez puissant (débit d'air 11 litres/seconde, au lieu de 54 l/s pour un aspirateur normal),

contient un filtre lavable et un petit sac à poussière. Il se fixe au bloc moteur à l'aide d'un contact métallique ; on le détache pour installer la torche. Le faisceau a une portée de 12 mètres. (Dimensions : ø 9 cm, de 26 à 39 cm de long selon l'accessoire, 600 à 700 grammes).

13 Reliez vous-même en 30 secondes vos rapports, mémoires, etc. grâce à la relieuse thermique Unibind Duo. Cet appareil portable (4 kg, 40 x 20 cm) peut relier jusqu'à 550 pages. Les couvertures sont ajustées grâce à une coulée de résine souple en leur milieu qui fond sous l'effet de la chaleur et se solidifie en refroidissant ; elles résistent à des tests de plus de 32 000 ouvertures/fermetures et sont adaptables à de grandes largeurs grâce à leur dos souple à capacité variable. Contrôlée par microprocesseur, la température de Unibind Duo se règle automatiquement (puissance : 1000W) en fonction du type de couverture programmé. Ce modèle permet aussi de relier plusieurs documents ensemble, d'une épaisseur maximale de 55 mm. Fonctionne sur secteur.

▲ **Les échos de cette rubrique** ont été réalisés par Roger Bellone, Christine Mercier et Paule Sully.

13 LA RELIURE A PORTEE DE LA MAIN

de 1480 à 7490 F,
Unibind,
10 rue des Gorges, B.P. 89
69573 Dardilly cedex

12

UN ASPIRATEUR LAMPE-TORCHE

149 F, chez Progress, 4, av. Félix-Louat, 60307 Senlis et dans les grands magasins



10

UN TELEPHONE SIGNALANT SA POSITION

1390 F, chez Take Five, 84 av. des Champs-Elysées, 75008 Paris ou par correspondance



INDEX 1991

Science & Vie mensuel - Numéros 879 à 890
Science & Vie hors série - Numéros 174 à 177
Les Cahiers de Science & Vie - Numéros 1 à 6
Science & Vie High Tech - Numéros 1 et 2

Etabli par Monique Vogt, avec la collaboration de Pierre Parreaux

Les lettres figurant dans la colonne "type" désignent :

A : un article ;

E : un écho paru dans l'une de nos trois chroniques (Recherche, Industrie, Vie pratique) ;

F : un texte du Forum, notre courrier des lecteurs ;

M : un texte concernant un "marché à saisir", c'est-à-dire une innovation non encore exploitée ;

J : un texte d'une de nos rubriques "Science & Jeux" (Informatique pratique, Informatique amusante, Electronique amusante, Physique amusante, Jeux mathématiques, Journal de l'astronome) ;

HS : un article paru dans l'un de nos quatre Hors série suivants :

n° 174 – mars : Atmosphère, atmosphères ;

n° 176 – septembre : La vie des océans ;

n° 175 – juin : Aviation 1991 ;

n° 177 – décembre : Le cerveau et l'intelligence.

HT : un article paru dans l'un de nos deux numéros spéciaux Science & Vie High Tech/photo-vidéo-TV.

CS : l'un des six Cahiers de Science & Vie sur les grandes controverses scientifiques :

n° 1 – février : Naissance de l'aviation ;

n° 4 – août : Pasteur, naissance de la biologie moderne ;

n° 2 – avril : Galilée, naissance de la physique ;

n° 5 – octobre : Fresnel, qu'est-ce que la lumière ?

n° 3 – juin : Alfred Wegener, la dérive des continents ;

n° 6 – déc. : Darwin ou Lamarck, la querelle de l'évolution.

Les articles sont désignés non par leur titre exact, mais par un libellé plus explicite, qui commence toujours par un mot clé caractéristique. Chaque article figure dans l'un et l'autre de nos deux index successifs : alphabétique, puis thématique. Les thèmes sont eux-mêmes regroupés en grandes catégories. Les auteurs des articles ne sont cités qu'une fois, dans la liste alphabétique. Les échos et autres rubriques n'apparaissent que dans la liste thématique.

INDEX ALPHABÉTIQUE DES ARTICLES

A	Type	N°	Page		Type	N°	Page
Abysses (entre rivages et) par Gilbert Bellaïche	HS	176	22	Aérienne (force) soviétique par Agence DAPS Genève	HS	175	112
Accélérateurs de particules du futur par Hélène Guillemot	A	881	35	Aérienne (l'attaque) comme un jeu vidéo par Guy Willis	A	881	72
Acoustique (l') des salles sera informatisée par Florence Bellone	A	888	120	Aériennes (forces) : la nouvelle bataille par Général Henri Eyraud	.HS	175	43
Adam était un pygmée (étude chromosomique) par Alexandre Dorozynski	A	882	36	Aérospatiale (industrie) allemande par Agence DAPS Genève	HS	175	35
ADN d'un magnolia d'il y a 20 M. d'années par Pierre Rossion	A	888	54	Ailes d'avion (1000 passagers dans les) par Serge Brosselin	A	891	100
Aérien (appui) rapproché et aéromobilité par Agence DAPS Genève	HS	175	80	Alarme sans fil (système Diagral) par Henri-Pierre Penel	A	887	112
Aérien (transport) en Europe : la congestion par John Meredith	HS	175	4	Allergies aux nouveaux aliments par Pierre Rossion	A	881	50
Aérien (transport) militaire, arme stratégique par Agence DAPS Genève	HS	175	87	Ancêtres (nos) agriculteurs du Proche-Orient par Pierre Rossion	A	889	30
Aérien (transport) supersonique apr. Concorde par Agence DAPS Genève	HS	175	24	Angle (tracer un) sans rapporteur par Renaud de La Taille	A	886	42
Aérienne (force) française par Germain Chambost	HS	175	58	Animale (l'expérimentation), vieille habitude ? par Valérie Garland	A	888	88

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
Animaux des grands fonds sous-marins par <i>Lucien Laubier</i>	HS	176	46	par <i>Henri-Pierre Penel</i>			
Anneau à éclipses de la terre par <i>Julien Guillaume</i>	A	890	26	Camescopes d'épaule (grand confort), essai par <i>Henri-Pierre Penel</i>	HT	1	78
Apiculture à Paris par <i>Jacques Marsault</i>	A	887	40	Camescopes Hi-8 et S-VHS : hi-fi image/son par <i>Jean-Marie Bret</i>	HT	1	70
Appendiculaires, éboueurs des mers par <i>Marguerite Tiberti</i>	A	888	58	Cancer (if contre) par <i>Pierre Rossion</i>	A	882	28
Aquaculture : ferme marine à Monaco (Labrax) par <i>Marguerite Tiberti</i>	A	882	46	Cancer (on a trouvé la "signature" du) par <i>Pierre Rossion</i>	A	886	62
Aquaculture : les risques du succès par <i>Joël Querellou</i>	HS	176	153	Cancer : la tumeur dépistée précocement par <i>Claude Métier-dé Nunzio</i>	A	891	58
Aquaculture : truites de rivière en pleine mer par <i>Juliette Boidot</i>	A	888	104	Cancer du sein : premier soupçon de la cause par <i>Marie-Françoise Lantiéri</i>	A	882	25
Arbres poussent droit (pourquoi les) par <i>Didier Dubrana</i>	A	880	54	Canon irakien ou canalisation : le mythe par <i>Renaud de La Taille</i>	A	890	114
Ariane IV : la guerre des contrats par <i>Isabelle Souriau</i>	A	889	88	Carbone (la mystérieuse disparition du) par <i>Guy Jacques</i>	HS	176	64
Astrologie déguisée en astronomie par <i>Michel Rouzé</i>	A	887	18	Carbone 60 (en forme de framboise) par <i>Renaud de La Taille</i>	A	885	42
Atmosphère (instruments d'observation de l') par <i>Robert Sadourny</i>	HS	174	24	Carte du monde (voici la vraie) par <i>Renaud de La Taille</i>	A	880	72
Atmosphère (la lente génèse de l') par <i>Daniel Gautier</i>	HS	174	4	Cartographier les fonds sous-marins par <i>Gérard Belbéoch et Christian Edy</i>	HS	176	14
Atmosphère et biosphère : à explorer par <i>Emmanuel Choisnel</i>	HS	174	79	Cassettes (la guerre des) par <i>Vincent Cousin</i>	HT	2	66
Atmosphère et montagne (interaction) par <i>Philippe Bougeault</i>	HS	174	98	Cassettes (quelles) pour votre magnétophone par <i>Jean-Marie Bret</i>	A	881	120
Automobiles recyclables par <i>Didier Dubrana</i>	A	887	86	Cerveau (lésions du) par <i>S. Dehaene, M. Ceccaldi, F. Michel et L. Schalchli</i>	HS	177	15
Autoradio (de l') à l'autovidéo par <i>Vincent Cousin</i>	HT	2	80	Cerveau : histoire de la neurobiologie par <i>Michel Imbert</i>	HS	177	4
Avalanche et paravalanche par <i>Gérard Morice</i>	A	880	102	Cerveau : la perception visuelle par <i>S. de Schonen et J. Droulez et S. Thorpe</i>	HS	177	43
Aveugle : gène du glaucome (éthique et santé) par <i>Alexandre Dorozynski</i>	A	884	50	Cerveau : le langage par <i>L. Schalchli et J. Bertoncini</i>	HS	177	119
Aviation (controverses sur la naissance de l') Aviation : essais en vol, la fin d'un mythe ? par <i>Germain Chambost</i>	CS	1	1	Cerveau : modèles (Néocortex, chaos) par <i>J. Requin et M. Kerszberg</i>	HS	177	143
Aviation militaire diversifiée et redoutable par <i>Agence DAPS Genève</i>	HS	175	50	Cerveau : mondes intérieurs par <i>C. Masson, C. Thinus-Blanc, M. Denis et S. Laroche</i>	HS	177	83
Avion : voler à basse vitesse par <i>Bill Sweetman</i>	HS	175	128	Cerveau : rythmes et conscience par <i>L. Schalchli, Y. Fregnac, A. Rougeul-Buser et J.J. Bouyer</i>	HS	177	65
Avion F-16 : bientôt 20 ans, 2 848 ex. par <i>Bernard Thouanel</i>	HS	175	162	Cerveau : vitesse de transmission et QI par <i>Jean Ferrara</i>	A	889	64
Avion furtif (F-117 A Lockheed) par <i>R. Nazaretian-Afelian et B. Thouanel</i>	HS	175	72	Cerveau actif (images du) par <i>Nathalie Tzourio et Bernard Mazoyer</i>	HS	177	6
Avion Rafale : puissant et discret par <i>Général Pierre Menanteau</i>	HS	175	121	Cerveau des homosexuels (une diff. dans le) ? par <i>Alexandre Dorozynski</i>	A	889	60
Avions (les) testés en soufflerie à air glacé par <i>Renaud de La Taille</i>	A	889	84	Cétacés ("suicide" des) et marine militaire par <i>Didier Dubrana</i>	A	890	64
Avions biréacteurs long-courriers par <i>Richard Nazaretian-Afelian</i>	HS	175	12	Chartisme, art divinat. appliqué à la bourse par <i>Gérard Morice</i>	A	888	100
Avions espions (Aurora, nouvelle génération) par <i>Bernard Thouanel</i>	HS	175	158	Chitine (carapace crustacé) matière première par <i>Didier Dubrana</i>	A	884	104
Avions espions Black Manta, F-II7A et ovnis par <i>Bernard Thouanel</i>	A	890	102	Choléra (le) ne viendra pas jusqu'à nous par <i>Jean-Michel Bader</i>	A	883	58
B							
Barrage hongrois (Danube) interrompu par <i>Alexandre Dorozynski</i>	A	882	56	Cinaxe : salle de cinéma sur vérins p/simulat. par <i>Henri-Pierre Penel</i>	A	888	124
Bestiaire abyssal par <i>Myriam Sibuet</i>	HS	176	129	Cinéma : restauration numérique des images	HT	1	16
Beurre (du) sans cholestérol par <i>Muriel Martineau</i>	A	884	62	Cinéma à 6 pistes son numériques par <i>Henri-Pierre Penel</i>	A	887	114
C							
Calendrier : quel jour commence l'année ? par <i>Denis Savoie</i>	A	880	16	Climats d'autrefois : chauds et froids par <i>J. Jouzel, C. Lorius et D. Raynaud</i>	HS	174	33
Camescope haute définition (vers le)	HT	1	18	CO2 (impôt mondial sur le) par <i>Didier Dubrana</i>	A	885	104
Camescopes (mini-), banc d'essai	HT	1	72	Compacts 24 x 36 (banc d'essai) par <i>Roger Bellone et Laurent Douek</i>	HT	1	56
				Contrefaçons : copies de marques hors-la-loi par <i>Gérard Morice</i>	A	889	104
				Corail (l'emprise du) sur récifs et lagons par <i>Jean-Pierre Renon</i>	HS	176	85

Index alphabétique 1991

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
Corail (mort du) et réchauffement de la terre par <i>Bernard Salvat</i>	A	887	30		F		
Corail rouge (le) vu de près par <i>Marguerite Tiberti</i>	A	885	92	Faucon pèlerin (le) revient de loin par <i>Michel Auxéméry</i>	A	881	56
Couleur numérique standard (vers la)	HT	1	18	Fax (banc d'essai) par <i>Frédérique Chapuis</i>	A	886	124
Couleurs (les) de l'océan par <i>Annick Bricaud-Wehrlin</i>	HS	176	78	Fax : place à l'image par <i>Frédérique Chapuis</i>	HT	2	89
				Femmes-hommes (test pour détecter les) par <i>François Boissier</i>	A	887	50
				Films de haute définition (essai) par <i>Roger Bellone</i>	HT	1	38
D				Films en couleurs (l'alchimie des) par <i>Roger Bellone</i>	HT	1	30
D2-Mac (le) assiste le déclin du PAL-SECAM par <i>Jean-Marie Bret</i>	HT	2	30	Films négatifs 400 ISO encore plus fins par <i>Roger Bellone</i>	A	884	128
Darwin ou Lamarck : la querelle de l'évolution DAT japonais et cassette DCC européenne par <i>Christophe Perrier</i>	CS	6	1	Films ultra-rapides (essai) par <i>Alex Kovaleff</i>	HT	1	32
Déchets industriels à Sermaise (Essonne) par <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	883	120	Films vidéo (montage des) pour amateurs par <i>Jean-Marie Bret</i>	A	880	112
Démographie : statistiques pauvres et riches par <i>Alexandre Dorozyński</i>	A	884	110	Flashes (lumière sur les) par <i>Christophe Perrier</i>	HT	2	46
Dérive des continents, tectonique des plaques par <i>Philippe Charvis et Jean-Yves Royer</i>	HS	176	30	Fleur (la plus grande du monde) : Rafflesia A. par <i>Isabelle Amsalem</i>	A	886	48
Diabète : de l'insuline sans seringue par <i>Pierre Rossion</i>	A	890	74	Forêt (feux de) : hélicoptères et botanistes par <i>Didier Dubrana</i>	A	886	92
Diapositives (copiez vos meilleures) par <i>Alex Kovaleff</i>	HT	2	50	Forêt : 17 millions d'ha en moins/an par <i>Dominique Martin-Ferrari</i>	A	889	66
Disque compact enregistrab. (1992, année du) par <i>Jean-Marie Bret</i>	HT	2	60	Foudre (c'est l'avion qui attire la) par <i>Serge Brosselin</i>	A	885	119
Disque interactif (1992, année du) par <i>Roger Myra</i>	HT	1	14	Foudre (les mystères de la) par <i>Christiane Leteinturier</i>	HS	174	109
Disque magnéto-optique effaçable TDK	HT	1	18	Fresnel : qu'est-ce que la lumière ? Fromages français interdits d'Europe ? par <i>Pierre Boisard</i>	CS	5	1
Domotique : réseau audiovisuel à la maison par <i>Roger Bellone</i>	HT	2	22	Fusion, du nouveau (tokamak, laser, ions...) par <i>Daniel Tarnowski</i>	A	888	106
Douleur (le cerveau exagère la) par <i>Jacqueline Renaud</i>	A	891	48		A	891	22
Drogue (II) : les racines du mal par <i>Marc Mennessier</i>	A	880	38	G			
Drogue (III) : pays en voie de désintoxication par <i>Marc Mennessier</i>	A	881	14	Galilée (controversé sur), naissance physique Gène sauteur, acarien et évolution par <i>Pierre Rossion</i>	CS	2	1
Drogue (IV) : 12 produits chimiques surveillés par <i>Marc Mennessier</i>	A	882	16	Génès d'Abraham, Juifs et Palestiniens par <i>Jean Ferrara</i>	A	890	70
Drogue (V) : lesquels finiront toxicomanes ? par <i>Marc Mennessier</i>	A	883	42	Golfe (ciel et mer) : pourra-t-on nettoyer ? par <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	891	60
Drogue (VI) : le plaisir qui tue par <i>Marc Mennessier</i>	A	884	66	Gravitation universelle (et satellite Newton) par <i>Renaud de La Taille</i>	A	884	30
Drogue (VII) : guérison du toxicomane par <i>Marc Mennessier</i>	A	885	78	Guerre du Golfe : antimissile Patriot par <i>Agence DAPS Genève</i>	A	882	24
Drosophile mâle : longs spermatozoïdes par <i>Didier Dubrana</i>	A	881	62	Guerre du Golfe : Awacs, maîtres du ciel par <i>Germain Chambost</i>	A	884	78
				Guerre du Golfe : bombe A grâce à la France par <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	882	68
E				Guerre du Golfe : gd livre d'histoire déchiré par <i>Alexandre Dorozyński</i>	A	883	28
Eau (le cycle de l') par <i>Jean-Claude André</i>	HS	174	64	Guerre du Golfe : la première électronique par <i>R. Nazaretian et B. Thouanel</i>	HS	175	62
Eau en France (pollution de l') par <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	887	94	Guerre du Golfe : le Jaguar ne voit pas la nuit par <i>Jean-René Germain</i>	A	882	86
Echographie 3D (en relief) par <i>Henri-Pierre Penel</i>	A	883	122	Guerre du Golfe : léger contre lourd par <i>Agence DAPS Genève</i>	A	882	60
Eclipse du soleil (11/7/91) vue au Mexique par <i>Yves Delaye</i>	A	888	26	Guerre du Golfe : qui a fourni quoi à Saddam par <i>Agence DAPS Genève</i>	A	882	90
Eclipse solaire du 11 juillet 1991 (Mexique) par <i>Yves Delaye</i>	A	886	34	H			
Effet de serre : chaud climat du futur par <i>Hervé Le Treut</i>	HS	174	40	Heure française (l') a cent ans par <i>Denis Savoie</i>	A	883	18
Effet de serre : la Méditerranée témoigne par <i>Jean-Pierre Bethoux</i>	HS	176	55	Hi-Fi (la) ultra miniaturisée par <i>Vincent Cousin</i>	HT	2	74
Egout plus grand que le Tunnel sous la Manche par <i>J. Denis-Lempereur et Y. Deweerdt</i>	A	883	88				
Elevage espèces sauv. : antilope au gigot d'or par <i>Didier Dubrana</i>	A	882	41				
Energie nucléaire en France (seule à y croire) par <i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	888	72				
Energie solaire pour auto de course par <i>Pierre Jobert</i>	A	880	96				

