

# SCIENCE & VIE

MENSUEL

N° 852 SEPTEMBRE 1988

**Vins: fraude  
désormais  
impossible**

**Bébés prématurés:  
la technique  
et l'éthique**

**La terre  
se réchauffe  
déjà**



**TOUS EMPOISONNÉS  
AUX MÉTAUX LOURDS**

M 2578 - 852 - 18,00 F



3792578018002

08520

130 FB - 5,20 FS - \$can 3.50 - 550 Ptas - 480 Esc - 18.50 Dh - 2.300 Dt - 4000 L - USA NYC \$ 3.75 OTHER \$ 3.95





# Fleur de Savane

CIGARES CIGARILLOS PETITS CIGARES



# SCIENCE & VIE

## • DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-Directeur Général : PAUL DUPUY  
 Directeur Général : JEAN-PIERRE BEAUVALET  
 Directeur Financier : JACQUES BEHAR  
 Directeur Commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

## • RÉDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN  
 Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD 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  
 Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT,  
 FRANÇOISE SERGENT  
 Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,  
 ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,  
 JACQUES MARSAULT, SVEN ORTOLI,  
 JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,  
 ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, PIERRE COURBIER

## • ILLUSTRATION

ANNE LÉVY  
 Photographe : MILTOS TOSCAS

## • DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

## • CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

## • MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE, LIONEL CROOSON,  
 FRANÇOISE BLONDEAU

## • CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA  
 Science & Vie ISSN 00368369 published 16 times per year at  
 International Messengers Inc. 3054 Mecom Bldg. 10, Houston,  
 Texas 77032. Subscription price is \$ 70.00 for 1 year. Application to  
 mail at second class postage rate is pending at Houston, Texas.  
**POSTMASTER** send address changes to : Science & Vie, International  
 Messengers, Inc. P.O. Box 60326, Houston, Texas 77205. Tel.  
 (713) 443 26 60.

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.  
 Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans  
 5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 45 63 01 02  
 Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,  
 PAUL DUPUY

Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent  
 London W4, 1 HF  
 Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205  
 2-14-1 Sakuragaoka  
 Setagaya-Ku - Tokyo 156

## • SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER  
 Abonnements : SUSAN TROMEUR  
 Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERALT  
 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

## • RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING  
 Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

## • PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO  
 27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22  
 Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS  
 Chef de publicité : GHISLAINE DICHY

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
 Numéro de commission paritaire : 57284

## • À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

## À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 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 1985 SCIENCE & VIE



**BVP**

**PRIX NORMAL  
 D'ABONNEMENT  
 A SCIENCE & VIE**

**1AN - 12 Numéros  
 198 F 2 ans : 376 F**

**1 AN - 12 Numéros  
 + 4 Hors Série  
 258 F 2 ans : 490 F**

## ÉTRANGER :

**BENELUX** : 1 an simple  
 1430 FB - 1 an couplé 1910 FB  
 EXCELSIOR PUBLICATIONS - BP N° 20 IXELLES 6  
 1000 BRUXELLES

**CANADA** 1 an simple 36 \$ Can. - 1 an couplé 50 \$ Can.  
 PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.Q. CANADA H3V 4 R6.

**SUISSE** 1 an simple 57 FS - 1 an couplé 80 FS  
 NAVILLE & CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.

**USA** 1 an couplé 70 \$.  
 International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston  
 Texas 77205

**AUTRE PAYS** 1 an simple 271 F - 1 an couplé 341 F.  
 Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.  
 Recommandé et par avion nous consulter.

# BTS

**INFORMATIQUE DE GESTION  
 COMPTABILITE ET GESTION DES ENTREPRISES  
 ACTION COMMERCIALE  
 BUREAUTIQUE ET SECRETARIAT**

4 diplômes d'Etat très appréciés des Employeurs  
 dans des domaines qui manquent de Spécialistes.  
 Avec ou sans Bac, le B.T.S. se prépare très bien  
 par correspondance en 24 mois environ. En option,  
*Stages pratiques sur ordinateur.*



**EFC-IPIG**

**Inscriptions toute l'année**

**EFC - IPIG**

*Organismes privés*

7, rue Heynen  
 92270 Bois-Colombes

**(1) 42 42 59 27**

Brochure gratuite n° V 4992

Précisez la matière choisie : .....

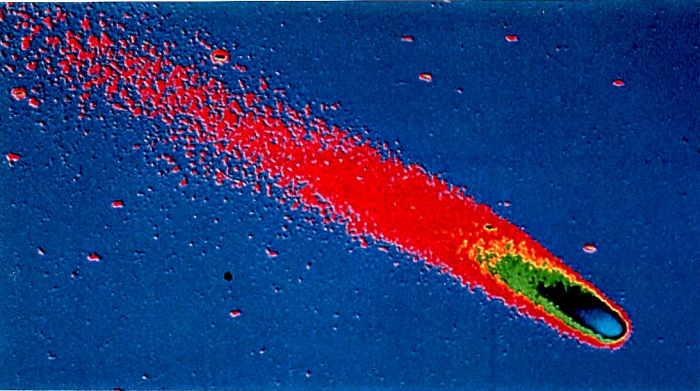
Nom : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

Tél : .....





Le Nuage d'Oort, d'où viennent les comètes, devrait être vide. Vu qu'il y a encore des comètes (comme celle de Bennet, que l'on voit ici en fausses couleurs), on avance l'hypothèse d'un second réservoir... p. 16

S

O

M

M

A



## SAVOIR

### Forum

Et la mémoire des gaz ?

*Gerald Messadié*

Pourquoi y a-t-il encore des comètes ?

*Anna Alter*

On a vu la voix chanter

*Claude Métier-Di Nunzio*

Sapiens Sapiens contemporain de Néanderthal

*Didier Dubrana*

Les civilisations d'avant la civilisation

*Jean Ferrara*

La chute du chat

*Alexandre Dorozynski*

Greffes homme-animal : c'est bien trop tôt

*Pierre Rossion*

Pourquoi la France est privée de bismuth

*Suzanne Champoux*

L'homme a-t-il changé le climat ?

*Isabelle Bourdial*

L'invasion des métaux lourds

*Isabelle Bourdial*

Echos de la recherche

*Dirigés par Gerald Messadié*

## POUVOIR

4 NASA : la dure crise qui dure  
*Stéphane Chenard* **68**

12 Le paratonnerre absolu  
*Renaud de La Taille* **78**

16 Le canon de Jules Verne revu et corrigé  
*Stéphane Chenard* **84**

Sur le fil ténu de la vie  
*Jean-Michel Bader* **88**

La révolution des textiles greffés  
*Laurent Douek* **98**

34 L'eau lourde trahit le pinard  
*Alexandre Dorozynski* **109**

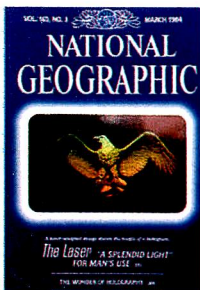
38 La lessive ou l'eau propre, il faut choisir  
*Marc Juvillet* **112**

Echos de l'industrie  
*Dirigés par Gérard Morice* **115**

Des marchés à saisir **120**

• Encart abonnements — 2 pages — entre la 2<sup>e</sup> de couverture et la page 1. Diffusion : vente au numéro et France métropolitaine.  
• Encart *Encyclopædia Universalis*, pages 41 à 44.  
• Encart La nouvelle mutuelle — 6 pages — entre les pages 84 et 85.

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* se trouvent en page 168

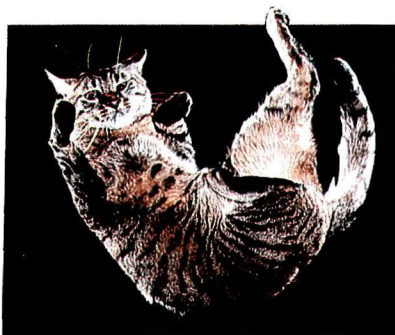


Grâce à de nouveaux procédés de traitement de l'image, bientôt des hologrammes partout... p. 122

Si certains champignons pouvaient tuer à vue, vous seriez mort. Quelques astuces pour échapper aux amanites phalloïdes et autres empoisonneurs des bois. p. 128







Des scientifiques américains expliquent la loi de la chute des corps... des chats. Si, par mégarde, le vôtre tombe de sa gouttière, sachez qu'il a 90 % de chance de s'en tirer.

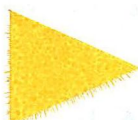
p. 38

Trouvé en Israël, cet *Homo sapiens sapiens* a l'âge de son père putatif : l'homme de Néanderthal p. 30



I R E

## UTILISER



L'holographie prend du relief

Alex Kovaleff

122

La première automobile à cartes

Frédéric Blassel

126

Petit guide de l'amateur de champignons

Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget

128

Science & Jeux

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

136

Science & Vie

à lui pour vous

148

Echos de la vie pratique

Dirigés par Roger Bellone

152

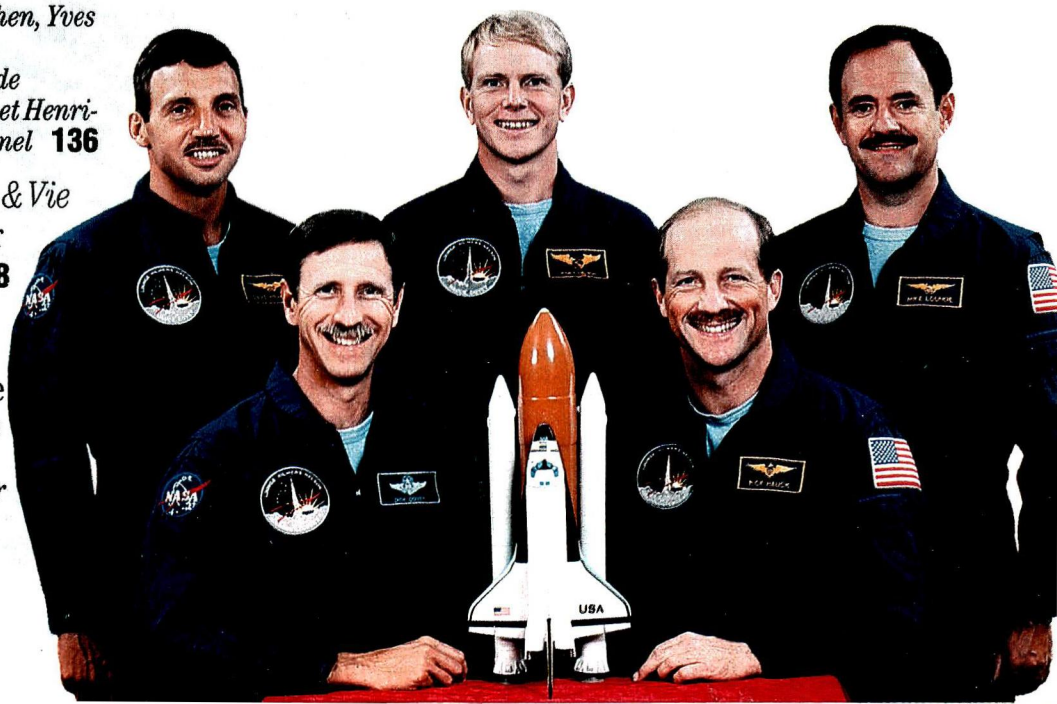


Pour protéger de la foudre les installations atomiques, très sensibles au moindre courant et au rayonnement électromagnétique, il fallait un paratonnerre absolu. C'est le LIDS américain.

p. 78

Les Etats-Unis se remettent difficilement du syndrome de *Challenger*. Ils attendent, comme son équipage ci-dessous, le départ de la prochaine navette...

p. 68





# FORUM

## L'Eurosuper n'est pas "super" pour toutes les voitures

«L'article de votre collaborateur Luc Augier sur le super obligatoire, paru dans votre n° 849 se termine par une affirmation que je trouve tout à fait erronée, nous écrit M.E.G., de Besançon. Je ne comprends pas pourquoi on répète en France que les moteurs à essence ont besoin de plomb, car les études sérieuses menées en RFA sur le parc automobile de la police par le Tivv (organisme parapublic chargé du contrôle technique obligatoire des véhicules) montrent exactement le contraire. S'il est vrai que le plomb protège un peu les sièges des soupapes d'échappement, il est également vrai qu'il contribue considérablement à l'encrassement des bougies et de certaines parties mécaniques du moteur, ainsi qu'à la corrosion du tuyau d'échappement. Ainsi s'explique que le Tivv ait constaté sur une trentaine de véhicules moyens de série ayant tous roulé plus de 130 000 km avec de l'essence sans plomb, une nette diminution de l'usure du moteur, un doublement de la longévité des bougies et un changement sensiblement moins fréquent des tuyaux d'échappement par rapport aux voitures du même type ayant roulé avec de l'essence à plomb.

«Je vous signale que j'ai fait moi-même des expériences concluantes avec l'Eurosuper. Utilisant fréquemment ma voiture, française, en RFA, je fais naturellement le plus souvent possible le plein là-bas, qui me permet d'économiser 1,80 F par litre. Et, pour des raisons économiques, je

prends de l'essence sans plomb, encore moins chère. Mon moteur ayant fait près de 90 000 km ne s'en plaint pas, et je n'ai dû changer qu'une seule fois le tuyau d'échappement. Je m'étonne donc de voir toujours, aux stations frontalières d'outre-Rhin, des Français faire la queue devant les pompes (de plus en plus rares) de super avec plomb. Je trouve très regrettable qu'on ne soit pas arrivé, au niveau européen, à une solution harmonieuse, et que la réglementation en cours dans la CEE rende la vie difficile aux Européens. Plusieurs de mes amis allemands ou suisses ont décidé de ne plus se rendre en France en voiture, après avoir connu de graves problèmes d'approvisionnement en essence sans plomb dans certaines régions, surtout en dehors des périodes de vacances. Je trouve la situation qui se prépare en France (approvisionnement en essence sans plomb en principe assuré, mais très cher et réservé aux seuls étrangers et à quelques possesseurs de grosses cylindrées) absurde et scandaleuse, car toutes les études récentes sur la toxicité des rejets de composés de plomb (assortis, en plus, de dioxine) par les pots d'échappement des voitures roulant à l'essence avec plomb montrent que le plomb dans l'essence est beaucoup plus dangereux (surtout pour le développement cérébral des enfants) qu'on ne le déclare officiellement en France.»

Quitte à nous répéter, nous affirmons que l'usage de l'Eurosuper peut endommager les soupapes de

moteurs à l'origine prévus pour fonctionner au carburant ordinaire plombé. C'est notamment le cas pour les moteurs de conception ancienne et, plus particulièrement, pour des voitures allemandes des années 1970. Quant aux méfaits sur l'organisme du plomb rejeté par le gaz d'échappement, des études effectuées en coopération avec la Préfecture de police sur des agents de la circulation exposés en milieu urbain ont établi qu'ils sont négligeables et sans rapport, en tous cas, avec l'ingestion d'eau contaminée par des tuyauteries ou la manipulation de matières plombigènes, comme les peintures. Quant à l'adaptation de la France aux nouvelles normes, observons que la Renault 19 peut indifféremment s'alimenter au super plombé ou à l'Eurosuper sans plomb.

## Crise des enseignants

Notre article de la chronique des livres, "Au seuil de l'Europe, des faits contrariants", nous a valu un courrier abondant.

«Je suis enseignant depuis 1971, nous écrit M.L.M., de Wittenheim, et je dois constater que nous fonctionnons avec des crédits très austères pour l'équipement, mais aussi pour les rémunérations. Le budget de l'Éducation nationale est indigne de notre pays. De plus, il y a constamment désinformation en ce qui concerne les enseignants, par le fait de la presse écrite et parlée. On cache la vérité.

Aujourd'hui, on a du mal à trouver de futurs enseignants, déclare notre correspondant, qui nous joint une information parue dans les pages de notre excellent confrère "Les dernières nouvelles d'Alsace"; à un instituteur débutant, on offre 5 868 F brut, dont il faut déduire 17 % de charges sociales diverses, ce qui fait que l'on arrive à peine à 5 000 F par mois, tout compris (y inclus la prime de Noël, le 13<sup>e</sup> mois, les avantages du Comité d'entreprise, etc.). L'enseignant a trois mois de vacances pour aller travailler ailleurs, à un salaire un peu plus décent... s'il lui reste en-

(suite du texte page 6)



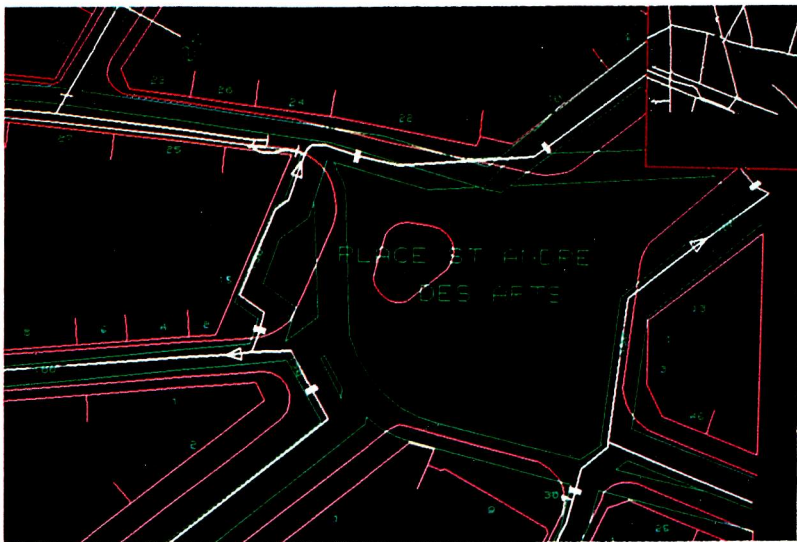
Ça tombe «Apic» pour la Lyonnaise des Eaux...  
L'Atlas Permanent d'Informatique Communale inauguré à Paris  
par sa filiale, la Parisienne des Eaux, lui donne une  
longueur d'avance pour la gestion des banques de données urbaines.

## INFORMATIQUE EN SOUS-SOL

**E**n reproduisant au 500<sup>e</sup> toutes les données (graphiques ou non) qui décrivent les composants d'un réseau de plus de 1000 kilomètres, le système fait de la cartographie la clé de la modernisation d'un réseau desservant les 800 000 habitants de la rive gauche de Paris. Un réseau mémorable, construit sous Haussmann. Mais qu'il fallait mémoriser. «Jusqu'à présent, les plans au 1/5000<sup>e</sup> ou 1/2500<sup>e</sup> étaient assez incomplets, parfois mal mis à jour», explique Jacques Stevance, directeur général de la Parisienne des Eaux. Une situation incompatible avec une gestion rigoureuse du réseau. La décision, début 1986, de mettre en place un système cartographique informatisé à la Parisienne des Eaux visait donc à adapter les données d'un réseau dense (30 000 branchements d'immeubles, 12 000 vannes, autant d'appareils hydrauliques) aux exigences d'une gestion de l'eau tournée vers l'an 2000.

En recensant les emplacements les plus fragiles (par relevé du nombre de fuites au kilomètre ou par repérage des tuyaux corrodés), les responsables de la Parisienne des Eaux entendent optimiser leurs interventions. Avec «Apic», un logiciel développé par la société Polilog, fini les fastidieuses et interminables enquêtes préalables aux arrêts d'eau d'urgence. En tapant sur son clavier l'adresse d'un incident signalé, le fontainier visualise à l'écran la zone sur laquelle il lui faudra intervenir.

Grâce au puissant ordinateur Vax 8200, la base de données met à sa disposition trois types d'infor-



mations: plans du réseau (avec détails topographiques, courbes de niveau, etc.), descriptif des égouts et cheminement des canalisations. Jusqu'à l'identification des vannes à manoeuvrer ainsi que leurs caractéristiques propres. A la demande, la base indique également la liste des abonnés privilégiés (hôpitaux, industriels) connectés sur les tronçons qui doivent être mis «hors d'eau» pour réparation. Un instantané du cheminement de l'eau à travers les 1769 rues de Paris rive gauche.

A terme, les fontainiers, équipés de micro-ordinateurs portables, entreront, au cours de leurs visites en égouts, les informations qu'ils recueilleront. Une façon d'améliorer les deux tournées annuelles de recherche accélérée de fuites. Bientôt le rapprochement des informations conte-

Grossi comme avec une loupe, le réseau d'eau autour de la Place Saint-André-des-Arts, tel qu'il apparaît sur l'écran de visualisation des fontainiers de la Lyonnaise.

nues dans la base de données cartographique et de celles figurant au fichier «consommation» permettra par exemple de savoir, en fonction des consommations moyennes des abonnés, si le remplacement d'une tuyauterie par une autre justifie ou non la pose d'une canalisation de plus ou moins grand gabarit. La flexibilité du système est telle que d'innombrables applications peuvent venir le compléter.

Élément fédérateur de techniques diverses pour le distributeur d'eau, la cartographie peut ainsi s'avérer un instrument politique efficace pour le gestionnaire urbain. **Francis Guérin**



core assez d'énergie nerveuse ! En somme, l'enseignant gagne en fin de carrière ce que gagne dans le privé un jeune diplômé en début de sa carrière... Il est de fait que c'est un métier de femme, qui n'offre qu'un salaire d'appoint pour le ménage. Faire un BTS ou un DEUG pour 6 000 F, je crois qu'on peut faire mieux... Y a-t-il un journaliste en France pour informer l'opinion ?»

Eh bien, voilà, le journaliste est trouvé. Il y a de nombreuses années que nous attirons, en effet, l'attention du public et des autorités sur l'état de l'appareil de l'enseignement en France. Il est évident qu'avec des émoluments aussi bas, la profession d'instituteur, qui est pourtant cruciale, puisqu'elle ouvre les esprits à l'acquisition des connaissances, n'est pas bien tentante.

Pourtant, il est des cas qui mériteraient la compétence et la sollicitude de plus d'un pédagogue, comme en témoigne le cas suivant, que nous expose M.G.S., d'Antibes : *« Mon fils, âgé de 19 ans, qui fait actuellement son service militaire à Canjuers, avait fait une scolarité tellement médiocre qu'il n'a passé ni son brevet, ni son CAP. L'origine de son échec résidait dans une dyslexie associée à une mauvaise vue ; celle-ci ne fut décelée que parce qu'il lui était devenu impossible de suivre sa classe dès la deuxième année de scolarité. Depuis lors, sa motivation dans la vie est bien faible et, malgré un effort collectif — école, psychologues, parents — nous n'avons pas réussi à déclencher la réaction qui le tirerait de son marasme. Je pense que, dans la plupart des cas, la situation des illettrés est pareille... »*

Ce correspondant propose d'organiser des systèmes de rattrapage qui se feraient, entre autres, par la télévision. Nous observerons que de tels systèmes existent, et que les associations qui les appliquent sont nombreuses, mais qu'il semble bien difficile de les concevoir dans le cadre d'un bénévolat de professeurs, et qui plus est, de spécialistes ; cela coûtera forcément de l'argent. Mais, en revanche, la proposition d'utiliser les heures creuses de la télévision pour des cours est à creuser.

## Détecter le SPV en France

De nombreux lecteurs nous ont écrit à la suite de notre article du n° 849, "Le SPV n'était imaginaire que pour les médecins". « Je souffre, à la suite d'une fièvre aphéteuse très forte, nous dit Mme J.L., de Sedan, des symptômes que vous décrivez. Veuillez me dire à qui je peux m'adresser en France pour avoir plus de renseignements... » Mme J.T., d'Avignon, voudrait également connaître « les tests d'identification de cet entérovirus. J'ai un fils d'une trentaine d'années, qui se débat depuis 4 ou 5 ans avec des troubles d'origine probablement intestinale », nous confie M.A.V., de St Rémy de Provence.

Précisons donc que les techniques d'identification du virus en question, un Cocksackie B, existent en France. Elles sont mises en œuvre grâce aux anticorps monoclonaux, comme en Grande-Bretagne. Elles sont coûteuses et ne sont pas remboursées par la Sécurité sociale. Délicates, elles ne sont pratiquées que par quelques laboratoires et certains hôpitaux. Nous conseillons donc aux lecteurs qui nous ont écrit : d'abord de s'adresser à leur médecin traitant, pour l'informer de leur intention de faire rechercher un entérovirus éventuel et le prier de les adresser à l'hôpital ou au laboratoire compétent le plus proche ; ensuite, de lui préciser la référence de l'article dont nous avons tiré nos informations, "Chronic Enterovirus Infection in Patients with Post-viral Syndrome", par plusieurs médecins, *The Lancet*, n° 8578 du 23 janvier 1988, p. 146.

## Litré en Algérie

Une lectrice d'El Biar, Alger, Algérie, Mme. C., nous prie de bien vouloir signaler à Mme F.A., de Sceaux, qui nous avait interrogé (n° 848) sur les sens des mots "délitement" et "fortitude", que « les termes *Délitage, Délitation, Délitée (ée), Délitement, Délitier, Déliteur et Délitoir* se trouvent aux pages 1539 et 1540 du deuxième

tome de l'édition intégrale en sept volumes du Dictionnaire de la langue française d'Emile Littré, dans la réédition de Jean-Jacques Pauvert, à Paris, en 1956. Le mot *Fortitude*, lui, se trouve à la p. 1772 du troisième tome. »

Avec ces précisions, qui ne manquent pas d'un certain sel, notre correspondante nous adresse un grand bonjour d'Algérie et beaucoup de soleil.

## La compassion et l'hilarité

« L'enseignement que je tire de la lecture du pertinent article du Dr Bader dans le n° 848 de votre revue, nous écrit M.G.P., de Lyon, et de la réponse faite à celui-ci dans le n° 850 par les Drs Lagarde et Roquette, est que ces derniers sont fort bien protégés, pour avoir exercé impunément, au vu et au su de toute une corporation, depuis tant d'années, de telles activités... Je suis amené à constater qu'il a fallu cependant un article des plus "explosifs", dans une revue aussi sérieuse et aussi crédible que la vôtre, pour provoquer enfin une réaction "constructive" des mis en cause et une mobilisation générale des appareils, tant judiciaire que professionnel. Cette réaction m'incite à opter pour l'une des attitudes suivantes, ou bien la compassion, ou bien l'hilarité. Pour mon hygiène et ma respiration, j'opte pour la deuxième. J'encourage vivement votre revue à la "transparence", comme elle l'a prouvé jusqu'ici, en souhaitant que soient passées au crible les autres disciplines médicales, notamment celle de l'art dentaire... J'aimerais vous apporter par la présente mon modeste soutien en cette période de forte turbulence... »

Remercions notre aimable lecteur, et tous ceux qui nous félicitent de notre entreprise de désintoxication, tels M.R.v.M., de Bruxelles, qui se dit fidèle abonné depuis 1928, après son père, et qui nous écrit : « Bravo pour vos articles sur l'homéopathie », et qui nous adresse une coupure de



presse exposant les théories sur la mémoire de l'eau. « *Et dire qu'on en a enfermés pour moins que cela. Où allons-nous si on trouve encore des gens pour y croire !* »

Nous allons vers les démentis, bien sûr.

## L'ennui de l'ordinateur

M.R.K., de Fontenay-aux-Roses, s'étonne de notre information tirée : "Vous m'ennuyez. Signé : l'ordinateur." Bien évidemment, le titre est fictif et destiné à résumer l'information. Un ordinateur ne peut "sortir" que les informations qu'on y a "entrées". Il se trouve, là, que, chargé de rechercher des structures dans des données incohérentes, l'ordinateur s'est trouvé devant un nombre tellement vaste de possibilités qu'il a cessé de fonctionner. Rappelons que le système utilisé était basé sur le fait que, chaque fois que l'ordinateur retrouvait une structure cohérente,

il était "récompensé" par l'expérimentateur, et qu'il est donc vraisemblable que, ne se voyant pas "récompensé" pendant un certain temps du fait de ses échecs répétés, l'ordinateur a suspendu son travail. Nous ne connaissons pas le détail du programme avec lequel l'expérimentateur Michael Gera, de l'Imperial College, a réalisé son expérience, et qui comporte certainement une clef de la "panne" soudaine de l'appareil. Le fait est que Gera a été surpris par la réaction de l'ordinateur, c'est-à-dire qu'il n'avait pas prévu que la logique du programme pût mener à une interruption.

Nous avons plus d'une fois rappelé dans ces colonnes qu'un ordinateur ne peut faire que ce qu'on lui a enseigné. Il n'en demeure pas moins qu'un système logique peut comporter des surprises.

"Des composants organiques ont-ils été intégrés en lieu et place de certains composants électroniques ?" nous demande également notre correspondant. Le projet est à l'étude, mais il n'existe pas d'ordinateur qui en comporte.

## Corridas et vivisection

Un lecteur qui avoue avoir agité sous l'empire de la colère, M.J.-F.B., de Gassin, nous écrit : « *Certains se plaisent à comparer vivisection, opération de dépeçage et tauromachie, autrement dit, un sport "bas" où seul le chirurgien combat contre son scalpel et un vrai sport de longue tradition morale, où le taureau a la possibilité de tuer son adversaire. Certes, la vivisection a des effets bénéfiques. Mais on peut s'élever contre cette boucherie. Quoi de plus vil et bas que de "torturer et massacrer un animal sans danger"...* La connaissance de la tauromachie fait parfois défaut. Théoriquement, le taureau doit être tué d'un seul coup d'épée... »

précise notre lecteur.