	Type	N°	Page		Type	N°	Page				
Homme (l') déchiffré : ADN, génotype par M.-F. Lantiéri et A. Dorozynski	A	880	20	Mérou (la fin du) ? par Patrice Francour	A	887	34				
Homme de Néanderthal (alimentation de l') par Alexandre Dorozynski	A	891	64	Météo : combler les trous des prévisions par Philippe Bougeault et Stéphane Sénési	HS	174	92				
Homme, gorille, chimpanzé et ancêtre commun. par Alexandre Dorozynski	A	889	24	Météo : prévenir ou gérer les catastrophes par Emmanuel Vaillant	HS	174	117				
Huile de colza & carburant en grains (diester) par Marc Mennessier	A	887	90	Météo aux jeux olympiques d'Albertville par Marie Bouchet et Gérard Chevalier	HS	174	103				
I											
Imprimantes couleur (qualité photo) par Alex Kovaleff	HT	2	95	Météorite tueuse de dinosaures (retrouvée) par Alexandre Dorozynski	A	886	26				
Informatique (histoire de l') et téraflops par Michel Barba	A	889	34	Météorologie : une voie pour la modélisation par Hugues Chaté et Jean-Marc Chomaz	HS	174	86				
Insectes tueurs d'insectes ou insecticides par Marianne Loison	A	891	92	Métiers d'avenir : aéronautique par Hervé Lhuissier	A	881	126				
Intelligence artificielle : l'ordre zéro plus par Jean-Philippe de Lespinay	A	883	97	Métiers d'avenir : agroalimentaire par Hervé Lhuissier	A	883	126				
J											
Jeux vidéo (les) contre-attaquent par Henri-Pierre Penel	A	891	118	Métiers d'avenir : assurances par Hervé Lhuissier	A	886	114				
Jouets de Noël cuvée 1991 par Christine Mercier	A	891	122	Métiers d'avenir : banque par Hervé Lhuissier	A	885	140				
Jupiter et sonde Galilée par Jean-François Robredo	A	883	23	Métiers d'avenir : bâtiment et travaux publics par Hervé Lhuissier	A	880	122				
K											
Kahn (Albert, jardins), fonds Fakir autochrom. par Luc Fellot	HT	1	82	Métiers d'avenir : espace par Hervé Lhuissier	A	882	123				
Kourou : port spatial de l'Europe par Germain Chambost	A	881	93	Métiers d'avenir : grande distribution par Hervé Lhuissier	A	884	136				
L											
Lamarck ressuscité ? (hérité carac. acquis) par Anne Blanquer-Maumont et Stéphanie Blanquer-Maumont	A	889	18	Métiers d'avenir : industrie pharmaceutique par Hervé Lhuissier	A	889	126				
Légumes nouveaux (les) sont arrivés par Marguerite Tiberti	A	891	116	Métiers d'avenir : ingénierie informatique par Hervé Lhuissier	A	891	126				
Lincoln (Abraham), momies : clonage de gènes par Jean Ferrara	A	884	60	Métiers d'avenir : pétrole par Hervé Lhuissier	A	887	118				
Lisier de porc recyclé en daphnies p/poissons par Juliette Boidot	A	889	102	Métiers d'avenir : tourisme par Hervé Lhuissier	A	888	128				
Livres de mathématiques : choix des lycées par Isabelle Bourdial	A	881	122	Microbes (le grand large, désert peuplé de) par Fereidoun Rassoulzadegan	HS	176	115				
Livres scolaires : histoire par Isabelle Bourdial	A	884	130	Missiles (techniques anti-) par Paul Merlin	HS	175	103				
Livres scolaires : suppression physique en 6e par Isabelle Bourdial	A	886	119	Missiles sol-sol (la prolifération des) par Agence DAPS Genève	HS	175	94				
M											
Machine-outil (la) exhibe ses derniers tours par Michel Barba	A	885	108	Moteur à magnétostriction (tel une chenille) par Renaud de La Taille	A	882	106				
Magnétophone numérique toujours en question par Christophe Perrier	A	880	119	Mozart (c'est bien le crâne de) par Pierre-François Puech	A	880	34				
Magnétoscopes (premiers) pour le montage par Bruno Mathon	HT	2	56	Muséum d'histoire naturelle (la misère du) par Isabelle Amsalem	A	883	36				
Manche et mer du Nord : riches et fragiles par Paul Nival	HS	176	107	Musique (instruments de) de la Grèce antique par Alexandre Dorozynski	A	889	70				
Mars (vivre sur) : Biosphère II en Arizona par Alexandre Dorozynski	A	888	30	N							
Matériaux : alliages sur mesure par Renaud de La Taille	A	889	94	Nanotechnologie (au millionième de mm) par Michel Barba	A	887	62				
Mégalopoles (le monde s'entasse dans les) par Didier Dubrana	A	890	40	Neutrino lourd (la chasse au) par Daniel Tarnowski	A	888	40				
Merle (le) adulterin par Jean Ferrara	A	881	60	O							
149											
Objectifs macro (essai) par Roger Nyra	HT	1	66	Objectifs macro (essai) par Roger Nyra	A	880	68				
Océans : troublants trous bleus par Jean-Albert Foëx				Océans, climat et modèles numériques par Pascale Delécluse	HS	174	55				
Océans, climat et modèles numériques par Pascale Delécluse				Odorat : le début de la piste par François Boissier et Jacqueline Renaud	A	890	52				
Oreille absolue (gène de l') par Jean-Michel Bader				Oreille absolue (gène de l') par Jean-Michel Bader	A	885	48				
Ozone (trou d') : comment cela va continuer par Daniel Cariolle				Ozone (trou d') : comment cela va continuer par Daniel Cariolle	HS	174	70				
Ozone : là où il est en trop par Tomasine Grellet				Ozone : là où il est en trop par Tomasine Grellet	HS	174	144				

Index alphabétique 1991

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
	P						
Pain (la mauvaise qualité du)	A	891	74	Rage (la) passera-t-elle par le tunnel ?	A	886	52
<i>par Marc Mennessier</i>				<i>par Jean V. Manévy</i>			
Paludisme : l'hypothèse des rosettes	A	885	88	Réalités virtuelles, lunettes 3D, gants data	A	890	126
<i>par Marie-Françoise Lantéri</i>				<i>par Christine Tréguier</i>			
Pasteur controversé, naiss. biologie moderne	CS	4	1	Reflex (4 grands) Canon, Contax, Nikon, Minol.	HT	1	63
Pêche (vers une) plus sélective	HS	176	146	<i>par Christophe Perrier et Laurent Douek</i>			
<i>par Georges Massart</i>				Reflex à tous prix (essai)	HT	1	46
Pêche et démographie de la mer	HS	176	137	<i>par Bruno Mathon et Laurent Douek</i>			
<i>par Jean Boucher et Alain Maucorps</i>				Rejets atmosphériques (modéliser le comportement)	HS	174	125
Peintures en poudre (ascension des)	A	884	108	<i>par Gérard Chevalier</i>			
<i>par Habib Eljari</i>				Relativité générale (la) au bord du gouffre ?	A	887	12
Photo (macro-) de nature	HT	1	92	<i>par Jean-François Robredo</i>			
<i>par Roger Bellone</i>				Reproduction : le sexe, c'est la santé	A	885	68
Photo : tendances 91	HT	2	42	<i>par Jean Michel Bader</i>			
<i>par Roger Bellone</i>				Retraites : la vérité statistique	A	886	108
Photo automatique : bataille d'algorithmes	HT	1	42	<i>par Alexandre Dorozynski</i>			
<i>par Roger Nyra</i>				Robotique : produire sans homme	A	882	98
Photo et vidéo étanche	HT	1	90	<i>par Michel Barba</i>			
<i>par Luc Fellot</i>					S		
Photo instantanée (la) sera-t-elle électroniq. ?	HT	1	28	Sang humain (industrie du) et transfusions	A	890	78
<i>par Jean-Marie Bret</i>				<i>par Jean-Michel Bader</i>			
Photo sur DAT	HT	1	18	Satellite captif d'une navette (TSS)	A	880	78
Photo: compact à cartes Fuji Zoom Cardia	HT	1	16	<i>par Renaud de La Taille</i>			
<i>par Lionel Dersot</i>				Satellite radar ERS-1, regard pénétrant	A	891	104
Photos (rangement pour conservation des)	A	889	114	<i>par Henri-Pierre Penel</i>			
<i>par Paule Sully</i>				Sécheresse et gestion de l'eau	HS	174	131
Pilotage (radar et caméras infrarouges)	A	888	94	<i>par Emmanuel Rubin et Jérôme Soulet</i>			
<i>par Serge Brosselin</i>				Sexe d'une souris (on a réussi à changer le)	A	885	74
Pilotage : horizon 2000, vers l'écran total	HS	175	141	<i>par Jean Ferrara</i>			
<i>par Claude Maureau</i>				Sida (immunothérapie passive contre)	A	891	54
Pilotes/avions (interfaces) et virtualisation	HS	175	150	<i>par François Boissier</i>			
<i>par Claude Maureau</i>				Sida : polémique Montagnier-Gallo	A	886	56
Plages landaises nettoyées de leurs déchets	A	887	89	<i>par Eric Mason</i>			
<i>par Didier Dubrana</i>				Sida : vaccin et affaire Zagury	A	885	76
Planète (la nouvelle) découverte ss être vue	A	888	22	<i>par Alexandre Dorozynski</i>			
<i>par Yves Delaye</i>				Siège éjectable pour avion	A	886	88
Pluies acides : plus de peur que de mal ?	HS	174	139	<i>par Germain Chambost</i>			
<i>par Jean-Pierre Lacaux</i>				Ski scientifique et Bernouilli	A	880	52
Poisson Fugu (transport à 0°C)	A	887	38	<i>par Marguerite Tiberti</i>			
<i>par Pierre Lambert</i>				Son (prise de) en extérieur : les pièges	HT	1	98
Pôles Nord et Sud : rôle clé/bilan thermique	HS	176	99	<i>par Bruno Mathon</i>			
<i>par Paul Nival et Paul Treguer</i>				Son numérique (les dernières conquêtes du)	HT	2	70
Pollution : chiffres, origines et remèdes	HS	174	157	<i>par Henri-Pierre Penel</i>			
<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>				Sous-marin de verre Seabus	A	885	130
Pollution automobile : comment la réduire	HS	174	148	<i>par Marguerite Tiberti</i>			
<i>par Luc Augier</i>				Sous-marins d'exploration d'hier & demain	HS	176	4
Pollution due aux carburants	A	880	92	<i>par Claude Gortan</i>			
<i>par Jean-Michel Bader</i>				Stress (le) met les neurones à mort	A	889	52
Pollutions marines	HS	176	72	<i>par Jean-Michel Bader</i>			
<i>par Claude Alzieu</i>				Supraconducteurs (les) font de la résistance	A	889	44
Prix Nobel de physique : P.-Gilles de Gennes	A	891	18	<i>par Daniel Tarnowski</i>			
<i>par Hélène Guillemot</i>				Surdoué (le) de Saint-Dié	A	888	62
Projecteurs pour diapositives	A	881	116	<i>par Pierre Rossion</i>			
<i>par Frédérique Chapuis</i>				Syndrome de l'X fragile résolu par Pr Mandel	A	884	54
Propulsion magnéto-hydro-dynamique (MHD)	A	883	81	<i>par Pierre Rossion</i>			
<i>par Hélène Guillemot</i>					T		
Psychanalyse (la) : guérir riches bien portants	A	886	70				
<i>par Jacques Lecomte</i>				Téléphone : la carte qui déjoue les écoutes	A	882	118
Psychanalyse (la) n'est pas une science	A	885	56	<i>par Henri-Pierre Penel</i>			
<i>par Jacques Lecomte</i>				Télescope à lentille d'air	A	891	42
Psychologues scolaires (qui sont les) ?	A	882	126	<i>par Renaud de La Taille</i>			
<i>par Isabelle Bourdial</i>				Télescope spatial (l'informatique sauve le)	A	881	26
	R			<i>par Renaud de La Taille</i>			
Radar RIAS contre avion invisible	A	881	85	Téléviseurs : lequel choisir ?	HT	2	34
<i>par Serge Brosselin</i>				<i>par Roger Bellone</i>			
Radio : récepteurs pour l'écoute du monde	HT	2	84	Télévision par câble : le 3e souffle	A	889	118
<i>par Vincent Cousin</i>				<i>par Bruno Mathon</i>			
Radio numérique : écoutez le silence	A	885	126	Ténèbres (l'art de vivre dans les)	HS	176	120
<i>par Henri-Pierre Penel</i>				<i>par Gabriel Gorsky</i>			
				Tiers-Monde (aides), faux et usage de faux	A	884	44

Index alphabétique 1991

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
par Didier Dubrana				Vaches folles (des) en France !		A	883 68
Titrage (l'art du) en vidéo	A	886	128	par Alexandre Dorozyński et Didier Dubrana			
par Jean-Marie Bret				Venise sauvée des eaux ? Projet Mose		A	891 88
Toits plats et enneigement des bâtiments	A	881	98	par Gérard Morice			
par Didier Dubrana				Vénus encore active ? (sonde Magellan)		A	885 30
Tortues (reproduction des)	A	880	62	par Jean-François Robredo			
par Muriel Martineau				Vidéodisque : cinémathèque laser	HT	1	103
TV-cinémascope pour 35 000 F	A	883	118	par Florence Bellone			
par Laurent Douek				Vie (lieux sur la) après la vie		A	882 32
TVHD (l'avenir de la)	HT	1	20	par Jean-Michel Bader			
par Roger Bellone				Veillissement : tous centenaires ?		A	881 40
TVHD (la vérité sur la)	HT	2	24	par Jean-Michel Bader			
par Roger Bellone				Virus manipulateurs (les)		A	886 67
TVHD (les retards de la)	A	881	112	par Marie-Françoise Lantieri			
par Henri-Pierre Perel				Visiophone (naissance du)	HT	2	92
TVHD : coopération entre vidéo et cinéma	A	882	121	par Frédérique Chapuis			
par Henri-Pierre Perel				Vitesse (non, la) ne tue pas !		A	888 82
TVHD : téléviseurs 16/9 cinémascope	A	890	134	par Jean-Michel Delafond			
par Roger Bellone				Voie lactée, trou noir et satellite Granat		A	886 20
TVHD à Albertville 92	HT	2	100	par Jean-François Robredo			
par Luc Fellot				Volcanisme sous-marin		HS	176 40
TVHD américaine (la) à l'heure des choix	HT	1	1	par Nicolas Binard			
par Roger Bellone				Volcans d'Auvergne : ils peuvent se réveiller		A	887 24
UV				WZ			
ULM (l') réinvente le plaisir de voler	A	887	72	Wankel enlève les 24 h du Mans		A	887 80
par Germain Chambost				par Renaud de La Taille			
Ummite (un) à Science & Vie (extraterrestre)	A	890	60	Wegener (Alfred) et la dérive des continents	CS	3	1
par Alexandre Dorozyński				Zooms : l'optique mécanisée	A	885	144
URSS : le plutonium par la racine	A	881	102	par Renaud de La Taille			
par M. Larivière et J. Denis-Lempereur							

INDEX THÉMATIQUE

des articles, échos, forums, marchés à saisir, rubriques "Science & Jeux"

UNIVERS, TERRE, HOMME

Astronomie / Astronautique	p. 152
Terre / Océan / Géologie / Cartographie	p. 152
Environnement / Écologie / Énergie / Climat	p. 152
Archéo / Paléonto / Anthrope / Ethnologie	p. 153
Botanique / Zoologie	p. 153
Agriculture / Alimentation	p. 153
Biologie / Génétique	p. 154
Médecine / Santé	p. 154
Physique / Chimie	p. 155

HISTOIRE, SOCIÉTÉ, ESPRIT

Histoire / Histoire des sciences	p. 155
Éducation / Formation / Recherche	p. 156
Jeux / Mathématiques	p. 156
Mythes / Blurgs / Langage / Curiosités	p. 156
Société / Sciences humaines	p. 156

TECHNOLOGIE

Aviation / Armement / Défense	p. 156
Automobile / Cycles / Routes	p. 157
Autres moyens de transport	p. 157
Audiovisuel / télécommunications	p. 157
Photo / Ciné / Optique	p. 157
Son	p. 158
Télécommunications	p. 158
Télévision / Vidéo / Multimédia	p. 158

Électronique / Informatique	p. 159
Maison / Bricolage / Bureau	p. 159
Sports / Loisirs / Mesure / Horlogerie	p. 160
Inventions / Techniques / Industrie	p. 160

UNIVERS, TERRE, HOMME

Type	N°	Page	Type	N°	Page			
ASTRONOMIE / ASTRONAUTIQUE								
Amas de Printemps (Pléiades) (journ. astron.)	J 882	140	Manche et mer du Nord : riches et fragiles	HS 176	107			
Anneau à éclipses de la terre	A 890	26	Météorite tueuse de dinosaures (retrouvée)	A 886	26			
Ariane IV : la guerre des contrats	A 889	88	Microbes (le grand large, désert peuplé de)	HS 176	115			
Astéroïde (un) heurtera la terre	E 884	82	Océans : troublants trous bleus	A 880	68			
Astéroïde 1991 DA hors-la-loi	E 891	68	Or du mont Erebus (volcan de l'Antarctique)	E 891	68			
Cadran solaire (journal de l'astronome)	J 885	158	Pêche (vers une) plus sélective	HS 176	146			
Carte du ciel mobile (Datociel)	E 881	152	Pêche et démographie de la mer	HS 176	137			
Ciel en 1991 (journal de l'astronome)	J 880	131	Pierres précieuses (musée de la gemmologie)	E 885	137			
Ciel en couleur (journal de l'astronome)	J 891	143	Pierres précieuses en quête de musée	E 882	113			
Défilé de juillet (journal de l'astronome)	J 886	135	Pôles Nord et Sud : rôle clé/bilan thermique	HS 176	99			
Eclipse du soleil (11/7/91) vue au Mexique	A 888	26	Pollutions marines	HS 176	72			
Eclipse solaire du 11 juillet 1991 (Mexique)	A 886	34	Sainte Sophie d'Istanbul et les séismes	F 880	12			
Globe lunaire de bureau	E 889	157	Sous-marins d'exploration d'hier & demain	HS 176	4			
Heure française (l') a cent ans	A 883	18	Ténèbres (l'art de vivre dans les)	HS 176	120			
Jumelles (les) (journal de l'astronome)	J 884	147	Titanic (Mir soviétique pour l'épave du)	E 887	61			
Jupiter et sonde Galiléo	A 883	23	Volcanisme sous-marin	HS 176	40			
Kourou : port spatial de l'Europe	A 881	93	Volcans d'Auvergne : ils peuvent se réveiller	A 887	24			
Lapin (le) et le Crabe	E 884	87	ENVIRONNEMENT / ÉCOLOGIE / ÉNERGIE / CLIMAT					
Lune (faites sauter la), il fera toujours beau	E 888	65	Agriculture et pollution : étude INRA	E 882	111			
Mars (vivre sur) : Biosphère II en Arizona	A 888	30	Appendiculaires, ébourreurs des mers	A 888	58			
Matière noire (la cote de la) en baisse	E 882	49	Atmosphère (instruments d'observation de l')	HS 174	24			
Merveilles automnales (journal de l'astron.)	J 889	143	Atmosphère (la lente genèse de l')	HS 174	4			
Mesure des distances (journal de l'astronome)	J 883	140	Atmosphère et biosphère : à explorer	HS 174	79			
Oeil nu (observation à l') (journal de l'astr.)	J 888	142	Atmosphère et montagne (interaction)	HS 174	98			
Persée et les Perséides (journal de l'astron.)	J 887	132	Automobiles de courses solaires	A 880	96			
Photon (le premier) et la première matière	F 883	10	Automobiles recyclables	A 887	86			
Planétarium de poche Stellarscope	E 881	155	Avalanches (prévisions) : systèmes experts	E 891	113			
Planète (la nouvelle) découverte ss être vue	A 888	22	Barrage hongrois (Danube) interrompu	A 882	56			
Planètes (la chasse aux) (journal de l'Astron.)	J 881	140	Batterie solaire "Chargeabout" prête à porter	E 891	115			
Planètes (mouvement des) : où sera la Terre ?	E 885	98	Bruit et concours "Décibel d'or"	E 888	119			
Rayons gamma dans l'espace	E 890	101	Canons à neige acquittés ?	E 884	121			
Satellite captif d'une navette (TSS)	A 880	78	Carbone (mystérieuse disparition du)	HS 176	64			
Satellite Newton et étude de la gravitation	A 884	24	Carburant en grains (diester base huile colza)	A 887	90			
Satellite radar ERS-1, regard pénétrant	A 891	104	Cathédrales (désastre des) exemple de Rouen	E 891	69			
Singularité nue dans l'univers	E 884	85	Cétacés ("suicide" des) et marine militaire	A 890	64			
Soleil (de quoi se chauffe le) ?	E 881	65	Champs électriques et équilibre cellulaire	E 888	69			
Superanterne (l'infrarouge mystérieux de)	E 883	77	Champs électromagnétiques et santé (suite)	F 889	6			
Télescope Hubble : myope ou presbyte ?	F 885	8	Champs magnétiques (effets peu connus des)	E 882	54			
Télescope spatial (l'informatique sauve le)	A 881	26	Chaudière à gaz et homologation CSTB	E 885	139			
Télescopes et défauts de vision	F 887	8	Chaudière écologique NXR de Chappée	E 890	162			
Trous noirs (fusion de) et big bang	E 884	83	Climats d'autrefois : chauds et froids	HS 174	33			
Vénus encore active ? (sonde Magellan)	A 885	30	CO2 (impôt mondial sur le)	A 885	104			
Vénus, étoile du matin (journal de l'astron.)	J 890	150	CO2 : est-il polluant ?	F 887	8			
Voie lactée, trou noir et satellite Granat	A 886	20	Compost en stocks : centres Végéterre ANRED	E 882	112			
TERRE / OCÉAN / GÉOLOGIE / CARTOGRAPHIE								
Abysses (entre rivages et)	HS 176	22	Confettis biodégradables	E 881	107			
Animaux des grands fonds sous-marins	HS 176	46	Corail (mort du) et réchauffement de la terre	A 887	30			
Aquaculture : les risques du succès	HS 176	153	Déchets industriels à Sermaise (Essonne)	A 884	110			
Bathyscan ultra-sonar pour topo s/marine	E 886	104	Eau (le cycle de l')	HS 174	64			
Bestiaire abyssal	HS 176	129	Eau (station mobile de traitement)	E 880	111			
Carbone (la mystérieuse disparition du)	HS 176	64	Eau en France (pollution de l')	A 887	94			
Carte du monde (voici la vraie)	A 880	72	Effet de serre : chaud climat du futur	HS 174	40			
Cartographier les fonds sous-marins	HS 176	14	Effet de serre : la Méditerranée témoigne	HS 176	55			
Corail (l'emprise du) sur récifs et lagons	HS 176	85	Effet de serre : nouvelles données & alarmes	E 884	81			
Corail (mort du) et réchauffement de la terre	A 887	30	Effet de serre et guerre du Golfe	E 882	51			
Couleurs (les) de l'océan	HS 176	78	Egot plus grand que le Tunnel sous la Manche	A 883	88			
Dérive des continents, Alfred Wegener	CS 3	1	Emballages moins polluants, moins utilisés	E 883	112			
Dérive des continents, tectonique des plaques	HS 176	30	Energie nucléaire : le bilan français	E 891	73			
Désert de Libye (de l'eau sous le)	E 889	82	Energie nucléaire en France (seule à y croire)	A 888	72			
Effet de serre : la Méditerranée témoigne	HS 176	55	Energie solaire : l'espoir après le "flop"	E 889	108			
Géobanque : info sous-sol sur minitel	E 882	112	Environnement (législation et économie de l')	E 882	115			
Kraft (mort des volcan. Maurice et Katia)	E 886	81	Environnement européen recherche un siège	E 890	119			
Latitude et publicité	F 885	12	Eoliennes en retard : électricité dans l'air	E 890	120			
			Eoliennes en Suède	E 882	116			
			Eoliennes et besoins énergétiques (suite)	F 890	116			
			Espaces naturels pas vraiment protégés	E 888	71			

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
Etiquette "dragon" contre le risque chimique	E	890	120	Langues (les) qui disparaissent	E	887	59
Explosion des décharges (détecteur risques)	E	886	105	Lapin (le) et le Crabe	E	884	87
Filtre-brûleurs anti-pollution pour autobus	E	883	111	Manuscrits de la Mer Morte (le scandale des)	E	881	68
Finlande : concours d'inventions sur l'environnement	E	884	125	Manuscrits de la Mer Morte (mascarade des)	E	883	74
Forêt (feux de) : hélicoptères et botanistes	A	886	92	Manuscrits de la Mer Morte : version pirate	E	890	99
Forêt : 17 millions d'ha en moins/an	A	889	66	Météorite tueuse de dinosaures (retrouvée)	A	886	26
Forêts (dégraissants TCA et mort des)	E	880	90	Musique (instruments de) de la Grèce antique	A	889	70
Foudre (les mystères de la)	HS	174	109	Phare d'Alexandrie (reconstruction du)	E	881	67
Fusion, du nouveau (tokamak, laser, ions...)	A	891	22	Pyramide de Parefer (Egypte) inconnue	E	891	71
Golfe (ciel et mer) : pourra-t-on nettoyer ?	A	884	30	Suaire de Turin (le) date du Moyen-Age	F	886	6
Heure d'été et EDF	F	885	28	Suaire de Turin (on rappelle les scientifiques)	E	881	66
Info environnement : syst. européen Corinne	E	890	119	Suaire de Turin (suite) : la science contestée	F	888	18
Lisier de porc recyclé en daphnies p/poissons	A	889	102	Suaire de Turin (suite) : limites du débat	F	890	12
Logiciel sur les effets des rejets aquatiques	E	887	111	Suaire de Turin et Voile de Véronique	F	887	10
Lumière (la) qui vous suit (économie)	E	885	134	URSS et ethnies (suite)	F	890	10
Lune (faites sauter la), suite : soyons sérieux	F	890	24	Vin (premier cru) il y a 5 500 ans	E	886	82
Manche et mer du Nord : riches et fragiles	HS	176	107				
Mégalopoles (le monde s'entasse dans les)	A	890	40				
Mérou (la fin du) ?	A	887	34				
Météo : combler les trous des prévisions	HS	174	92				
Météo : prévenir ou gérer les catastrophes	HS	174	117				
Météo aux jeux olympiques d'Albertville	HS	174	103				
Météorologie : une voie pour la modélisation	HS	174	86				
Mouvement perpétuel et énergie du vide	F	881	12				
Nitrates de l'eau (affineur éliminant les)	E	887	146				
Nitrites-test Merck	E	883	154				
Océans, climat et modèles numériques	HS	174	55				
Ours des Pyrénées contre tunnel du Somport	E	885	98				
Ozone (disparition rapide de la couche d')	E	887	58				
Ozone (trou d') : comment cela va continuer	HS	174	70				
Ozone : là où il est en trop	HS	174	144				
Ozone stratosphérique aux pôles Nord et Sud	E	880	87				
Papillons, victimes de la route en Roumanie	F	883	10				
Pêche (vers une) plus sélective	HS	176	146				
Pétrole radioactif aux Etats-Unis	E	881	70				
Pinatubo (volcan) pourrait changer le climat	E	889	77				
Plages landaises nettoyées de leurs déchets	A	887	89				
Pluies acides : plus de peur que de mal ?	HS	174	139				
Pôles Nord et Sud : rôle clé/bilan thermique	HS	176	99				
Pollution : chiffres, origines et remèdes	HS	174	157				
Pollution automobile : comment la réduire	HS	174	148				
Pollutions marines	HS	176	72				
Poussières atmosphériques (mesure des)	E	882	157				
Propulsion magnéto-hydro-dynamique (MHD)	A	883	81				
Radioactivité (balise pour le contrôle de la)	E	881	106				
Réchauffement planétaire : pas sûr	E	886	84				
Recyclage des emballages Tetra Pack	E	880	111				
Rejets atmosphériques (modéliser le comportement)	HS	174	125				
Rhumes des foins, pollen et pollution auto	E	888	66				
Sacs en plastique recyclé	E	882	156				
Sapin (le) est moins dangereux p/incendies	E	888	118				
Sécheresse et gestion de l'eau	HS	174	131				
Silicones (avenir) : optoélectronique, solaire	E	886	87				
Toits plats et enneigement des bâtiments	A	881	98				
URSS : le plutonium par la racine	A	881	102				
 ARCHÉO / PALÉONTO / ANTHROPO / ETHNOLOGIE							
Adam était un pygmée (étude chromosomique)	A	882	36				
Ancêtres (nos) agriculteurs du Proche-Orient	A	889	30				
Archéoptéryx (le vol noir des)	E	880	87				
Chiens sacrés d'Ashkelon (cimetière des)	E	886	83				
Cro-Magnon (Homme de) plus vieux que prévu	E	882	55				
Egypte : Pharaon Merenptah	E	885	103				
Evolution (querelle) : Darwin ou Lamarck	CS	6	1	Additifs alimentaires testés par Innovia	E	880	107
Guerre du Golfe : gd livre d'histoire déchiré	A	883	28	Agriculture et pollution : étude INRA	E	882	111
Homme de Néandertal (alimentation de l')	A	891	64	Agroalimentaire (métiers) : l'innovation	A	883	126
Homme de Similaun (Autriche)	E	890	97	Aliments allégés et discours alourdi	E	886	86
Homme, gorille, chimpanzé et ancêtre comm.	A	889	24	Allergies aux nouveaux aliments	A	881	50
Ichtyosaures (les) n'étaient pas cannibales	E	891	72	Aquaculture : ferme marine à Monaco (Labrax)	A	882	46
 AGRICULTURE / ALIMENTATION							