La vivisection a été considérablement critiquée, en dépit des bienfaits immenses que lui doit l'humanité entière. Que de vaccins n'auraient pas été réalisés, que de

# AMSTERDAMER



## 8<sup>F</sup> 50

TABAC A ROULER  
BLOND AROMATIQUE



maladies resteraient mystérieuses sans l'expérimentation animale ! Qu'il suffise de dire qu'aujourd'hui encore, la difficulté de trouver un modèle animal pour les études sur un vaccin contre le Sida constituent l'un des plus grands obstacles dans la lutte contre cette maladie. Car il n'est pas possible, pour des raisons évidentes, de faire une telle expérimentation sur l'être humain. Néanmoins, les biologistes s'efforcent d'éviter chaque fois que c'est possible, notamment grâce aux cultures de cellules, le sacrifice d'un rat, d'un chat ou d'un singe.

La taumachie n'entre certes pas dans la catégorie des activités scientifiques utiles à l'humanité. Son ancienneté n'est pas une caution. La tradition des sacrifices humains est bien plus ancienne et plus universelle, puisqu'on l'a aussi pratiquée pendant des millénaires dans de très nombreuses civilisations. La moralité de la taumachie est, comme le reconnaît d'ailleurs notre correspondant, toute théorique. S'il est vrai que le taureau doit être tué d'un seul coup d'épée, il existe trop d'images d'a-

nimaux fous de colère et saignant de nombreuses banderilles, qui choquent la sensibilité de bien des gens. Que le torero s'engage sur l'arène en connaissance de cause est l'évidence. C'était aussi le cas des rétiaires de la Rome antique, dont le combat devait se terminer obligatoirement par la mise à mort de l'un des adversaires. Peut-être des scènes de violence destinées à exalter la bravoure d'un être humain ne sont-elles plus nécessaires à une époque qui n'est que trop hantée par la violence.

*gros sous ?*». Non, le gaz carbonique se dissoudrait dans les liquides, ce qui pourrait altérer leurs propriétés. L'azote serait sans doute plus acceptable. Mais on peut aussi bien utiliser l'"huile de pouce", qui consiste à vaporiser le produit par compression instantanée de l'air dans le récipient par le pouce... C'est moins commode, et les particules sont plus grosses, mais c'est ininflammable et sans danger pour la couche d'ozone.

## Des anonymats suspects

Certains lecteurs omettent de signer leurs lettres ou de donner leurs adresses. Simple distraction, peut-être, et nous le croirions bien volontiers n'était que c'est le plus souvent le courrier de nature tendancieuse qui est ainsi marqué par l'anonymat. Nous rappelons donc à nos lecteurs que seules les lettres signées et portant mention de l'adresse sont prises en considération.

## On peut se passer du fréon

M.G.P., d'Harfleur, se demande *«pourquoi on n'emploierait pas tout simplement des gaz comme l'azote ou le gaz carbonique (ce dernier sert depuis longtemps à faire monter la bière dite sous pression) à la place du fréon»* dans les conteneurs d'aérosols. *«Peut-être est-ce une histoire de*

## COMMENT DEVELOPPER VOTRE MEMOIRE

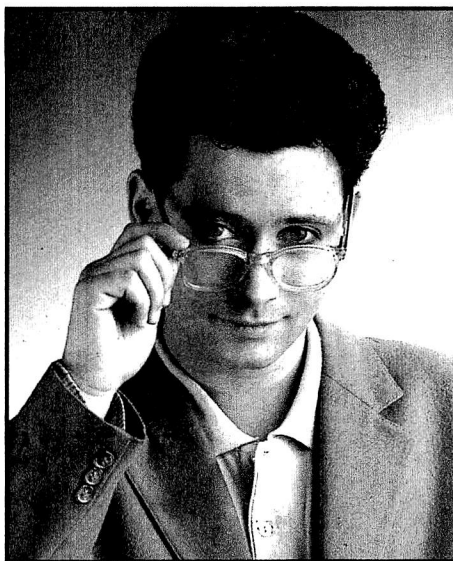
Rien de plus simple avec l'étonnante méthode CHEST ! Grâce à elle, en un mois, vous doublerez les capacités actuelles de votre mémoire ! Rapide et agréable, cette méthode ne demande aucun effort. Elle est si simple qu'un enfant de 14 ans peut l'étudier entièrement en un mois. Un quart d'heure par jour suffit ! Et c'est facile ! Grâce à une FORMULE UNIQUE D'EXERCICES CORRIGES PAR L'AUTEUR LUI-MEME, vous retiendrez bientôt sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères, des listes de numéros de téléphone...

Tout ce que vous désirez, sans aucune limite ! Vous aussi, découvrez vite comment développer votre mémoire en lisant la passionnante brochure offerte gratuitement par FRANCE MARKETING DIFFUSION.

Pour la recevoir, retournez dès aujourd'hui le bon ci-dessous à :

FRANCE MARKETING DIFFUSION  
45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.

Tapez 3615  
FIRST\* CHEST



**GRATUIT**

Je désire recevoir gratuitement et sans aucun engagement de ma part, la documentation complète sur la méthode CHEST (je joins 3 timbres à 2,20 F pour frais. Etranger : 3 coupons réponses internationaux).

NOM \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_

à nous retourner à FRANCE MARKETING DIFFUSION Service S.V. 45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.



# ***GARDEZ INTACTES LES PERFORMANCES DE VOTRE MOTEUR.***



*C'est bon de rouler, d'avaler des kilomètres, sans souci... Votre moteur répond à toutes vos sollicitations. R.A.S. Et pourtant, quelle galère, la circulation aujourd'hui! On passe son temps à freiner, accélérer, rétrograder... Les moteurs d'aujourd'hui sont plus performants mais aussi beaucoup plus sollicités.*

*Résultat: Malgré la qualité croissante des huiles, les phénomènes d'usure deviennent très sensibles. Très vite, puissance et nervosité dérapent ainsi que les consommations!*

*La solution: la remétallisation. MÉTAL 5 est le seul traitement remétallisant capable d'enrayer les phénomènes d'usure dus aux conditions modernes de conduite.*

*Avec MÉTAL 5 tous les 15 000 km, vous avez l'assurance d'un moteur parfaitement entretenu et au sommet de ses performances. MÉTAL 5 est disponible dans tous les points de vente auto, et référencé par de grandes marques automobiles.*

**métal 5**  
**Le remétallisant  
des moteurs d'aujourd'hui**

Métal 5, SODITEN S.A.  
105, rue de Billancourt, 92100 Boulogne  
Tél.: (1) 48.25.73.73

16 pages illustrées: 14 questions de consommateurs, 14 réponses Métal 5, sur retour de ce coupon.



Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

Code Postal \_\_\_\_\_

SV 6809

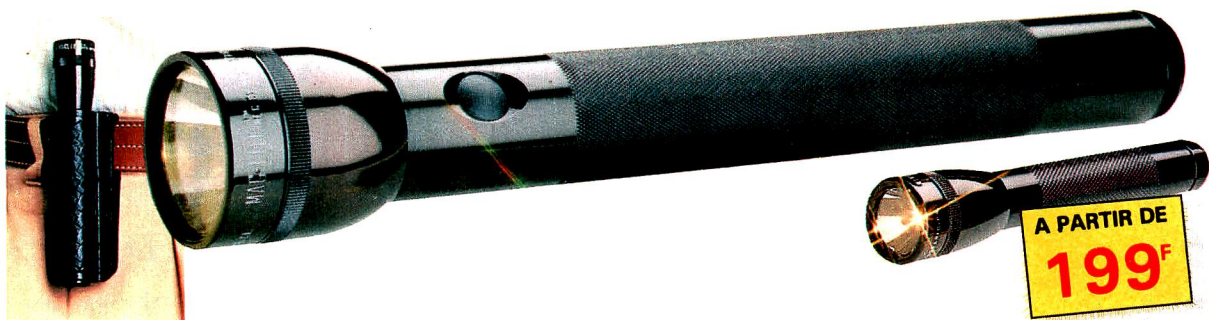


(1) 43.48.08.08

La Sélection de



## Les VERITABLES "MAGLITE" AMERICAINES



**T**estées et adoptées par la police US, seules les authentiques torches MAGLITE atteignent les sommets de la perfection et de la sophistication. Fabriquées en aluminium anodisé — celui qui est utilisé par l'Aérospatiale — leurs déflecteurs sont conçus par ordinateur pour une totale efficacité, le faisceau lumineux est réglable et une ampoule de rechange est logée dans le corps des torches. De plus, elles sont antidéflagration, anticorrosion et étanches à 60 mètres. Deux modèles vous sont proposés : La **MAGLITE**, 70 fois plus puissante qu'une torche ordinaire, ne mesure que 15 cm de long pour un poids de 100 grammes. Son faisceau porte à plus de 200 mètres. Elle trouvera sa place dans votre boîte à gants, poche, sac à main ou vous la porterez à la ceinture grâce à son "étui" spécial en cuir guilloché. Alimentation : 2 piles R6. La **SUPER-MAGLITE**, sa grande soeur, mesure 38 cm, porte à plus de 500 mètres et son interrupteur permet d'émettre des flashes de détresse. Idéale pour la surveillance et la signalisation. Alimentation : 4 piles R 20. **Garantie** : 1 AN. Fabriquées aux U.S.A.

Code 000664 **MAGLITE** ..... 199 F. TTC  
 Code 000666 *Etui pour Maglite* ..... 90 F. TTC  
 Code 000665 **SUPER-MAGLITE** ..... 395 F. TTC

## MINI FORMAT, mémoire d'éléphant !

345<sup>F</sup>



**V**oici en avant-première la **SUPER DATA BANK**. Elle peut stocker 400 noms, numéros de téléphone ou adresses, se souvenir de 16 rendez-vous ou dates d'anniversaires à la fois (même un an après). Elle peut vous donner l'heure, la date et aussi vous réveiller le matin à l'heure dite.

Mais ce n'est pas tout ! C'est en plus une calculatrice dotée d'une super mémoire de 8.000 caractères, d'un écran géant qui fait défiler jusqu'à 128 caractères à la suite et elle ne dira rien à personne si vous la verrouillez d'un code d'accès connu de vous seul.

Mieux ! Extra plate (2 mm), de la taille d'une carte de crédit, elle est sobre comme un chameau, ses 2 piles dont l'une pour la sauvegarde de la mémoire lui assurent **4 ans d'autonomie** • Touches sensibles sonores • Recherche alphabétique et numérique. Aimantée, elle "colle" au superbe étui façon sellier dans laquelle elle vous sera livrée. **Garantie** : 1 AN.

Code 001081 **SUPER DATA BANK** ..... 345 F. TTC

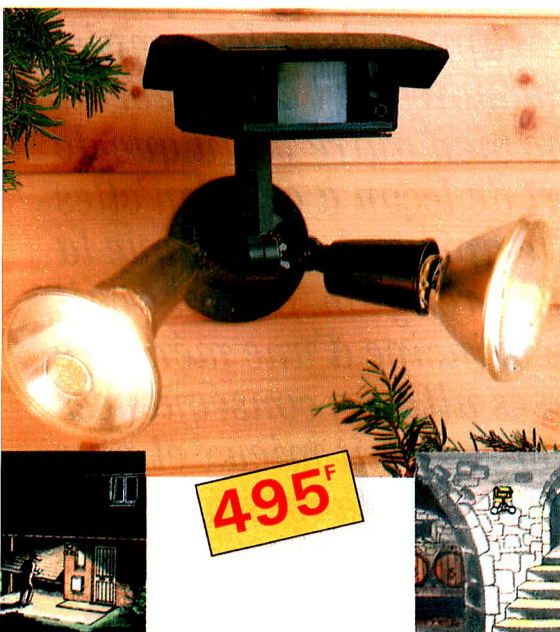


(1) 43.48.08.08

la Sélection de

SEDAO

CENTRALE DACHAÏS



495<sup>F</sup>

## OLYMPUS S 907 : une Secrétaire dans la poche

La haute technologie et la fiabilité d'OLYMPUS ne sont plus à démontrer. Leader du magnétophone à micro cassettes, le S 907 est d'un rapport qualité/prix difficile à égaler. Il dispose de 2 vitesses de défilement permettant 2 heures d'enregistrement sur une micro cassette standard de la taille de 2 timbres poste et pesant moins de vingt grammes ! Equipé d'une prise pour écouteur et d'une autre pour micro extérieur supplémentaire. Il peut déclencher l'enregistrement à la voix (VCVA) grâce à son micro intégré. Son haut-parleur dynamique et son double système d'alimentation (2 piles 1,5 volt ou secteur par adaptateur) font du S 907 un appareil complet et efficace. **Garantie : 1 AN.**

Code 001047 OLYMPUS S. 907 \_\_\_\_\_ 689 F. TTC  
 Code 000512 Lot de 3 cassettes (120 mn) \_\_\_\_\_ 100 F. TTC  
 Code 000365 Adaptateur secteur \_\_\_\_\_ 75 F. TTC



689<sup>F</sup>



CREDIT GRATUIT de 3 MOIS  
pour toute commande  
supérieure à 500 F

Code 000862 LIGHT'ALERT \_\_\_\_\_ 495 F. TTC

## Bon de Commande

à retourner à : **SEDAO**  
37-39 rue des Grands Champs - 75020 PARIS

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

C.P. [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_

Téléphone \_\_\_\_\_

LIVRAISON GRATUITE : • Délai de livraison 15 jours maximum • Facture fournie pour toute commande • Garantie et service après-vente privilégié sous le contrôle de SEDAO • "France métropolitaine uniquement".

Que je règle : ☐ **COMPTANT** par chèque bancaire/postal à l'ordre de **SEDAO**

par carte bleue n° \_\_\_\_\_ Date de validité : \_\_\_\_\_

☐ **CREDIT GRATUIT** pour toute commande supérieure à 500 F, je joins 200 F à la commande et je m'engage à payer le solde en 3 mensualités égales

Qté	Code	DESIGNATION	Montant
		Participation aux frais de colisage	+ 19 F
		<b>TOTAL TTC</b>	

PU76KC04



# ET LA MÉMOIRE DES GAZ ?...

*Pour ridicule qu'elle apparaisse désormais, l'affaire de la "mémoire de l'eau" devrait avoir une bien autre vertu que de faire rire : elle sert de leçon à ceux qu'elles a troublés. Elle apprend en effet que la science n'est pas une religion. Si l'on avait poussé le principe d'une mémoire aqueuse à ses ultimes conséquences logiques, on se serait mieux et plus vite aperçu de l'énormité de la mésaventure.*

**P**endant près d'un mois, le monde scientifique et le public international ont assisté à une fausse aventure exemplaire : un chercheur, le Dr Benveniste, fort d'une publication obtenue dans le prestigieux *Nature*, a cru pouvoir revendiquer, au bénéfice de l'homéopathie, une réinvention de la totalité des lois de la physique et de la chimie. L'eau conserverait la mémoire des molécules qui l'ont traversée, ne fût-ce qu'une seule fois. C'était si beau, si poétique, et la candeur du Dr Benveniste était si touchante, que certains de nos confrères, décidément lassés par un quotidien sans charme, se sont laissés emporter par la chaleur du délire. Abandonnant leur bagage scientifique de ce côté-ci du miroir, ils ont, tels Alice au Pays des Merveilles, traversé le fameux miroir pour se retrouver au pays du Lapin en retard et du Chapelier fou.

Tout cela serait décidément délicieux, n'était qu'une part inappréciable du public a été pendant quelques semaines induite ou confortée dans l'erreur. Et ce serait vraiment poétique, n'était que de gros intérêts commerciaux se profilaient en filigrane sur la toile de fond de l'aventure. Les produits homéopathiques se vendent beaucoup et n'attendaient que ce conte de fées pour vendre encore plus. Car les dilutions de *Lac caninum* et autres *Sépia* se vendent par millions de doses en Asie, en Amérique du Sud, sans parler de la France et de l'Europe. Comme par hasard, on a vu de gros mouvements boursiers se déclencher avec une synchro-

nicité admirable après la publication de l'article de *Nature*.

Donc, nos homéopathes, qui "tenaient" enfin leur "coup", se sont imaginés qu'un pactole allait jaillir du rocher, comme l'eau sous la baguette de ce nouveau Moïse qu'était le Dr Benveniste. Las, le 28 Juillet, *Nature* publiait un autre article, rendant compte des vérifications que son rédacteur en chef, John Maddox, accompagné de John Stewart, vérificateur professionnel d'allégations bizarres ou douteuses, James Randi, dépisteuse de fraudes et son collègue, John Alvarez, avaient effectuées pendant cinq jours au laboratoire du Dr Benveniste. On en devine la teneur : les expériences sur la fameuse mémoire de l'eau ne tenaient pas debout. Quand l'équipe de *Nature* les avait refaites, par trois fois, en double aveugle, méthode qui exclut les interprétations tendancieuses, les résultats avaient été négatifs. Hélas, l'eau pure est aussi amnésique que l'eau de boudin.

Accordons-nous, à cette occasion, un satisfecit : le travail de *Nature* a été fortement complété et étayé par les contre-expériences que le Pr Leynadier avait effectuées à notre demande, ainsi que par notre propre enquête. En fait, l'eau pure et proustienne de M. Benveniste n'avait, même dans ses propres travaux, jamais rien dégranulé que la méfiance des naïfs : c'est un phénomène de décoloration qui explique les résultats mirifiques annoncés dans le premier article de *Nature* et qui se définit par l'achromasie (voir notre article de Juillet).

Même le Pr Henri Charpin, de Marseille, et qui n'est pas hostile par principe à l'homéopathie, a déclaré dans la presse : « Pour dire le fond de ma pensée, il m'apparaît que, pour mettre en question le fondement même de la physique classique, il faut des arguments "en béton" et qu'une technique biologique telle que celle de la dégranulation du basophile n'en fournira jamais. »

Bien entendu, le Dr Benveniste a rejeté le démenti de la revue qu'il avait si ardemment pressée pendant deux ans de publier ses travaux. C'est l'illustration de l'adage fameux, « Pile je gagne, face tu perds ». *Nature* a raison quand elle publie les travaux de Dr Benveniste, tort quand elle n'y croit plus. Mais, comme on dit dans le langage des laboratoires, cette polémique est un artefact elle aussi, c'est-à-dire un effet des manipulations (ici, des manipulations d'opinion). Il ne peut y avoir de polémique sur le code génétique des farfadets ou l'âge de la ménopause chez les fées.

Bien des points seront peut-être expliqués ultérieurement dans cette ridicule affaire, notamment le fait que les laboratoires étrangers dans lesquels Mlle Davenas, collaboratrice du Dr Benveniste, avait fait refaire les vérifications indispensables à la publication, n'ont apparemment jamais publié leurs travaux révolutionnaires.

Restera à préciser aussi si John Maddox, en offrant l'hospitalité inattendue de *Nature* à une communication sur laquelle il faisait les réserves les plus sévères, n'a pas secrètement souhaité faire éclater au grand jour une baudruche qui devenait encombrante, celle de l'homéopathie. Il n'y a aucune raison pour refuser à cet éminent journaliste le sens de l'humour qui distingue ses compatriotes...

Par une réaction inattendue, c'est *Nature*, en la personne de John Maddox, qui s'est trouvée mise sur la sellette. Trois griefs lui ont été faits, les deux derniers par le Dr Benveniste et le premier par certains de nos confrères. *Nature* est tout à fait en mesure de se défendre toute seule, mais les griefs en question doivent être cités, parce qu'ils faussent le débat et présentent le Dr Benveniste comme une victime, donc tendent à accréditer sa thèse.

D'abord, *Nature* n'eût pas dû publier un article auquel il ne croyait pas. Rappelons-le, la publica-

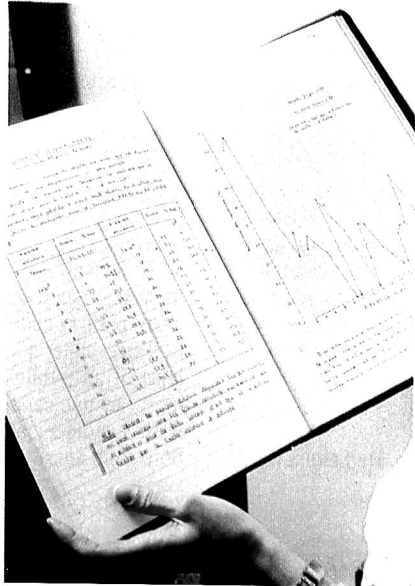
tion de la communication qui a fait l'objet de notre article du mois dernier était assortie d'un éditorial de mise en garde. Au vu du dossier soumis par le Dr Benveniste, Maddox ne pouvait pas refuser la publication ; mais il pouvait l'associer à une demande de vérification, ce qui fut fait. Le scepticisme en science n'est pas un défaut, que nous sachions, c'est une vertu. L'illustre Otto Hahn, qui réussit le premier en 1938 la fission de l'atome d'uranium, fut tellement surpris de trouver d'un côté du baryum et de l'autre, de l'argon, qu'il ajouta à sa communication le commentaire suivant : « J'ai pu me tromper. » Il nous l'a personnellement confirmé en 1960.

Le Dr Benveniste a reproché également à Maddox de se livrer à une "chasse aux sorcières". Il serait plus juste de dire : à une chasse aux mythes. De Prosper Blondlot, infortuné et désormais immortel découvreur des "rayons N", qui n'avaient jamais existé, et qui firent pourtant l'objet d'une communication à l'Académie des sciences, à Donald Summerlin, qui truqua ses expériences sur les souris, bien des savants ont soumis des résultats de phénomènes imaginaires, et c'est la vigilance de leurs confrères qui a permis de rétablir la vérité. On ne peut pas reprocher à Maddox et à son équipe de s'être montrés tâtilons.

Enfin, on a fait à *Nature* un procès d'intention, celui de francophobie. Il est tout à fait exact que les Anglo-Saxons ne témoignent pas aux savants français une sollicitude particulière. Il est exact qu'il existe, dans les milieux scientifiques anglo-saxons, une tendance diffuse à l'arrogance. Il n'en est que plus nécessaire d'éviter des faux-pas tels que l'affaire de la "mémoire de l'eau", dont, bien évidemment, la presse anglo-saxonne a fait des gorges chaudes.

A cet égard, on apprendra sans doute plus tard comment un organisme respecté tel que l'INSERM a laissé un de ses membres se fourvoyer comme il l'a fait. Certes, dans son communiqué du 27 Juillet, cet organisme rappelait son respect de la liberté des chercheurs, et sa neutralité à l'égard des recherches engagées par ceux-ci. L'INSERM y disait aussi qu'il délègue à la communauté scientifique entière le soin d'apprécier les résultats de ses collaborateurs. Mais on sait que, sans enfreindre aucunement la liberté de recherche, dont nous sommes les plus ardents

Les mesures faites par Mlle Davenas, assistante du Dr Benveniste, donnèrent des résultats probants. Reprises en "aveugle", ces expériences aboutirent à des conclusions bien différentes.





défenseurs, on peut quand même conseiller certains collaborateurs qui tendent à prendre leurs désirs pour des réalités. Est-ce par hasard que le même communiqué rappelait que l'Unité 200, que dirige le Dr Benveniste, fera l'objet d'un examen régulier au printemps 1989 ?

On souhaiterait aussi savoir pour quelles raisons certains organes de presse ont été si réceptifs à la thèse du Dr Benveniste. Qu'on soit ouvert à des théories audacieuses, c'est certes recommandé, qu'on "gobe" des théories plus proches du mysticisme que de la science dans des publications où l'on compte quand même quelques diplômés de grandes écoles est surprenant.

Si l'on admettait, en effet, que l'eau a une mémoire, il eût fallu, dans la logique de la science, se demander combien de temps dure cette fameuse mémoire. Une minute ? Un an ? Un siècle ? Tremblez, bonnes gens ! Si votre verre d'eau matinal avait été traversé il y a un siècle par une molécule de bave de chien enragé, il eût fallu courir à l'Institut Pasteur se faire vacciner. Car enfin, il n'y a pas de raison que l'eau ne garde que la mémoire des molécules censées être bénéfiques.

Pis encore : à supposer que les molécules qui ont été en contact avec une molécule en gardent la mémoire (et l'on se demande où pourrait bien se nicher cette mémoire dans une molécule aussi simple que  $H_2O$ ), il faut quand même rappeler que toutes les molécules d'eau qui se trouvent dans une bouteille où se trouve une molécule de belladone, par exemple, ne sont pas en contact avec celle-ci. Par quel phénomène de transmission totalement inconnu en acquerraient-elles donc la mémoire ? Et si l'on dilue cette bouteille d'eau dans dix autres, il reste encore moins de molécules "mémorisées" !

Mais il est vrai que ce brave M. Hahnemann, l'un des plus parfaits délirants de l'histoire des médecines, le fondateur de l'homéopathie, expliquait toutes les maladies, absolument toutes, par la syphilis ou l'hérédosyphilis. Il faut quand même relire ses auteurs ! Le rhume ? C'est la syphilis ! L'ulcère d'estomac ? La syphilis ! Le cancer ? La syphilis, vous dis-je ! Molière eût adoré M. Hahnemann. La mémoire de la syphilis est universelle !

Puis il convenait de se demander si, d'aventure, il n'existait pas d'autres milieux que l'eau pour posséder une mémoire. L'huile, par exemple, ou encore l'alcool. Est-ce que la même eau, gelée, conserve aussi sa mémoire ? Et pourquoi s'en tenir aux liquides ? Les gaz ne posséderaient-ils pas une mémoire, eux aussi ? En tous cas, chacun était fondé à se demander comment agissent les petites granules de la pharmacie homéopathique. Ce sont en effet des solides ; qu'est-ce donc qui est dilué, puisque ce n'est pas de l'eau ? Comment donc s'y manifeste la mémoire ?...

Délire, ironie facile ? Certes non. De Lehn à Bed-

norz et Müller, aucun physicien n'en disconvient : il n'y avait aucune raison de restreindre la capacité de mémoire à l'eau. Le Dr Benveniste réinventait donc, comme nous venons de l'esquisser, toute la science, jusques et y compris l'astronomie, la thermodynamique, la mécanique, l'optique... Il est regrettable qu'on n'y ait pas pris garde. La communauté scientifique fut consternée. Pas un seul savant n'a volé au secours du Dr Benveniste, et les seuls qui ont accepté de prendre la parole, comme Lehn, ont exprimé leur stupéfaction. « A sa place, j'aurais refait les expériences. »

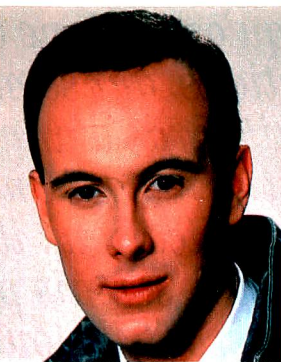
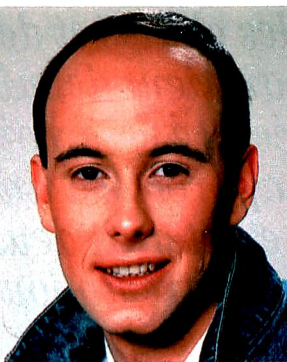
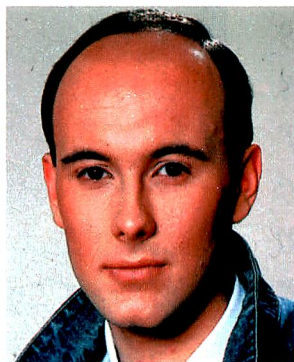
Le paradoxe de l'affaire est que, et nous sommes ici sincères, le Dr Benveniste aura été très bénéfique ; nous lui sommes, en effet, sincèrement reconnaissants, à *Science & Vie* en tous cas, d'avoir rappelé que la science n'est pas une religion. En effet, il a abordé son entreprise avec une foi admirable, qui a été perçue même par l'équipe de *Nature*. M. Stewart nous l'a personnellement dit. Il a cru, et c'est exactement ce qu'un vrai savant ne fait jamais d'emblée, ni même entièrement. Un savant ne croit pas, il vérifie. Et quand il a vérifié, il ne croit à ce qu'il a trouvé que de manière relative ; il sait qu'aucun savoir n'est complet et qu'il sera fatalement modifié par la suite. Mais M. Benveniste, qui était déjà acquis à l'homéopathie, a voulu à tout prix fournir les preuves d'un article de foi. Foi fortement colorée d'idéologie. Nous nous sommes laissé dire, en effet, que dans les milieux qui lui sont favorables, on affirme que « ceux qui ne croient pas à l'homéopathie sont des gens de droite » ! C'est le parallèle exact des accusations de Lyssenko : ceux qui ne croyaient pas à sa génétique "marxiste" étaient des "déviationnistes bourgeois". Où donc va se nicher la vertu politique !

L'enthousiasme de zéloteur du Dr Benveniste aura, par ailleurs, porté un coup à l'homéopathie dont celle-ci pâtira longtemps. Il a illustré à merveille le dicton de George Bernard Shaw : on peut se moquer de quelqu'un pendant tout le temps, ou on peut se moquer de tout le monde pendant quelque temps, mais on ne peut pas se moquer de tout le monde tout le temps. Pour cela aussi, nous lui sommes reconnaissants.

Ajoutons ceci : nous avons aussi eu notre part de reproches. Selon certains, nous aurions manqué d'objectivité. Il eût fallu exposer les deux thèses en présence et laisser au lecteur le soin de juger. Or, cela ne serait pas de l'objectivité, et en tous cas pas de l'information. On ne peut pas exposer tranquillement les thèses des défenseurs de la théorie de la Terre plate et celles des défenseurs de la théorie de la Terre sphérique et les renvoyer dos à dos en laissant au public le soin de juger. Un journaliste n'est pas une caisse de résonance. Son travail consiste à indiquer au lecteur où se trouve la vérité. Son talent aussi.

**Gerard Messadié**

# DÈS À PRÉSENT LE PROBLÈME ESTHÉTIQUE DE LA CALVITIE PEUT ÊTRE DÉFINITIVEMENT BALAYÉ.



## À CELA 3 RAISONS

- La première, c'est qu'aujourd'hui, l'image que l'on donne devient un des facteurs essentiels de séduction et de réussite.
- La deuxième raison, c'est que Rien ne peut stopper le phénomène de la calvitie traditionnelle. Un jour peut-être... En attendant les cheveux tombent et ne repoussent plus.
- La troisième raison, c'est que déjà plus de trois millions d'hommes dans le monde vivent en SIMILHAIR, et qu'ils représentent le départ d'un

grand courant qui va atteindre ceux qui sont dans l'attente d'une solution vraiment satisfaisante.

## LA METHODE SIMILHAIR

Similhair est un cheveu esthétique-ment parfait, la réplique exacte du cheveu masculin vivant, souple, soyeux et de même diamètre.

Il est impossible de le différencier de vos cheveux car les nuances et le degré de la frisure sont fidèlement respectés.

Similhair, c'est une implantation che-

veu par cheveu... mais pas sur votre cuir chevelu. Similhair s'intègre naturellement de façon totalement invisible.

## LA CORRECTION EVOLUTIVE

SIMILHAIR, c'est aussi le choix d'une correction évolutive partielle ou totale. Cette méthode aide à corriger puis à retrouver une personnalité altérée par la calvitie en agissant par étape.

Les Centres d'Esthétique Capillaire ANY D'AVRAY vous conseilleront et décideront avec vous s'il faut agir

d'un coup ou bien en douceur, progressivement.

## VOTRE INFORMATION, NOTRE SOUCI N° 1

Sur votre demande, ANY D'AVRAY vous adressera une information complète. Vous trouverez tous les détails nécessaires pour déterminer votre riposte à la calvitie (fixation, hygiène, prix ...) et cela gratuitement sans aucun engagement de votre part. Pour la Province et l'étranger, vous recevrez l'adresse de tous nos spécialistes Any d'Avray.



# Any d'Avray

Les cheveux les plus proches de la vie.

25, rue Danielle Casanova 75001 PARIS - Tél. 42.60.21.42

Any d'Avray

25, rue Danielle Casanova - 75001 PARIS

Je désire

- ☐ une documentation gratuite pour découvrir les Similhair et le Contrat Personnalité.
- ☐ un rendez-vous gratuit et sans engagement de ma part chez mon spécialiste régional.

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code Postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_



# POURQUOI Y A-T-IL ENCORE DES COMÈTES ?

*On supposait qu'il en existait un "réservoir". Puis, on s'est avisé qu'au rythme des chutes et des destructions qui se maintient depuis des milliards d'années, ce réservoir devrait être vide. On approche d'une explication : il existerait deux réservoirs. Mais peut-être un jour se seront-ils tous deux épuisés...*

**D**epuis 1950, où l'astronome hollandais Jan Oort postula l'existence d'un "réservoir à comètes" à l'autre bout du système solaire, on pensait avoir réglé le problème de leurs origines. Ces astres aussi fantasques que chevelus nous tombaient d'un grand nuage sphérique, le Nuage d'Oort, à 7 500 milliards de km d'ici. Proches des autres étoiles, les noyaux cométaires étaient donc légèrement secoués chaque fois que l'une d'elles, au hasard de sa course, s'en approchait un peu trop. En réaction au petit choc gravitationnel, certains étaient éjectés définitivement du système solaire. D'autres, au contraire, étaient projetés vers le Soleil. Arrivés dans ses parages, ils déployaient leurs grandes queues, ornaient notre ciel pendant quelques semaines, puis repartaient vers des contrées lointaines.

Selon Oort, ces astres nomades avaient beau vivre en marge, ils faisaient quand même partie du système solaire. Ils flottaient la plupart du temps dans leur lointain nuage, mais cela ne les empêchait pas d'être accrochés gravitationnellement à notre Soleil. Leur naissance était liée à la sienne. Sinon, comment se seraient-ils intégrés au système ? Tout portait à croire que les noyaux cométaires s'étaient formés en même temps que les planètes, il y a de cela 4,6 milliards d'années. Aux dernières estimations, ils étaient encore quelque mille milliards parqués dans le Nuage d'Oort. Invisibles, ils représenteraient une masse

**Selon l'astronome Louis Frank** une averse de mini-comètes invisibles s'abat sur la Terre, au rythme de 20 à la minute. Si cette averse dure depuis la nuit des temps, elle a pu aider au remplissage des mers. Chaque mini-comète apportant son petit volume d'eau, sur des milliards d'années cela finit par former des océans...









totale de 5,976. 10<sup>21</sup> tonnes, soit l'équivalent du poids de la Terre. Aujourd'hui, non seulement ces chiffres sont contestés, mais on en vient à douter de l'existence même du Nuage d'Oort.

Certains affirment que depuis le temps, le réservoir à comètes devrait être vide, et que, s'il ne l'est pas, c'est que des comètes venues d'ailleurs l'alimentent en permanence. D'autres prétendent que

du Soleil qu'on ne peut les voir que s'il se produit une éclipse pendant qu'elles passent dans notre ciel. Certaines encore, comme Donati, reviennent périodiquement nous rendre visite tous les 2 000 ans. D'ailleurs, lorsqu'elles réapparaissent après une si longue absence, elles causent bien des frayeurs. Un journal belge rapporte qu'en 1858, Donati avec sa large queue a rendu fou de terreur un admira-

rateur. D'autres comètes enfin, comme Perrine-Mrkos ou Giacobinni-Zinner, préfèrent ne pas trop espacer les rendez-vous et reviennent tous les six-sept ans.

Quelques-unes se perdent en route. Ainsi Tempel-Swift n'a plus été revue après son apparition de 1908. Neujmin 2, observée pour la première fois en 1927, devait revenir régulièrement nous visiter tous les 5 ans et demi. Las, elle a été portée disparue.

Quant à la décevante Kohoutek, très attendue par la presse en 1973, et qui a daigné montré juste un petit bout de queue à la veille des fêtes de fin d'années, elle ne reviendra pas de si tôt dans les parages. Son retour est annoncé dans 78 500 ans.

Ce n'est pas Halley qui nous ferait ainsi lanterner. La plus fidèle des comètes, celle que tout le monde connaît, nous fixe des rendez-vous réguliers tous les 75 ans et des poussières. Depuis l'an 240 avant notre ère, elle n'a jamais failli. Chacune de ses apparitions a été enregistrée en Chine ou en Europe.

En 1986, cinq sondes sont allées à sa rencontre, deux soviétiques, deux japonaises et une européenne. La première, Véga 1 (URSS), après un détour par Vénus et un voyage de 714 millions de km, l'approchait le 6 mars 1986. Deux jours plus tard, les sondes japonaises MST 5 et Planet A la survolaient ensemble, l'une à 1 million, l'autre à moins de 20 000 km. Le lendemain, la sonde soviétique Véga 2

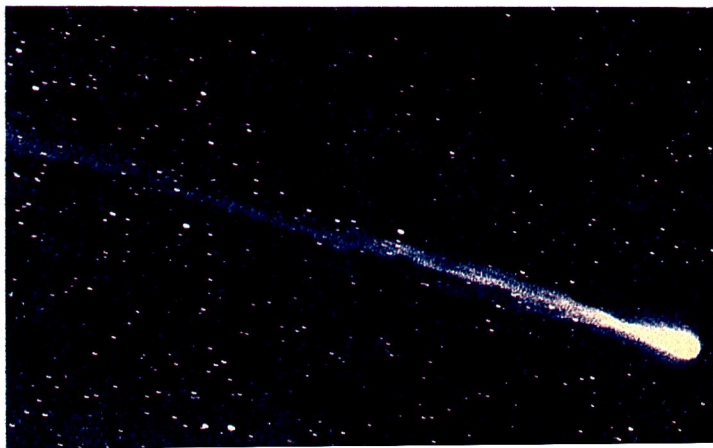


Les comètes passent, mais ne se ressemblent pas. Certaines sont très brillantes, comme West (ci-dessus), d'autres sont au contraire décevantes comme Kohoutek (ci-dessous)...

ce réservoir ne se situe pas aux confins du système solaire, mais plutôt du côté de Neptune, à moins de 4 milliards de kilomètres d'ici.

Il est vrai que la famille des comètes n'a cessé de s'agrandir. Plus de 700 sont déjà répertoriées. Jusqu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle, on en découvrait une vingtaine par siècle, soit une tout les cinq ans environ. L'invention de la photographie et la mise en service de télescopes de plus en plus puissants ont permis d'accélérer cette cadence. Il ne se passe pas d'année sans qu'on en observe au moins cinq. 1983 a été particulièrement féconde, puisqu'elle en a amené 28, dont 12 encore inconnues. En dix mois de service, le satellite IRAS en a repéré 6 nouvelles. Son "regard" infrarouge lointain, unique en son genre (<sup>1</sup>), lui permettait de voir les queues de poussière sur des distances bien plus grandes que les plus grands télescopes au sol...

Les différents membres de la famille des comètes ne se ressemblent guère. Certains sont très brillants, comme Bennet ou West. D'autres, comme Tewfik, sont au contraire très ternes et si proches



lui rendait visite, mais restait sur ses gardes à une distance d'environ 10 000 km. Enfin le 13 mars, la sonde européenne Giotto arrivait. A la vitesse de 250 000 km/h, telle un bolide, elle frôlait le noyau à moins de 500 km.

Ces raids cosmiques nous ont appris au moins quelque chose de plus sur cette comète-là, à défaut de toutes les autres: son noyau est l'un des corps les plus sombres du système solaire. C'est un monolithe de forme irrégulière de 8×8×16 km, recouvert d'une couche noirâtre poreuse. Sa période de rotation, autour d'un axe situé à l'intérieur d'un cône de +/- 45° d'ouverture par rapport à la perpendiculaire au plan de l'orbite, est de 53 heures, à trois heures près.

Une première analyse des données rapportée par les cinq engins, confirme que la comète est bien une "boule de neige sale", comme l'avait suggéré dès 1951 l'Américain Fred Whipple. Le noyau contient essentiellement de la vapeur d'eau et du gaz carbonique. Quant aux poussières légères, floconneuses et très sombres, elles sont un mélange de silicates et de molécules complexes, les CHON, constituées de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote. Chaque grain semble posséder un cœur minéralo-métallique recouvert d'un manteau organique. L'irradiation cosmique a probablement contribué à la formation de cette matière noire qu'on retrouve aussi bien dans la queue qu'à la surface du noyau.

Comme ses consœurs, Halley supporte mal le Soleil. Sous la chaleur, les constituants de ses couches superficielles s'excitent, s'agitent et se volatilisent. Rapidement, son noyau perd tout contrôle gravitationnel sur eux. Le gaz alors s'échappe, entraînant avec lui les poussières. C'est ainsi que la comète se voit soudain affublée de deux queues, l'une bien droite, brillante, s'étendant sur des centaines de millions de kilomètres, l'autre légèrement incurvée, beaucoup plus discrète.

L'aspect de ces deux queues est très variable d'une comète à l'autre. Bien développées chez les plus brillantes, elles sont complètement atrophiées chez les périodiques. De dimensions encore appréciables chez Halley, elles finiront par s'altérer à



... Enfin Halley n'a rien pour elle, sinon sa fidélité. Depuis l'antiquité, tous les 75 ans et des poussières, elle vient nous rendre une petite visite...

force de fréquenter le Soleil. Les examens récents révèlent qu'elle perd jusqu'à 40 t de matière par seconde chaque fois qu'elle s'en approche. A ce rythme, ces panaches auront disparu dans quelque 20 000 ans... La comète n'aura plus alors assez de matière pour les alimenter. Elle ne sera plus que l'ombre d'elle même, c'est-à-dire une petite boule de neige sale.

Elles finissent toutes aussi tristement, d'ailleurs ! La durée de leurs vies dépend essentiellement de la fréquence des expositions au Soleil.

Il existe trois catégories de comètes.

- Celles qu'on peut appeler les "fanatiques" — 10 % de la population — qui reviennent s'exposer le plus souvent possible, tous les 5 à 100 ans. On les nomme périodiques à courtes périodes. Leurs orbites, à quelques écarts près, sont sagement inscrites dans le plan de l'écliptique (2).

- Les "raisonnables", celles qui ne prennent le Soleil que tous les quelques centaines voire quelques centaines de milliers d'années. Ces "périodiques à longues périodes" ont leurs orbites distribuées n'importe comment.

- Les "très sages", celles que l'on ne voit pratiquement jamais ; elles accomplissent un tour de Soleil

(1) IRAS est le premier et le seul satellite capable de capter les infrarouges. D'autres projets, tels le satellite européen ISO, sont à actuellement à l'étude.

(2) Plan dans lequel gravite la grande majorité des planètes.



en 5 millions d'années, sur des orbites paraboliques pouvant être très inclinées par rapport au plan de l'écliptique. Elles passent la majeure partie de leurs existences dans le froid intersidéral, plus proches des autres étoiles que ne l'est aucun corps du système solaire. Véritables mémoires gelées, elles gardent au plus profond de leur noyau les souvenirs des temps anciens.

C'est après avoir analysé les orbites d'une vingtaine de ces comètes à très longues périodes que Jan Oort est arrivé à la conclusion que toutes, même celles de courtes périodes, proviennent d'une même source. Son raisonnement est simple.

Irrésistiblement attirées par le Soleil, les comètes à très longues périodes arrivent des confins du système solaire sur des orbites quasi paraboliques. En passant dans la région des planètes géantes, sous l'influence de leur champ gravitationnel, elles changent légèrement de cap, et, après plusieurs détournements, leur orbite originelle se transforme en une orbite à courte période.

L'ascendant de Jupiter sur les astres chevelus avait été pressenti dès le XVIII<sup>e</sup> siècle. En fait, les trois quarts des comètes à courte période paraissent très proches de lui, leur aphélie (\*) se trouve à côté de son orbite. C'est probablement sous son influence gravitationnelle qu'elles ont pris la dangereuse habitude de fréquenter très souvent le Soleil.

Une comète est toujours sérieusement altérée lorsqu'elle passe dans la sphère d'activité d'une planète, c'est-à-dire la région dans laquelle l'attraction gravitationnelle de la planète prime sur celle du Soleil. Cette zone d'influence est d'autant plus grande que la planète est plus massive et plus lointaine. Le

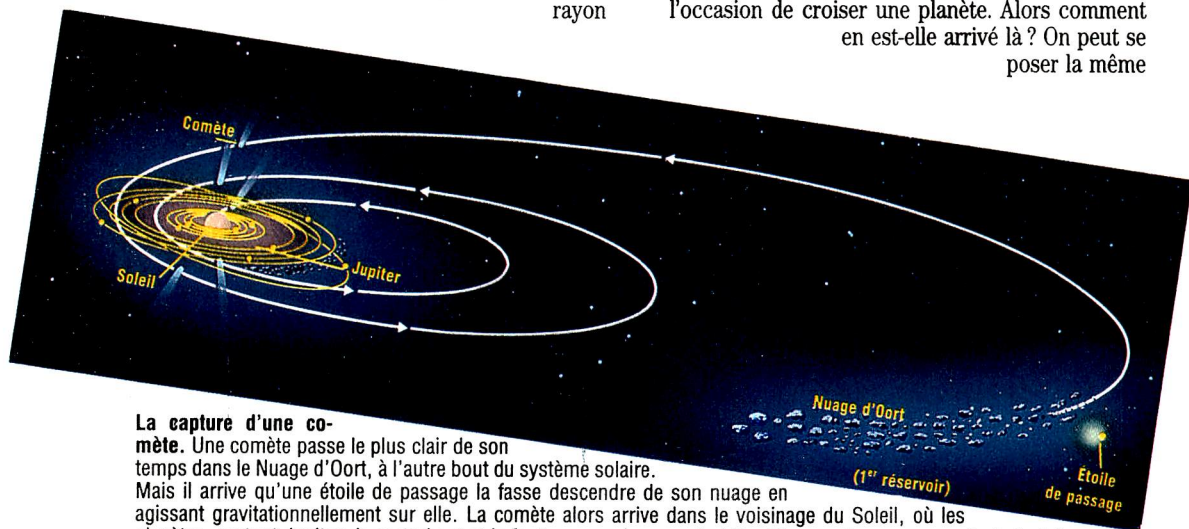
rayon

de la sphère d'activité du pesant Jupiter est de 0,32 u.a. C'est lui le plus influent, mais d'autres ont également leur mot à dire. Neptune compense sa faible carrure par une grande distance au Soleil. Vingt fois moins massif, mais six fois plus éloigné que Jupiter, il a une sphère d'activité non négligeable, de 0,58 u.a. de rayon. La planète de Le Verrier a certainement une grosse part de responsabilité, elle aussi, dans le déclin des comètes.

A priori, les comètes les plus influençables sont celles qui circulent dans le plan de l'écliptique. Se trouvant dans le même plan que les planètes, elles ont plus de chance d'en rencontrer, donc de se laisser capturer. Lorsque les orbites sont au contraire très décalées, les comètes n'approchent jamais une planète d'assez près pour subir son emprise.

Un autre facteur d'influence est le sens de la rotation. Si la comète tourne autour du Soleil dans le même sens que la planète (rotation directe), lorsqu'elle arrive à sa portée, sa vitesse relative est très petite et elle reste longtemps sous sa domination. En revanche si son mouvement est rétrograde, les deux astres se croisent très vite et n'ont pas le temps de se mesurer l'un à l'autre. Cela explique pourquoi la plupart des comètes à courte période se déplacent dans le sens direct sur des orbites très peu inclinées par rapport au plan de l'écliptique.

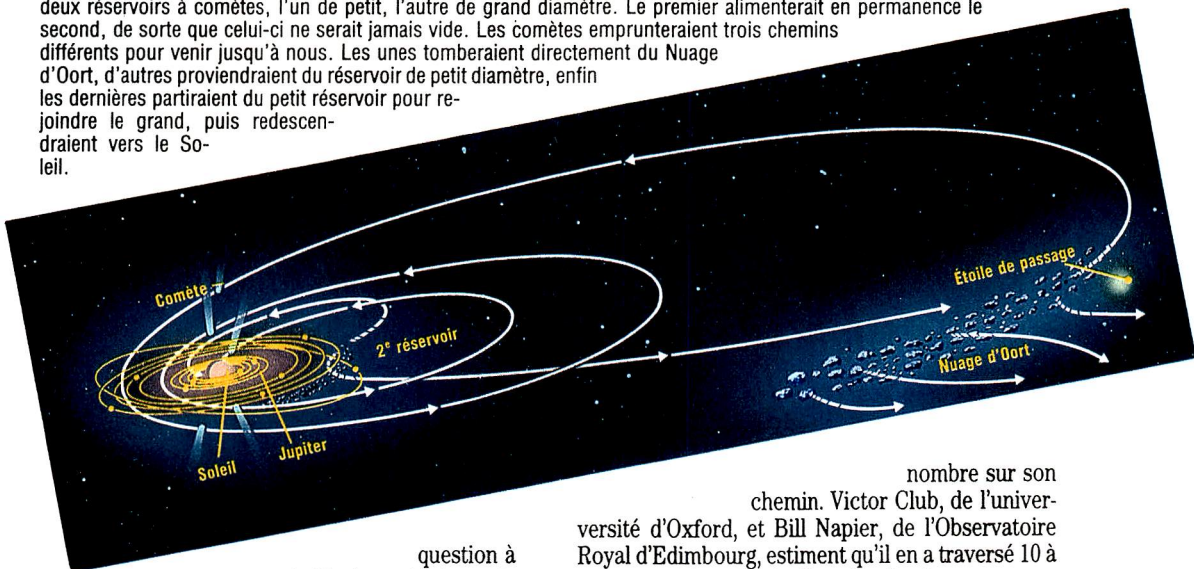
Une minorité a cependant des mouvements incompréhensibles. Prenons l'exemple de Crommelin. Depuis 20 000 ans, elle emprunte la même orbite. Tous les 28 ans, elle revient s'exposer au Soleil. Complètement usée, elle n'a plus de queue et ses capacités de dégazage sont très faibles. Pourtant, au cours de sa brève carrière, à cause de l'inclinaison de son orbite, elle n'a pas dû avoir souvent l'occasion de croiser une planète. Alors comment en est-elle arrivée là ? On peut se poser la même



#### La capture d'une comète.

Une comète passe le plus clair de son temps dans le Nuage d'Oort, à l'autre bout du système solaire. Mais il arrive qu'une étoile de passage la fasse descendre de son nuage en agissant gravitationnellement sur elle. La comète alors arrive dans le voisinage du Soleil, où les planètes, surtout Jupiter, la perturbent et la font encore changer d'orbite. Elle repart sur sa nouvelle trajectoire, mais en s'éloignant elle redevient sensible au "charme" gravitationnel des étoiles de passages. Elle dérive, revient dans la banlieue solaire, ressent à nouveau les perturbations des planètes géantes... Et ainsi de suite, en changeant plusieurs fois d'orbite, elle finit par devenir une comète à courte période qui n'arrête pas de passer et repasser dans notre ciel.

**Les deux réservoirs.** Jusqu'ici les astronomes pensaient qu'il n'existait qu'un seul réservoir à comètes, le Nuage d'Oort à 60 000 u.a. du Soleil. Aujourd'hui ils sont en train de revoir toute leur conception du système solaire. En fait, il y aurait deux réservoirs à comètes, l'un de petit, l'autre de grand diamètre. Le premier alimenterait en permanence le second, de sorte que celui-ci ne serait jamais vide. Les comètes emprunteraient trois chemins différents pour venir jusqu'à nous. Les unes tomberaient directement du Nuage d'Oort, d'autres proviendraient du réservoir de petit diamètre, enfin les dernières partiraient du petit réservoir pour rejoindre le grand, puis redescendraient vers le Soleil.



question à propos de Encke, qui fait partie de ces comètes prématurément vieilles par le Soleil. La position de son orbite devait la protéger de l'influence des planètes géantes. Seules Mercure, Vénus, Mars et la Terre auraient pu intervenir, mais leur pouvoir gravitationnel est bien maigre.

Le cas de la célèbre Halley n'est pas plus clair. Rétrograde, particulièrement inclinée sur le plan de l'écliptique, son orbite n'aurait jamais dû être raccourci.

Ces quelques exceptions confirment la règle. D'ailleurs le dégazage du noyau au périhélie <sup>(3)</sup> et l'influence des étoiles à l'aphélie <sup>(4)</sup> peuvent expliquer certains changements d'orbite imprévisibles.

Tout aurait été pour le mieux dans le meilleur des mondes, si les astronomes ne s'étaient donc aperçus que le réservoir à comètes d'Oort avait une fâcheuse tendance à se vider. Les étoiles de passage n'étaient pas seules à agir sur son équilibre.

Dans les années 1970, les radioastronomes avaient découvert avec stupeur de grands complexes de nuages moléculaires dans la Voie lactée. Trois cent fois plus denses que le reste du milieu interstellaire, un million de fois plus massifs que le Soleil, ils s'étendent sur des centaines d'années-lumière. Ignorant jusqu'à leur existence, Oort ne pouvait en tenir compte dans ses calculs. Or, les nuages moléculaires ont un rôle non-négligeable dans les problèmes du réservoir à comètes.

Au cours de son périple autour du centre de la galaxie, notre Soleil a dû en rencontrer un certain

nombre sur son chemin. Victor Club, de l'université d'Oxford, et Bill Napier, de l'Observatoire Royal d'Edimbourg, estiment qu'il en a traversé 10 à 15 en ses 4,6 milliards d'années de vie.

Ce furent des rencontres-chocs, le Nuage d'Oort n'eut jamais dû s'en remettre. Très léger, trop faiblement attaché au Soleil, parce que trop éloigné, il était particulièrement vulnérable. A chaque fois, les nuages moléculaires balayaient de leur gaz les noyaux cométaires, et les éjectaient hors du système solaire. En 10 à 15 coups, le réservoir devait être nettoyé de ses boules de neige sale. Il ne serait plus rempli qu'au dixième. Les étoiles de passage n'auraient plus d'effet sur lui, et nous ne devrions donc plus observer de comètes. A moins que les pertes n'aient été compensées par des gains...

Club et Napier ont imaginé un mécanisme par lequel le réservoir d'Oort serait colmaté. Les grands complexes moléculaires devraient, selon eux, contenir des comètes. Ne sont-ils pas suffisamment denses et froids pour fabriquer de gros glaçons ? A chaque traversée de nuages moléculaires, le Soleil, très secoué, perdrait des comètes... Mais il en gagnerait aussi en leur empruntant, de sorte que le niveau du réservoir d'Oort resterait quand même constant.

Mais la grande majorité des astronomes conteste la validité de ce modèle, arguant du fait que le Soleil se déplace trop vite pour prendre des noyaux cométaires déjà constitués dans le filet de son champ gravitationnel. Pour certains, c'est toute la mécanique du système solaire qui doit être révisée. Au lieu d'un réservoir, il y en aurait deux : le Nuage d'Oort et un autre, plus proche du Soleil.

En 1978, l'Américain A.G.H. Cameron parla le premier d'un disque ayant un diamètre de quelques centaines de u.a. Plein de poussière et de boules de neige sales, ce disque perdrait régulièrement l'équi-

(3) Point de l'orbite où l'objet céleste est le plus proche du Soleil.

(4) Point de l'orbite où l'objet céleste est le plus éloigné du Soleil.

(5) u.a. : unité astronomique, définie comme la distance moyenne de la Terre au Soleil, soit 149,6 millions de km.



# ON A VU LA VOIX CHANTER

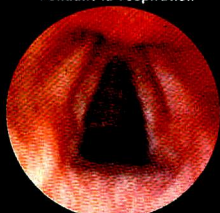
*L'art du chant peut-il être exprimé scientifiquement, ramené à ses modes de fonctionnement physiologique ? Monsieur Jourdain faisait de la prose sans le savoir ; les chanteurs mettent en œuvre des phénomènes vocaux qu'ils ignorent et que deux chercheurs français ont réussi pour la première fois à rendre, littéralement, visibles.*

**L**es problèmes de la voix chantée sont très différents de ceux de la voix parlée. Or, pour guider l'élève, le professeur de chant ne dispose aujourd'hui d'aucune référence objective scientifique. Aussi brillant pédagogue qu'il soit, il ne peut tenir qu'un langage métaphorique, ni transmettre son savoir autrement qu'en termes personnels, ceux de sa propre expérience, de sa sensibilité musicale, de sa perception auditive. Même quand il apporte des notions "techniques" son propos est très éloigné de la réalité psychologique. Pour élaborer une méthode d'apprentissage plus

rationnelle, Nicole Scotto Di Carlo, directeur de recherche au CNRS, et Denis Autesserre, maître de conférence à l'université de Provence, physiologiste de la phonation (<sup>1</sup>), ont sondé en laboratoire, *in vivo*, les "mécanismes secrets" de quelques-uns des plus illustres interprètes contemporains. Leur sujet d'expérience le plus fidèle est sans conteste la soprano Mady Mesplé qui se prête depuis bientôt vingt ans aux exigences de cette recherche.

Les deux chercheurs marseillais ont fait appel à plusieurs outils modernes d'exploration interne des organes. L'endoscope, par exemple, tube optique muni d'un système d'éclairage et qu'on introduit dans les cavités naturelles pour les examiner — en l'occurrence le larynx et la

LES CORDES VOCALES  
Pendant la respiration



Pendant le chant



Ces endoscopies du larynx montrent que, pendant la respiration, les cordes vocales sont écartées pour laisser l'air pénétrer dans les poumons ; tandis qu'au cours de la phonation, la glotte (l'espace entre les cordes vocales) se ferme et s'ouvre en fonction des vibrations des cordes vocales. Ainsi, lorsqu'une soprano, comme Jessye Norman (ci-contre), émet un contre-ut, sa glotte s'ouvre et se ferme 1046 fois par seconde.





trachée, c'est-à-dire les centres où se fabrique le chant. Et aussi le téléxéradiographe (\*), qui permet d'étudier les éléments péri-articulaires et infra-articulaires tels que les ligaments et les muscles (or les cordes vocales sont des muscles). En couplant ces instruments à un système vidéo, on obtient une véritable cartographie audiovisuelle de la voix chantée.