Index thématique 1991

Type	N°	Page	Type	N°	Page		
Aquaculture : les risques du succès	HS	176	153	Syndrome de l'X fragile résolu par Pr Mandel	A	884	54
Aquaculture : truites de rivière en pleine mer	A	888	104	Vie (origine de la) et colloque de Blois	E	890	100
Beurre (du) sans cholestérol	A	884	62	Vieillissement : tous centenaires ?	A	881	40
Biotechnologie : le verger en prospective	E	887	108	Virus et ADN (double et triple hélice)	E	885	100
Bœuf cerise (viande restructurée)	E	889	111	Virus manipulateurs (les)	A	886	67
Brebis réflectrices pour dosage de ration	E	888	116	Vitamine A et leucémie promyélocyttaire	E	880	91
Café (le trichloréthylène du)	F	881	9				
Café (trichloréthylène (III))	F	883	12				
Cerfs (élevage de) pour l'alimentation	F	885	22				
Chien de berger (stage et concours pour)	E	888	119				
Chocolat sans sucre Lo-Light	E	886	155				
Conserves à réchaud intégré	E	886	152				
Élevage espèces sauv. : antilope au gigot d'or	A	882	41				
Engrais : de l'urée pour les Philippines	E	891	110				
Francilien (le) mange diététique	E	888	114				
Froid : mouchard p/mémoriser températures	E	889	109				
Fromages (Frimage, pour conserver les)	E	886	152				
Fromages express (maturation accélérée)	E	888	71				
Fromages français interdits d'Europe ?	A	888	106				
Glutamates alimentaires : un témoignage	F	881	6				
Huile de colza & carburant en grains (diester)	A	887	90				
Insectes tueurs d'insectes ou insecticides	A	891	92				
Légumes nouveaux (les) sont arrivés	A	891	116				
Miel : le record qui inquiète	F	881	12				
Pain (la mauvaise qualité du)	A	891	74				
Poules (cages idéales pour les)	E	887	105				
Poules (cages pour les) et INRA (suite)	F	889	6				
Produits "plus" et produits "moins"	E	891	112				
Robot planteur	E	880	106				
Tonte des moutons à mains nues	E	888	116				
Vaches folles (des) en France !	A	883	68				
Viande ("laver" la) de ses graisses	E	886	86				
MÉDECINE / SANTÉ							
Alcool contre maladie coronarienne	E	890	96				
Aliments (allergies aux nouveaux)	A	881	50				
Allergie (aérosol Acardust contre l')	E	883	157				
Alzheimer (maladie), aluminium et McIntyre	E	883	75				
Auriculothérapie et triglycéridémie	F	886	19				
Avalanches : les lois de la survie	E	891	113				
Aveugle : gène du glaucome et éthique (suite)	E	889	8				
Bactéricide Glintas pour téléphone, etc.	E	886	152				
Bière et maladies cardiovasculaires	E	880	91				
Boîtier pour transp. prélevements biologiques	M	888	118				
Cambodge (la médecine française revient au)	E	881	69				
Cancer (if contre)	A	882	28				
Cancer : la tumeur dépistée précocement	A	891	58				
Cancer : mortalité dans le monde	E	881	71				
Cancer : vaccin contre le papillome à l'essai	E	882	54				
Cancer du colon : bénéfice du son contesté	E	881	66				
Cancer du sein : premier soupçon de la cause	A	882	25				
Cancers (benzène et taux de) : mise au point	F	881	10				
Carte médicale Hippocarte à microcircuit	E	880	106				
Cerveau (lésions du)	HS	177	15				
Cerveau : histoire de la neurobiologie	HS	177	4				
Cerveau : la perception visuelle	HS	177	43				
Cerveau : le langage	HS	177	119				
Cerveau : modèles (Néocortex, chaos)	HS	177	143				
Cerveau : mondes intérieurs	HS	177	83				
Cerveau : rythmes et conscience	HS	177	65				
Cerveau : vitesse de transmission et QI	A	889	64				
Cerveau actif (images du)	HS	177	6				
Cerveau des homosexuels (une diff. dans le) ?	A	889	60				
Césium 137 de Tchernobyl et sport canadien	E	889	79				
Champs électriques et équilibre cellulaire	E	888	69				
Champs électromagnétiques et santé (suite)	F	889	6				
Champs magnétiques (effets peu connus des)	E	882	54				
Choléra (le) ne viendra pas jusqu'à nous	A	883	58				
Cholestérol (du beurre sans)	A	884	62				
Cholestérol : nous ne sommes pas tous égaux	E	885	100				
Conduite auto : danger des tranquillisants	E	891	67				
Crises cardiaques (mystér.) des Asiatiques	E	884	87				
Décalages horaires sur la santé (effets des)	E	885	136				
Diabète : de l'insuline sans seringue	A	890	74				
Douleur (le cerveau exagère la)	A	891	48				
Douleur surgelée par sachet isotherme	E	880	153				
Echographie 3D (en relief)	A	883	122				
Epileptique (la voix qui rend)	E	889	80				
Etui de sécurité pr matériel médical souillé	E	886	107				
Gauchers (destin des) et enquête inutile	E	888	66				
Glaucome (génétique, éthique et santé)	A	884	50				
Glifanat (le) sur la sellette	E	882	50				
Glutamates (araignée de jardin contre)	E	885	100				
Glutamates alimentaires : un témoignage	F	881	6				
Glutamates dans les médicaments	F	885	26				
Grippe du porc et mutations des virus	E	887	59				
Humeur (analyse factuelle des troubles de l')	E	888	70				
Hypertension et hygiène alimentaire	E	887	58				
Hypothermie, avalanches, mort apparente	E	880	107				
Implants mammaires, cancer et TDA	E	886	85				
Information et découvertes médicales	E	883	73				
Leucémie promyélocyttaire et vitamine A	E	880	91				
Malades imaginaires, parfois vrais malades	E	887	57				
Maladie d'Alzheimer (médicament contre la)	E	882	51				
Maladie de l'Yme (naliudisme contre)	E	881	68				

Type	N°	Page	Type	N°	Page
Maladies gén. : Creutzfeld-Jakob, bilharziose	E 885	98	Champ magnét.-taux de comb. moteurs (suite)	F 891	6
Médicament et discours marketing	E 886	86	Champ magnétique/combustion d'un moteur	E 889	78
Ménopause (des enfants après la)	E 880	86	Courant électrique (ou passe donc le) (III)	F 885	22
Modafinil : pilule anti-sommeil à l'essai	E 883	74	Courant électrique : ou passe-t-il donc ?	F 881	10
Orages et ions (effet sur l'organisme des)	E 881	70	Courbes de Lissajous au laser (phys. amus.)	J 891	132
Paludisme (gènes qui protègent contre le)	E 884	86	Cycloïde : chemin rapide (phys. amusante)	J 886	130
Paludisme : l'hypothèse des rosettes	A 885	88	Descente (comment monter une)	F 883	10
Paludisme et cure-dents	F 888	18	Force centrifuge (suite) : lecteurs talentueux	F 887	4
Pansement qui prévient l'infection	E 881	155	Force centrifuge (suite) et poids lunaire	F 888	10
Piqûres d'abeille (loupe contre)	F 890	12	Force centrifuge : elle existe !	F 885	8
Psoriasis (associat. pour la lutte contre le)	E 881	8	Force d'Ampère (suite)	F 883	14
Psychanalyse (II) : guérir riches bien portants	A 886	70	Foudre (c'est l'avion qui attire la)	A 885	119
Psychanalyse et résistance psychique (suite)	F 888	14	Foudre en boule (suite) : infos des lecteurs	F 880	4
Rage (la) passera-t-elle par le tunnel ?	A 886	52	Foudre en boule (témoignages, suite)	F 883	6
Rhumes des foins, pollen et pollution auto	E 888	66	Foudre en boule : enfin des lettres scientif.	F 884	14
Sang humain (industrie du) et transfusions	A 890	78	Foudre en boule : nouveaux témoignages	F 882	14
Sclérose en plaques et immunité	F 891	14	Foudre en boule en plein ciel !	F 885	26
Seringue à aiguille escamotable	M 887	110	Fresnel : qu'est-ce que la lumière ?	CS 5	1
Sida (dépistage) et sarcome de Kaposi	F 890	10	Fusion froide enfin reconnue	E 885	102
Sida (étuis médicaux anti-) pas nouveaux	F 890	12	Fusion froide pas morte	E 880	86
Sida (immunothérapie passive contre)	A 891	54	Fusion, du nouveau (tokamak, laser, ions...)	A 891	22
Sida (le virus idiot du) fragilise la cellule	E 886	84	Galilée (controverse sur), naissance physique	CS 2	1
Sida (lutte contre le) et molécule CD 4	E 882	55	Gravitation universelle (et satellite Newton)	A 884	24
Sida : bataille des anticorps	E 891	70	HFA : fluor sans chlore	E 883	114
Sida : hème et glutathione, en attendant vaccin	E 884	81	Horloge-pendule (découpe du temps) (phy. am.)	J 882	130
Sida : l'hypothèse des cofacteurs se confirme	E 883	79	Laser de poche (physique amusante)	J 890	138
Sida : nouvelle querelle Montagnier-Gallo	E 884	84	Lévitation de corps non magnétiques	E 883	73
Sida : polémique Montagnier-Gallo	A 886	56	Magnétisme et lévitation (de souris)	E 885	101
Sida : vaccin et affaire Zagury	A 885	76	Matériau (teflon) qui grossit quand on l'étire	E 881	69
Sida et idées fausses (arme biologique)	F 883	12	Mécanique quantique (appel des mécontents)	F 891	6
Sida et sarcome de Kaposi	E 887	55	MHD : vitesse et figure de style (suite)	F 886	19
Sida rend fou (comment le)	E 880	88	Monter une descente (physique amusante)	J 881	132
Sidas (il pourra y avoir d'autres)	E 888	68	Moteur à cellules solaires (phys. amusante)	J 880	126
Stress (le) est bien immunosupresseur	E 883	79	Moteur à magnétostriction (tel une chenille)	A 882	106
Stress (le) met les neurones à mort	A 889	52	Mouvement perpétuel (suite)	F 885	28
Stress, froid et infection grippale	E 890	96	Mouvement perpétuel et énergie du vide	F 881	12
Tabac : 101 756 tonnes par an	E 881	106	Mouvement semi-perpétuel (physique amus.)	J 889	132
Température corporelle et thermorégulation	E 881	68	Neutrino ? (qui a vu le Grand)	E 885	102
Tranquillisant (Halcion) qui rend meurtrier	E 890	95	Neutrino lourd (la chasse au)	A 888	40
Tranquillisants et accoutumance	F 881	10	Ondes électromagnétiques traversent murs	F 885	22
Vaccin contre le choléra (nouveau)	E 882	54	Or du mont Erebus (volcan de l'Antarctique)	E 891	68
Vaches folles et médicaments contaminés	E 880	88	Oranges (écorces d') et combustions rapides	F 883	10
Virus de l'athérosclérose	E 887	57	Pente d'eau (physique amusante)	J 885	154
Zona et douleur	F 880	14	Photon (le premier) et la première matière	F 883	10
Zona et expériences personnelles	F 884	18	Photon ubiquitaire (onde et particule)	E 889	80
Zona et passes de rebouteux	F 881	6	Prix Nobel de physique : P.-Gilles de Gennes	A 891	18

PHYSIQUE / CHIMIE

Accélérateurs de particules du futur	A 881	35
Boomerang de salon (physique amusante)	J 887	122
Carbone 60 (en forme de framboise)	A 885	42

HISTOIRE, SOCIÉTÉ, ESPRIT

HISTOIRE / HISTOIRE DES SCIENCES

Aviation (controverses sur la naissance de l')	CS 1	1
Bloncourt Louis (décès), corresp. S&V Londres	F 884	6
Calendrier : quel jour commence l'année ?	A 880	16
Darwin ou Lamarck : la querelle de l'évolution	CS 6	1
Faraday : bicentenaire d'un génie	E 891	71
Fresnel : qu'est-ce que la lumière ?	CS 5	1
Galilée (controverse sur), naissance physique	CS 2	1
Galilée et la phrase la plus bête de l'année	E 890	101

Heure française (I') a cent ans	A 883	18
Informatique (histoire de l') et téraflops	A 889	34
Jules Verne et la soupe primitive	F 888	14
Lamarck ressuscité ? (hérité carac. acquis)	A 889	18
Livres scolaires : histoire	A 884	130
Mozart (c'est bien le crâne de)	A 880	34
Oreille absolue et Mozart (suite)	F 889	6
Pasteur controversé, naiss. biologie moderne	CS 4	1
Sida : nouvelle querelle Montagnier-Gallo	E 884	84
Suaire de Turin (le) date du Moyen-Age	F 886	6

Index thématique 1991

Type	N°	Page	Type	N°	Page			
Suaire de Turin (on rappelle les scientifiques)	E 881	66	Euh (fréquence des) chez les professeurs	E 888	71			
Syndrome de Münchhausen et simulateurs	E 887	57	Français (le) tel qu'on le parle	F 882	10			
Wegener (Alfred) et la dérive des continents	CS 3	1	Homéopathie (la lettre du mois)	F 884	14			
ÉDUCATION / FORMATION / RECHERCHE								
Baladeur prof. de langue Speak Pocket Sanyo	E 884	167	Homéopathie et "diatribe stupide"	F 886	18			
Concours sur les campus (Caisse des Dépôts)	E 887	111	Irrationnel n'est pas une auberge espagnole	F 884	20			
Dyslexie et méthode Bordeoules (en danger)	E 889	82	Microclimat et climat local (vocabulaire)	F 880	6			
Editeur Belin "épinglé" et livres d'histoire	F 885	14	Nostradamus	F 884	18			
Educat. manuelle et suppress. de la physique	F 880	12	Parapsychologie et loi : procès Geller/Randi	E 888	66			
Japonais : apprenons à lire leurs publications	E 891	109	Psychanalyse (la) n'est pas une science	A 885	56			
Livres de mathématiques : choix des lycées	A 881	122	Psychanalyse et résistance psychique (suite)	F 888	14			
Livres scolaires : histoire	A 884	130	Réguler : le français tel qu'on le parle	F 880	8			
Livres scolaires : suppression physique en 6e	A 886	119	Science & Vie (mise en page de) : les renvois	F 884	18			
Métier (un de plus) dans l'environnement (ingénierie)	E 889	107	Science & Vie (numéro 1000, suite)	F 884	14			
Métiers d'avenir : aéronautique	A 881	126	Science & Vie (utilisation abusive de)	F 885	28			
Métiers d'avenir : agroalimentaire	A 883	126	Tabac, alcool et manies de l'interdiction	E 888	69			
Métiers d'avenir : assurances	A 886	114	Ummite (un) à Science & Vie (extraterrestre)	A 890	60			
Métiers d'avenir : banque	A 885	140	Vie (lueurs sur la) après la vie	A 882	32			
Métiers d'avenir : bâtiment et travaux publics	A 880	122	Vie après la mort (suite)	F 885	12			
Métiers d'avenir : espace	A 882	123	SOCIÉTÉ / SCIENCES HUMAINES					
Métiers d'avenir : grande distribution	A 884	136	Animale (l'expérimentation), vieille habitude ?	A 888	88			
Métiers d'avenir : industrie pharmaceutique	A 889	126	Ascenseurs et qualité de la vie (2)	F 890	16			
Métiers d'avenir : ingénierie informatique	A 891	126	Assurance contre défaillances hommes-clés	E 891	114			
Métiers d'avenir : pétrole	A 887	118	Chartisme, art divinat. appliquée à la bourse	A 888	100			
Métiers d'avenir : tourisme	A 888	128	Civilisations, religions et.. business	E 890	122			
Psychologues scolaires (qui sont les) ?	A 882	126	Consommation et papy-boom	E 889	113			
Recherche (décroissance de la) en France	E 891	110	David Baltimore : fraude du Prix Nobel	E 885	97			
Recherche et industrie : marions-les !	E 886	101	Démographie : statistiques pauvres et riches	A 890	34			
Surdoué (le) de Saint-Dié	A 888	62	Déterminisme et rationalisme	F 883	14			
JEUX / MATHÉMATIQUES			Drogue (II) : les racines du mal	A 880	38			
Angle (tracer un) sans rapporteur	A 886	42	Drogue (III) : pays en voie de désintoxication	A 881	14			
Angle (tracer un) sans rapporteur (suite)	F 890	18	Drogue (IV) : 12 produits chimiques surveillés	A 882	16			
Avion (micro-réacteur pour mini-avion)	E 886	154	Drogue (suite) : deux errata	F 888	14			
Championn. jeux math. : sujets 1/2 finales	J 883	139	Drogue (V) : lesquels finiront toxicomanes ?	A 883	42			
Championnat des jeux mathématiques	J 881	143	Drogue (VI) : le plaisir qui tue	A 884	66			
Championnat jeux math. (bulletin rép. idéal)	J 882	144	Drogue (VII) : guérison du toxicomane	A 885	78			
Championnat math. (4 dernières questions du)	J 880	137	Drogue et religion	F 885	14			
Décennie (quand donc commence une) ?	F 880	14	Fraude scientifique de D. Baltimore (suite)	E 889	79			
Décennie et début du IIIe millénaire	F 883	12	Heure d'été : elle reste parce qu'elle est là !	E 890	122			
Europe sur ordinateur : jeu Médiamor	E 889	156	Japon : traumatisme des congés	E 886	107			
Gants musicaux	E 890	162	Mégalopoles (le monde s'entasse dans les)	A 890	40			
Hélicoptère électrique (modèle réduit)	E 885	170	Mysticisme et science	F 881	8			
Indix (jeu de société)	E 881	154	Pierres précieuses (musée de la gemmologie)	E 885	137			
Jouets de Noël cuvée 1991	A 891	122	Psychanalyse (II) : guérit riches bien portants	A 886	70			
Micro-whist (informatique amusante)	J 884	151	Psychanalyse (la) n'est pas une science	A 885	56			
Mot (le) le plus long électronique	E 890	163	Psychanalyse en question (suite)	F 891	14			
Science & Vie n° 1000 en janvier 2001	F 883	10	Psychanalyse, critiques & satisfecit (suite)	F 889	12			
MYTHES / BLURGS / LANGAGE / CURIOSITÉS			Psychanalyse, Freud et psychiatrie (suite)	F 890	6			
Airmants thérapeutiques	F 887	10	Recrutement, psychologie et ordinateur	E 881	108			
Airmants thérapeutiques (suite)	F 891	12	Retraite : calculs qui laissent perplexe, suite	F 891	8			
Astrologie déguisée en astronomie	A 887	18	Retraites : la vérité statistique	A 886	108			
Astrologie et logique (suite)	F 889	10	Retraites : les calculs de nos lecteurs	F 888	8			
Astrologie et occultisme (suite)	F 890	6	Sang humain (industrie du) et transfusions	A 890	78			
Astrologie et thème astral	F 880	6	Syndrome de Stendhal (épuisement touristes)	E 882	52			
Calendrier : année chrétienne et Islam	F 885	14	Tiers-Monde (aides), faux et usage de faux	A 884	44			
Calendrier : quand commence le XXIe siècle	F 886	19	TECHNOLOGIE					
Cercles dans le blé (histoire des)	F 880	6	AVIATION / ARMEMENT / DÉFENSE					
Cercles dans les blés : des faux-faux	E 889	80	Aérien (appui) rapproché et aéromobilité	HS 175	80			
Communication, langage et Science & Vie	F 885	30	Aérien (transport) en Europe : la congestion	HS 175	4			
Contrefaçons : copies de marques hors-la-loi	A 889	104	Aérien (transport) militaire, arme stratégique	HS 175	87			
Coutumes journalistiques et renvois de pages	F 881	8	Aérien (transport) supersonique apr. Concorde	HS 175	24			
Enfer (l') en Sibérie	F 886	17						