Comme tout instrument à vent, le système vocal humain est constitué de trois éléments : une soufflerie (les poumons), un vibreur (les cordes vocales), un résonateur (la cavité pharyngo-buccale). Un réseau nerveux très spécialisé commande et synchronise l'ensemble.

Quand nous parlons, le souffle provenant des poumons s'engage dans la trachée et frappe les cordes vocales, deux petits muscles en forme de lèvres qui, sous le jeu des pressions et des dépressions de l'air expiré, vont s'écarter et se rapprocher, s'ouvrir et se refermer encore. L'air sera débité en bouffées plus ou moins rapides, selon que le rythme des vibrations des cordes vocales est plus ou moins élevé. A ce stade, on a la voix à l'état brut, autrement dit un son dont la hauteur varie en fonction de la vitesse de vibration des cordes. Plus celles-ci vibrent vite, plus le son obtenu est aigu. Mado Robin, l'interprète légendaire de *Lakmé*, avait une voix de soprano colorature exceptionnelle ; quand elle émettait son fameux ré<sup>6</sup>, ses cordes vibraient 20 349 fois à la seconde.

A ce niveau de fréquence, il s'agit d'un "bruit" et non d'un parler intelligible ; seule l'intonation est perçue. Selon l'inflexion du chant, on sait si le locuteur pose une question ou affirme quelque chose, mais c'est là tout le sens qu'on peut tirer de la phrase. Pour que les sons se transforment en paroles, ils doivent passer dans différentes cavités qui surplombent les cordes vocales, "grottes" pharyngale, buccale et accessoirement nasale, qui jouent le rôle de caisses de résonance un peu comme le corps du violon ou de la guitare. Ces cavités sont douées d'une grande plasticité ; en modifiant leur forme et leur dimension, nous atténuons ou renforçons les harmoniques (\*), et produisons les différences de timbres qui rendent possible la communication orale.

On appelle résonance, l'amplification des ondes sonores par une cavité accordée sur la fréquence émise par la source sonore. Concrètement, si on laisse vibrer à l'air libre un diapason qui donne le la<sup>7</sup> de référence à la fréquence de 440 Hz, on l'entend à peine. Nous avons tous le souvenir de notre professeur de chant qui approchait les petites lames d'acier de son oreille pour obtenir le ton juste. Mais si on approche le diapason d'une boîte dont le volume est tel que sa fréquence de résonance est égale à 440 Hz, les vibrations seront parfaitement audibles à distance. C'est le principe qu'utilise le chanteur en ajustant en permanence la dimension de sa cavité

pharyngo-buccale en fonction de la hauteur du son émis par ses cordes vocales. D'où ces contorsions faciales qui rendent parfois insupportables les vues en gros plan des chanteurs d'opéra.

A chaque hauteur de son correspond donc une forme et un volume optima de la cavité pharyngo-buccale. Il y a là toute une éducation bio-géométrique à faire lorsqu'on veut apprendre à chanter. Mais l'élève devra auparavant réapprendre à se servir de ses organes articulateurs — langue, lèvres, mandibule, voile du palais — dans le but justement de faire jouer ces effets de résonance. La langue appliquée contre le palais ou les dents, de même que le lèvres jointes, sont des organes vibratoires non négligeables, qui interviennent notamment dans la formation des consonnes, et sont les seules sources sonores dans le chuchotement et le sifflement.

Le système vibratoire de notre voix peut donc maintenant être étudié de très près, *in situ*, grâce au double faisceau de la fibroscopie laryngée — une technique endoscopique utilisant des milliers de fibres optiques et qui est encore plus efficace que l'endoscopie classique — et à la téléxéradiographie de profil. On obtient ainsi un panoramique en chair et en os du larynx et de l'ensemble des organes phonatoires.

Le larynx, situé juste au-dessus de la trachée, sert d'écrin aux cordes vocales. Ses deux cartilages, les aryténoïdes, grâce à leurs facettes articulaires et aux muscles qui les commandent, agissent comme des multi-charnières susceptibles d'effectuer des mouvements de rotation, de translation et de bascule. Ces manœuvres ont pour effet d'écarter et de rapprocher les cordes vocales, qui ont ainsi toute latitude pour générer et moduler le son.

Les travaux de Scotto Di Carlo ont montré que dans la mesure où le chanteur ne peut contrôler directement la mobilité de son larynx, c'est l'os hyoïde qui va prendre le relais en jouant en quelque sorte un rôle de gouvernail. Il s'agit d'un petit os médian en fer à cheval, placé au-dessus du larynx. Il est isolé du reste du squelette mais lui est relié par des ligaments et des muscles. A cause de ses connexions extrêmement mobiles au larynx, à la langue, à la mandibule, à la base du crâne, au sternum, à la clavicule et à l'omoplate, cet os permet de faire bouger le larynx par effet indirect, à partir d'éléments anatomiques sur lesquels le chanteur peut agir consciemment : la position de la langue, de la mâchoire inférieure, de la tête, entre autres.

Ces mimiques de chanteur d'opéra n'ont pas d'autres causes. Les contraintes physiques liées à l'émission de la voix ne se limitent pas à des jeux forcés de physionomie, elles commandent aussi certaines attitudes du corps. Pour étudier les chanteurs dans des conditions expérimentales aussi proches que possible de la réalité, Scotto Di Carlo et Autesserre les ont radiographiés sans céphalostat, cette sorte de har-

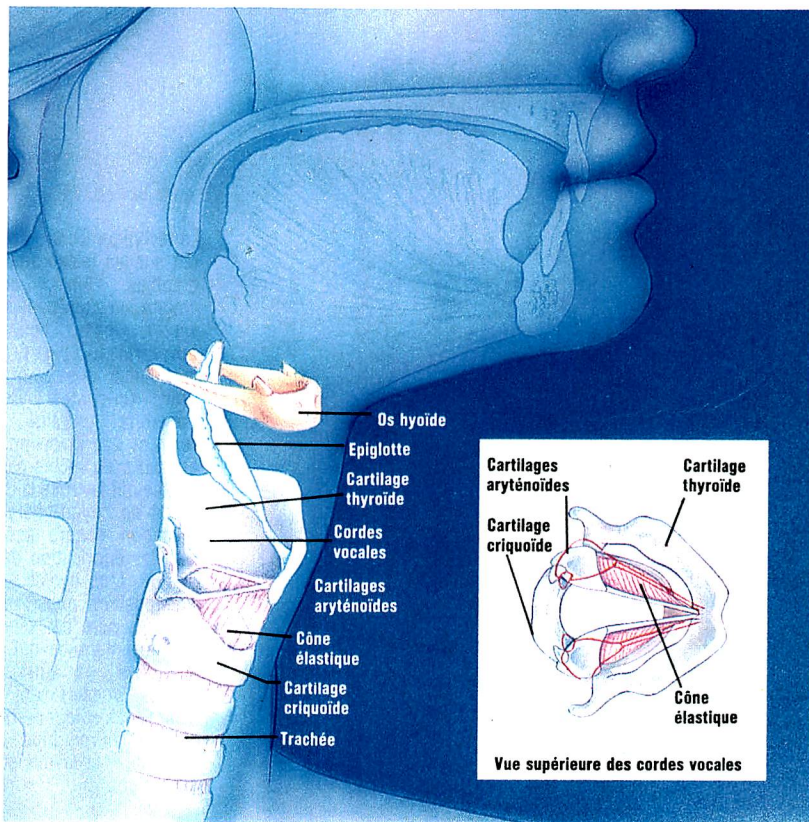
nais utilisé en radiologie pour maintenir la tête du patient. Ainsi ils ont pu démontrer pour la première fois l'existence de postures spécifiques de l'émission du grave et de l'aigu. On retrouve ici l'image souvent caricaturée de la basse se rengorgeant pour abaisser son larynx et augmenter ainsi le volume de la caisse de résonance pharyngo-buccale. A l'inverse, le soprano relève la tête pour ouvrir davantage la bouche et verticaliser l'os hyoïde, ce qui fait basculer le cartilage thyroïde vers l'avant, étirant ainsi les cordes vocales (plus celles-ci sont fines, plus le son est aigu).

« L'ouverture buccale très importante qu'exige le chant dans l'aigu, explique Scotto Di Carlo, entraîne une inversion de la courbure du rachis cervical et des déplacements antéro-postérieurs si importants, que l'on comprend aisément pourquoi toute lésion du rachis empêchant sa mobilité a une incidence sur la voix chantée et en particulier sur l'aigu. Les artistes lyriques ont donc parfaitement raison lorsqu'ils affirment qu'un torticolis ou un "coup de lapin" les empêchent de chanter correctement. »

La soufflerie est une autre fonction essentielle de la machine à chanter. La respiration d'un adulte au repos est une activité réflexe qui n'exige aucun effort physique ; le cycle respiratoire se répète environ 17 fois par minute, la prise d'air étant de l'ordre de 500 millilitres à chaque aspiration. La pratique du chant va nécessiter une quantité d'air deux ou trois fois plus importante, et bien sûr une dépense supérieure d'énergie. Pour répondre à ce besoin, l'expiration, passive dans la respiration normale et active dans la parole, devient volontaire dans le chant, où il s'agit de contrôler avec précision l'écoulement du flux aérien. La base de toute éducation vocale n'est pas, comme on le croit souvent, d'emmagasiner d'énormes quantités d'air mais d'en bien savoir gérer le débit. Pour preuve, une très grande cantatrice a fait une carrière internationale avec un seul poumon.

Le chant exige en outre une intensité sonore régulière qui n'est possible que si la pression subglottique, c'est-à-dire la pression au-dessus des cordes vocales, est maintenue constante. Or, pour assurer cette pression constante tout au long de la phase expiratoire, le chanteur doit apprendre à jouer tel un acrobate avec l'ensemble des muscles impliqués dans la respiration : par exemple, rester en position inspiratoire au niveau de la cage thoracique tout en contractant les muscles abdominaux et en relâchant progressivement le diaphragme. Pas

## COMMENT LES CORDES VOCALES GÈNÈRENT UN SON



Dans le larynx, les cordes vocales sont fixées aux cartilages aryténoïdes et thyroïdes. Grâce à leurs facettes articulaires et aux muscles qui les commandent, les aryténoïdes effectuent des mouvements de rotation, de translation ou de bascule, qui écartent ou rapprochent les cordes vocales, leur permettant ainsi d'émettre un son. Quant au thyroïde, en basculant vers l'avant, il étire les cordes vocales rendant ainsi ce son plus aigu.

facile, essayez ! Les choses se compliquent encore du fait que le travail vocal, selon les exigences de la partition, sollicite des groupes musculaires différents. Ainsi, pour les sons tenus, liés ou émis avec une forte intensité, on utilise les abdominaux, alors que pour les notes piquées, on met en jeu les muscles intercostaux. Une somme de techniques que la



future Castafiore devra non seulement assimiler mais adapter à sa morphologie propre.

Les expériences des deux chercheurs marseillais ont débarrassé le monde du chant d'un certain nombre d'a priori, comme par exemple le mythe séculaire selon lequel le voile du palais se soulève quand on émet de l'aigu. Les films endoscopiques et les clichés radiologiques prouvent que le contraire exactement est vrai : le voile du palais s'abaisse à mesure qu'on monte du grave à l'aigu. C'est en fait l'hyper-rétraction de la luette, associée à une ten-

registre d'un soprano et le cinquième seulement de celui d'un soprano léger colorature, la voix de femme la plus aiguë. Pour toutes les notes situées au-dessus de 352 Hz, les voyelles subissent une distorsion proportionnelle à la fréquence et à l'intensité auxquelles elles sont émises, le degré d'altération maximum survenant à partir de 660 Hz.

Si le problème des voyelles affecte spécialement les voix aiguës, les consonnes ont un effet perturbateur sur l'élocution de tous les interprètes. Pour bien chanter, nous l'avons vu, il faut maintenir

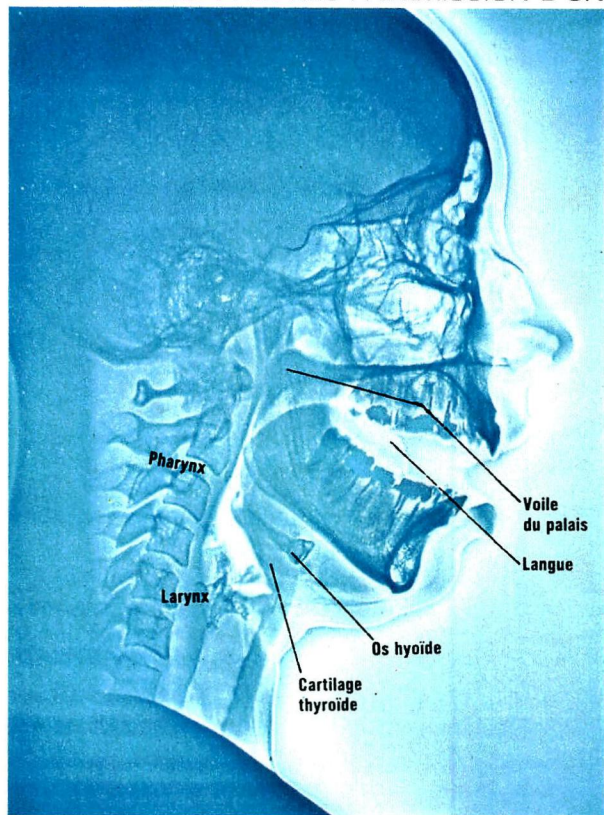
constante la pression de l'air au-dessus des cordes vocales. Or, en créant une obstruction partielle du tractus vocal (compris entre les lèvres et la cavité buccale), l'émission des consonnes provoque soit un trou dans ce continuum acoustique (c'est le cas de p, t, k, b, d, g), soit un bruit désagréable de frottement (f, s, ch, v, z). Seul moyen pour le chanteur d'éviter le piège : sous-articuler les mots en escamotant les consonnes, ce qui ne contribue évidemment pas à la transparence du message verbal.

L'intensité sonore, quand elle franchit la barre des 80 décibels, nuit aussi beaucoup à l'intelligibilité de la voix chantée. Or, un ténor wagnérien au mieux de sa forme n'hésite pas à pousser des pointes à 120 décibels, ce qui correspond au bruit produit par le réacteur d'un avion qui décolle à moins de 100 mètres de votre oreille.

Les résultats des travaux de Nicole Scotto Di Carlo et de Denis Auteserre en odologie (\*) — l'étude scientifique de la voix chantée — auront certainement pour effet de rendre les librettistes plus attentifs aux difficultés phonétiques d'un texte chanté, les professeurs plus soucieux de ne pas compromettre la santé vocale de leurs élèves, les amateurs d'art lyrique plus indulgents en ce qui concerne l'intelligibilité de la parole chantée. Ce dernier point n'a d'ailleurs jamais gêné un véritable amoureux de l'opéra.

Ces recherches nous révèlent aussi bien des

## LES POSTURES PROPRES A L'EMISSION D'UN GRAVE...



La technique vocale apparaît sur les téléxéradiographies. Ainsi, pour émettre un aigu (page suivante), cette soprano ouvre trois fois plus grand la bouche que pour un grave (ci-contre). Cette ouverture entraîne un recul et une inversion de courbure du rachis cervical, ce qui favorise la dilatation de l'hypo-pharynx, dilatation encore accrue par l'antériorisation de la langue. L'os hyoïde avec une position quasi verticale, va faire basculer le cartilage thyroïde qui, en basculant, va étirer les cordes vocales qui lui sont fixées et leur permettre de vibrer plus vite donc de fournir des sons plus aigus...

sion vélaire transversale, qui donne au chanteur l'illusion que la partie postérieure du plafond osseux de sa bouche se soulève.

Les spectateurs se plaignent parfois qu'on ne comprend pas les paroles chantées sur une scène d'opéra. C'est un mauvais reproche, qui ne tient pas compte des lois de l'acoustique : plus le son est aigu, plus les paroles vont être altérées. Pour qu'un texte chanté soit phonétiquement clair, il faut qu'il soit émis dans une zone de fréquences comprises entre 64 et 352 Hz, ce qui représente le quart du



phénomènes jusqu'ici insoupçonnés. Par exemple :

- L'utilisation des sensibilités internes. En effet, certaines parties du système nerveux ont la propriété de recevoir, de transmettre ou de percevoir des impressions. Ce sont ces impressions que l'on appelle, dans le métier, sensibilités internes : elles peuvent se situer au niveau des muscles, des tendons ou des os (sensibilités proprioceptives). Elles peuvent être recueillies à l'intérieur de l'organisme, au niveau viscéral par exemple (sensibilités intéroceptives) ; il peut s'agir de sensations tactiles ou thermiques ressenties à la surface du corps (sensibilités extéroceptives), de sensations qui nous renseignent sur nos contractions musculaires ou sur la position et les mouvements de nos membres (sensibilités kinesthésiques). Cela peut être une simple sensation de bien être ou de malaise (sensibilité coenesthésique). La sensibilité "pallesthésique" enfin est éveillée par une vibration.

C'est cette sensibilité pallesthésique qui a donné lieu aux expressions "voix de poitrine", quand le lieu principal de résonance se situe au niveau du thorax, ou "voix de tête", quand l'effet vibratoire est axé sur le massif crano-facial.

Le travail du professeur va être de faire associer — dans la mémoire du chanteur — une image auditive à chacune de ses sensibilités ou de ses perceptions personnelles.

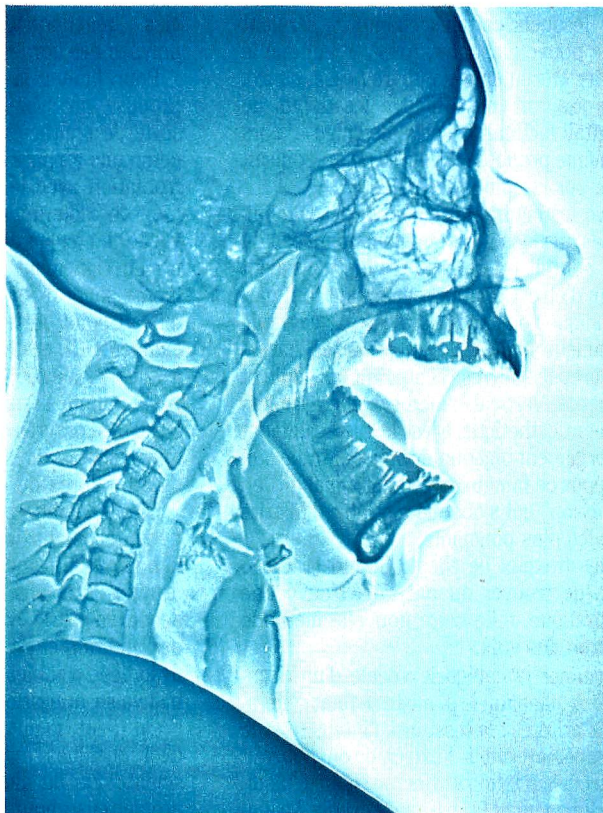
Ainsi, le jeune artiste va apprendre à développer peu à peu un véritable système de signalisation interne qui lui permettra plus tard, quelle que soit la qualité acoustique du lieu où il doit chanter (qu'il s'agisse d'une cathédrale ou d'un studio insonorisé), de contrôler lui-même fiablement sa voix et de savoir l'ajuster en conséquence.

- Le vibrato vocal qui, entre autres fonctions, permet à l'interprète de "chanter faux". En effet, dans la mesure où il est constitué par des variations périodiques de hauteur comprises entre un quart et

trois quarts de ton (au-delà d'un ton c'est le chevrottement !), ce stratagème offre au chanteur une marge de sécurité à l'intérieur de laquelle il peut se permettre des variations de hauteur sans que les auditeurs s'en aperçoivent.

- Les rapports existant entre le geste et la mimique, la mimique et l'émission vocale. Le jeu scénique des chanteurs d'opéra se limitait au début du siècle à une demi-douzaine de gestes sémaphoriques. Certains poussaient même la sobriété encore plus loin, tel ce Fancelli, Italien décrit par Massenet,

## ... ET A L'EMISSION D'UN AIGU



... La position du voile du palais n'est pas la même dans l'aigu et dans la parole, d'où la difficulté pour les élèves chanteurs d'apprendre à baisser leur voile et à le tendre transversalement pour qu'il ne soit pas accolé à la paroi postérieure du pharynx. L'espace entre le dos de la langue et la paroi postérieure du pharynx doit être de 1 à 2 mm. Au-delà, le son sera "dans le nez". En revanche, si cette ouverture est supprimée, le son sera "plat".

dont le geste habituel consistait à jeter en avant ses deux mains grand ouvertes et doigts écartés, ce qui lui avait valu le surnom de "cinq et cinq font dix".

La démocratisation du théâtre et surtout du cinéma, a rendu le public plus exigeant : s'il veut "tenir la rampe" l'interprète du bel canto doit désormais se plier à toutes les règles de l'art dramatique, ce qui ne facilite pas toujours son émission. Il n'est pas évident en effet de chanter en marchant, en dansant, en s'agenouillant ou en se traînant à terre. Certaines postures ou mouvements risquent même



de provoquer des difficultés phoniques importantes. C'est le cas pour certaines rotations de la tête qui vont entraîner une dénivellement des cordes vocales avec toutes les conséquences que cela implique, ou pour les positions assises, pliées ou couchées qui vont réduire la ventilation pulmonaire et donc affaiblir les intensités sonores et les durées de notes. C'est pourquoi l'artiste lyrique va tenter de développer toutes sortes de postures compensatoires, ouvrir les bras en croix, tenir le buste exagérément droit quand il est assis ou "mourir" en "diagonale" le dos calé par une montagne de coussins.

À l'inverse, pour Nicole Scotto di Carlo, certains gestes passant pour faciliter l'émission seraient plutôt des tics devenus de véritables réflexes conditionnés sans lesquels certains chanteurs seraient incapables de pouvoir chanter. Ainsi, et comme le rappelle Olivier Merlin dans son livre *Le Bel canto*, Ninon Vallin assurait que « mettre les doigts de pieds en éventail facilitait la sortie de l'aigu », alors que pour la même prouesse, Geori Boué préconisait « de se hisser sur la pointe des pieds ».

On retrouve les mêmes "préjugés" dans les mimiques, grimaces ou rides — notamment au niveau du front ou du sourcil — qui, en réalité, n'auraient aucune raison d'être. Certaines cependant font partie de la technique vocale. C'est le cas par exemple pour la "technique baillée" : tête renversée, narine dilatée, joue creusée, lèvres recouvrant les dents et ouverture buccale verticale ; même si elle n'est pas particulièrement esthétique. C'est le cas également pour le rengorgement pigeonnier indispensable aux "basses" ou pour ce fameux étirement labial dit "en gueule de poisson" qui s'obstine à teinter d'hilarité les lamentos les plus poignants.

Certains des travaux de Nicole Scotto Di Carlo sont en voie de trouver ou ont déjà trouvé une application pratique, telle cette nouvelle méthode de classification des voix.

Pour déterminer la catégorie vocale d'un chanteur, le maître de chant ou le pianiste se fient généralement à trois critères : la tessiture, l'intensité et le timbre. En schématisant à l'extrême, on pourrait dire que cette classification s'effectue selon deux dimensions : la longueur et la largeur de la voix. La longueur va permettre de déterminer la tessiture. Dans la pratique, cela consiste à faire vocaliser le sujet sur toutes les voyelles et à repérer les limites inférieures et supérieures entre lesquelles il émet avec le maximum de facilité (il se sent à l'aise et on le sent à l'aise). Dans un second temps — celui du choix du premier morceau d'étude — le professeur de chant classe la voix de l'élève en fonction de sa largeur, c'est-à-dire de sa puissance. Ce qui va servir d'entrée pour déterminer son futur répertoire : grand opéra, opéra comique, opérette. C'est le timbre enfin (couleur de la voix à la sortie du résonateur) qui va permettre de classer l'élève dans une catégo-

rie vocale déterminée : soprano, mezzo-soprano, contralto, ténor, baryton, basse, etc.

Outre le fait que l'appréciation soit le plus souvent subjective, elle néglige le fait que le débutant a souvent une tessiture très restreinte. Le noyau de cette tessiture est généralement constitué de notes médiales pouvant être communes à deux catégories voisines, c'est ce qui explique les nombreux dérapages au niveau de la classification.

Il semble par ailleurs complètement aberrant de vouloir fonder une classification vocale sur des notes liminales (extrêmes dans le grave et dans l'aigu) que l'élève n'a pas encore acquises. Cette absence d'objectivité débouche, hélas, sur un malmenage vocal responsable de nombreuses pathologies réactionnelles : chevrottement, nodules, polypes des cordes vocales, etc.

Pour limiter la casse, Nicole Scotto Di Carlo propose un système de référence original. Une sorte de courbe-étalon constituée des paramètres communs à chaque type de voix. Une simple confrontation avec le spectre-témoin permettrait dès lors de déterminer "scientifiquement" le profil vocal de chaque débutant et, par là, de lui assurer un enseignement sur mesure. Toujours dans le même souci d'objectivité, Mme Scotto Di Carlo a mis au point un test odologique — constitué d'un examen ORL et d'une série d'épreuves spécifiques à la voix chantée — qui permet d'établir un bilan vocal-minute et, par là, d'évaluer d'un seul coup d'œil les progrès du jeune chanteur ou les premiers signes de dégénérescence vocale d'un artiste en cours de carrière.

Citons, enfin, parmi les nombreuses applications découlant des travaux de ce chercheur prolifique, toute une série d'exercices rééducatifs destinés à corriger les amusies de perception et de production (troubles de la justesse au niveau de l'audition et de l'émission vocale), ainsi que les dysodies (troubles de la voix chantée dus à une mauvaise utilisation de l'appareil vocal).

On peut maintenant espérer voir apparaître, d'ici quelques années, une véritable pédagogie scientifique du chant. Une "voie" sans nul doute prometteuse pour notre art lyrique français.

**Claude Métier-Di Nunzio**

(1) Une enquête menée sur l'ensemble des conservatoires français de musique, dans le cadre d'un contrat de recherche entre le CNRS et le ministère des Affaires culturelles.

(2) Une technique qui utilise le principe des photocopies pour le dessin. Ce procédé permet de visualiser avec beaucoup plus de précision sur un support papier, et sans augmentation de la dose de radiations pour le sujet, les parties molles comme la langue, le voile du palais, le profil cutané (peau, barbe, cheveux...), les cartilages...

(3) Les sons dont la fréquence est un multiple d'une fréquence de base, dite fondamentale.

(4) Du grec, *odé*, le chant, d'où vient le mot ode. Ne pas confondre avec *hodos*, la route, le chemin, qui a donné *odomètre*, *odographe*, cathode, anode, diode. Comme quoi la voix et la voie étaient presque homonymes aussi en grec.

# Etudes-Métiers-Avenir

Apprenez rapidement, efficacement,  
à votre rythme, par correspondance.

## LISTE DES BROCHURES ET ENSEIGNEMENTS DE L'ECOLE UNIVERSELLE

### ETUDES SECONDAIRES

- ☐ Classe de 6<sup>e</sup> ☐ Classe de 5<sup>e</sup>  
☐ Classe de 4<sup>e</sup> ☐ Classe de 3<sup>e</sup>  
☐ Brevet des Collèges ☐ Seconde ☐ Premières A.B.S.  
☐ Première G ☐ Premières F1.F3.F8 ☐ Terminales A.B.C.D.  
☐ Terminales G1.G2.G3 ☐ Terminales F1.F3.F8.  
**Baccalauréat :** ☐ A. Philosophie lettres ☐ B. Economique et social ☐ C. Mathématiques et sciences physiques ☐ D. Mathématiques et sciences de la nature ☐ G1. Secrétariat ☐ G2. Comptabilité ☐ G3. Commerce ☐ F1. Construction mécanique ☐ F3. Electrotechnique ☐ F8. Sciences médico-sociales ☐ Programme annuel ☐ Cours de soutien.

### CONCOURS DE LA FONCTION PUBLIQUE

- Niveau B.E.P.C. :** ☐ Secrétaire comptable à la Banque de France ☐ Commis ☐ Préposé P.T.T. ☐ Agent d'exploitation P.T.T. ☐ Gardien de la paix ☐ Commis de mairie ☐ Surveillant des établissements pénitentiaires ☐ Agent de recouvrement Trésor ☐ Agent constatation impôts.  
**Niveau Baccalauréat :** ☐ Contrôleur des impôts ☐ Secrét. adm. scolaire universitaire ☐ Contrôleur des P.T.T. ☐ Inspecteur police nationale ☐ Secrétaire administratif ☐ Greffier des tribunaux ☐ Rédacteur de mairie.  
**Niveau D.E.U.G. :** ☐ Inspecteur des P.T.T. ☐ Spécial multi-concours.

### ETUDES SUPERIEURES

- ☐ Examens d'accès aux études universitaires, examens A et B (admission des non-bacheliers)  
☐ Etudes supérieures de droit ☐ Capacité en droit (accessible sans le baccalauréat) ☐ D.E.U.G. droit ☐ D.E.U.G. sciences économiques ☐ Institut d'études politiques (concours d'entrée)  
☐ Etudes supérieures de sciences ☐ D.E.U.G. sections A et B ☐ Etudes médicales : P.C.E.M. ☐ Ecoles vétérinaires (préparation au concours d'entrée) ☐ Institut(trice) concours d'entrée écoles normales.