TECHNOLOGIE

AVIATION / ARMEMENT / DÉFENSE

Aérien (appui) rapproché et aéromobilité	HS	175	80
Aérien (transport) en Europe : la congestion	HS	175	4
Aérien (transport) militaire, arme stratégique	HS	175	87
Aérien (transport) supersonique apr. Concorde	HS	175	24

	Type	N°	Page		Type	N°	Page
Aérienne (force) française	HS	175	58	Vitesse (non, la) ne tue pas !	A	888	82
Aérienne (force) soviétique	HS	175	112	Wankel enlève les 24 h du Mans	A	887	80
Aérienne (l'attaque) comme un jeu vidéo	A	881	72				
Aériennes (forces) : la nouvelle bataille	HS	175	43				
Aérospatiale (industrie) allemande	HS	175	35				
Ailes d'avion (1000 passagers dans les)	A	891	100				
Aviation (controverse sur la naissance de l')	CS	1	1				
Aviation : essais en vol, la fin d'un mythe ?	A	884	98	Bateau : dispositif évitant la cale sèche	M	886	106
Aviation militaire diversifiée et redoutable	HS	175	50	Métro en calculette	E	882	156
Avion : voler à basse vitesse	HS	175	128	SNCF : wagons à la question	E	885	133
Avion F-16 : bientôt 20 ans, 2 848 ex.	HS	175	162	Sous-marin de verre Seabus	A	885	130
Avion furtif (F-117 A Lockheed)	HS	175	72	Tunnel sous la Manche : autres précisions	F	886	18
Avion Rafale : puissant et discret	HS	175	121				
Avions (les) testés en soufflerie à air glacé	A	889	84				
Avions bimoteurs long-courriers	HS	175	12				
Avions espions (Aurora, nouvelle génération)	HS	175	158				
Avions espions Black Manta, F-117A et ovnis	A	890	102				
Bombe A irakienne en février ?	E	880	85				
Canon irakien ou canalisation : le mythe	A	890	114	Appareil panoramique Prestinox p/film 35mm	E	886	150
Char "Leclerc" 3e génér. : mobilité et confort	E	880	109	Appareil photo à imprimante ITC Da Vinci	E	890	160
Foudre (c'est l'avion qui attire la)	A	885	119	Bronica SQ-Ai 6 X 6 automatique	E	889	153
Guerre chimique et antidote suédois	E	884	127	Caméra-robot Panoramic d'Exavision	E	885	135
Guerre du Golfe : antimissile Patriot	A	882	78	Canon EF-M reflex 24 x 36 à priorité manuelle	E	890	159
Guerre du Golfe : Awacs, maîtres du ciel	A	884	88	Canon EOS 100, reflex au bruit réduit	E	889	155
Guerre du Golfe : bombe A grâce à la France	A	882	68	Canon EOS 1000 F et Prima-zoom 105	E	883	152
Guerre du Golfe : la première électronique	HS	175	62	Cinax : salle de cinéma sur vérins p/simulat.	A	888	124
Guerre du Golfe : le Jaguar ne voit pas la nuit	A	882	86	Cinéma : restauration numérique des images	HT	1	16
Guerre du Golfe : léger contre lourd	A	882	60	Cinéma à 6 pistes son numériques	A	887	114
Guerre du Golfe : qui a fourni quoi à Saddam	E	887	56	Compact 24X36 Nikon TW zoom 35-70	E	880	149
Irak et bombe nucléaire	F	884	6	Compact à 2 objectifs Canon Prima	E	889	154
Jaguar (l'avion) ne voit pas la nuit (suite)	A	881	126	Compact Hanimex de 200 g avec zoom et flash	E	884	161
Métiers d'avenir en aéronautique	HS	175	103	Compact panoramique Minolta	E	882	155
Missiles (techniques anti-)	HS	175	94	Compacts 24 x 36 (banc d'essai)	HT	1	56
Missiles sol-sol (la prolifération des)	A	888	94	Développeuse portable Jobo ATL 1000	E	889	153
Pilotage (radar et caméras infrarouges)	HS	175	141	Diapositives (copiez vos meilleures)	HT	2	50
Pilotage : horizon 2000, vers l'écran total	HS	175	150	Emulsion Ilford 35 mm 400 Delta	E	881	150
Pilotes/avions (interfaces) et virtualisation	A	881	85	Emulsions Konica (améliorations des)	E	880	147
Radar RIAS contre avion invisible	A	886	88	Film Kodachrome 200 poussé à 500 ISO	E	889	153
Siège éjectable pour avion	M	889	112	Film négatif grain fin Kodak Ektar	E	888	151
Triphibie : avion, hydravion et sous-marin	A	887	72	Film Polaroid Image Procure : plus éclatant	E	891	156
ULM (l') réinvente le plaisir de voler	F	889	10	Films couleurs Scotch (affinement des)	E	882	152
ULM précurseur en 1909				Films de haute définition (essai)	HT	1	38
				Films en couleurs (l'alchimie des)	HT	1	30
				Films fins Agfa Optima 200, Fuji NHG 400	E	891	154
				Films négatifs 400 ISO encore plus fins	A	884	128
				Films ultra-rapides (essai)	HT	1	32
				Flash Vivitar pour reflex autofocus	E	889	152
				Flashes (lumière sur les)	HT	2	46
				Flashmètre à diodes Shepherd	E	880	147
				Hasselblad 205 TCC (dosage du contraste)	E	885	167
				Imprimantes couleur (qualité photo)	HT	2	95
				Jumelles (les) (journal de l'astronome)	J	884	147
				Jumelles autofocus Minolta	E	880	151
				Jumelles de poche Swarovski Optik	E	886	153
				Jumelles Phéb' pour voir la nuit	E	880	150
				Jumelles/microphone pour observer oiseaux	E	881	153
				Kahn (Albert, jardins), fonds Fakir autochrom.	HT	1	82
				Konica A 100 RB compact 24x36 automatique	E	885	166
				Leica Mini, 24 x 36 micro-compact	E	890	157
				Lentilles de contact (solution de nettoyage)	E	886	154
				Lentilles de contact Seéquence d'usage varié	E	880	150
				Logique floue dans reflex Minolta Dynax 7 xi	E	888	151
				Longue-vue Habicht pour ornithologues	E	888	157
				Loupe pour diapositives Macromax 5X EMO	E	882	153
				Loupe se montant sur les lunettes	E	889	157
				Microscope de poche Lensman	E	880	150
				Minolta Dynax 3 xi, reflex - système expert	E	891	156
				Nikon 24 x 36 reflex F-401x pro p/amateurs	E	890	157
				Objectif Nikon AF-DC faisant le flou et le net	E	883	151
				Objectifs Canon redressant les lignes	E	884	161
				Objectifs macro (essai)	HT	1	66

Index thématique 1991

Type	N°	Page	Type	N°	Page
Olympus super zoom AZ avec flash à 6 progr.	E 888	152	Guitare (changez de micros, pas de)	M 881	110
Olympus μ, le plus petit 24 x 36 automatique	E 887	142	Hi-Fi (la) ultra miniaturisée	HT 2	74
Photo (macro-) de nature	HT 1	92	Lecteur laser Sanyo pour enfants	E 886	148
Photo : tendances 91	HT 2	42	Lecteur laser/radio-cassette Sharp CD-JX 20	E 888	152
Photo automatique : bataille d'algorithmes	HT 1	42	Lecteur Pioneer PDT-M1 pour 18 compacts	E 887	141
Photo compact Contax T2 et T3 Super	E 880	148	Lecteur ultra-plat Sony Discman Dj 50	E 890	158
Photo et vidéo étanche	HT 1	90	Lecteurs de disques compacts à balancier	E 888	150
Photo instantanée (la) sera-t-elle électroniq. ?	HT 1	28	Magnétophone numérique miniature Sony	E 885	167
Photo magnétique Pentax ELC-70	E 880	148	Magnétophone numérique toujours en question	A 880	119
Photo magnétique Samourai KX-90 Yashica	E 882	155	Platine laser (une) pour 5 disques compacts	E 881	151
Photo numérique Fujix IM-8H et HC-1	E 880	148	Pré-amplificateur mélangeur	J 883	135
Photo sur DAT	HT 1	18	Radio : récepteurs pour l'écoute du monde	HT 2	84
Photo-alarm photogrie les voleurs	M 885	138	Radio numérique : écoutez le silence	A 885	126
Photo: compact à cartes Fuji Zoom Cardia	HT 1	16	Radio Radiola double-cassette et laser	E 886	149
Photographie : stages de la SFP	E 886	148	Son (prise de) en extérieur : les pièges	HT 1	98
Photos (rangement pour conservation des)	A 889	114	Son numérique (les dernières conquêtes du)	HT 2	70
Porte-objectif pour Leica M	E 888	150			
Projecteur dia télécom. infrarouge Prestinox	E 888	151			
Projecteur diapo pour vidéo Kindermann	E 887	141			
Projecteurs pour diapositives	A 881	116			
Pupitres ultra-plats Leica pour diapositives	E 883	153	Décofax 100 : le fax sur écoute	E 891	159
Reflex (4 grands) Canon, Contax, Nikon, Minol.	HT 1	63	Emetteur-récepteur Saturn Compact T	E 890	163
Reflex à tous prix (essai)	HT 1	46	Fax (banc d'essai)	A 886	124
Reflex interactif Pentax Z-10	E 888	153	Fax : place à l'image	HT 2	89
Reflex Nikon F 801 (mise au point plus rapide)	E 883	152	Minitel (l'Europe dans le)	E 888	115
Reflex Nikon F4E (autonomie de 5 000 photos)	E 883	150	Minitel : 3615 Echoalp (Echo des Alpages)	E 887	106
Relief : objectifs Vivitar Q-DOS	E 881	148	Minitel : télédétection à domicile	E 883	111
Salon photo-vidéo-son	E 888	153	Minitel : Zaptel pour mémoriser	E 884	164
Savon sans risque pour les lentilles	E 889	157	Standard téléphonique Lisia à domicile	E 891	160
Télescope à lentille d'air	A 891	42	Télémétier (vidéotransmission interactive)	E 891	111
Télescope Hubble : myope ou presbyte ?	F 885	8	Téléphone : la carte qui déjoue les écoutes	A 882	118
Torche Unomat FL 2040 Twin (photo/vidéo)	E 881	150	Téléphone : sachez qui vous appelle	E 882	156
Traitements antireflet (nouveaux)	E 891	110	Téléphone-répondeur de voiture	E 882	157
Vivitar 490 Z compact avec intervallomètre	E 887	143	Télex portable Safecom-CM de Philips	E 885	170
Zoom à deux lentilles (physique amusante)	J 884	142	Visiophone (naissance du)	HT 2	92
Zooms : l'optique mécanisée	A 885	144			
Zooms légers Tokina pour Canon EOS	E 882	153			
Son					
Acoustique (l') des salles sera informatisée	A 888	120	Antenne Grundig Visiosat (p/satellite Astra)	E 891	154
Ampli Pioneer Exclusive M6 haute musicalité	E 886	149	Antenne intérieure captant les émis. D2-MAC	E 882	155
Ampli-préampli Audioanalyse haute musical.	E 881	149	Antenne parabolique Tel-Com-Sat	E 883	150
Amplificateur haute-fidélité (électron. am.)	J 882	138	Antenne/récepteur Grundig pour satellites	E 881	151
Autoradio (de l') à l'autovidéo	HT 2	80	Autoradio (de l') à l'autovidéo	HT 2	80
Autoradio à télécommande infrarouge	E 882	153	Baguette Mitsubishi pour télécommande	E 884	162
Baladeur prof. de langue Speak Pocket Sanyo	E 884	167	Caméra vidéo microscope	E 883	154
Baladeur/radio-réveil Sony WM-FX-43	E 887	144	Camescope à automatismes Saba Pro-8-200	E 889	154
Boîte à rythmes Sony pour enfants	E 881	153	Camescope de montage VS-C 35 Grundig	E 886	151
Casque d'écoute S180 de Sennheiser	E 886	153	Camescope Fuji Hi-8 FH80	E 891	157
Casques Philips SBC pour un son pur	E 890	159	Camescope Fujix-8 FF 60 Wide 100 % Fuji	E 890	159
Cassettes (la guerre des)	HT 2	66	Camescope Fujix-8 FG 110 SW à super zoom	E 890	158
Cassettes (quelles) pour votre magnétophone	A 881	120	Camescope Grundig de moins de 700 g	E 884	163
Chaîne (mini) D-100 Denon	E 885	167	Camescope Grundig VS 8250 simple & pratiqu.	E 887	143
Chaîne (mini) numérique Sony Passion	E 889	154	Camescope haute définition (vers le)	HT 1	18
Chaîne (mini) Pioneer Obai à 6 compacts	E 884	162	Camescope Hi-8 Sony V800 avec code temps	E 887	142
Chaîne hi-fi (mini-) Denon D-70	E 889	155	Camescope Hitachi VM-E 10E (800 g)	E 885	169
Chaine hi-fi Aquarelle de Pioneer	E 882	152	Camescope JVC GR-315 S : 3 pages de titres	E 890	158
Chaine hi-fi aux couleurs changeantes	E 883	150	Camescope JVC GR-65E adapté au montage	E 880	149
Chaine hi-fi Hitachi FX-7 à télécomm. unique	E 890	157	Camescope JVC permettant le montage	E 887	140
Chaine hi-fi Philips C-297 numérique/vidéo	E 883	152	Camescope JVC-GR-AX pour filmer la nuit	E 891	155
Cinéma à 6 pistes son numériques	A 887	114	Camescope léger Canon UC-20 (580 g)	E 890	156
DAT japonais et cassette DCC européenne	A 883	120	Camescope miniaturisé Loewe Profi 85	E 884	163
Dictaphone Sanyo : le plus petit du monde	E 885	171	Camescope Pentax (intelligence artificielle)	E 880	146
Discothèque Compact Driver sans manip.	E 884	160	Camescope S-VHS (micro-studio dans un)	E 885	168
Disque audio numérique Mini-Disc Sony	E 887	142	Camescope S-VHS JVC GYX ITC pour les pros	E 883	151
Disques optiques enregistrables et effaçables	E 885	168	Camescope Saba (effets spéciaux sur un mini)	E 880	147
Disques vinyle et CD (comparaison des)	F 880	10	Camescope Saba à automatismes débrayables	E 888	152
Enceintes acoustiques (électronique amus.)	J 884	155	Camescope TR 55 Sony sous-marin	E 884	160
Enceintes Viva (Magnat) créées par ordinateur	E 891	157	Camescopes (mini-), banc d'essai	HT 1	72
			Camescopes d'épaule (grand confort), essai	HT 1	78
			Camescopes Hi-8 et S-VHS : hi-fi image/son	HT 1	70

Type	N°	Page	Type	N°	Page		
D2-Mac (le) assiste le déclin du PAL-SECAM	HT	2	30	Calculatrice scientifique (informat. amus.)	J	882	136
D2-MAC Paquet sur les émetteurs hertziens	E	889	155	Calculette TI 81 Texas Instruments	E	886	152
Disque compact enregistrab. (1992, année du)	HT	2	60	Carte à puce "souple" Hyper X	E	883	117
Disque compact interactif (CD-I)	E	881	148	Casque à volume ajustable (électron. amus.)	J	889	137
Disque interactif (1992, année du)	HT	1	14	Clignoteur "doux" (électronique amusante)	J	891	141
Distributeur familial VAL de programmes TV	E	882	153	Congélateur : fermez la porte (électr. amus.)	J	887	130
Domotique : réseau audiovisuel à la maison	HT	2	22	Corrosion automobile (électronique contre)	E	885	172
Ecran haute définition Sony super Trinitron	E	889	153	Couleur numérique standard (vers la)	HT	1	18
Films vidéo (montage des) pour amateurs	A	880	112	Cryptographie (informatique amusante)	J	887	126
Haut-parleurs Philips/Bose pour téléviseur	E	883	153	Datheur : logiciel pour coder les dates	E	884	124
Lecteur Laser Disc Philips tout standard	E	886	149	Dessins informatiques (Napoléon avait raison)	E	883	75
Magnétoscope DAT Pioneer htes performances	E	886	150	Détecteur d'humidité pour arroser les plantes	J	888	140
Magnétoscope Hitachi à 7 têtes UT-F 782 EL	E	881	150	Disque compact enregistrab. (1992, année du)	HT	2	60
Magnétoscope JVC adapté au montage	E	882	154	Disque compact interactif (CD-I)	E	881	148
Magnétoscope JVC HR-D 720 S à cinq ralentis	E	890	158	Disque magnéto-optique effaçable TDK	HT	1	18
Magnétoscope Mitsubishi av. menu de réglage	E	889	152	Domotique : 3415 logements intelligents (Metz)	E	886	102
Magnétoscope Toshiba KV 6130 (surveillance)	E	891	156	Ecran à cristaux liquides 3M pour rétroproj.	E	884	164
Magnétoscopes (premiers) pour le montage	HT	2	56	Ecran couleur sur portable Amstrad	E	886	150
Multiscopie p/diffuser progr. enr. ou décodés	E	890	160	Ecran haute définition pour le DAO	E	882	154
Phonétique (la) par la vidéo (cassette)	E	881	154	Electrons (écluse pour compter les)	E	883	76
Photo et vidéo étanche	HT	1	90	Enceintes acoustiques (électronique amus.)	J	884	155
Photo magnétique Samourai KX-90 Yashica	E	882	155	Enregistrement laser numérique sur papier	E	891	155
Portax Multividéo : liaison vidéo/informat.	E	882	154	Extrateur de synchro (électron. amusante)	J	880	138
Processeur d'analyse de mouvt Kodak Ektapro	E	887	140	Gestion de production assistée par ordinateur	E	889	109
Projecteur diapo pour vidéo Kindermann	E	887	141	Haut-parleurs amplifiés p/Game Boy (él. am.)	J	890	148
Sony "La Vue" (ensemble audiovisuel)	E	891	155	Hippocarte, carte médicale à microcircuit	E	880	106
Téléprojecteur haute définition Sharp	E	883	153	Immigration (logiciel suisse pour gérer l')	E	887	108
Télévidéo (équipement Sony de)	E	881	150	Imprimante couleur Tektronix	E	882	155
Téléviseur de poche Philips 4 LC 1000	E	880	149	Imprimante laser Epson hautes performances	E	885	169
Téléviseur en boule Philips Discoverer	E	884	163	Imprimantes couleur (qualité photo)	HT	2	95
Téléviseur S-VHS Grundig (mini)	E	886	150	Info environnement : syst. européen Corinne	E	890	119
Téléviseur Sony à son stéréo tridimensionnel	E	883	151	Informatique (histoire de l') et téraflops	A	889	34
Téléviseurs : lequel choisir ?	HT	2	34	Intelligence artificielle : l'ordre zéro plus	A	883	97
Télévision par câble : le 3e souffle	A	889	118	Jeu de taquin (informatique amusante)	J	883	144
Titrage (l'art du) en vidéo	A	886	128	Jeux vidéo (les) contre-attaquent	A	891	118
Torche d'éclairage pour camescope Posso	E	885	169	Labyrinthe (la souris dans le) (inform. amus.)	J	888	137
Torche Unomat FL 2040 Twin (photo/vidéo)	E	881	150	Logiciel "Bourgetal" pour vétérinaire	E	885	139
TV à péage : norme européenne et Eurocrypt	E	887	143	Logiciel (le) pilote l'aéroport	E	883	112
TV-cinémascope pour 35 000 F	A	883	118	Logiciel d'aide à la prospection KDF	E	888	116
TV-magnétoscope : walkman GV200 Sony	E	885	168	Logiciel sur les effets des rejets aquatiques	E	887	111
TVHD (l'avenir de la)	HT	1	20	Logiciel-assistant Saari Négoce	E	888	113
TVHD (la vérité sur la)	HT	2	24	Looking-glass : écrire sur l'image projetée	E	890	156
TVHD (les retards de la)	A	881	112	Loto (jouons au) (informatique amusante)	J	881	135
TVHD : coopération entre vidéo et cinéma	A	882	121	Métro en calculette	E	882	156
TVHD : téléviseurs 16/9 cinémascope	A	890	134	Micro Météo (informatique amusante)	J	891	136
TVHD à Albertville 92	HT	2	100	Micro-ordinateur Victor 86P de la station Mir	E	887	145
TVHD américaine (la) à l'heure des choix	HT	1	1	Micro-whist (informatique amusante)	J	884	151
TVHD au Japon (JVC)	E	885	167	Micromanipulation (délicatesses de la)	E	889	83
TVHD européenne lancée par Philips en 1994	E	887	141	Micros portables plus légers Victor et HP	E	886	155
Vidéo microscopique (système Microvix)	E	881	148	Minitel (clinique anti-virus informat. sur)	E	885	134
Vidéo-Manager CGV distributeur d'appartement	E	886	151	Musique et partitions (informat. amusante)	J	885	162
Vidéocassette 8 mm Sony Metal MP 110 mn	E	889	154	Ordinateur (micro-) pour contraventions	E	889	108
Vidéodisque : cinémathèque laser	HT	1	103	Ordinateur : machine à musique	E	883	115
Vidéodisque Laserdisc CDV 400 Philips	E	880	146	Ordinateur accessible aux non-voyants	E	883	156
Vidéodisque Pioneer (pour chanter sur un)	E	884	162	Ordinateur de poche Wordtank Canon	E	884	165
Vidéodisques PAL-NTSC Sony (lecteur de)	E	884	161	Ordinateur portatif Tandy 1100 FD	E	881	154
Vidéoprojecteur compact Fujix Handy HP-40	E	886	151	Pentris (jeu) pour empiler formes (inf. amus.)	J	890	143
Vidéosurveillance (caméra Igloo/Thomson)	E	889	110	Portax Multividéo : liaison vidéo/informat.	E	882	154
Zoom Canon 5-15 mm pour camescope EX1	E	888	153	Ports de plaisance (logiciel "Mimics" pour)	E	887	107
ÉLECTRONIQUE / INFORMATIQUE							
Acoustique des salles informatisées	A	888	120	Poste : Diva, automate d'affranchissement	E	887	106
Adaptateur pour micro ou instrument (él. am.)	J	885	164	Pré-amplificateur mélangeur (électr. amus.)	J	883	135
Agenda électronique Arianex à alarme	E	889	156	Protection secteur Acar p/installations infor.	E	891	159
Alarme sans fil (système Diagral)	A	887	112	Radar RIAS contre avion invisible	A	881	85
Amplificateur haute-fidélité (électron. am.)	J	882	138	Réalités virtuelles, lunettes 3D, gants data	A	890	126
Autoradio/chaîne hifi d'appoint (électr. am.)	J	886	142	Répertoire à accès multiples (inform. amus.)	J	886	138
Avionique : attaque aérienne/jeu vidéo	A	881	72	Répertoire, programme amélioré (inform. am.)	J	889	139
Calculatrice gestionnaire "Economizer"	E	884	166	Réseau informatique (Exellan Consultants)	E	883	115
				Rubik's cube (informatique amusante)	J	880	134
				Scanner Stika pour reproduction sur adhésif	E	884	166
				Silicone et silicium (suite)	F	889	10
				Souris Logitech pour ordinateur portable	E	885	170

Index thématique 1991

Type	N°	Page	Type	N°	Page
Souris micro "junior" Logitech pour enfants	E 891	160	Traductrice (mini) parlant 5 langues	E 887	146
Souris sans fil Mouseman Cordless	E 884	166	Traductrice pour 26 langues	E 889	158
Souris Trackman et Beetle Mouse pour Mac	E 890	160			
SUR, documentation informat. pour collectiv.	E 880	109			
Télescope spatial (l'informatique sauve le)	A 881	26			
Traducteur électronique (qui parle)	E 891	161			
Traductrice (mini) parlant 5 langues	E 887	146	Altimètre Alti-Vario V4 Prétel	E 882	158
Transistors souples en plastique	E 884	124	Avalanches : les lois de la survie	E 891	113
Volant pour jeux vidéo (électronique amus.)	J 881	138	Aviron en chambre Air Force	E 880	152
			Bicyclette sans pédales (Kangourou)	E 880	153
			Boîtier GPS IPS Sony : pour ne pas se perdre	E 891	161
			Cadran solaire (mini)	E 889	159
			Chaussettes antidérapantes	E 885	173
Affûteur Fiskars pour ciseaux	E 883	154	Femmes-hommes (test pour détecter les)	A 887	50
Agenda électronique Arianex à alarme	E 889	156	Golf (canne-siège Happy Golf pour jouer au)	E 887	144
Alarme (Whistler Spectrum pour contrôle d')	E 888	156	Golf (compteur électronique Score-Four)	E 885	173
Arrosage automatique Crystèle d'appartement	E 891	160	Golf : caddy télécommandé Lectronic	E 883	154
Arrosage économique Raindrop goutte à goutte	E 888	156	Golf : lave-balle Ball Wash de Golf Plus	E 887	146
Aspirateur à pompe refoulante-aspirante	E 882	159	Golf : Putting Partner à domicile	E 891	158
Aspirateur pour nettoyer les claviers	E 890	160	Horloge-pendule (découpe du temps) (phy. am.)	J 882	130
Balance culinaire Terraillon à capteur	E 887	144	Météographe électronique Naudet	E 887	145
Cadenas casse-tête Lockout	E 888	154	Miradex : feutre pour observer les animaux	E 891	159
Cafetière Braum : conserver l'arôme du café	E 883	156	Montre "Nombre π"	E 887	146
Cafetière Chromex qui moule le café	E 882	158	Montre calculatrice agenda Casio VDB 1000	E 890	162
Calculette TI 81 Texas Instruments	E 886	152	Montre Quartz Eternel (à lumière et chaleur)	E 886	154
Carafe Brita qui filtre l'eau	E 880	152	Montre Sundial pour le bronzage (mesure UV)	E 888	154
Chalumeau de table à butane Sedao	E 883	156	Montres de plongée Swatch et Casio	E 883	155
Chaudière à gaz murale Chappée à ventouse	E 887	145	Pêche : moteur silencieux Mitchell	E 884	164
Cle à puce électronique Génies de Vak	E 886	155	Pendule astronomique Citizen	E 890	160
Conserve à chauffage intégré	E 886	152	Plongée (défendeur Maximus pour la)	E 888	155
Courant continu (Invac pour convertir le)	E 885	172	Podomètre Sports-Pro	E 888	157
Débroussailleuse Komatsu à ciseaux	E 882	159	Raquette de tennis Anti tennis-elbow	E 886	153
Détecteur de fils électriques Chauvin Arnoux	E 889	158	Serveur de médicaments/montre	E 882	156
Dictaphone Sanyo : le plus petit du monde	E 885	171	Ski scientifique et Bernouilli	A 880	52
Disjoncteur Unelac (mini)	E 884	166	Sondeur ultrasonore pour pêcher	E 881	152
Domotique : 3415 logements intelligents (Metz)	E 886	102	Sous-marin de plongée Sub-bug pour loisirs	E 887	107
Etuis intelligents pour cartes de crédit	E 888	156	Station météo personnelle	E 889	158
Fromages (Frimage, pour conserver les)	E 886	152	Tennis Winball à domicile	E 880	150
Comme électrique GMT	E 890	162	Terrain de tennis en kit	E 882	158
Groupe électrogène portable SAM GE2	E 880	150			
Imprimante Canon BJ-10e, sans fil	E 880	152			
Jardin : programmeur d'arrosage Raindrop	E 883	156			
Kit de lecture au lit	M 881	110			
Machine à écrire (dictionnaire dans une)	E 881	152			
Machine à écrire Brother (imprimante dans)	E 889	159			
Mallette-chARGEUR de batterie pour outils	E 881	154			
Modélisme (atelier complet de) Unimat	E 891	158			
Moule à gâteaux souple Flexipan	E 880	151			
Peinture anti-mauvaises odeurs	E 888	117			
Photo-alarm photogrie les voleurs	M 885	138			
Photocopieur couleur laser Canon CLC 300	E 891	156			
Photocopieur mini-format MBO	E 888	154			
Pistolet à air chaud 4600 Express	E 885	172			
Pointeur à laser Optilas pour conférencier	E 880	151			
Radiateur qui chauffe dans toutes directions	E 888	157			
Radiateur Sedao qui tient dans la main	E 884	165			
Radiateur-humidificateur Chromex	E 882	158			
Rasoirs électriques Panasonic	E 880	153			
Rétroprojecteur extra-plat 3M 2770	E 889	152			
Salle de bains Altor pour handicapés	E 891	161			
Scanner Stika pour reproduction sur adhésif	E 884	166			
Sécurité électrique autonome Makita	E 884	164			
Serre-joint pour maquettiste Dissieux	E 885	172			
Serrure interne et clé inversible	E 880	152			
Serrure mécanique Sécurilock	E 881	152			
Siège à ergonomie variable Stokke	E 883	157			
Sonochimie (chauffage aux ultrasons)	F 881	6			
Télésurveillance domestique ATS 2000	E 889	156			
Titreuse électronique Brother	E 883	157			
Tournevis Catavana à poignée-tiroir	E 887	144			
Traducteur électronique Franklin qui parle	E 891	161			

Type	N°	Page	Type	N°	Page
Finlande : concours d'inventions sur l'environ.	E 884	125	Pipeline (Sonde TB Color pour)	E 884	127
Godet de terrassement à géométrie variable	M 880	110	Polyamide ignifugeant Grilon XE d'EMS	E 887	111
Handicapés (cuisine sur mesure pour)	E 884	122	Radar (détails sur les origines du)	F 883	6
Handicapés (fauteuil "Kangourou" pour)	E 883	114	Radar (origines du) (suite)	F 891	8
Héliport de Monaco (pistes rétractables pour)	E 883	113	Radar (précurseur français du)	F 887	8
Laser pour traitement de surface	E 880	108	Radars (origines) et Allemands	F 885	8
Machine-outil (la) exhibe ses derniers tours	A 885	108	Robot pour jus d'oranges	E 891	112
Magnéto-stratigraphie & recherche pétrolière	E 881	109	Robot-pompiste : Oscar	E 882	117
Marques industrielles françaises inconnues	E 881	105	Robot-tondeur (plus habile que l'homme)	E 882	114
Mars (vivre sur) : Biosphère II en Arizona	A 888	30	Robotique : produire sans homme	A 882	98
Matériau (teflon) qui grossit quand on l'étreint	E 881	69	Salle de 100 m ² "Ampliner" installée en 6 mn	E 890	125
Matériau : struct. composite pour ttc constr.	E 888	115	Salon des inventions de Genève	E 881	105
Matériaux : alliages sur mesure	A 889	94	Salon des inventions de Genève	E 880	105
Mécanochimie : alliages par broyage	E 884	122	Silicones (avenir) : optoelectronique, solaire	E 886	87
MECIR pour contrôle de qualité technique	E 888	114	Tampon-photo contre le vol des chéquiers	E 887	147
Moules d'injection plast. à un prix abordable	M 882	116	Technologie/régions : prospectives croisées	E 883	117
Nanotechnologie (au millionième de mm)	A 887	62	Textile : Visiteuse double face	E 881	109
Nodules métalliques (idée russe pr exploiter)	E 883	76	Toits plats et enneigement des bâtiments	A 881	98
Pansement pour les industries alimentaires	E 884	127	Tondeuse à gazon à lames en "zytel"	M 889	113
Para-chute thermique contre hypothermie	E 881	111	Tunnel sous la Manche (informations compl.)	F 883	12
Paravalanche : revendication en paternité	F 885	12	Tunnelier géant p/rivière artificielle (Tokyo)	E 890	123
Peintures en poudre (ascension des)	A 884	108	Venise sauvée des eaux ? Projet Mose	A 891	88

BON DE COMMANDE

*A découper ou recopier et à retourner paiement joint à
SCIENCE & VIE, 1 rue du Colonel Pierre Avia, 75015 Paris*

• Veuillez m'adresser

Les numéros mensuels

au prix unitaire franco de port de : 22 F (étranger 28,00 F)

Les numéros Hors série

au prix unitaire franco de port de : 25 F (étranger 33,00 F)

Les numéros High Tech

au prix unitaire franco de port de : 30 F (étranger 40,00F)

Les numéros Cahiers de Science & Vie

au prix unitaire franco de port de : 30 F (étranger 40,00F)

NOM : PRÉNOM :

ADRESSE :

CODE POSTAL : VILLE :

• ci-joint mon règlement de : F par chèque établi à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED
(étranger: chèque compensable à Paris ou mandat international).

L'INTÉRIEUR DU SOLEIL DÉVOILÉ PAR LES NEUTRINOS

(suite de la page 22)

modèles solaires prévoient un taux de neutrinos détectés égal à $7,9 \pm 2,6$ SNU. La première valeur (7,9) correspond au résultat net du calcul; la seconde (2,6), à la "barre d'erreur", c'est-à-dire aux incertitudes entraînées par le manque de précision de tel ou tel paramètre de calcul. En clair, cela signifie que la "vraie" valeur doit se situer entre 5,3 et 10,5 SNU.