### C.A.P. - B.E.P. - B.P. - B.T.S. - D.P.E.C.F. - D.E.C.F.

- ☐ C.A.P. ESAC ☐ C.A.P. employé(e) de comptabilité ☐ C.A.P. sténodactylo ☐ C.A.P. employé(e) de bureau ☐ C.A.P. banque ☐ C.A.P. employé pharmacie ☐ C.A.P. esthéticienne ☐ C.A.P. coiffure (dames, mixte) ☐ C.A.P. couture ☐ B.E.P. administration commerciale et comptable ☐ B.E.P. communication administrative et secrétariat ☐ B.P. banque ☐ B.P. comptabilité ☐ B.T.S. action commerciale ☐ B.T.S. commerce international ☐ B.T.S. comptabilité et gestion d'entreprise ☐ B.T.S. tourisme ☐ B.T.S. bureautique et secrétariat ☐ B.T.S. communication et action publicitaires ☐ D.P.E.C.F. ☐ D.E.C.F.

### CARRIERES SOCIALES ET PARAMEDICALES

- Examens d'entrée écoles :**  
☐ Aide-soignante ☐ Auxiliaire de puériculture ☐ Moniteur éducateur ☐ Infirmier(e) ☐ Infirmier(e) en psychiatrie ☐ Sage-femme (carrière médicale) ☐ Masseur ☐ Ergothérapeute  
☐ Laborantin ☐ Manipulateur d'électroradiologie ☐ Psychomotricien ☐ Pédiatre ☐ Educateur de jeunes enfants ☐ Assistante sociale ☐ Orthophoniste ☐ Educateur spécialisé ☐ C.A.P. employé de pharmacie.

### CULTURE GENERALE ET ARTISTIQUE

- ☐ Cours universel d'anglais avec cassettes ☐ Allemand, espagnol, italien avec cassettes ☐ Arabe ☐ Russe ☐ Chambres de commerce étrangères ☐ Interprète ☐ Orthographe ☐ Rédaction ☐ Résumé de texte, analyse, commentaire ☐ Rédaction du journal ☐ Histoire des civilisations ☐ Latin ☐ Grec  
☐ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie ☐ Perfectionnement culturel ☐ Initiation à l'informatique ☐ Dessin et peinture ☐ Dessinateur de mode ☐ Dessinateur de publicité ☐ Illustrateur ☐ Décorateur intérieurs ☐ Solfège ☐ Etude piano, violon, guitare avec cassettes ☐ Ecriture musicale.

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  
soumis au contrôle du Ministère de l'Education Nationale  
28, rue Pasteur - 92551 Saint-Cloud Cedex

### Bon pour une documentation gratuite :

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

M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

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 ? .....

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

INSCRIPTION  
A TOUT MOMENT  
DE L'ANNEE

USV 010

SOGEX



# SAPIENS SAPIENS CONTEMPORAIN DE NÉANDERTHAL

*La question d'une coexistence possible des deux races Néanderthal et Homo sapiens sapiens vient d'être réglée grâce à un coup d'éclat de deux équipes françaises : la datation par thermoluminescence a permis de prouver que ces deux individus ont été contemporains.*

**L**e premier crâne de néanderthalien fut découvert sur le rocher de Gibraltar en 1848. A l'époque, il passa totalement inaperçu. Ce n'est qu'en 1856 que l'on commence à se pencher sur les vieux restes de ce prétendu ancêtre de l'homme moderne, avec la découverte d'ossements dans une grotte située à proximité de Düsseldorf (dans la vallée du Néander en Allemagne). Celle-ci déclenche en effet la polémique sur l'origine de l'homme.

Dès lors, deux hypothèses s'affrontent : Mayer et Virchow, anatomistes allemands anti-évolutionnistes, assurent qu'il s'agit des restes d'un homme moderne dégénéré (un Cosaque, a-t-on avancé !), atteint de rachitisme et de rhumatismes. Les évolutionnistes anglais, Th. Huxley et King proposent, eux, de créer une nouvelle espèce à part entière (Darwin n'est pas loin) : l'*Homo neanderthalensis*, faisant ainsi de ce fossile un de nos ancêtres. Cette querelle dure une trentaine d'années et s'achève en 1881, date à laquelle le Néanderthal fut reconnu comme un homme fossile.

La saga du Néanderthal ne s'arrête pas là. La deuxième étape de son histoire servira à définir son aspect physique et son mode de vie. En 1923, l'anthropologue français Boule le définit comme une forme intermédiaire entre les grands singes et l'homme moderne, le qualifiant d'homme "vulgaire" et "disgracieux". Il n'était pas digne d'être notre ancêtre ! Il fallut attendre encore trente ans pour que le Néanderthal fut considéré comme une espèce plus proche de l'homme moderne.

Dans les années 1950, le Néanderthal polarise les recherches des anthropologues. Il reçoit alors le titre de sous-espèce : *Homo sapiens neanderthalensis*. En 1957, Thomas développe l'hypothèse d'une interfécondité entre le Néanderthal et l'hom-

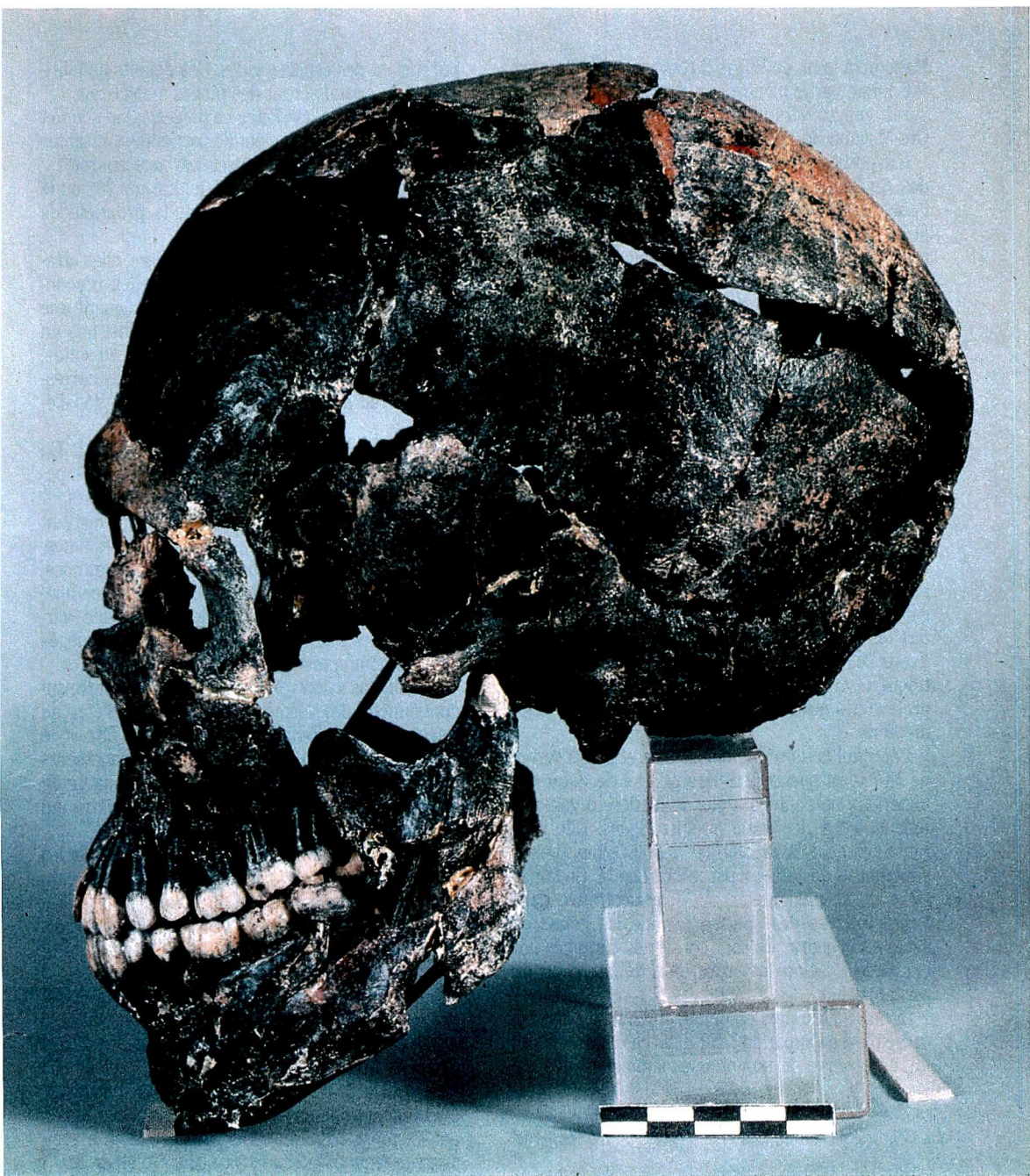
me moderne. Mais ont-ils été contemporains ? Une polémique s'est poursuivie jusqu'il y a peu sur ce point.

Depuis 1978, B. Vandermeersch, du laboratoire d'anthropologie de l'université de Bordeaux I, soutenait l'hypothèse suivante : « L'homme moderne et le Néanderthal sont deux espèces qui ont pu vivre à la même époque. » Le premier serait originaire du Proche-Orient, tandis que le Néanderthal serait apparu en Europe au Paléolithique inférieur (350 000 ans av. J.-C.).

En Europe, les néanderthaliens seraient passés par un stade archaïque, "pré-néanderthalien", pour devenir de vrais néanderthaliens au Würm I et Würm II (la dernière des grandes glaciations du quaternaire, de - 100 000 à 35 000 ans av. J.-C.). C'est à la fin de cette période qu'ils disparaissent, pour des raisons encore inconnues.

Vandermeersch assure que « une partie de la population pré-néanderthalienne, n'ayant pas acquis tous les traits physiques néanderthaliens, aurait émigré au Proche-Orient à la fin du dernier âge interglaciaire ( Riss-Würm, de - 120 000 à - 100 000 ans av. J.-C.). On peut penser que le refroidissement de cette période a poussé ces hommes à la recherche de meilleures conditions de vie. Et ce serait en Israël, dans les régions de Tabun, Amud et Kebara, et en Irak, dans la région de Shanidar, qu'ils auraient trouvé leur paradis. »

Devenue géographiquement indépendante de ses ancêtres européens, cette population a poursuivi son évolution, sans toutefois développer totalement les traits des néanderthaliens européens. En effet, l'étude anatomique démontre que leur crâne est moins allongé et leur face moins proéminente que leurs parents occidentaux. Vandermeersch précise : « Ces pré-néanderthaliens venant d'Europe ont ren-



Le crâne de l'*Homo sapiens sapiens* de la grotte de Qafzeh (Israël) a 94 000 ans, alors qu'en cet endroit du monde des néandertaliens vivaient encore il y a 42 000 ans. Conclusion : ils ont fait un bon bout de chemin ensemble.

contré, à leur arrivée au Proche-Orient, une autre population. » Celle-ci, constituée d'hommes de morphologie différente et moins robustes, représenterait les hommes modernes du Proche-Orient. Témoignage, l'Homme de Galilée, mis au jour en 1925 par l'anthropologue anglaise F. Turville-Petre dans la grotte de Mougharet-el-Zuttiyeh, en Israël. Celui-ci

serait un représentant de cette population d'hommes modernes archaïques vivant là depuis 140 000 ans. D'ailleurs, d'autres restes fossiles de ces hommes modernes ont été retrouvés dans deux sites principaux d'Israël. Totalement différents des néandertaliens, ils possédaient déjà des caractères morphologiques annonçant l'homme de Cro-



Magnon. A la fin du Würm II (environ 40 000 ans av. J.-C.), une partie d'entre eux, presque Cro-Magnon, aurait émigré vers l'Europe pour donner les vrais Cro-Magnon du Paléolithique supérieur.

L'hypothèse française ne s'accorde pas à celle des Américains. En effet, pour M. H. Wolpoff, de l'université du Michigan, la plupart des néanderthaliens ont été les ancêtres des premiers hommes modernes. Pour E. Trinkaus, de l'université du Nouveau-Mexique, certains seulement ont donné naissance à l'homme moderne. Ainsi, pour les Américains, Néanderthal et homme moderne étaient deux sous-espèces, successives mais non contemporaines. En Europe et au Proche-Orient, l'*Homo sapiens neanderthalensis* aurait évolué sur place, et donné l'*Homo sapiens sapiens*. Ces deux-là seraient donc les deux derniers maillons de l'évolution humaine. Le Néanderthal, si longtemps méprisé par les anthropologues du début du siècle, serait donc bien un de nos ancêtres.

Le débat aurait pu durer longtemps, mais la datation par thermoluminescence y coupe net et donne raison aux Français. Dans la grotte de Qafzeh, à 2,5 km de Nazareth, en basse Galilée, Hélène Valladas, du Centre des faibles radioactivités de Gif-sur-Yvette (CFR du Centre national de recherche scientifique et du Commissariat à l'énergie atomique) a prélevé des outils en silex pour les dater par cette méthode.

Pourquoi la thermoluminescence et pas le carbone 14 ? C'est que la première permet de dater des matériaux ne contenant pas de matière organique, telle la silice des outils préhistoriques. Elle peut remonter au-delà des 30 000 à 40 000 ans, limites supérieures de datation par le carbone 14. En fait, le siège de ce phénomène physique se trouve dans l'infrastructure des solides, comme les grains de sable ou le quartz. Ils sont constitués d'atomes liés et disposés selon un ordre bien défini : celui du cristal parfait.

Si on regarde plus en détail, on constate que cet ordre n'est qu'apparent ! Car dans ce réseau cristallin, on observe de nombreuses anomalies, des im-

puretés ou des espaces vides. Ces défauts de fabrication du cristal seront des pièges à électrons.

Pour mettre en évidence ce piégeage, on soumet le solide à un rayonnement de particules ionisantes alpha, bêta et gamma émises par une source radioactive, telles l'uranium 238, le thorium 232 ou le potassium 40. Ces particules ont la propriété de pénétrer plus ou moins le solide.

Lors de leur trajet à travers la matière, elles arrachent des électrons aux atomes qu'elles rencontrent sur leur passage, en leur communiquant une partie de leur énergie. Les électrons ainsi mis en mouvement seront captés par les défauts du solide. L'accumulation d'électrons dans les pièges correspond en fait à un stockage d'infimes quantités d'énergie.

Mais cette prison n'est que momentanée. En effet, si on soumet l'échantillon à une forte température (500 °C), les électrons seront expulsés. A leur éjection, ils restituent leur énergie en émettant une petite quantité de lumière, ou thermoluminescence, et ils vont se recombinaison avec des atomes, retrouvant ainsi leur position initiale. C'est ce phénomène d'émission lumineuse que l'on appelle thermoluminescence. Et le nombre d'électrons piégés augmente au cours des siècles.

H. Valladas a donc prélevé des outils en pierre qui contiennent des éléments radioactifs à l'état de trace, comme l'uranium 238, le thorium 232 et le potassium 40, qui émettent des rayonnements alpha, bêta et gamma. Cette radioactivité naturelle arrache des électrons aux atomes de la pierre qui sont piégés par les défauts du minéral.

Ainsi, après avoir broyé l'outil, on en chauffe les débris à 500 °C et on mesure la thermoluminescence, proportionnelle à l'âge de l'objet. Comme les outils analysés et les squelettes se trouvaient dans la même couche géologique, on détermine aussi l'âge des seconds par celui des premiers.

Résultats : l'homme moderne est apparu 92 000 ans avant J.-C. Etant donné que Néanderthal, lui, a disparu seulement il y a une quarantaine de milliers d'années, les deux sous-espèces ont eu quelque 500 siècles pour se rencontrer et elles ont, en tout cas, été contemporaines et non successives. En Israël, par exemple, l'homme moderne de Qafzeh a vécu avant la femme de Tabun (80 000 à 40 000 av. J.-C.) et l'homme d'Amud (60 000 av. J.-C.), qui étaient tous deux néanderthaliens. "Depuis 10 ans, rappelle Vandermeersch, je soutiens cette hypothèse en me basant sur les couches géologiques." Il avait raison.

Actuellement, de nouvelles mesures sont faites à Gif-sur-Yvette pour vérifier les premiers résultats. L'anthropologue bordelais envisage de nouvelles études visant à dater plus précisément les autres sites archéologiques du Mont-Carmel. Le Proche-Orient, lieu de passage de nos ancêtres, n'a pas fini de nous surprendre...

**Didier Dubrana**

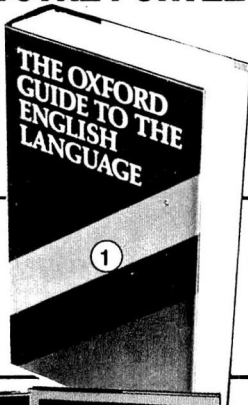
Dans la grotte de Qafzeh, les restes de l'"homme moderne".



**3 books for only 29¢\***

**PLUS**

Répond à toutes vos questions  
concernant l'anglais, ouvrage  
de références claires et rapides

**PLUS FREE**

**Code Postal** \_\_\_\_\_ **Ville** \_\_\_\_\_  
**N'ENVOYEZ PAS D'ARGENT MAINTENANT** **SV801**

Conformément à la loi N° 78-17 du 6 janvier 1978 vous pourrez exercer votre droit d'accès et de rectification pour toute information vous concernant figurant sur notre fichier informatique clientèle auprès de la société Book Club Associates, 87 Newman Street, Londres W1P 4EN, Angleterre.



# LES CIVILISATIONS D'AVANT LA CIVILISATION

*De nombreuses découvertes démentent la notion, généralement admise, qu'entre l'"invention" de l'agriculture, et l'établissement des premières villes, l'homme ait mené une vie pastorale simple et sans éclat dans de petits villages ruraux. Ainsi, les quelques milliers d'années précédant l'émergence des grandes cités de la Mésopotamie s'éclairent d'un jour nouveau.*

Ce serait donc un fait, l'agriculture n'aurait pas précédé la sédentarisation ; ce serait l'inverse. Les nomades vivant de chasse et de cueillette auraient bâti des villages permanents avant même de cultiver la terre. Des systèmes sociaux et économiques complexes se sont développés il y a 8 000 à

9 000 ans dans la région de l'Irak actuel, où coulent le Tigre et l'Euphrate. Déjà l'artisanat fleurissait et les hommes se déplaçaient dans leur monde, le "Croissant fertile", qui s'étendait du Golfe persique en suivant l'"entre deux fleuves" de la Mésopotamie et continuait vers le sud le long de la Méditerranée, jusqu'à l'actuel territoire de Gaza. Il y a quelque dix mille ans, les modifications climatiques avaient en effet créé là un véritable Eden. Le réchauffement global avait fait fondre les glaciers polaires et s'élever le niveau des mers de quelque 130 m,

submergeant de la sorte les plaines côtières. Un climat chaud et humide favorisait une végétation variée et abondante.

L'invention de l'agriculture eut donc bien lieu dans cette région, il y a quelque dix mille ans, changeant le destin de l'humanité. L'agriculture, avait-on pensé, assurait l'abondance alimentaire et sédentarisait le nomade chasseur-cueilleur, ouvrant la voie à une grande explosion démographique et une révolution technologique et culturelle. Mais de nombreuses fouilles, notamment celles d'Abu Hureyra en Syrie, un site aujourd'hui submergé sous les eaux du Barrage de l'Euphrate, indiquent que les villages précédèrent bien les champs. Le Dr Henry Moore, archéologue à l'université de Yale, dirigea dans les années 1970 des fouilles d'"urgence" dans ce site condamné. Il en rapporta des vestiges dont l'étude minutieuse a révélé qu'il avait été habité entre 9500 et 8100 avant notre ère, abandonné pendant 500 ans, occupé de nouveau de 7600 à 5000 av. J.-C., et déserté depuis. Et un village de 200 à 300 personnes, lors de la première période d'occupation, dite Abu Hureyra I, semble avoir précédé l'avènement de l'agriculture.

Pour cela, Moore se fonde sur les études de graines, d'ossements d'animaux et de restes de plantes retrouvés à divers niveaux des fouilles. La lisière de la forêt méditerranéenne, riche en céréales et légumineuses, était très proche du village, dit-il. Des expériences menées par des chercheurs de l'univer-



Après avoir été abandonné, 2 000 ans plus tôt, le site d'Abu Hureyra fut réoccupé vers 7600 av. J.-C. par les premiers agriculteurs. Ils habitaient des maisons qui pouvaient posséder des réservoirs à grain (centre gauche ci-dessus).





Filtrée et analysée, la terre d'Abu Hureyra livrera les précieux restes de graines et semences utilisées par les premiers cultivateurs.

sité de Londres ont montré qu'une simple faucille en pierre ou en os suffisait pour faire d'importantes provisions, dont on a retrouvé les traces.

En outre, le gibier était assez abondant pour ne pas imposer l'élevage. Les débris d'ossements ont montré que les habitants mangeaient du lapin, du mouton, des chèvres et des ânes sauvages (onagres), ainsi que des moules et des poissons provenant de l'Euphrate, voisin. Et que des gazelles de Perse étaient abattues en grand nombre pendant leurs migrations annuelles vers le nord. On n'était donc pas contraint au nomadisme pour la recherche de la nourriture. On put s'installer.

C'est également à Abu Hureyra qu'on a trouvé des traces de plantes comme l'einkorn (blé primitif), le seigle sauvage et les légumineuses, ce qui laisse à penser que les habitants avaient commencé à les cultiver. Seulement commencer, car les données récentes, dit Moore, semblent démentir l'existence d'une véritable agriculture pendant la première période d'occupation.

Pourquoi le village fut-il abandonné en 8100 av. J.-C. ? Peut-être parce que la nourriture disponible sur place ne suffisait plus et que l'agriculture n'était pas suffisamment développée pour en assurer la production.

Mais lorsque le même site fut à nouveau occupé, un demi-millénaire plus tard, en 7600 av. J.-C., il le fut par des agriculteurs à part entière. Selon Moore, les céréales et les légumineuses domestiques furent cultivées dès le début de cette seconde occupation. On continua néanmoins à chasser le gibier sauvage pendant encore un millénaire, jusqu'à ce que, soudainement, apparussent les animaux domestiques, essentiellement des chèvres et des moutons. Abu Hureyra II devient alors une communauté véritablement agricole. En attestent les petites lames et faucilles en silex et de nombreux outils en os.

Cela dit, on n'a pas trouvé de blé domestique à Abu Hureyra II, mais seulement du sauvage, qui se distingue du premier par son rachis, sur lequel les grains sont fixés. En effet, dans les espèces sauva-



ges, le rachis est très cassant et se brise facilement lorsque les grains sont mûrs, ce qui favorise la dispersion des semences, mais non la récolte du blé. Alors que l'espèce dite "cultivée" résulte de mutations d'une faible proportion des plantes qui ont acquis des rachis solides, rendant leurs grains d'autant plus facilement récoltables que, au fur et à mesure des récoltes et des semailles, la proportion des rachis solide augmente. Malgré l'absence de rachis solides à Abu Hureyra, Moore y a constaté des modifications de la végétation, apparemment provoquées par la culture du sol. Ce qui n'est guère surprenant, puisque, à cette époque, l'agriculture et l'élevage sont implantés dans d'autres sites du Croissant fertile.

De cette région, l'agriculture se répandit vers l'ouest, jusqu'en Europe occidentale. Il y a plusieurs années déjà, le Pr Luigi Cavalli-Sforza, de l'université Stanford, en Californie, a montré que l'agriculture a progressé vers l'ouest au même rythme que la distribution de 38 marqueurs génétiques du sang, apparemment originaires du Moyen-Orient et véhiculés par croisement, avec des autochtones, de groupes de populations qui se déplaçaient dans cette direction.

Les quelque 2 000 km qui séparent le Croissant fertile de l'ouest de la France ont ainsi été "ouverts" à l'agriculture en deux millénaires, à la vitesse moyenne de 1 km par an.

On serait tenté de penser que cette transformation, accompagnée d'une rapide croissance démographique, fut pour les hommes une sorte d'âge d'or. Ce ne fut sans doute pas le cas. Le Dr Theya Molleson, du Musée britannique d'histoire naturelle de Londres, qui a étudié de nombreux ossements

humains provenant des premières communautés agricoles, constate que beaucoup d'hommes étaient atteints de "maladies professionnelles" causées par l'agriculture et qui n'existaient pas auparavant : jambes et pieds déformés et vertèbres déplacées par le transport de lourdes charges et le broyage des céréales à l'aide de grosses pierres plus ou moins sphériques que l'on roulait à la main.

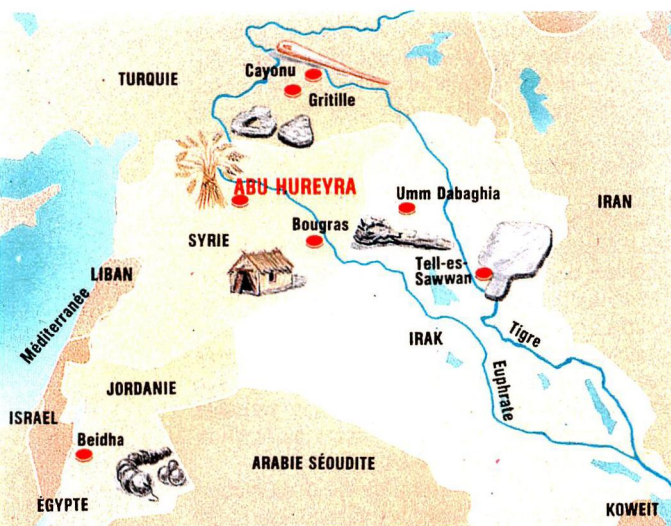
Les premiers agriculteurs connurent aussi les premières grandes famines. Il suffisait d'une mauvaise récolte pour qu'une population importante fut subitement privée de sa principale source d'alimentation — dont les sous-produits pouvaient aussi nourrir les animaux domestiques. En ce sens, l'anthropologue Mark Nathan Cohen, de l'université de Plattsburgh, Etat de New York, a rassemblé des données qui indiquent que la malnutrition a coïncidé avec l'apparition de l'agriculture. Selon lui, celle-là aurait favorisé celle-ci.

Cela étant, l'hypothèse de Moore selon laquelle les changements climatiques sont à l'origine de la sédentarisation et de l'agriculture est loin d'être unanimement admise. Certains pensent au contraire que la "pression démographique" d'une population croissante en est la cause première. Alors que d'autres maintiennent que l'agriculture vit le jour parce que l'*Homo sapiens sapiens*, l'homme "moderne", apparut il y a plus d'une centaine de milliers d'années, avait alors atteint le développement culturel nécessaire pour l'"inventer".

Toujours est-il qu'il y a une dizaine de milliers d'années l'humanité franchit ce cap irréversible, qui fut suivi d'une rapide expansion démographique. Comment ces hommes ont-ils vécu jusqu'à l'avènement des premières cités, quatre mille ans plus tard, lorsque l'urbanisation, le travail du métal, puis l'écriture, donnèrent lieu aux civilisations hiérarchisées et aux Etats-cités qui marquent le début de l'Histoire ?

On a longtemps pensé que, jusqu'au IV<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, les hommes avaient mené une vie pastorale simple et paisible dans de petites sociétés égalitaires centrées autour de leur village. Là encore, surprise : les fouilles menées en plusieurs sites du Croissant fertile depuis une dizaine d'années montrent que ce n'est pas le cas. Il apparaît plutôt qu'une transition rapide s'est opérée : les agriculteurs ont produit des surplus et un partage du travail s'est effectué. Certains sont devenus des artisans fabriquant de la poterie et des bijoux, d'autres ont tanné le cuir, d'autres encore ont commencé à chauffer et travailler les métaux. Des hiérarchies sociales ont vu le jour, des groupes de villages ont formé des alliances, d'autres se sont fait la guerre.

Il n'y a eu aucune découverte majeure depuis la découverte, il y a une vingtaine d'années, à Catal Huyuk, en Turquie, d'une ville dont la fondation



Il y a quelque 10 000 av. J.-C., le Croissant fertile avait tout d'un véritable Eden. Là sont apparus les premiers cultivateurs.



# Avec cette cassette gratuite voyez pourquoi vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans 3 mois

***La méthode réflexe-orale vous apprend à parler une langue étrangère, exactement comme vous avez appris le français.***

Cela paraît étonnant, mais c'est ainsi: même si vous n'en connaissez pas un mot, vous pourrez converser en anglais ou en allemand dans trois mois. Et lorsque nous disons converser, cela veut dire «parler facilement, naturellement». Parler une langue, ce n'est pas traduire du français en anglais ou en allemand, mais transformer immédiatement et sans effort votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français.

**Vous parlerez «instinctivement» comme en français.** Beaucoup d'entre nous ont étudié une langue au lycée, pendant des années: ils connaissent beaucoup de choses et pourtant sont incapables de parler. La méthode réflexe-orale a pour but de vous faire parler par «réflexe naturel», exactement comme vous l'avez fait lorsque vous étiez enfant, pour apprendre votre langue maternelle. En associant le texte, le son et l'image, la méthode réflexe-orale grave la langue étrangère dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. Les leçons sont simples, intéressantes et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé par des exemples.