Or, dès 1968, Davis annonçait une valeur inférieure à 3 SNU (sans pouvoir, à l'époque, préciser davantage son résultat). Après des années de comptage et une série d'améliorations apportées à l'expérience, la valeur mesurée est aujourd'hui de $2,1 \pm 0,9$ SNU. L'écart entre la prédiction théorique et le résultat mesuré ne semble pas très impressionnant, il est pourtant significatif : le taux de neutrinos observé est trois fois plus faible environ que celui attendu. C'est là que réside le problème. Il est d'autant plus embarrassant pour les astrophysiciens que ces derniers disposent, dans le cas du Soleil, du modèle stellaire le plus performant : on en sait plus sur le Soleil que sur toute autre étoile. Faut-il revoir ce modèle, y ajouter un ingrédient supplémentaire ?

La question reste posée. Aucune explication définitive du mystère n'a été apportée jusqu'à présent. En fait, la méthode de détection par le chlore 37 présente tout de même une sérieuse limitation ; la réaction qui conduit à l'argon 37 n'est déclenchée que par capture d'un neutrino d'une énergie de 0,8 MeV. On dit qu'elle présente un seuil en énergie. Cela ne change rien à l'écart observé car les calculs prennent bien évidemment ce fait en ligne de compte. Il n'empêche que la barre en énergie est placée trop haut pour être franchie par les neutrinos que nous avons appelés du premier type, ceux produits (avec une énergie comprise entre 0 et 0,42 MeV) par les réactions proton-proton. Ce sont donc les autres qui sont détectés et principalement ceux du troisième type qui contribuent pour 6,1 des 7,9 SNU attendus. Paradoxalement, en raison du seuil en énergie du "télescope", ce sont les neutrinos les moins nombreux à être émis par le Soleil qui se retrouvent les plus nombreux à être détectés. Avant d'en tirer une conclusion définitive, il était donc essentiel de mettre en œuvre d'autres détecteurs avec des seuils en énergie plus bas.

C'est là tout l'intérêt des expériences au gallium qui ont été lancées, l'une en Italie, l'autre en ex-Union soviétique. La méthode de détection reste identique dans son principe, mais au lieu du chlo-

re 37, on utilise cette fois un autre élément, beaucoup plus rare, le gallium 71. Par capture de neutrinos, celui-ci se transforme en germanium 71 avec un seuil de réaction de 0,23 MeV, donc franchisable par une bonne partie des neutrinos du premier type. La première des deux expériences, baptisée Gallex, est une collaboration entre des laboratoires allemands (Heidelberg, Karlsruhe et Munich), italiens (Milan et Rome) et français (Saclay et Nice), avec une petite participation américaine et israélienne. Elle met en œuvre un détecteur contenant 30 tonnes de gallium sous la forme d'un composé liquide (chlorure de gallium, GaCl_3). Toutes les trois semaines, le germanium produit par absorption d'un neutrino sur le gallium, est évacué grâce à une circulation d'azote gazeux et enfermé dans un compteur où sa désintégration radioactive est enregistrée. L'expérience est installée dans un laboratoire de physique souterrain situé dans un abri spécial du tunnel autoroutier qui traverse les Appenins, sous le massif du Gran Sasso. Là encore, il s'agit, avec un bouclier terrestre naturel, de protéger l'expérience des rayons cosmiques qui peuvent produire les mêmes atomes de germanium 71 que les neutrinos solaires. L'expérience est opérationnelle depuis l'été 1990, mais la mesure proprement dite du taux de comptage des neutrinos solaires n'a débuté qu'en juin 1991. Les premiers résultats sont attendus au printemps 1992.

La seconde expérience au gallium est baptisée SAGE (*Soviet American Gallium Experiment*). C'est une collaboration entre laboratoires russe (Moscou) et américains (Los Alamos et plusieurs universités). Son télescope à neutrinos contient 60 tonnes de gallium métallique (et non pas en solution comme Gallex). La raison en est d'ordre extra-scientifique. Ce n'est qu'à la condition de garder le gallium sous cette forme métallique (réutilisable) que l'équipe de SAGE a pu détourner à des fins de recherche fondamentale une partie des réserves stratégiques de gallium de l'ex-URSS ! L'extraction du germanium produit en est rendue plus difficile et présente donc davantage de risque d'erreur systématique. L'expérience est installée dans l'observatoire à neutrinos de Baksan, dans le nord du Caucase, un observatoire niché à l'extrémité d'une galerie de 3,5 km de long, creusée sous le mont Andyrch.

Pour l'une et l'autre de ces deux expériences, l'enjeu est clairement défini. Les prédictions théoriques du taux de capture de neutrinos ont été calculées et publiées en 1988 par deux équipes de chercheurs, avec des paramètres de modèle solaire légèrement différents. John Bahcall, de Princeton, et Roger Ulrich, de l'université de Californie, annoncent

une valeur de 132 SNU ; Sylvaine Turck-Chieze, Michel Cassé et leurs collaborateurs du Service d'astrophysique du CEA à Saclay s'en tiennent à 125 SNU. Dans les deux cas, la contribution dominante (71 SNU) provient des neutrinos du premier type, donc des réactions les plus fondamentales et absolument incontournables pour expliquer toute l'histoire passée et présente du Soleil. C'est dire qu'un résultat expérimental inférieur à 125 ou 132 SNU serait embarrassant... et révolutionnaire en-dessous de 71 SNU.

SAGE est la première des deux expériences au gallium à avoir publié, tout récemment, un résultat "officiel" dans une revue scientifique (*Physical Review Letters* du 9 décembre 1991). La valeur mesurée est de... 20 SNU ! Est-ce donc la révolution ? Non, pas encore, pas tout à fait, car il faut aussi tenir compte des barres d'erreur qui accompagnent ce résultat. Elles sont relativement importantes puisqu'elles indiquent, très exactement, que la "vraie" valeur se situe entre 0 et 76 SNU avec un degré de confiance statistique de 90 %. Cela indique qu'il existe, en principe, encore une chance sur dix — mais serait-ce une chance ? — pour que la vraie valeur soit au-dessus de 76 SNU.

Qu'est-ce que tout cela signifie ? Cela veut dire que l'incertitude sur le résultat obtenu, liée aux conditions expérimentales de la mesure, permet tout juste d'atteindre et dépasser légèrement la valeur fatidique des 71 SNU. C'est aussi l'indice d'une confirmation qu'un problème subsiste malgré tout. Compte tenu de la difficulté de l'expérience, cela veut dire aussi qu'il est urgent d'attendre les premiers résultats de Gallex au printemps prochain, sans doute en avril ou mai 1992, en espérant que la barre d'erreur sera plus réduite et la valeur mesurée plus contraignante pour la théorie. Dans le cas contraire, il faudra alors s'armer de patience et attendre plusieurs années pour que l'accumulation des données réduise l'erreur statistique et que l'amélioration des expériences limite les risques d'erreurs systématiques. C'est exactement ce qui s'est passé avec le détecteur au chlore 37 de Davis, qui poursuit toujours son expérience tout en étant l'un des participants américains de SAGE.

En attendant, deux types de solutions ont été proposées pour résoudre le problème des neutrinos solaires. Les premières sont de nature astrophysique. Elles visent à modifier notre description de la structure interne du Soleil, en ajoutant à celle-ci de nouvelles hypothèses. Les modèles qu'on obtient alors sont appelés "non standard". Parmi les nombreuses variantes concoctées par les théoriciens, on peut citer celles faisant appel à l'existence soit d'un fort champ magnétique à l'intérieur du Soleil, soit

d'une rotation plus rapide des couches internes, ou encore à une plus grande transparence de la matière solaire au rayonnement. L'imagination fertile des astrophysiciens les a même conduits à envisager l'existence d'un trou noir au centre du Soleil. De telles hypothèses ont pour effet de modifier le taux de neutrinos produits. Elles sont intéressantes et stimulantes à développer, même si elles apparaissent spéculatives ou improbables. Aucune n'a encore réussi à s'imposer au yeux des spécialistes.

Une deuxième classe de solutions consiste à remettre en question, non pas les modèles solaires, mais les connaissances que nous avons sur les neutrinos eux-mêmes. On suppose dans ce cas que les neutrinos sont bien produits avec les abondances prévues par le modèle solaire standard, mais qu'ils sont ensuite transformés par des mécanismes physiques qui changent leur identité. Autrement dit, ce serait cette fois les neutrinos qui auraient un comportement "non standard", c'est-à-dire non reconnu par les théories actuelles et qui nous donneraient de l'intérieur du Soleil une image incomplète, plus difficile à analyser. Ainsi, depuis des années les physiciens ont dans leurs cartons des mécanismes appelés "oscillations de neutrinos", qui pourraient fort bien s'appliquer au cas des neutrinos solaires et apporter une solution au problème. Schématiquement l'idée repose sur la découverte, en physique des particules, dans les années 1960 et 1970, de trois espèces de neutrinos, baptisés électroniques, muoniques et tauiques. Ces curieux noms de baptême viennent du fait que chaque espèce de neutrinos ne se manifestent que dans des réactions où sont également présents respectivement soit un électron, soit un muon, soit un tau (trois particules élémentaires qui ne diffèrent que par leur masse). Tous les neutrinos produits par réaction nucléaire au centre du Soleil sont de type électronique. Et tous ceux que l'on peut détecter avec un télescope au chlore ou au gallium sont aussi de type électronique. L'idée nouvelle est qu'une partie de ces neutrinos sont transformés au cours de leur voyage du Soleil à la Terre.

En quelle proportion ? Et avec quelles conséquences sur la nature de ces particules ? C'est ce que l'éénigme des neutrinos solaires pourrait finalement nous apprendre si les résultats de Gallex confirment un désaccord important avec les flux attendus. Partis explorer l'intérieur du Soleil, les chercheurs pourraient donc bien se retrouver avec des neutrinos non standard sur les bras : une découverte plus étonnante que prévu mais non moins importante. Et aussi une autre histoire.

Daniel Tarnowski

FORMATION A LA PROFESSION DE GRAPHOLOGUE

PSYCHOLOGIE • CARACTEROLOGIE

Diplôme Européen de Graphologie Professionnelle

PSYCHANALYSE • GRAPHOLOGIE

Etudes à votre rythme . Inscription permanente

MORPHO-PSYCHOLOGIE

Corrections personnalisées . Professeurs diplômés

Cours par correspondance et oraux

Organisme contrôlé par le ministère de l'Education Nationale



ECOLE DE
PSYCHO-
GRAPHOLOGIE

145 rue
de Paris
94 220
Charenton
TEL 16 (1)
49 77 69 00
Métro Liberté

Organisme privé fondé en 1953

Pour tous renseignements complémentaires, composez le 11 sur l'annuaire électronique



Pourquoi emprunter les cheveux des autres...



n'allez pas chercher ailleurs ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique vous fera retrouver par une technique simple - efficace et indolore

Votre **VRAIE** chevelure

poussant naturellement souple et vivante, s'éclaircissant au soleil et s'argentant avec l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

CLINIQUE DU ROND-POINT DES CHAMPS-ÉLYSÉES

(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)

61, AV. F.-D. ROOSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM
ADRESSE SV 2/2

LE DÉTECTIVE MOLECULAIRE

(suite de la page 35)

sident américain assassiné pour avoir aboli l'esclavage, souffrait-il du syndrome de Marfan⁽⁵⁾? Caractérisée par des anomalies du squelette (grande taille, allongement des membres) mais aussi par des atteintes oculaires et cardio-vasculaires, cette maladie réduisait sensiblement la longévité des sujets qui en étaient atteints. Or, des portraits montrent Lincoln très grand et maigre, avec de longues mains. L'analyse, en cours, des restes du président (touffes de cheveux, fragments d'os crâniens, taches de sang) devrait apporter la réponse.

Plus généralement, la PCR, toujours associée aux techniques de biologie moléculaire, est une aide précieuse au diagnostic. Elle permet déjà de dépister, chez le fœtus, des maladies héréditaires, telles que l'anémie falciforme, et de vérifier rapidement si les bébés nés de mères séropositives sont porteurs du virus du sida; on peut ainsi, le cas échéant, les traiter immédiatement à l'AZT, actuellement le médicament le plus efficace contre la maladie.

En cancérologie, cette méthode peut détecter rapidement la présence dans le sang des premières cellules cancéreuses caractéristiques de l'apparition d'une leucémie. En microbiologie, grâce à elle on peut maintenant effectuer un diagnostic rapide de la tuberculose, alors que les tests classiques par culture bactérienne demandent au moins un mois. Et, dans le cas de la méningite, cette technique permet encore de distinguer rapidement entre la forme virale, bénigne, et la forme bactérienne, grave, malheureusement la plus répandue chez l'enfant. Or, jusqu'ici, par nécessité d'agir vite, tous les enfants atteints de méningite subissaient le traitement appliqué à la forme grave. Désormais, les malades peuvent être soignés de manière appropriée.

Tel Sherlock Holmes, les biologistes sont devenus capables d'identifier un criminel à partir d'infimes fragments disparates. Cette véritable loupe moléculaire ouvre des perspectives infinies, tant en médecine qu'en recherche fondamentale. **Pierre Rossion**

(1) Voir *Science & Vie* n° 869, p. 39.

(2) Voir *Science & Vie* n° 823, p. 42.

(3) Sur la molécule d'ADN, les introns se trouvent intercalés entre les exons qui constituent les gènes (environ 50 000 chez l'homme) porteurs d'un message génétique susceptible d'être traduit en protéine par la machinerie cellulaire. Bien qu'ils ne soient apparemment porteurs d'aucun message, les introns n'en représentent pas moins 90% de la longueur de la molécule.

(4) Les nucléotides sont en quelque sorte les briques élémentaires constituant la molécule d'ADN.

(5) Voir *Science & Vie* n° 884, p. 60.

LA FABULEUSE ODYSSEE DE L'ANGUILLE

(suite de la page 71)

cinquante derniers millions d'années, la distance entre zone de croissance et zone de reproduction, obligeant l'animal à des migrations aller et retour de plus en plus longues.»

Les Japonais viennent d'ailleurs de repérer l'été dernier dans le Pacifique, entre les Philippines et les îles Mariannes, la zone d'émergence des larves de leurs anguilles (*Anguilla japonica*). C'est-à-dire, plus de 70 ans après Schmidt, l'équivalent de notre mer des Sargasses. Or, cette région du Pacifique se situe elle aussi au-dessus de grandes fosses océaniques.

«Il serait primordial, insiste Sylvie Dufour, déjà citée, de se donner les moyens d'étudier ces écosystèmes qui, outre leur profondeur, ont vraisemblablement des propriétés communes (en particulier chimiques) qu'on ignore mais qui pourraient être propices à la reproduction des anguilles. Cela pourrait également nous aider à comprendre comment, dans l'immensité de l'océan, ces poissons arrivent à retrouver précisément leur lieu de ponte.»

Les Japonais, qui consomment 40 000 tonnes de ce poisson par an, provenant pour une bonne part d'élevage, sont particulièrement motivés. Mais les Européens le sont beaucoup moins, bien que l'anguille représente une ressource économique de premier plan (voir encadré page 68).

En 1986, Pierre Elie et Maurice Fontaine, déjà cités, avaient proposé de monter une expédition vers la mer des Sargasses en vue de capturer des anguilles adultes dans les grands fonds, au moyen de soucoupes plongeantes ou encore en plaçant dans des cages des femelles mûries en laboratoire pour attirer des mâles. Aucun organisme officiel n'a encore voulu donner le moindre sou...

Outre l'intérêt scientifique, la connaissance de la reproduction de ce poisson dans le milieu naturel permettrait d'en faciliter l'élevage. Pour l'instant, les anguilles "grossies" en pisciculture proviennent en effet de civelles prélevées dans le stock naturel et non d'éclosseries artificielles.

Enfin, produire des alevins assurerait définitivement la survie de ce poisson aujourd'hui menacé (voir encadré page 68). La disparition de l'anguille, dont il reste encore tant de choses passionnantes à découvrir, serait une tragédie. **Marc Mennessier**

E = M6

c'est un nouveau regard sur la science

AVEC **SCIENCE & VIE**



E = M6, dimanche 2 Février & 16 Février à 11 heures

En micro-informatique, assurez ! Abonnez-vous à **SCIENCE & VIE MICRO**

S'abonner à SVM c'est enfin pouvoir utiliser son micro-ordinateur à 100%

PHILIPPE KAHN : LE "BARBARE" QUI MONTE...

PRIX 92 D'EXCELLENCE
UNE ANNÉE DE "COUPS DE CŒUR"

SVM

LE N°1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

Les trésors cachés de votre traitement de texte

3 AVANT-PREMières POUR WINDOWS

Word 2.0
Wordperfect 5.1
Ami Pro 2.0

COMPARATIF

Les correcteurs grammaticaux à l'épreuve du verbe

N° 90 - Janvier 1992
M 2000 - 50-25,00 F

1 AN / 11 numéros
225 F
ECONOMIE: 50 F

Le marché des matériels et des logiciels explose, avec un dénominateur commun à tous les constructeurs : l'innovation. Et plus la micro-informatique gagne de terrain, plus elle devient accessible, tant par sa simplicité d'utilisation que par son coût.