**Rien à apprendre par cœur.** La méthode réflexe-orale est très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous le constaterez vous-même avec la cassette ou le disque gratuit) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans jamais avoir appris quoi que ce soit par cœur, vous arriverez rapidement à comprendre une conversation, la radio ou les journaux

et vous commencerez à penser dans la langue. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler dans un temps record. Les résultats sont tels que ceux qui l'ont suivie, semblent avoir séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne. Pour ceux qui ont des examens oraux, c'est une méthode irremplaçable.

**Dans 2 mois vous serez «débrouillé».** La méthode réflexe-orale a été conçue pour être étudiée chez soi. Vous pouvez apprendre une langue à vos heures de liberté où que vous habitiez, quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous «débrouiller» dans deux mois et peu de temps après, vous serez capable de converser. Votre accent sera impeccable, car les cassettes (ou les disques) sont enregistrées par des comédiens et speakers ayant une prononciation parfaite. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue étrangère est un atout essentiel, dans toutes les professions.

## Ce que pensent ceux qui ont étudié avec cette méthode.

*Après un mois d'étude, je suis étonnée d'en être déjà là.*

Mlle C. T..., 75013 Paris.

*Je n'ai rencontré aucune difficulté.*

Didier C..., Tahiti.

*J'ai appris un anglais vivant.*

Mme C..., 91800 Brunoy.

*Je croyais l'allemand difficile. Il n'en est rien avec votre méthode.*

I. H..., 06400 Cannes.

*Il est exact que l'on parle naturellement après quelques mois d'étude vraiment passionnante.*

G. S..., Beringen (Belgique).

**Un atout pour votre avenir.** Rien ne peut vous apporter autant que cette étude passionnante. Si vous ne vous décidez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Si vous agissez, vous pourrez parler anglais ou allemand dans trois mois. La première chose à faire est de renvoyer le coupon ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire.

## GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

Bon à retourner à Centre d'Etudes, Service A  
1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris.

Envoyez-moi gratuitement et sans engagement  
votre brochure «Comment apprendre l'anglais  
ou l'allemand et parler couramment»  
ainsi que:

- ☐ la cassette d'essai ou ☐ le disque d'essai  
☐ Anglais ou ☐ Allemand

(Joindre 3 timbres pour frais; pays hors Europe: joindre 5 coupons-réponse.)

Mon nom: ..... Prénom: .....

(majuscules SVP)

Mon adresse: .....

Code postal: ..... Ville: .....



A 15H



# LA CHUTE DU CHAT

*Un chat tombe du 32<sup>e</sup>  
étage d'une  
tour résidentielle.  
Après une chute d'une  
trentaine de secondes,  
il s'écrase sur le macadam  
100 m plus bas. S'écrase ?*

**A**près deux jours de repos dans une clinique vétérinaire le minou, à peu près indemne, s'en retournait chez lui. Il avait une dent écaillée et un petit épanchement de la cavité pleurale.

L'incident s'est produit à New York. Les vétérinaires qui avaient recueilli le chat, Wayne O. Whitney et Cheryl J. Mehlhoff, en avaient vu d'autres. Il serait excessif de dire qu'à Manhattan, les chats pleuvent, mais il en tombe suffisamment, en tout cas, pour les inciter à faire une sérieuse étude de la chute des corps félins. Etude parue dans le *Journal de l'Association américaine de médecine vétérinaire*.

Elle fait état de 132 chats qui sont tombés en chute libre d'une hauteur de 6 à 100 m, soit du second au 32<sup>e</sup> étage, aboutissant pour la plupart sur une surface bétonnée. Les vétérinaires excluent de leur enquête 17 chats que leur propriétaires ont fait piquer ou autrement "euthanasier" parce qu'ils ne pouvaient pas ou ne voulaient pas encourir les frais de soins hospitaliers. Restent donc 115 chats. Onze d'entre eux sont morts des suites de leurs blessures, surtout de fractures du thorax. Cent-quatre, soit 90 %, ont survécu à des chutes qui sont dix fois plus mortelles chez les humains.

Comme on pouvait s'y attendre, l'analyse des données cliniques a montré sans ambiguïté que le nombre et la gravité des blessures augmentent chez les chats en fonction de la hauteur de la chute. Mais — surprise — ceci n'est vrai que jusqu'à concurrence du 7<sup>e</sup> étage, soit environ 21 m. Ensuite, les conséquences de la chute libre sont d'autant moins graves que le point de départ est élevé !

Comment expliquer ce paradoxe ? Le chat est un félin, famille de mammifères carnivores capables de grimper aux arbres. C'est cette gymnastique qui a favorisé chez ses ancêtres l'évolution d'un système vestibulaire perfectionné et précis ; ce système, situé dans l'oreille interne, "mesure" les accélérations et les positions du corps, et permet le contrôle



de l'équilibre. Sa perfection chez le chat est illustrée par le réflexe gyroscopique, qui déclenche une série de mouvements quasi-instantanés et admirablement coordonnés permettant à l'animal de se redresser lorsqu'il est lâché les quatre fers en l'air (**voir photos ci-contre**). Ces réflexes lui permettent aussi de se maintenir en position horizontale tout au long de sa chute.

Grâce à ce gyroscope neuro-musculaire, le chat atterrit toujours sur ses pattes. Mieux encore, pendant la chute, son corps, offrant la plus grande surface à la résistance de l'air, lui sert de parachute ; il atteint sa vitesse maximale de 100 km/h au bout de 30 m environ.

Il existe, en effet, une vitesse limite de chute dans l'air, que ce soit pour une plume ou une balle de plomb. La pesanteur tire tout objet vers le bas avec une accélération constante, mais celui-ci se heurte à la résistance de l'air avec d'autant plus de force qu'il va plus vite. Cette résistance, exprimée en newtons, vaut  $R = k.S.v^2$ ,  $k$  étant un facteur indépendant de la forme de l'objet (souvent noté  $C_x$ ) et  $S$  sa surface frontale. Faible au début, cette résistance s'accroît avec la vitesse jusqu'au moment où elle devient égale au poids  $P = mg$  de l'objet. A ce moment  $mg = k.S.v^2$ , d'où  $v = \sqrt{mg/kS}$ . C'est la vitesse limite de chute au delà de laquelle il n'y a plus d'accélération. On voit que pour une même surface frontale, elle augmente avec la masse de l'objet. Si celui-ci est une sphère de rayon  $R$ , cette masse vaut  $x.R^3$  tandis que la surface frontale vaut  $y.R^2$ . Une sphère homogène a donc une vitesse limite qui croît comme la racine carrée de son diamètre. Ceci explique qu'un homme tombe plus vite qu'un chat, lequel tombe plus vite qu'une souris. Quand aux êtres vivants de faible densité et de petite taille, genre insectes, qu'ils tombent d'une table ou de la Tour Eiffel, leur vitesse d'arrivée sera la même tant la vitesse limite est atteinte en peu de temps.

Jared M. Diamond, professeur de physiologie à la Faculté de médecine de l'université de Californie (Los Angeles) pense que chez le chat, le système vestibulaire contribue à modifier le comportement lors d'une chute de haute altitude. Tant que ce système "enregistre" une accélération, le chat étend ses pattes vers le bas, comme pour amortir le choc d'un saut. Mais lorsque la vitesse de chute atteint son maximum, il n'y a plus d'accélération ; le chat écarte alors ses pattes vers l'extérieur, comme un écureuil volant ou un parachutiste qui freine délibérément une chute libre.

Cette vitesse maximale est atteinte après une chute de 7 étages environ. Si la chute se prolonge au delà de ces 21 m, le chat plane. Il est vraisemblable qu'au bout de quelques secondes — et quelques étages — il s'adapte à cette nouvelle expérience. Au moment de l'impact ses membres sont sans doute plus relaxés, et l'énergie de décélération est absor-

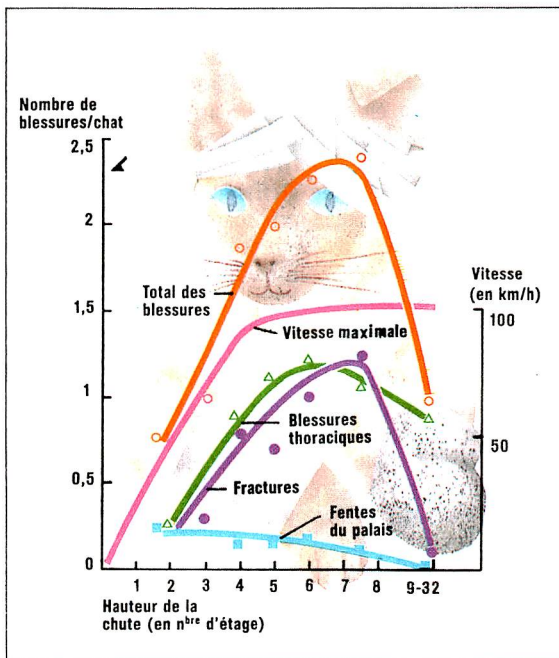
bée par une plus grande partie de son corps.

C'est ce qui expliquerait les résultats de l'étude des Drs. Whitney et Mahloff, selon laquelle le risque de blessures diminue rapidement à partir du 7<sup>e</sup> étage (**voir courbe ci-dessous**). Cette diminution est spectaculaire : il y a en moyenne deux fois moins de fractures chez un chat qui tombe du 10<sup>e</sup> étage que chez celui qui tombe du second. Le risque de blessure au thorax est également réduit, mais dans une moindre mesure, à partir de la même hauteur. Le risque de fente du palais, résultant de l'impact de la mâchoire sur le sol, est le plus élevé lors d'une chute du second étage, peut-être parce que le chat tente d'amortir ce "petit saut" sur ses pattes avant ; au-delà de 6 m, ce risque décroît, et il est quasiment nul à partir du 10<sup>e</sup> étage.

Au total, un chat qui tombe du 3<sup>e</sup> étage subit en moyenne une blessure ; du 7<sup>e</sup> étage, 2,3 blessures ; et à partir du 10<sup>e</sup> étage, une seule.

L'homme, qui n'a pas le réflexe gyroscopique perfectionné du chat, tourne dans sa chute et le plus souvent tombe sur ses pieds ou sur sa tête. Et s'il est exceptionnel qu'il survive à une chute de plus de 7 étages sur une surface dure — les rares individus qui ont survécu à une chute d'un avion sont tombés dans de la neige, de la boue, ou des arbres —, selon les conclusions des vétérinaires new-yorkais, un chat, lui, aurait 9 chances sur 10 de survivre à une chute d'une altitude d'un millier de mètres.

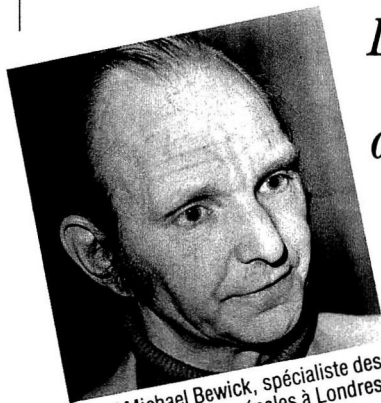
**Alexandre Dorozynski**



A partir du 8<sup>e</sup> étage, plus un chat tombe de haut, plus il a de chances de s'en tirer "presque indemne".



# GREFFES HOMME-ANIMAL: C'EST BIEN TROP TÔT



Mr Michael Bewick, spécialiste des transplantations rénales à Londres.

*Double imprudence du médecin anglais qui a annoncé la possibilité de greffes animal-homme pour un proche avenir : c'est trop tôt et, de surcroît, l'évidence indique que le discours lui-même était prématuré. N'empêche que ces greffes représentent le seul avenir des transplantations d'organes.*

**E**tonnement dans les milieux médicaux, début août : le Pr Michael Bewick, spécialiste des transplantations rénales à l'hôpital de Dulwich, à Londres, alerte les médias sur les conclusions d'un travail qu'il n'a pas encore terminé, en l'occurrence la greffe d'organes animaux sur l'homme.

Pour ce faire, le Pr Bewick s'est adressé, non pas à une revue spécialisée, comme c'est la coutume en pareil cas, mais bizarrement, à un hebdomadaire à grand tirage, le *Sunday Times*. Le 31 juillet, il y révélait qu'avant trois ans il serait capable de greffer des reins et des foies d'animaux, notamment de porcs, sur des êtres humains. Outre la surprise des médecins, et la contrariété des collaborateurs qui n'avaient pas été consultés sur cette publication, l'information souleva un tollé de la part des sociétés de protection des animaux et anti-vivisectionnistes.

Il semble toutefois que le Pr Bewick ait parlé trop tôt. Il est bien sur la piste d'une découverte intéressante, mais elle ne résoudra pas, comme nous le verrons, tous les problèmes posés par les greffes animales. D'ailleurs, l'émoi causé par l'affaire a convaincu le Pr Bewick de démissionner.

Cette bétise a le mérite de remettre sur le devant de la scène le problème des greffes animales sur l'homme, car effectivement il y a problème. Confrontés à une demande de plus en plus grande d'organes et au manque de plus en plus cruel de donneurs, les chirurgiens centrent leurs

efforts sur les xénogreffes, autre terme pour désigner les greffes d'organes animaux sur les humains. Et il y a urgence en effet : à ce jour, en France, le nombre de receveurs en attente est de 3 870 pour les reins, 411 pour le cœur, 80 pour le cœur-poumon, 13 pour le pancréas, 4 pour l'intestin, 105 pour le foie et 9 pour le poumon. Et il n'y a qu'un millier de donneurs disponibles par an. Si les expériences de Bewick se confirment, il deviendrait possible de recourir à des organes d'animaux et on pourrait même inclure dans la liste les vaisseaux sanguins, la peau, la cornée et bien d'autres tissus.

Le Pr Henri Kreis, chef du service de transplantation rénale à l'hôpital Necker est formel : « Je suis sûr, nous a-t-il dit, qu'un jour on arrivera à faire des xénogreffes, car il n'y a aucune raison que l'on n'y arrive pas. Mais quel est ce jour ? Impossible de le savoir actuellement. »

Les xénogreffes auxquelles le Pr Bewick s'intéresse tout particulièrement sont celles de rein, d'une part parce que c'est là que la demande est la plus forte, d'autre part parce que les reins du porc ressemblent beaucoup anatomiquement à leurs homologues humains.

L'ennui est que dans la classification zoologique le porc est un artiodactyle et l'homme, un primate. Or, plus les animaux sont éloignés dans cette classification, plus le rejet de la greffe est violent. La difficulté majeure est donc de résoudre le rejet immédiat, dit encore hyper-aigu, qui se manifeste violemment lorsque la greffe a lieu entre espèces d'ordre différent, et un peu moins brutalement lors-

que la greffe est faite entre espèces de même ordre (par exemple entre singe et homme, qui sont tout deux des primates).

Et même si l'on envisage de prendre un organe de singe, on aborde alors le problème de la petite taille des organes, qui restreint leur utilisation à des receveurs enfants. En 1984, une équipe californienne, dirigée par le Dr Leonard L. Bailey, avait greffé le cœur d'un babouin dans le thorax d'une petite fille, Baby Fae, qui avait vécu pendant trois semaines avec cet organe étranger, battant ainsi le record de durée. Mais cette opération avait soulevé une très vive polémique aux Etats-Unis, d'autant que la survie de l'enfant fut de trop courte durée pour que les savants puissent répondre à la question fondamentale : le cœur de babouin se serait-il développé au fur et à mesure de la croissance de l'enfant ?

Mais revenons au problème du rejet immédiat. Certes, il n'est pas spécifique aux greffes inter-espèces : il peut même se produire entre des jumeaux non homozygotes, mais c'est exceptionnel. Pour le prévenir, on procède avant l'opération à un test croisé, ou *cross-match*, qui consiste à mettre en contact du sérum du receveur avec des lymphocytes B et T du donneur. Si les lymphocytes sont détruits, ou "lysés", c'est la preuve que le sérum du receveur contient des anticorps qu'il a acquis par grossesse ou transfusion antérieure et qui sont dirigés contre ces lymphocytes étrangers. Les chirurgiens doivent alors renoncer à la greffe ; ils peuvent aussi soumettre le sang du patient à une plasmaphérèse (opération qui consiste à remplacer le plasma du donneur par du plasma neuf qui ne contient pas d'anticorps nocifs) ou à une filtration sur colonnes (qui retient exclusivement les anticorps que l'on veut soustraire). En revanche, si dans le test croisé les lymphocytes ne sont pas attaqués, c'est signe que le sérum du receveur est dépourvu de ces anticorps. Toutefois, cette compatibilité n'exclut pas un autre type de rejet, dit aigu, qui se manifeste plus tard.

Les anticorps impliqués dans le rejet immédiat sont dirigés contre les antigènes du système HLA des cellules, décrit pour la première fois en 1958 par le Pr Jean Dausset. Constitué d'un ensemble de gènes situés sur la sixième paire de chromosomes, ce système a la propriété d'induire la synthèse de protéines bien spécifiques. En effet, celles-ci ont la particularité de marquer chacune des cellules d'un individu d'un signe qui les "personnalise". Ainsi, lorsque des anticorps reconnaissent ces marqueurs étrangers, les cellules qui les portent sont aussitôt reconnues et détruites. Maintenant, si l'on s'avise de greffer un organe animal, le rejet immédiat est occasionné par une autre catégorie d'anticorps, naturels cette fois, et cytotoxiques pour les cellules du greffon animal. Mais à ce jour, on ne sait toujours pas contre quelle structure antigénique ils sont diri-

gés. Tout ce que l'on sait, c'est que la force de ces anticorps anti-espèces, appelés aussi hétérophiles, est proportionnelle à l'éloignement des espèces dans la classification animale. Impossible, par exemple, de greffer des ailes à un chien.

Pourtant, sur ce point, le Pr Bewick a un avis sensiblement différent, qui est le suivant : il serait possible d'éviter le rejet immédiat des xénogreffes en supprimant au préalable l'activité des anticorps hétérophiles nocifs. Il en a d'ailleurs apporté la démonstration, tout au moins *in vitro*. L'expérience a d'abord consisté, par filtration, à éliminer du sang humain jusqu'à la dernière trace d'anticorps hétérophiles, puis à perfuser pendant une heure, avec ce sang purifié, des reins de porcs. Passé ce délai, le Pr Bewick a constaté que les reins n'avaient subi aucune altération : le système de filtration glomérulaire fonctionnait toujours, alors qu'il aurait dû se bloquer par thrombose si les anticorps nocifs s'étaient manifestés.

Fort de cette constatation, le Pr Bewick estime que la partie est gagnée et que, dans trois ans, les premières transplantations homme-porc pourraient démarrer. Il eût été toutefois prudent, avant de s'avancer autant, que les premières expériences *in vivo* (greffes de reins de cochons sur des moutons) fussent terminées. Or, elles ne commencent que ces jours-ci. Qui plus est, l'élimination des anticorps hétérophiles par filtration ne règle pas tout. Certes, elle pourrait éviter le rejet immédiat, mais non le rejet aigu, dû, lui, aux lymphocytes B et surtout T du receveur qui continuent à être produits en permanence par la moelle osseuse du receveur et ne peuvent donc être éliminés par la filtration.

Dans les allogreffes humaines, c'est-à-dire les transplantations d'organes entre des individus génétiquement différents, ce rejet aigu se manifeste dans la semaine qui suit l'opération : les lymphocytes B émettent des anticorps dirigés contre les cellules du greffon, tandis que les lymphocytes T attaquent directement ces mêmes cellules et les détruisent, causant ainsi des dégâts nettement plus importants que les cellules B.

On dispose maintenant de substances pour juguler ce rejet. Le Pr Bewick affirme qu'il a trouvé la substance qui empêcherait ce rejet aigu, pourtant jusqu'ici constaté dans tous les cas de xénogreffes. Si cela était vrai, on pourrait comprendre l'impulsivité de certaines de ses déclarations. Mais à l'heure qu'il est, cette substance est toujours tenue secrète. Le Pr Kreis doute d'ailleurs qu'il s'agisse d'une nouveauté miraculeuse, car si tel était le cas, il ne comprend guère pourquoi elle n'aurait pas encore franchi le cap des congrès internationaux. Au mieux, pense-t-il, il pourrait s'agir d'une variété d'anticorps monoclonaux. Mais sait-on jamais ?



# POURQUOI LA FRANCE EST-ELLE PRIVÉE DE BISMUTH ?

*Voici dix ans  
que les Français,  
et eux seuls, malades  
d'ulcère de l'estomac  
et d'autres affections gastro-intestinales,  
sont privés d'un produit souverain, le bismuth.  
La redécouverte d'un microbe  
responsable de certains ulcères devrait dicter  
sans tarder des "révisions déchirantes".*

L'ulcère de l'estomac pourrait bien être causé aussi par une infection. Insistons sur ce "aussi", car la maladie est complexe et ne peut pas être réduite à une infection. Et ce fait, relativement neuf, remet sur le tapis le traitement par les sels de bismuth, interdit depuis 1978.

C'est une bactérie, *Campylobacter pylori*, qui est en cause depuis 1983, année où l'Australien B. J. Marshall, qui travaillait aux Etats-Unis, la découvrit dans des muqueuses de l'estomac de malades. D'abord, on n'y crut pas trop. Aujourd'hui, on n'en doute plus et des experts se sont récemment réunis à Nancy pour établir le rôle précis de cette bactérie dans les ulcères et les maladies inflammatoires de l'estomac (1).

Preuve par neuf : des essais sur des volontaires sains ont montré que l'ingestion de *C. pylori* provoque une inflammation de la muqueuse, c'est-à-dire une gastrite aiguë. Mais cette gastrite ne peut être déclenchée que si l'acidité naturelle de l'estomac est réduite par un traitement anti-acide. Par ailleurs, de nombreuses études épidémiologiques avaient révélé la présence de cette bactérie dans certaines maladies de l'estomac. Un prélèvement, ou biopsie, d'un morceau de muqueuse permet d'emblée de voir si *C. pylori* s'y trouve ou pas. Des biopsies pratiquées sur 267 personnes par le Dr A. Duprez et son équipe, de la Faculté de médecine de Nancy, ont révélé la présence de cette bactérie dans 15 % de cas où la muqueuse était pourtant jugée normale, dans 33 % de cas d'inflammation chroni-

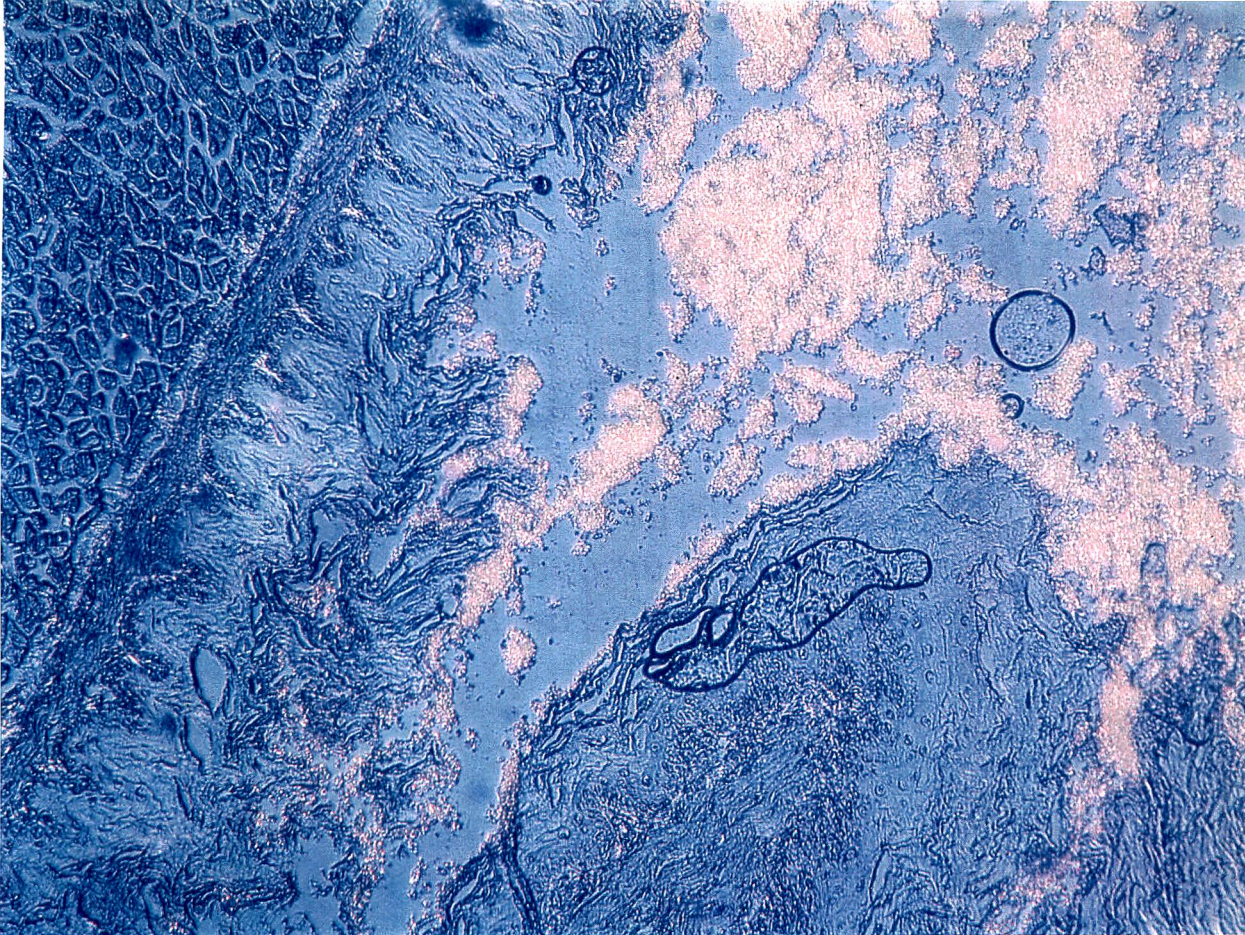
que faible et dans 68 % de cas d'inflammation intense. D'autres études indiquent des pourcentages plus élevés.

Marshall, déjà cité, estime qu'environ 25 % de la population adulte est infectée par *C. pylori* et que, dans ce pourcentage, 8 %, soit un peu moins du tiers, développera la maladie ulcéreuse et 9 %, une gastrite non ulcéreuse. Reste à savoir pourquoi certains auront l'ulcère et d'autres pas. Qui est le plus menacé par cette bactérie ? C'est, dans trois cas sur cinq, l'homme âgé de 50 à 60 ans, méditerranéen et fumeur (l'alcool et les médicaments anti-inflammatoires ne semblent pas jouer de rôle). Il existe probablement une prédisposition génétique, comme l'indique la très grande fréquence de l'infection chez les parents d'enfants qui souffrent déjà de cette maladie. Mais il n'existe aucune preuve de transmission directe, parce qu'on a aussi trouvé des enfants qui avaient la maladie alors que les parents ne l'avaient pas. Quoiqu'il en soit, un fait semble acquis : si *C. pylori* n'est pas responsable de tous les ulcères et maladies inflammatoires de l'estomac, il est responsable de la majorité d'entre eux.

Comment le combat-on ? Par les antibiotiques et par les sels de bismuth. Les antibiotiques efficaces contre *C. pylori* sont nombreux ; mais ils doivent, pour être actifs, résister à l'acidité naturelle de l'estomac et traverser la barrière du mucus qui tapisse la muqueuse. *C. pylori*, hélas, n'est pas arrêté par le mucus : il est à la fois flexible et mobile, et les flagelles dont il est équipé lui permettent de s'y déplacer très facilement, de le traverser et de s'installer dans les couches les plus profondes. Au contact même de la muqueuse, il peut alors se multi-

(1) Il s'agit d'experts européens et américains réunis à l'initiative des Prs F. Vicari et J.-D. de Korwin, du Groupe de recherche en physiopathologie digestive et nutritionnelle.





Certains ulcères de l'estomac sont d'origine bactérienne. Pour les soigner, on utilise, bien sûr, des antibiotiques. Mais sans l'adjonction de sels de bismuth (dorés, ci-dessus), le traitement échouera.

plier, car celle-ci est moins acide, puisque justement protégée par le mucus. C'est pourquoi les traitements à base d'antibiotiques ont été décevants.

Le meilleur moyen de traiter l'infection est d'y associer des sels de bismuth. A l'étranger, on inclut désormais l'emploi de ces sels dès lors qu'on soupçonne que *C. pylori* est en cause. En France, cela va faire problème. Le bismuth sous toutes ses formes y est interdit. Une enquête de l'INSERM avait révélé un nombre important d'intoxications par ce produit, et surtout par les sous-nitrates de bismuth, lourds aussi bien que légers. En septembre 1979, c'est-à-dire plusieurs mois après l'interdiction du produit, on en avait recensé 945, associés à une encéphalopathie, dont 72 mortels. En 1982, une société pharmaceutique a demandé une autorisation de mise sur le marché d'un sel de bismuth qui n'avait pas été impliqué dans les intoxications citées plus haut, le subcitrate de bismuth colloïdal. Le dossier s'appuyait sur le traitement de millions d'ulcères dans le monde entier sans aucun accident, mais personne, en France, n'a osé signer l'autorisation.

Il y a visiblement là une énigme : pourquoi le bismuth n'a-t-il été, et ne serait-il, toxique qu'en France ? Et pourquoi les seuls Français seraient-ils privés de ce subcitrate qui est en vente libre dans de nombreux pays étrangers ? Il y a bien eu enquête, à la faveur de laquelle on a évoqué, sans se risquer à des affirmations périlleuses, la présence d'impuretés toxiques dans le produit initial, métal-loïde qui est associé, avant purification, à de l'étain, du cuivre et du plomb. Le plomb, en effet, est toxique. Mais cette enquête ne semble rien avoir éclairci. Il faudrait peut-être la rouvrir, sauf à supposer que les Français ont une prédisposition unique au monde à l'accumulation de bismuth dans le système nerveux central.... Et cela d'autant plus que de nombreux gastro-entérologues réclament aujourd'hui l'autorisation d'utiliser du subcitrate (les doses recommandées ne dépassent pas le gramme pour une durée maximale de 8 semaines). Le Pr Jean-Pierre Bader, chef du service de gastro-entérologie de l'hôpital Henri-Mondor, de Créteil, estime que les Français pourraient bénéficier d'un excellent traitement sans risques d'intoxication.

**Suzanne Champoux**



# L'HOMME A-T-IL VRAIMENT CHANGÉ LE CLIMAT ?

*Les années 1980 battent des records de chaleur. Du coup les climatologues reparlent du fameux "effet de serre" causé par les émissions de gaz carbonique dans l'atmosphère, et se demandent s'il ne serait pas soudain "emballé".*





**N**otre globe est-il malade ? Armés de leur thermomètre, les climatologues observent aujourd'hui une légère poussée de fièvre qui accentue la tendance déjà observée depuis un siècle. Ils pronostiquent une accentuation possible et progressive. D'ici quelques siècles, on aurait donc très chaud, au propre et au figuré. Au figuré, parce que cette poussée de chaleur entraînerait des bouleversements planétaires, fonte de la glace des pôles, élévation du niveau des mers, inondation des terres basses, donc de très nombreux ports, salinisation des estuaires, changement considérable du climat, donc de l'agriculture, donc des ressources alimentaires... La crainte n'est pas nouvelle ; elle repose sur une théorie que nous avons déjà analysée (<sup>1</sup>), en en présentant les faiblesses et les incertitudes.

Examinons donc les symptômes qui inquiètent ces experts, et voyons s'ils apportent des éléments

nouveaux. Selon les compilations de centaines de millions de relevés de température, faites par Philip Jones, Tom Wigley et Peter Wright, de l'université britannique d'East Anglia, la surface de la Terre se serait réchauffée de 0,5 °C entre 1861 et 1984. Cette hausse n'a pas été régulière. James Hansen, de la NASA, relève des sautes : ainsi, la température moyenne s'est élevée de 0,25 °C entre 1880 et 1940, puis a baissé de 0,2 °C durant les trente années suivantes, pour augmenter de nouveau de 0,3 °C entre 1970 et 1980. Beaucoup de bruit pour de tout petits écarts ? En apparence seulement, puisqu'il s'agit de moyennes mondiales, qui recouvrent des fluctuations de plusieurs degrés.

Cette tendance à la hausse se maintient. En effet, la décennie 1980 offre un beau palmarès de records de chaleur, la palme revenant à 1987, l'année la plus chaude des annales pour les deux hémisphères. Toutefois, si cette hausse est bien causée par l'effet

de serre, d'autres signes devraient le confirmer. Pour savoir lesquels, reprenons le phénomène à la base, mais disons tout de suite qu'on appelle effet de serre celui qui se produit justement dans les serres, où les verrières captent plus de chaleur qu'elles n'en laissent sortir...

A l'échelle de la planète, l'effet de serre se produit dans les échanges d'énergie entre la Terre et l'espace. L'atmosphère reçoit une certaine quantité de rayonnement solaire, en réfléchit un tiers vers l'espace et laisse filtrer le reste vers le sol, non sans avoir prélevé un tribut au passage. Océans et continents réémettront une partie de cette énergie sous forme de rayonnement infrarouge. Ce flux thermique de bas en haut sera de nouveau filtré par certains gaz atmosphériques, qui ont la propriété d'absorber les infrarouges, et il sera en partie réémis vers la surface terrestre.

Ainsi s'amorce un va-et-vient entre l'atmosphère et la Terre. Celle-ci cédera encore de l'énergie à celle-là par conduction calorifique et aussi par l'évaporation des eaux, sous forme d'énergie latente libérée par la condensation de la vapeur d'eau en nuages. A son tour, la couche d'air émet un rayonnement thermique dirigé vers le haut, c'est-à-dire l'espace, et la boucle



Nos émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sont-elles responsables des récentes vagues de chaleur ?



est bouclée. Le bilan énergétique de ces échanges est positif pour le système terrestre, avec un "flux radiatif entrant" de l'ordre de  $340 \text{ W/m}^2$  et un flux sortant de  $238 \text{ W/m}^2$ ; la Terre capte donc de la chaleur, et l'effet de serre naturel augmente sa température en moyenne d'environ  $30^\circ\text{C}$ . Une bénédiction pour les êtres vivants !

Quels sont les agents de cet effet ? D'abord, la vapeur d'eau, essentiellement présente dans la plus basse couche de l'atmosphère, la troposphère (une quinzaine de km d'altitude). Le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), dont la répartition dans l'air est uniforme, et l'ozone, situé juste au-dessus de la troposphère, dans la stratosphère (comprise entre 15 et 50 km), et connu comme un capteur d'ultraviolets, possèdent aussi une bande d'absorption dans l'infrarouge. Si l'un de ces gaz augmente, cela accroît théoriquement l'effet de serre et réchauffe donc proportionnellement la surface de la Terre. De fait, l'homme émet dans l'atmosphère de 4,5 à 5,5 milliards de tonnes de carbone chaque année ; elles viennent des fumées d'usines, de la combustion du bois, des gaz d'échappement des autos. Etant donné que les plantes consomment ce gaz carbonique, leur absence l'augmente ; à cet égard, la déforestation des zones tropicales représente à elle seule un surplus de 0,4 à 1,6 milliard de tonnes de gaz carbonique.

Selon V. Ramanathan, de l'université de Chicago, l'augmentation de sa concentration dans l'atmosphère est un fait : + 4,6 % de 1975 à 1985. L'analyse des bulles d'air dans les carottes de glace prélevées aux pôles montre que cette augmentation coïnciderait avec le début de la Révolution industrielle. C'est-à-dire qu'en un siècle et demi à peu près, elle aurait atteint 25 %, la moitié seulement de l'accroissement théorique impliqué par les rejets industriels ; en effet, les océans et les forêts ainsi que l'ensemble des végétaux absorbent ce gaz.

Actuellement, l'énergie radiative captée par le gaz carbonique atmosphérique fournirait  $4 \text{ W/m}^2$  à notre planète. Le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote

( $\text{N}_2\text{O}$ ) et les chlorofluorocarbones (CFC en abrégé), autres gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère et produits par l'homme, causeraient ensemble un accroissement du même ordre.

Principal constituant du gaz naturel, le méthane provient en particulier de la décomposition de la matière organique ; son oxydation dans l'atmosphère conduit à un enrichissement en vapeur d'eau, qui en renforce les propriétés captatrices de chaleur. Or, la concentration de méthane a crû de 11 % entre 1975 et 1985, 10 % de ses émissions provenant directement des agglomérations urbaines.

Durant la même période, les rejets d'azote auraient augmenté de 3,5 % environ, en raison de la combustion en hausse du charbon, du bois et du pétrole, ainsi que de l'emploi accru d'engrais azotés.

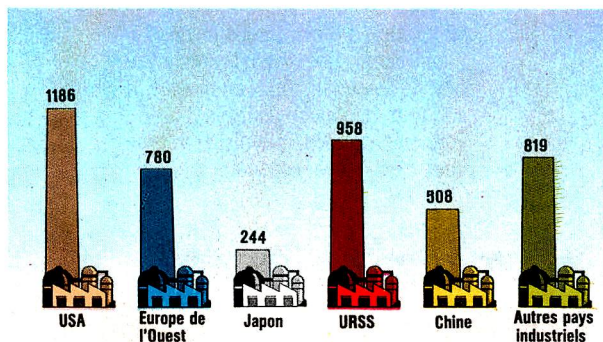
Quant aux CFC, ils sont déjà sur la sellette, car on sait leur responsabilité dans la dégradation de la couche d'ozone. Les plus dangereux d'entre eux sont les fréons CFC 11 et CFC 12, utilisés comme solvants et réfrigérants ; leur concentration atmosphérique a plus que doublé durant la même période 1975-1985. Ces substances chimiques captent les infrarouges encore mieux que ne le fait le gaz carbonique, car leur bande d'absorption est plus sélective pour cette portion du spectre. Et dans quelles proportions ! Une molécule de CFC 11 et une de CFC 12 ont ensemble le même pouvoir capteur que 10 000 molécules de gaz carbonique !

Donc, à leurs concentrations actuelles tous ces gaz doubleraient l'action du  $\text{CO}_2$ . Les effets s'en font-ils déjà sentir ou bien faut-il attendre d'avoir franchi un certain seuil ou un temps de latence donné ? A-t-on déjà rompu l'équilibre fragile du système climatique terrestre ?

C'est ce que craint James Hansen, déjà cité. Il estime peu probable que le réchauffement observé soit dû à une simple variation naturelle du climat. Il s'appuie, suivi en cela par un certain nombre de ses confrères, sur ces fameux signes auxquels nous avons fait allusion plus haut. Les nombreux modèles de fonctionnement de la machine climatique montrent, en effet, que si ce sont les gaz cités plus haut qui sont responsables de l'échauffement de la Terre et de la troposphère, la stratosphère, elle, devrait se refroidir, et de plus en plus avec l'altitude. Et justement, elle se refroidit, comme on l'a constaté depuis 1965, date à laquelle remontent les premières mesures. Karen Labitzke, de l'université de Berlin, a noté un refroidissement de  $0,34^\circ\text{C}$  en moyenne de la basse stratosphère entre  $20$  et  $70^\circ$  de latitude nord. Marc Schoeberl, de la NASA, note comme Hansen un refroidissement de  $1,5$  à  $2^\circ\text{C}$  de la haute stratosphère, à partir de mesures prises par satellite ou par fusée entre 1979 et 1985.

Mais ces études sont trop limitées dans le temps pour être déterminantes. De plus, le refroidissement de la stratosphère pourrait s'expliquer aussi par la régression de l'ozone et par la baisse de l'activité so-

**Qui rejette le plus de gaz carbonique ?** Dans ce classement publié par le *New York Times*, les émissions en 1985 sont exprimées en millions de tonnes de carbone. Reste à savoir si de telles quantités peuvent accentuer notablement l'effet de serre.





laire depuis 1980, qui se traduit par une chute de 0,02 % par an de la luminosité solaire.

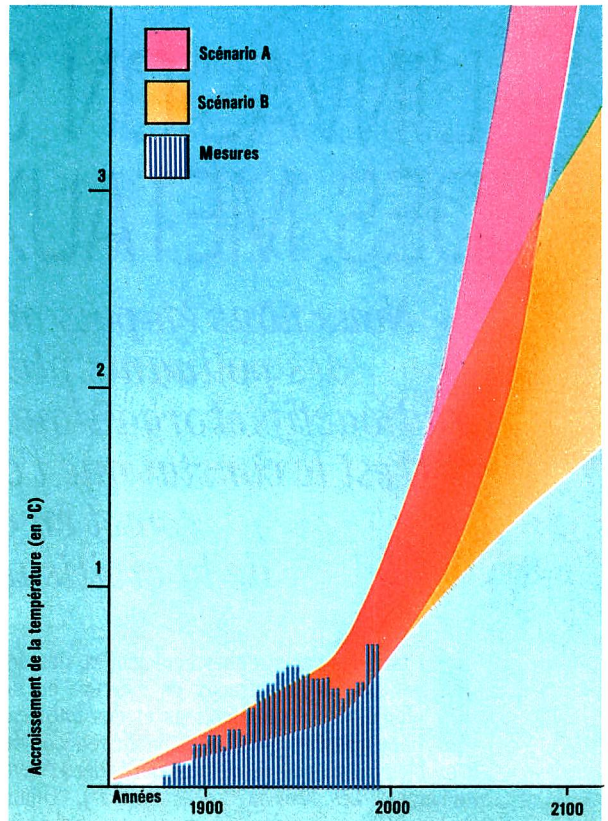
D'après les modèles de circulation générale de l'atmosphère qui simulent un doublement du CO<sub>2</sub>, l'expansion de celui-ci devrait fouetter le cycle hydrologique et accélérer la succession des précipitations et des évaporations. Ces modèles conçus par ordinateur prévoient, et c'est le second indice, une augmentation des pluies à des latitudes élevées et près de l'équateur.

Pourquoi la pluviosité varierait-elle selon les régions ? Parce que le réchauffement de la Terre ne serait pas uniforme ; il dépendrait de la latitude, de la longitude et de la saison. Les gradients de température et de pression qui en résulteraient altéreraient la circulation générale atmosphérique et océanique. Jean-François Royer, de la Météorologie nationale, a détaillé de quelle manière cela se ferait (2). Dans le cas d'un doublement du CO<sub>2</sub>, vraisemblablement vers le milieu du siècle prochain, le réchauffement moyen serait de 3,5 à 4,2 °C et il serait plus important aux latitudes élevées. Dans les régions polaires, la fonte de banquise diminuerait la part du rayonnement réfléchi au rayonnement incident ou albedo, car une couverture de neige ou de glace a un fort coefficient de réflexion. Ceci, ajouté à la diminution de l'épaisseur de la glace, amplifierait les échanges de chaleur entre atmosphère et océan réduisant les différences de température entre les régions polaires et les régions équatoriales. Ce qui déplacerait vers les pôles toutes les zones climatiques et, en particulier, la ceinture des dépressions des moyennes latitudes ; du coup, la pluviosité augmenterait au-delà de 50° de latitude.

L'arrosage consécutif aurait-il déjà commencé. Raymond Bradley, de l'université du Massachusetts, affirme qu'après être restée stable dans l'hémisphère nord de 1850 à 1940, la pluviosité augmente depuis lors entre 35 et 70° de latitude nord, et baisse entre 5 et 35° nord, restant stable à l'équateur (pour lequel à vrai dire, on manque de mesures). Mais ce chercheur admet lui-même que la ressemblance des modèles et des observations ne prouve pas grand-chose et qu'on ne peut rien en déduire en ce qui concerne le CO<sub>2</sub>.

Troisième indice, et non des moindres, l'aggravation de l'effet de serre devrait aussi provoquer une élévation du niveau des mers de 4 à 8 cm sur une période s'étendant de 1985 à 2025, du moins d'après les estimations de Wigley et Raper, de l'université d'East Anglia. Cette expansion des océans serait essentiellement due à la fonte des glaces du pôle nord, qui est plus sensible que l'Antarctique à une élévation de température, en raison de la faible épaisseur de sa calotte glaciaire.

A moyen terme, cette élévation des mers provoquerait l'inondation des terres basses, l'érosion accrue des côtes, une irruption d'eaux salées dans les



**Réchauffement : deux scénarios pour le XXI<sup>e</sup> siècle.** Le premier (A) évalue l'élévation de température dans le cas d'un maintien du taux de croissance actuel des rejets ; le second (B), dans le cas d'une réduction progressive de ce taux jusqu'à une croissance nulle, ce qui exigerait une limitation sévère de nos émissions. Pourquoi à chaque fois obtient-on une zone (rose pour le scénario A, jaune pour B) au lieu d'un simple trait ? Parce que pour chaque valeur de CO<sub>2</sub>, n'étant pas en mesure de faire des prévisions exactes, on prévoit une fourchette d'augmentation de température ; ainsi, pour un doublement de CO<sub>2</sub>, cette augmentation est comprise entre 2 et 4° C. Cette dernière température sera d'ailleurs atteinte vers 2050 pour le scénario A, et seulement un siècle plus tard pour le scénario B. Ces travaux ont été réalisés par V. Ramanathan, de l'université de Chicago et rapportés dans le magazine *La Recherche* de juillet 1988

estuaires et autres désordres. Or, le niveau des mers a effectivement augmenté de 10 à 15 cm depuis le début du siècle. Mais auparavant, il avait baissé sans interruption de plus de 2 m depuis 2000 ans. Difficile de tirer de cela des conclusions.

Tous les signes recueillis ne vont pas dans le même sens. Ainsi les océans devraient être en train de se réchauffer moins vite que les continents, en raison de leur inertie thermique. Et là, les observations ne correspondent pas au modèle : les mesures

(suite du texte page 161)

(1) Voir *Science & Vie* n° 827, août 1986, p. 15.

(2) Dans *La Recherche*, n° de juillet 1988.



# L'INVASION SOURNOISE DES METAUX LOURDS

*Nous nous empoisonnons tous à notre insu avec des polluants plus dangereux que les déchets radioactifs et organiques réunis : les métaux lourds. C'est le constat que l'on dresse aujourd'hui et qui remet en cause de nombreux secteurs de la civilisation industrielle et urbaine.*

**I**l faut des catastrophes écologiques, des déversements monstrueux de mercure ou de plomb, des contaminations et des intoxications massives pour que le public redécouvre le problème des rejets de métaux lourds dans l'environnement. Les "Chisso Corporation" (1), "Union Carbide" (2) et "Sandoz" (3) masquent ces émissions empoisonnées ne sont pas seulement ponctuelles : c'est un flux continu de micropolluants minéraux que nous rejetons dans la nature, des milliers de tonnes qui aboutissent à l'état de traces dans l'atmosphère, l'hydrosphère (cours d'eau et océans), et la lithosphère (sols), s'infiltrant avec dégât dans la biosphère constituée par l'ensemble des êtres vivants.

Les vapeurs et les particules émises dans l'air retombent sur le sol et dans l'eau. Le lessivage des terres par les pluies et les rivières draine une fraction des polluants vers la mer, quand ceux-ci ne s'infiltrant pas dans le sol pour s'accumuler dans les eaux souterraines, contaminant à l'occasion les nappes phréatiques. Les micro-organismes aquatiques les introduisent dans la biosphère. Ces êtres vivants sont les premiers maillons des chaînes alimentaires le long desquelles les polluants rémanents vont s'accumuler dans les tissus des mangeurs successifs. Cette biomasse deviendra particulièrement dangereuse pour un con-

sommateur situé en bout de chaîne comme l'homme, les effets toxiques se faisant parfois ressentir longtemps après la contamination de l'environnement. Les organismes filtreurs peuvent aussi concentrer des micropolluants minéraux dans des proportions considérables. Des mollusques bivalves fixent jusqu'à 300 000 fois le cadmium. On comprend dès lors que des rejets de métaux lourds en mer puissent rester indécélables.

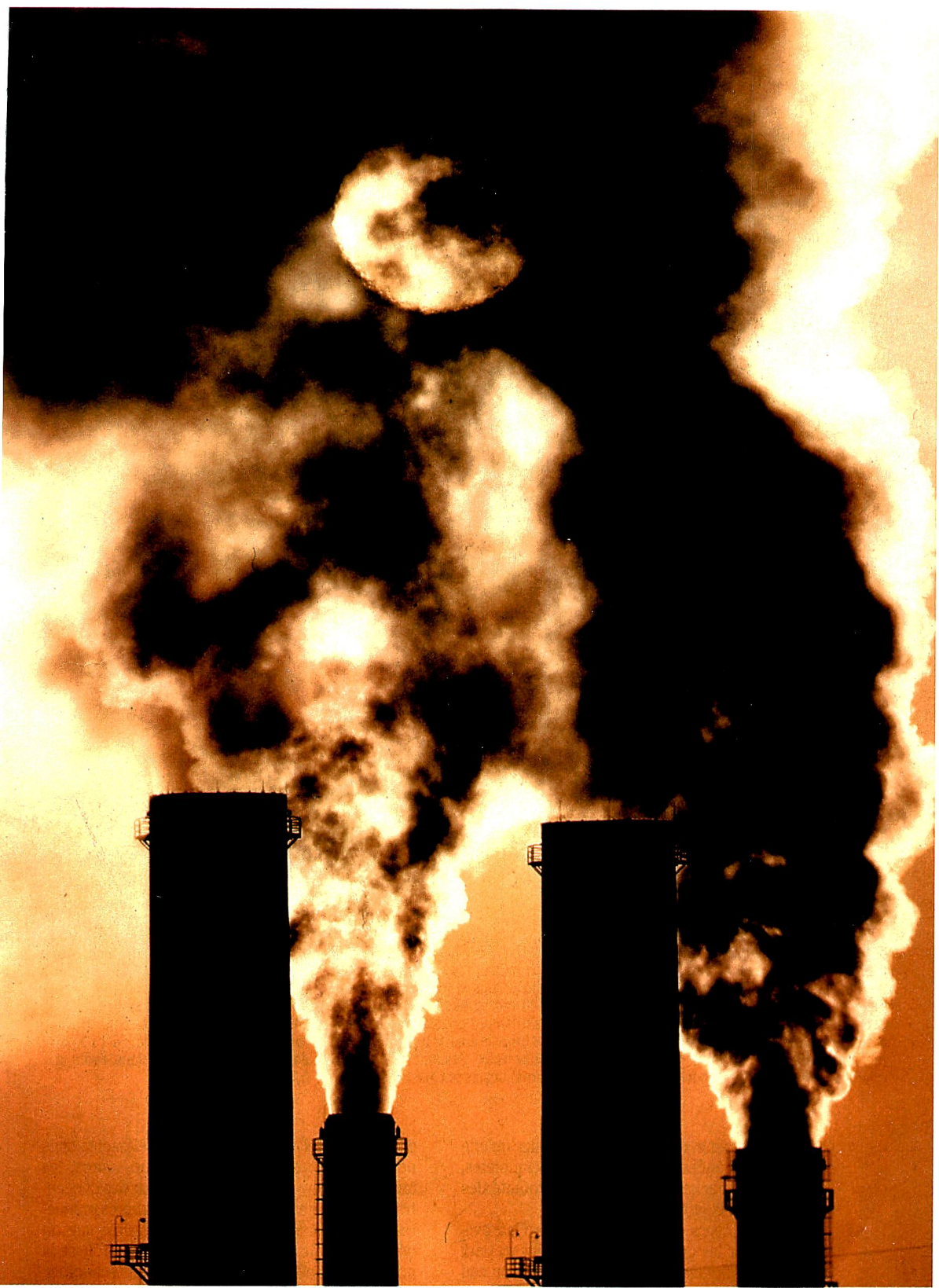
La multiplicité des sources d'émission et leur taux relativement faible en métaux lourds gênent considérablement l'évaluation des quantités globales émises par l'homme et la comparaison avec les sources naturelles. Dans les années 70, l'examen des calottes de glace du Groenland avait révélé une élévation brutale des retombées de métaux lourds coïncidant avec la révolution industrielle et liée à l'augmentation de la production et de la combustion de charbon.

Depuis plusieurs années, des scientifiques ont

Hentrepris de dresser un inventaire global des émissions artificielles dans l'environnement. Jerome Nriagu, de l'Institut canadien de recherche sur l'eau, et Jozef Pacyna, de l'Institut norvégien de recherche sur la pollution de l'air, viennent de publier dans la revue scientifique britannique *Nature* du 12 mai 1988, une estimation quantitative de la contamination mondiale de l'environnement



L'importance des rejets industriels de métaux lourds dans l'environnement éclipe les déchets domestiques qui pourtant participent tout aussi activement à cette pollution.





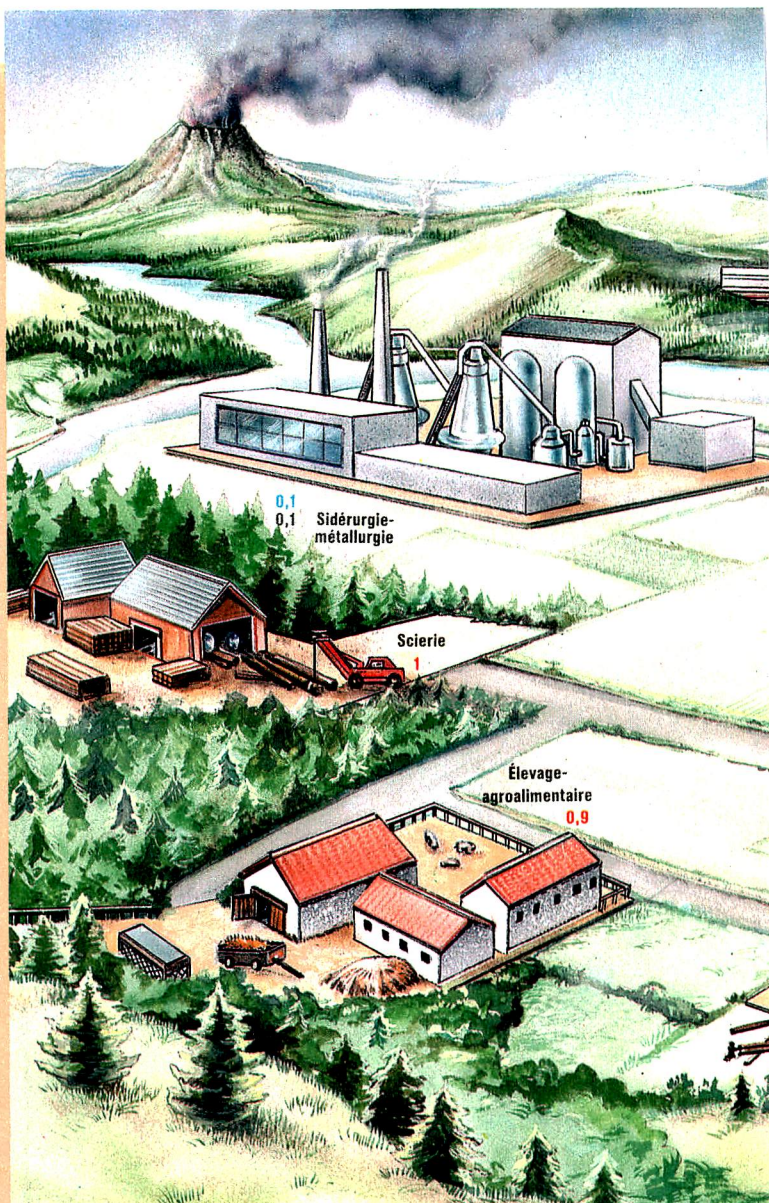
## LE MERCURE

Présent à l'état naturel dans certains minerais, le mercure, par lessivage, se retrouve dans les eaux continentales à un taux moyen de  $0,5 \mu\text{g/l}$ , et à  $3 \mu\text{g/l}$  dans les océans. Ses émanations volcaniques entraîne, dans une atmosphère non polluée, une concentration de  $0,002 \text{ ppb}$  (partie par billion).

A ces deux principales sources d'émission naturelles s'ajoutent les sources artificielles extrêmement nombreuses. Durant l'extraction et le grillage de minerai de cinabre, un sulfure de mercure, 2 à 3 % du métal traité est libéré sous forme de vapeur ou de particules.

En raison même de leur toxicité, des composés organiques comme le chlorure mercurique ou l'acétate de phénylmercure sont employés comme fongicide et bactéricide pour l'enrobage des semences. Ces composés ne sont pas récupérés et diffusent intégralement dans le sol. L'industrie chimique utilise (et rejette) du mercure pour l'obtention de chlore et de soude par électrolyse, ou pour la transformation de l'acétylène en chlorure et acétate de vinyle. En raison de certaines de ses propriétés (état liquide à température ordinaire, courbe de dilatation régulière et conductivité électrique élevée), le mercure métal est largement employé dans la fabrication d'appareillages de mesure et électriques. Peu recyclé, il finira sa carrière dans la nature. Dans l'industrie pharmaceutique, on utilise des antiseptiques organomercuriels ou des diurétiques, en grande majorité rejetés dans les égouts. En France, les piles usées représentent 93 % du mercure présent dans les ordures ménagères.

Le mercure minéral, qui arrive dans l'écosystème marin, est converti par les bactéries benthiques en différents composés mercuriels, suivant les conditions physico-chimiques du milieu. Le méthyl-mercure en est le plus dangereux en raison de sa très grande stabilité et de ses effets cumulatifs. Il peut très bien rester indosable dans l'eau de mer et s'accumuler le long des chaînes alimentaires, recueilli et filtré par les micro-organismes, puis concentré par



les consommateurs successifs. On a ainsi retrouvé dans le foie de phoques jusqu'à  $140 \text{ mg}$  de mercure par  $\text{kg}$  ! Il se fixe aussi dans les graisses des tissus nerveux et brouille ainsi la transmission des influx nerveux. Les autorités sanitaires internationales ont fixé à  $0,5 \text{ ppm}$

(parties par million) le taux admis dans l'eau potable et les aliments.