Mais attention à ne pas s'équiper aujourd'hui d'un matériel qui sera obsolète demain ! SVM sera votre rendez-vous mensuel indispensable pour optimiser votre équipement et gagner en organisation et en productivité.

Avec SVM à vos côtés, vous êtes armé pour tirer en permanence le meilleur profit de votre ordinateur et de vos logiciels.

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner sous enveloppe affranchie avec votre règlement à SVM / 1, rue du Colonel Pierre Avia 75 503 PARIS CEDEX 15

OUI je m'abonne à SVM
pour 1 AN / 11 numéros
au prix de 225F au lieu de 275 F*,

* Prix de vente chez votre marchand de journaux

. Ci-joint mon règlement par chèque à l'ordre de SVM -BRED
. TVA 2,10% incluse dans le prix de l'abonnement

. Le coût total de votre abonnement peut être affecté au budget Formation
de votre entreprise.

CBEB / S&V 893

NOM _____	VILLE _____
PRENOM _____	
ADRESSE _____	
CODE POSTAL _____	VILLE _____
Société _____	Fonction _____

OFFRE VALABLE JUSQU'A FIN 1992 ET RESERVÉE À LA FRANCE METROPOLITAINE
Etranger : nous consulter
RC PARIS B 381 281 492
Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour toute information vous concernant sur tout
chier à usage commercial de notre société conformément à la législation en vigueur

Des méthodes modernes permettent maintenant d'acquérir très vite une mémoire excellente.

DE L'ENTRAÎNEMENT PHYSIQUE A L'ENTRAÎNEMENT CHIMIQUE

(suite de la page 51)

le stress, NDLR) et de dealers dans les paddocks de Formule 1; que tous les journalistes ont pu voir dans certains rallyes mondiaux, des pilotes du nord de l'Europe en état d'ébriété (l'alcool, c'est bien connu, désinhibe, NDLR) au départ des épreuves spéciales. J'ai fait de la course moto pendant quinze ans : pour courir sous la pluie, j'avalais du "freinetard", un mélange à base de cognac. » Et un pilote italien de Formule 3000 a explicitement dit au Dr François Bellocq, médecin du sport près de Bordeaux, que les amphétamines (qui augmentent la stimulation et la confiance en soi et diminuent la sensation de fatigue) sont largement présentes dans les courses et les essais.

Certes les pilotes auto et moto n'ont pas besoin d'une puissance musculaire d'haltérophiles. Mais il leur faut être endurants, vigilants, agressifs, ne pas sentir la douleur, supporter la pression et le stress angoissant d'un départ où 26 hommes lancent en quelques centièmes de seconde 18 000 chevaux. Il y a des produits pour cela et, si l'on ne les découvre pas seuls, des médecins sont là pour les conseiller.

Ainsi, lorsque pour la firme pharmaceutique Rhône-Poulenc une équipe de médecins suit les pilotes de l'équipe de Formule 1 Larousse pour étudier les fonctions visuelles, la nutrition, la fatigabilité et la réponse hormonale des pilotes au cours de leur sport, c'est le ver qui s'introduit dans le fruit. Car quelle meilleure compétence que celle de médecins du sport, dotés des plus modernes appareils de mesure, capables de comprendre les fonctions métaboliques les plus fines, et donc de dire - même à leur insu - quels sont les meilleurs dopants ?

« Les médecins dans les équipes, déclare le Dr de Mondenard, sont toujours les "cocus" ou les complices des sportifs. Souvent, il s'agit de jeunes médecins passionnés, fiers de côtoyer les stars du sport. Comment pourraient-ils résister à l'immense pression de l'entourage des sportifs ? »

Aujourd'hui, le principe d'une légalisation tacite de la dope sportive est prôné dans certains cénacles. Quelques médecins, peu nombreux, comme le Dr Bruno de Lignières - expert en hormones auprès de laboratoires pharmaceutiques - ou le Dr François Bellocq, ex-médecin d'équipes cyclistes professionnelles, estiment que, dans certains cas, il faudrait donner sous contrôle médical des hormones anabolisantes aux athlètes. L'organisme d'un sportif, di-

(suite du texte page 168)

Comment obtenir une mémoire étonnante en quelques semaines

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu? D'où cela vient-il? Les spécialistes des problèmes de la mémoire sont formels: cela vient du fait que les premiers appliquent (consciemment ou non) une bonne méthode de mémorisation alors que les autres ne savent pas comment procéder. Autrement dit, une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Des milliers d'expériences et de témoignages le prouvent. En suivant la méthode que nous préconisons au Centre d'Etudes, vous obtiendrez de votre mémoire (quelle qu'elle soit actuellement) des performances à première vue incroyables. Par exemple, vous pourrez, après quelques jours d'entraînement facile, retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs. Vous retiendrez aussi facilement la liste des 95 départements avec leur numéro-code. Mais naturellement, le but essentiel de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre mais de donner une mémoire parfaite dans la vie courante: c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément le nom des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), l'endroit où vous rangez vos affaires, les chiffres, les tarifs, etc.

Les noms, les visages se fixeront plus facilement dans votre mémoire: 2 mois ou 20 ans après, vous pourrez retrouver le nom d'une personne que vous rencontrerez comme si vous l'aviez vue la veille. Si vous n'y parvenez pas aujourd'hui, c'est que vous vous y prenez mal, car tout le monde peut arriver à ce résultat à condition d'appliquer les bons principes.

La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet d'assimiler, de façon définitive et en un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de science, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées. L'étude devient alors tellement plus facile! Si vous voulez avoir plus de détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite car, actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.



GRATUITS 1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à: Service M, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75847 Paris Cedex 17.

© Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)

M 15 K

Mon nom: Prénom:
(en majuscules S.V.P.)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

DE L'ENTRAÎNEMENT PHYSIQUE A L'ENTRAÎNEMENT CHIMIQUE

(suite de la page 167)

sent-ils en substance, est capable, en compétition, de puiser plus profondément dans ses réserves hormonales que le sujet normal ; mais, lors d'épreuves trop longues ou dans le cas d'épreuves trop rapprochées dans le calendrier sportif, il finit néanmoins par "tomber en panne" d'hormones. Il faut alors prévenir ces défaillances par un apport médical.

Pour appuyer ses dires, le Dr Bellocq s'appuie sur cinq thèses de médecine de l'université de Bordeaux (dont la sienne), où sont cités quelques travaux publiés dans des revues savantes, et sur des milliers de dosages biologiques effectués par lui depuis 1976. Il s'appuie aussi sur le fait que les doses de corticoïdes et de testostérone qu'il donne (en contravention avec le code sportif international) sont faibles, médicalement contrôlées par des tests biologiques, et qu'il n'observe aucune perturbation du contrôle hormonal cérébral de ses sportifs.

Mais le Dr Bellocq n'est pas un savant : il a simplement "rationalisé l'empirisme". Il ne peut se prévaloir d'aucune publication scientifique signée de lui, il n'appartient à aucun organisme de recherche, ne participe à aucun congrès savant. Il semble plus connu dans les pelotons que dans les académies, et sa démonstration manque singulièrement de preuves pesées à l'aune du jugement de comités de lecture de revues scientifiques : nul ne peut dire à ce jour si les modifications hormonales observées par le Dr Bellocq ont une valeur scientifique ou non.

Quoi qu'il en soit, si demain l'on acceptait de "rééquilibrer" les athlètes sous contrôle médical par des prescriptions hormonales, le vaste trafic des ordonnances, des produits eux-mêmes, la corruption active des médecins du sport flamberaient instantanément !

Le dopage des athlètes de l'ex-RDA a montré de manière exemplaire comment toute une partie de la société pouvait être impliquée dans un cercle infernal, dont les conséquences pouvaient être dramatiques pour les cobayes humains au bout de la chaîne. Espérons que la révélation de cette affaire permettra d'en faire un exemple à ne pas suivre, et de mettre en place des systèmes de contrôle plus efficaces que ceux existant actuellement.

Steven Dickman*
et Jean-Michel Bader

* Steven Dickman est un journaliste scientifique indépendant basé à Munich.



ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS ET DE TECHNICIENS POUR L'AGRICULTURE

FONDÉE EN 1919
B.P. 607 - 27106 VAL DE REUIL CEDEX

• Établissement d'Enseignement Supérieur de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture.

• Ingénieurs en Agriculture :

1re année : Baccalauréats scientifiques ou bac +1

2e et 3e année : dans la limite des places disponibles.
Consulter l'école.

• Des enseignements adaptés à la diversité de l'agriculture et de l'agro-alimentaire, réalisés par un corps professoral complété par des responsables engagés dans la vie professionnelle.

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page,
de gauche à droite et de haut en bas)

Couverture: L. Bret/Ciel et Espace; p 2-3; Ph. Plailly - J. Young - Sunset-NHPA - Garguil/BIOS - Finzo - Vandystadt - TDF; p. 6-11: Finzo; p. 12-13: Californian Inst. of Technology; p. 15: C. O'Rear/Cosmos; p. 16-19: Graphitt; p. 20-21: M. Cribier; p. 24-27: A. Chideric - A. M. Freund; p. 29: Graphitt; p. 30-31: IBM; p. 32: Pr Jeffreys/Leicester University; p. 33: J. Young - D. Stephens/Picture Agency; p. 35: G. Marié; p. 36: J. Stevenson/Science Photo Library/Cosmos; p. 37: A. Seiden/The Image Bank; p. 39-41: D. Bazin; p. 42-43: D.R. - Fablet/Press Sports; p. 44-45: Fablet/Press Sports - D.R.; p. 46-47: C. Witt-Deguillaume; p. 48-49: I. Python; p. 51: Lehtikuva; p. 53: R. Sabatier; p. 54-58: I. Python; p. 59: D.R.; p. 60-61: P. Garguil/BIOS - F. Poulaïn; p. 62-63: D.R. - F. Poulaïn - R. Jackman/Oxford Scientific Films; p. 65-65: L. Favreau - P. Elie - R. Maier - P. Garguil - D. Peter - P. Parks/Oxford Scientific Films - P. Garguil - C. Milkins/Oxford Scientific Films; p. 66: L. Gould/Oxford Scientific Films; p. 67: Dr R. Robins/University of Miami - Sipa; p. 68-69: P. Garguil; p. 70: G. Blanc; p. 71: P. Elie - P. Garguil; p. 75: Ullstein Bilderdienst; p. 76: F. Perri/Cosmos; p. 77: Ileva/Magnum; p. 79: D. R.; p. 80: R. Carisch/Cosmos; p. 81 R. Dite/NASA; p. 82-83: C. Lacroix; p. 84-85: NASA - NASA/Ciel Espace; p. 86-87: C. Lacroix; p. 88: P. Plailly-Amar; p. 89: P. Plailly; p. 90-91: P. Landmann/Gamma; p. 92-93: D. R.; p. 95: P. Plailly; p. 96-97: F. Mori; p. 98-99: G. Delpit; p. 100: M. Guillard; p. 101-106: N. Papamiltiades - D.R.; p. 107: J. Lorentzson/Studiobildp; p. 108: M. Reynaud/France Telecom DCO; p. 109: TDF; p. 112-115: R. Sabatier; p. 117-120: Finzo; p. 121-122: D.R.; p. 125: M. Toscas/Galerie 27; p. 126-127: M. Roux-Saget; p. 132: M. Toscas; p. 134-137: M. Roux-Saget; p. 138-139: D. R.; p. 140-141: D.R. - M. H. Brandily; p. 142-145: E. Malemanche - D.R.

BIG SCIENCE

En 1992, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE vont vous entraîner dans ce qu'on appelle outre-Atlantique la "Big Science" que l'on pourrait traduire par science lourde.

Il s'agit de projets scientifiques d'envergure, le plus souvent orchestrés par des nations, mettant en scène des milliers d'acteurs et coûtant des milliards de francs.

Ce sont donc ces grandes aventures scientifiques que nous allons vous raconter en décrivant les conditions qui les ont vu naître et les transformations qu'elles ont entraînées dans la vie concrète des chercheurs.

Six numéros au programme 1992 :

LE PROJET MANHATTAN,

ou la construction de la première bombe atomique

(N°7 le 13 février),

LA NAISSANCE DE LA RADIO-ASTRONOMIE

(N°8 le 15 avril),

L'HISTOIRE DU CONCORDE

(N°9 le 17 juin),

L'INVENTION DE LA PILULE CONTRACEPTIVE

(N°10 le 12 août),

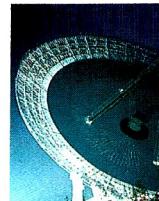
DE SPUTNIK À GAGARINE

ou les débuts de l'aventure spatiale soviétique

(N°11 le 14 octobre),

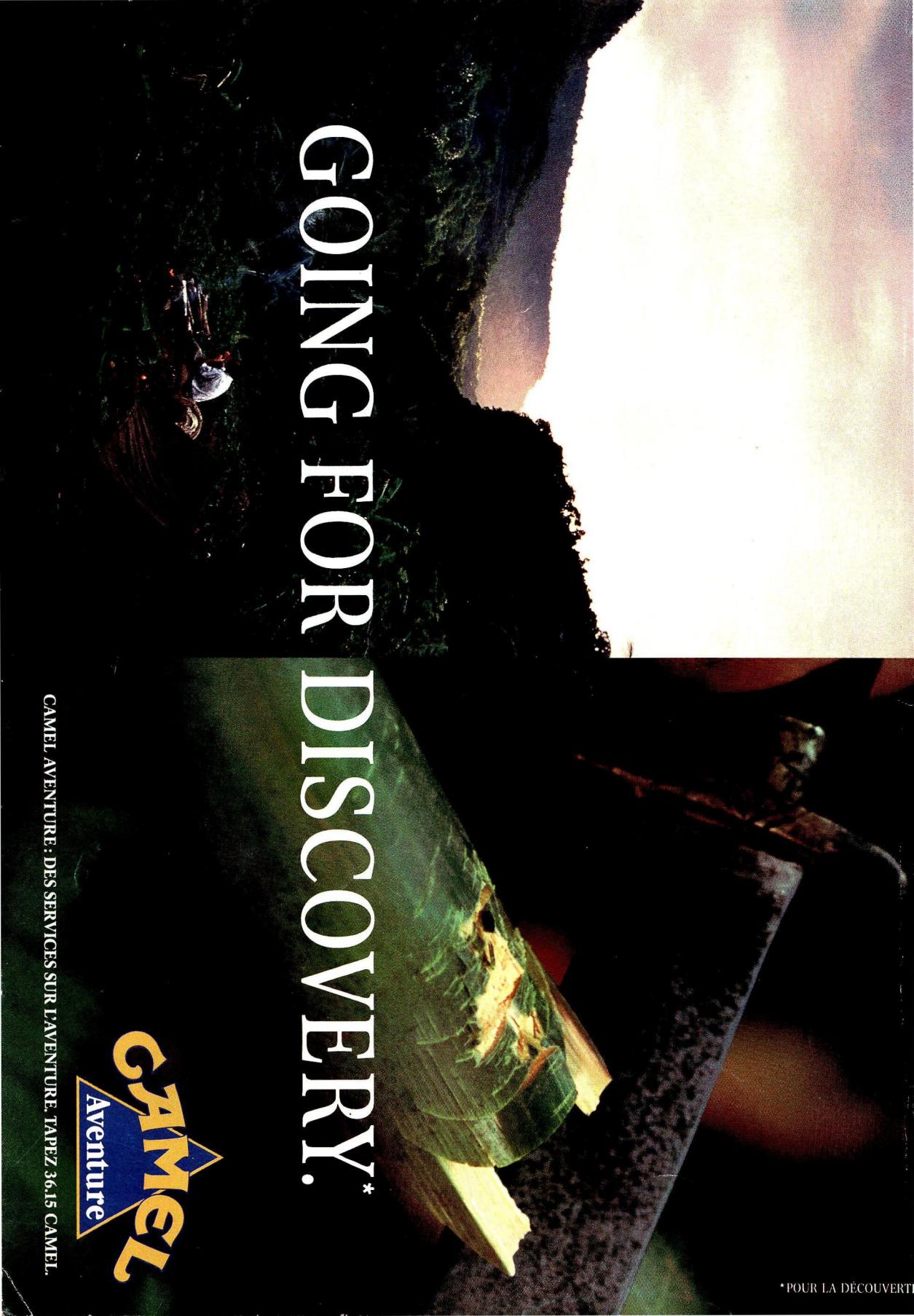
LA CONSTITUTION DE LA PHYSIQUE GÉANTE

(N° 12 le 16 décembre).



**LES CAHIERS
DE SCIENCE & VIE**

**PRESENTENT LA COLLECTION 1992
LES GRANDS PROJETS SCIENTIFIQUES DU XX^e SIECLE**



GOING FOR DISCOVERY.*

CAMEL
Aventure

CAMEL AVENTURE : DES SERVICES SUR L'AVENTURE. TAPEZ 36.15 CAMEL.

* POUR LA DÉCOUVERTE