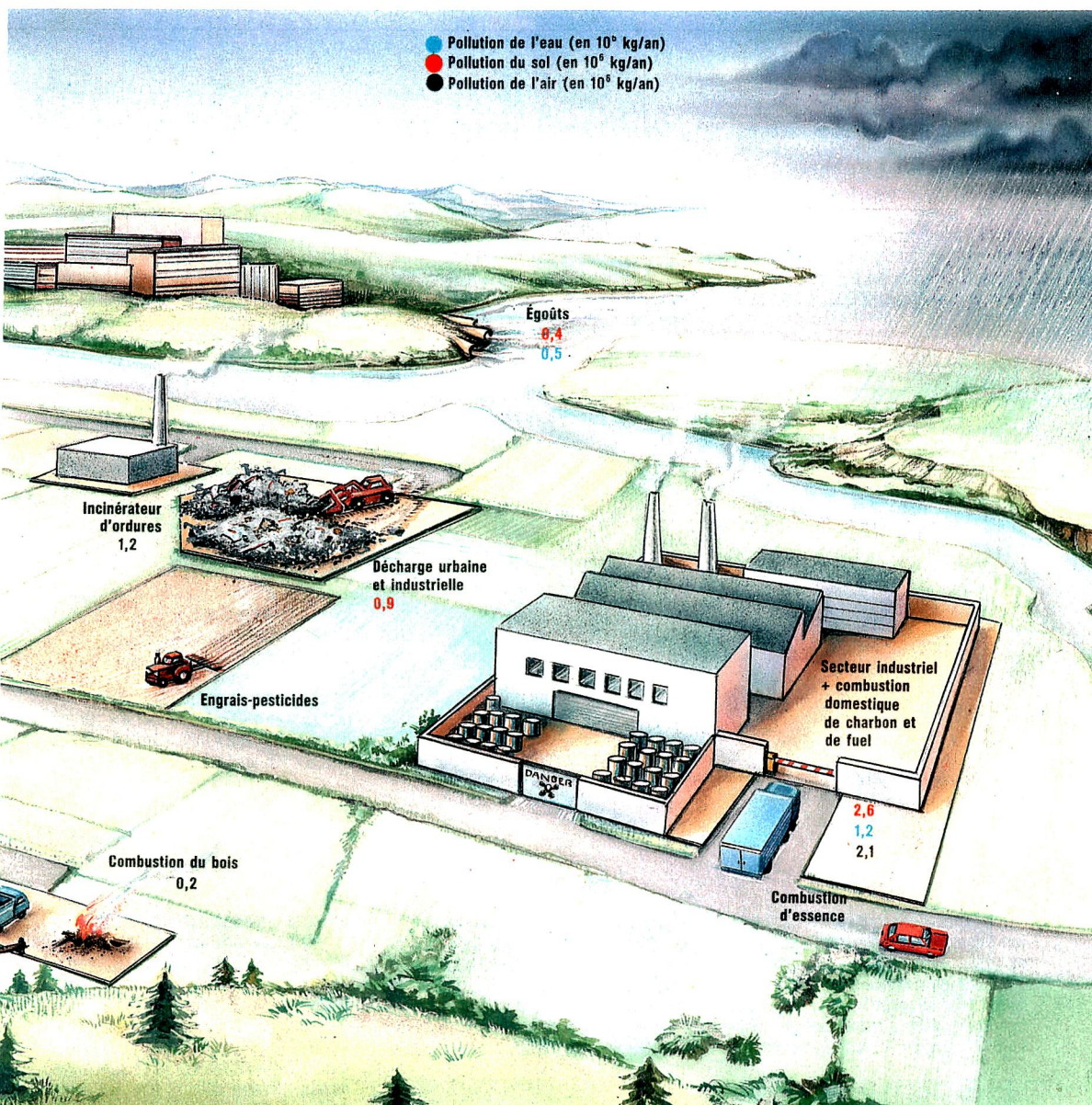
Toutes émissions confondues, la décharge totale de mercure dans l'environnement fut, en 1983, de  $3,6 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'air,  $3,6 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'eau et  $5,8 \times 10^6 \text{ kg}$  dans le sol.

par une quinzaine de ces éléments. Plus qu'une révision des données antérieures, très incomplètes, cette étude s'attache à couvrir la quasi-totalité des rejets industriels et urbains.

Selon les auteurs, l'homme agit aujourd'hui profondément sur les cycles de la plupart des métaux lourds. La contamination de nos ressources en eau

est certaine et l'accumulation de ces éléments dans nos aliments s'accélère. Pour chaque source, les taux d'émission ont été estimés à partir des concentrations de métaux lourds dans les matières premières, des technologies de production ainsi que du type et de l'efficacité des systèmes de contrôle de la pollution. En effet, les divers procédés technologi-





ques d'une même industrie, ont un "pouvoir polluant" variable. C'est le cas pour la fabrication du ciment, qui met en jeu des procédés industriels de cuisson à haute température par voie sèche ou humide. C'est également vrai pour les procédés métallurgiques et sidérurgiques de fusion, suivant le type d'équipement. Les concentrations d'éléments traces dans les matières premières ne sont pas non plus fixes. Les taux de charbon en arsenic varient de 0,34 à 130 microgrammes/g, atteignant même 1 500 microgrammes/g dans certaines lignites tchécoslovaques. Quant aux facteurs d'émission, ils varient suivant le milieu naturel considéré.

Dans l'atmosphère, c'est la combustion du char-

bon dans les centrales thermiques et les brûleurs industriels, tertiaires ou résidentiels qui fournit l'apport majeur de mercure, de molybdène et de sélénium ainsi qu'une contribution significative d'arsenic, de chrome, de manganèse, d'antimoine et de thallium. Le vanadium existe en concentration importante dans les cendres de charbon et les fumérons produits par les chaufferies au fuel, il s'envolera en grande partie avec les fumées. Les cimenteries rejettent beaucoup de thallium, de chrome et de plomb. En première ligne aussi, l'industrie des métaux non ferreux qui pourvoit l'air en arsenic, cadmium, cuivre et zinc. La combustion des carburants lui ravit la palme pour le plomb, dont elle



## LE PLOMB

Stocké dans le sol sous forme de galène, le plomb se retrouve aussi dans les poussières de silicate, les aérosols volcaniques, les fumées de feux de forêt, les sels marins ou les météorites. Sa concentration naturelle dans les eaux superficielles continentales atteint  $0,5 \mu\text{g/l}$ , elle est de  $0,015 \mu\text{g/l}$  dans l'eau de mer et de  $0,0006 \mu\text{g/m}^3$  dans l'atmosphère.

Ses émissions artificielles dans l'eau et les sols ont essentiellement pour origine les fonderies de la métallurgie et les incinérateurs d'ordures. Les peintures comprenant des pigments comme le carbonate ou le sulfate de plomb basique, les gainages de câbles en alliage de plomb qui garantissent l'étanchéité et le blindage électrique ou certains insecticides enrichissent également le milieu

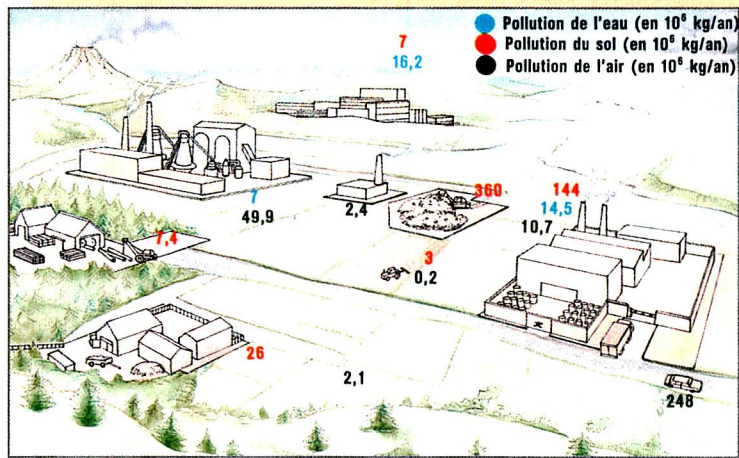
en plomb. La plus grosse pollution atmosphérique prend sa source dans l'adjonction du plomb tétraéthyle comme antidétonant dans les carburants.

Des activités individuelles comme la chasse entraînent des déversements surprenants de ce métal. Chaque cartouche en contenant en moyenne  $34 \text{ g}$ , il suffit d'une salve à tous les chasseurs de France pour en répandre plus de  $60 \text{ t}$  !

L'homme ne fixe que  $10 \%$  du plomb qu'il ingère. La FAO (Food and Agriculture Organization) et l'OMS (l'Organisation mondiale de la santé) ont défini une absorption journalière tolérable d'un microgramme par kilo de poids corporel, au-delà de laquelle il y aurait accumulation. En France, la consommation importante de vins contribue de manière significative à l'apport quotidien de plomb.

Ingéré à trop forte dose, ce métal lourd provoque le saturnisme, une intoxication autrefois courante, lorsque les canalisations étaient en plomb.

Toutes émissions confondues, la décharge totale de plomb dans l'environnement, en 1983, fut de  $332,4 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'air,  $3,8 \times 10^6$  dans l'eau et  $563,5 \times 10^6 \text{ kg}$  dans le sol.



## LE CADMIUM

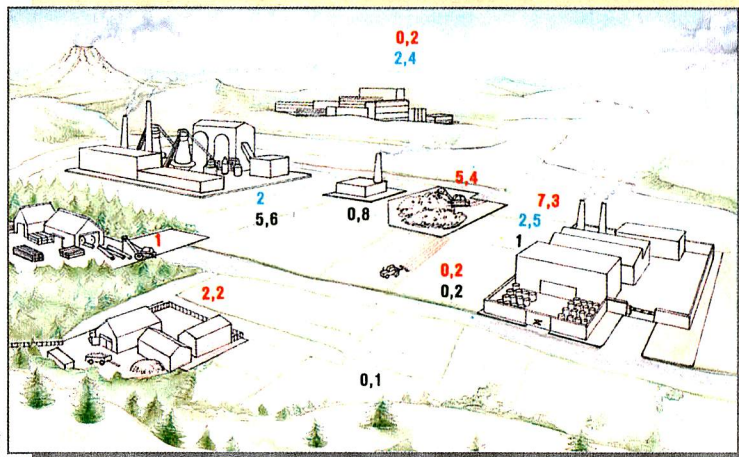
Ce métal assez rare est presque toujours associé, à l'état naturel, au zinc et au plomb. Ses concentrations naturelles dans les rivières et les mers atteignent le microgramme par litre. Les agents de contamination sont essentiellement les mines et les raffineries, les

rejets industriels (notamment pour la galvanoplastie) et les eaux usées urbaines, les engrais phosphatés et les insecticides. Les canalisations galvanisées ou soudées avec des alliages argent-cadmium, les caoutchoucs et les pneumatiques — l'oxyde de cadmium étant

utilisé comme agent de vulcanisation du caoutchouc — viennent compléter cette liste déjà longue. Dans les milieux aquatiques, cet élément est rapidement transféré aux sédiments et absorbé par les organismes évoluant dans et sur les vases. Plus toxique encore que le mercure pour la vie marine, il se concentre essentiellement dans le foie, les reins mais aussi dans la chair des poissons, ceux-ci y étant particulièrement sensibles. Le record est détenu par certaines huîtres qui le concentrent dans des proportions 300 000 fois supérieures à la concentration du milieu environnant.

L'homme n'élimine pratiquement pas le cadmium qu'il ingère et cette accumulation peut entraîner des réactions plusieurs années après une intoxication. La maladie généralisée qui en résulte, connue sous le nom d'Itai-Itai, engendre des troubles osseux.

Toutes ces émissions confondues, la décharge totale de cadmium dans l'environnement fut, en 1983, de  $7,6 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'air,  $7,1 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'eau et  $16,7 \times 10^6 \text{ kg}$  dans le sol.





## L'ARSENIC

L'arsenic se trouve dans presque tous les sulfures métalliques naturels. Sa teneur moyenne dans les eaux continentales atteint  $0,4 \mu\text{g/l}$ , et approximativement  $0,5 \text{ mg/kg}$  dans les sols. Le volcanisme entretient à lui seul 90 % des émissions naturelles, le reste étant assuré par les feux de forêt et de prairies ainsi que par l'émergence de certaines eaux souterraines ou thermales. C'est en concentrant fortement cet élément à un niveau local que l'homme en modifie le cycle. L'emploi de composés arsenicaux dans les pesticides provoque une accumulation de ce métal lourd dans la terre sous forme de sels insolubles. L'arsénite de sodium est en particulier très utilisé comme insecticide et fongicide dans le traitement de la vigne, ce qui explique les traces d'arsenic dans votre vin de table.

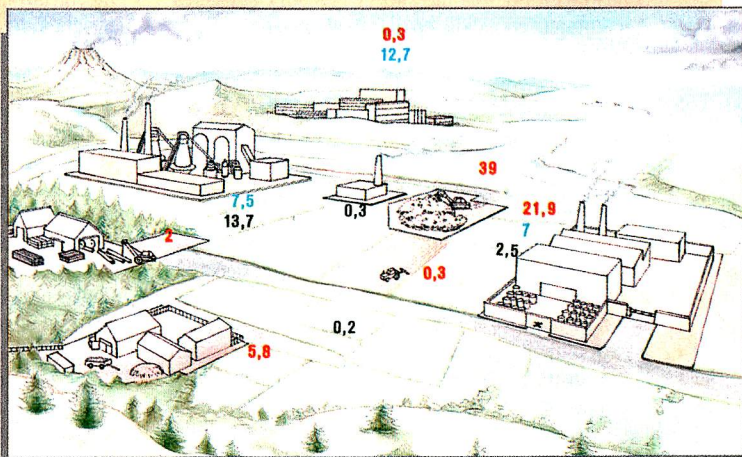
Le brûlage du charbon et du fuel large également une quantité non négligeable d'arsenic dans l'environnement. Tous ses composés sont toxiques, les formes inorganiques étant particulièrement pernicieuses. Les plantes ont tendance à l'accumuler dans leurs racines, mais c'est surtout dans les écosystèmes aquati-

ques qu'il représente un danger.

Transformé par certaines bactéries et levures en dérivés gazeux très toxiques comme le diméthylarsine et le triméthylarsine, il va s'accumuler dans la faune et la flore marines ; les algues en particulier concentrent l'arsenic de 1 000 à 10 000 fois. La rétention de l'arsenic est également importante chez les poissons.

L'homme absorbe entre 5 et 15 % des 25 à  $33 \mu\text{g}$  d'arsenic qu'il ingère chaque jour, en Occident. La teneur maximale admise dans les eaux de boisson a été fixée à  $0,05 \text{ mg/l}$ .

Toutes émissions confondues, la décharge totale d'arsenic dans l'environnement, en 1983, fut de  $18,8 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'air,  $35,3 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'eau et de  $68,8 \times 10^6 \text{ kg}$  dans le sol.



## LE CHROME

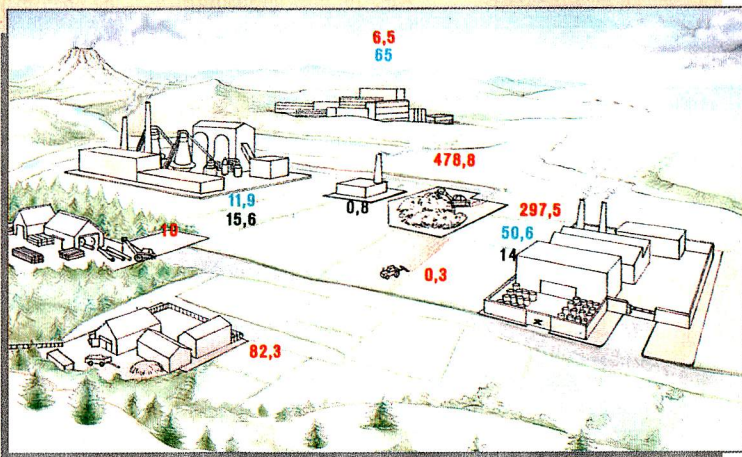
Assez répandu dans les sols, le chrome est extrait pour une grande part du minerai de chromite. La teneur naturelle des eaux de surface avoisine  $3 \mu\text{g/l}$  ; dans les sols, elle est de l'ordre de  $24 \text{ mg/kg}$ . Les sources d'émissions polluantes sont essentiellement dues aux opérations de rinçage des pièces à l'eau courante de la galvanoplastie, de la métallurgie et de la sidérurgie. Ces eaux résiduelles déverseront en particulier des sels de chrome hexavalent — la forme la plus toxique pour l'homme — dans les eaux continentales. L'utilisation du chrome comme inhibiteur de corrosion dans le revêtement intérieur des tours de réfrigération entraîne, là encore, une émission de chrome hexavalent. Les tanneries utilisent et rejettent également une très forte quantité de cet élément, employé comme agent impu-

tre-scible, sous forme trivalente. Si le métal n'est pas toxique en lui-même pour l'homme, ses sels hexavalents et trivalents (notamment l'acide chromique) le sont. Jusqu'à présent, les inhalations ont provoqué les intoxications les plus sévères. Le chrome trivalent cause peu d'effets sur l'appareil digestif,

mais son absorption régulière aboutit aussi à une accumulation dans les tissus, qui, à terme, représente un certain danger. Le chrome hexavalent provoque quant à lui une forte irritation du tube gastro-intestinal. Les normes européennes restreignent à  $0,1 \text{ mg/kg}$ , le taux de chro-

me dans les aliments et à  $0,05 \text{ mg/l}$  celui pour les eaux de boisson.

Toutes émissions confondues, la décharge totale de chrome dans l'environnement, en 1983, fut de  $30,5 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'air,  $132,9 \times 10^6 \text{ kg}$  dans l'eau et  $874,4 \times 10^6 \text{ kg}$  dans le sol.





assure la quasi-totalité des émissions atmosphériques, sous forme de plomb tétraéthyle. Le chrome et le manganèse proviennent pour une grande part de la sidérurgie.

Le sort que réserve l'homme aux écosystèmes aquatiques est-il plus réjouissant ? Les choses se gâtent, au contraire. Qu'ils soient marins ou continentaux, ces milieux reçoivent des effluents industriels très épicés. Les eaux résiduelles des équipements à combustion charbonnée véhiculent en particulier de l'arsenic, du mercure et du sélénium, celles des fonderies métallurgiques sont enrichies en cadmium, en nickel, en plomb et en sélénium, les effluents de l'industrie sidérurgique apportent leur tribut en chrome, en molybdène, en antimoine et en zinc, les boues des égouts municipaux étant surtout chargées en arsenic, manganèse et plomb. L'atmosphère, et ceci est particulièrement vrai pour le plomb, va céder une grande partie de ses métaux lourds aux domaines aquatiques.

La pollution des eaux marines est pour sa part essentiellement localisée dans la zone côtière où s'écoulent fleuves, déversements d'usines et égouts. Selon l'Unesco, il n'y aurait pas d'accumulation des micropolluants minéraux dans l'eau elle-même. Seule, la teneur en plomb des eaux superficielles serait en augmentation depuis une vingtaine d'années. Il y a à cela une raison très simple : les métaux lourds sont assez rapidement transférés dans les sédiments où ils sont en partie métabolisés par les organismes vivants et mis en circulation dans les chaînes alimentaires où leur toxicité s'épanouit...

Les sols sont également atteints par les rejets toxiques, grâce en particulier aux cendres de la combustion du charbon et à l'abandon des produits manufacturés usagés. Ce dernier canal propulse d'ailleurs directement 1 à 5 % de la production mondiale de manganèse, de molybdène, de nickel, d'antimoine et de vanadium dans la nature.

Mais d'autres sources interviennent dans cette distribution complexe. Les déchets urbains constituent une source importante de cuivre, de mercure, de plomb et de zinc. Le département agricole se distingue avec les ordures des élevages d'animaux, les déchets de la production agricole, les engrais chimiques et pesticides qui entraînent une contamination lente mais irréversible des sols cultivés. Les super-engrais (orthophosphates) amènent de tout un peu. Des cocktails, comme ceux qu'introduisent d'autres fertilisants, s'accumulent dans la couche supérieure des terres,

précisément au niveau des racines ! Les pesticides apportent leur contribution sous forme de sels de cuivre ou d'arséniate de plomb. Par leur intermédiaire, 80 à 90 % de l'arsenic produit chaque année intègrent les sols.

Quant aux boues d'égouts, si l'ensemble de leurs rejets pollue faiblement l'environnement, ils constituent néanmoins une des sources locales de contamination les plus importantes.

La terre n'étant pas une poubelle dénuée de fond, ses capacités de rétention restent limitées. Il semble qu'au Japon et en Europe, certains sols très proches de la saturation nécessitent une décontamination. Cette pollution est particulièrement critique :

- à proximité des gisements miniers,
- près des réseaux routiers,
- sur les sols abreuvés d'engrais,
- dans les grandes régions industrielles,
- sur les terrains d'épandage où s'accumulent depuis longtemps les éléments traces contenus dans les eaux usées, les boues de dragage et autres déchets industriels, ou les résidus organiques (1).

L'inventaire dressé par *Nature* prouve l'importance du rôle joué par l'homme dans les cycles biogéochimiques des métaux lourds. Si les éruptions volcaniques, les météorites, les phénomènes d'altération des roches par lixiviation ou par érosion éolienne constituent autant de sources naturelles d'émission, la mobilisation des éléments traces métalliques par l'homme dans la biosphère leur est comparable voire supérieure (voir tableau ci-contre). L'irréversibilité de cette pollution est particulièrement préoccupante. Impossible de récupérer aisément ces métaux, une fois dissipés dans la nature ! Leur rémanence est la cause même d'une accumulation difficilement contrôlable.

Le plus inquiétant réside dans la difficulté des scientifiques à prévoir à long terme les retentissements de cette pollution sur la biosphère. Les effets de combinaison (synergiques) ou de neutralisation (antagoniques) de certains polluants ne facilitent pas la tâche. Le zinc et le cuivre augmentent, par exemple, la toxicité du cadmium. Tous deux peuvent également avoir un effet additif. La dose létale de zinc chez le saumon passerait de 0,6 mg/kg à 0,15 mg/kg en présence de cuivre. Par contre, le sélénium neutraliserait en partie le mercure en favorisant sa déméthylation dans les tissus des organismes marins et en particulier dans le foie des

#### UN BILAN LOURD POUR L'HOMME

MÉTAL	SOURCES NATURELLES (ent/an)	ÉMISSIONS ARTIFICIELLES (ent/an)
Arsenic	7 800	12 000
Cadmium	1 000	3 000
Mercur	6 000	1 100
Plomb	19 000	116 000
Cuivre	19 000	2 150
Nickel	26 000	47 000
Zinc	46 000	234 000

(1) Entreprise responsable en 1954 de la tragédie de la Baie de Minamata ayant causé la mort de 43 Japonais, intoxiqués par du méthylmercure.

(2) L'explosion de son usine de pesticides, à Bhopal, entraîna la mort de 2 500 personnes.

(3) En 1986, l'incendie à Bâle d'un entrepôt Sandoz entraînait le déversement d'une quantité importante d'insecticide, le mercure figurant là encore dans la liste des polluants.

(4) Pour en savoir plus, lire *La nature en crise* de Philippe Lebreton, qui vient de paraître aux éditions Sang de la Terre.





BASSINS HYDROGRAPHIQUES	DEGRADATION (en %)	STABILITÉ (en %)	AMÉLIORATION (en %)
ARTOIS-PICARDIE	0	100	0
SEINE-NORMANDIE	8	69	23
LOIRE-BRETAGNE	9	50	41
ADOUR-GARONNE	26	58	16
RHÔNE- MEDITERRANÉE- CORSE	12	88	0

**Nos rivières dissimulent-elles toujours autant de métaux lourds ?** Ces résultats, publiés dans l'*Etat de l'environnement*, montrent l'évolution de la concentration des bassins hydrographiques français en chrome, plomb, zinc et cadmium, de 1980 à 1985. Le bassin Rhin-Meuse ne figure pas dans cette étude car depuis 1984, les mesures de métaux lourds s'y font, non plus en eau superficielle mais sur des mousses aquatiques. Méthode utilisée aussi, depuis cette année, par les autres bassins.

dauphins des phoques et des marsouins.

Force est de constater notre ignorance sur les conséquences que pourront avoir, sur les générations futures, une pollution entretenue par tous au niveau collectif et individuel. Selon Nriagu et Pacyna, l'ensemble des rejets de métaux lourds serait pourtant plus polluant que tous les déchets radioactifs et organiques réunis, d'après le nombre de litres d'eau nécessaire pour les diluer jusqu'à obtention d'eau potable ! Les tentatives de réduction de ces émissions demeurent nettement insuffisantes. Quant au recyclage, il

demande une organisation loin d'être mise en place. Lorsque la France recycle 1,4 à 2,8 t de mercure par an, en récupérant 20 à 40 % des piles boutons usagées, elle en "balance" 45 t dans la nature avec les piles alcalines ! La question est de savoir maintenant si, compte tenu des informations dont on dispose actuellement, les humains sont prêts à intégrer ces nouveaux paramètres à leur système économique et à nos programmes de croissance et si au fond, ils souhaitent réellement réduire à néant les déjections de métaux lourds dans l'environnement.

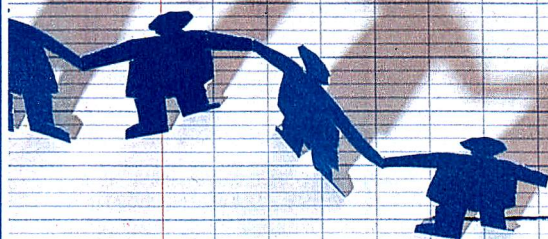
**Isabelle Bourdial**



**SCIENCE**  
  
**VIE**

# L'ENFANT ET L'ECHEC SCOLAIRE

**LES RYTHMES DE L'ENFANT**  
**LES CLASSES-CHARNIÈRES**  
**L'ÉCOLE DE DEMAIN**



$$\begin{array}{r|l} 375 & 12 \\ \hline 015 & 321 \\ 0 & \end{array}$$

A handwritten division problem on a grid background. The divisor is 375, the dividend is 015, and the quotient is 12. A red diagonal line is drawn through the problem. The number 321 is written to the right of the vertical bar. There are red marks, including a large 'X' and a '3', near the bottom of the division.

Dictée:

Il a gelé sur le  
ant chène et la plu

M 2579 - 164 - 22,00 F-RD



3792579022008 01640

**NUMERO HORS SERIE TRIMESTRIEL**

160 FB - 6.50 FS - 2.950 Dt - 600 Pras - 28 Dh - 5000 L - \$ can 4.50 - USA NYC \$ 4.25 - OTHER \$ 4.50

## EN VENTE PARTOUT



# ECHOS DE LA RECHERCHE

## OBÉSITÉ

### Calmez donc vos récepteurs alpha !

On est obèse à cause de récepteurs alpha qui ne fonctionnent pas. La nouvelle vient de l'université Rockefeller de New York.

A la surface des cellules graisseuses (les adipocytes), il y a en effet deux types de récepteurs hormonaux essentiels : les bêta, qui déclenchent la production d'enzymes qui fragmentent les graisses en sous-produits et les mettent en circulation dans le sang ; les alpha, qui, lorsque le processus a atteint un certain seuil, arrêtent la dégradation des graisses.

En étudiant les récepteurs sur des cellules graisseuses prélevées sur les tissus adipeux d'hommes et de femmes, Rudolph M. Leibel a d'abord trouvé que leur répartition est très différente selon le sexe et les localisations dans le corps. Il a ensuite trouvé le mécanisme évoqué plus haut.

Mais il est possible que ce mécanisme soit variable ; ainsi, ce peut être aussi bien les récepteurs bêta qui ne fonctionnent pas assez bien que les alpha qui bloquent farouchement la dégradation des graisses.

Leibel a également étudié des femmes qui suivent des cures d'amaigrissement. Ses constatations ne sont pas encourageantes. L'amaigrissement forcé détraque encore plus le mécanisme des alpha et des bêta.

Fait bizarre : ce sont les graisses de l'abdomen qui sont les plus dangereuses pour la santé, parce que, pour des raisons qui restent à découvrir, ce sont celles qui influencent le plus le métabolisme de l'insuline et donc prédisposent le plus au diabète.

Leibel soupçonne que c'est parce que les récepteurs alpha des

couches adipeuses abdominales sont plus actives que dans le reste de l'organisme.

Mais on pourrait agir sur l'obésité autrement que par des cures forcées. Lors d'une récente conférence sur la biochimie de l'obésité, en juin, à l'université du Wisconsin-Madison, Henry Lardy, professeur de biochimie, et John Nestler, endocrinologue et spécialiste du métabolisme au Medical College of Virginia, ont donné un peu d'espoir. Des expériences rapportées par Nestler indiquent en effet que si l'on injecte à des gens obèses une hormone banale, la déhydroépiandrosterone ou DHEA, on obtient non seulement une réduction de leurs couches adipeuses, mais également de leurs taux de cholestérol léger, le plus en cause dans la

formation des plaques athéromateuses.

La DHEA commence à être produite en grandes quantités à la puberté, est abondante chez les jeunes adultes et décroît progressivement, jusqu'à ne plus représenter que 5 % de sa valeur initiale vers 80 ans.

La DHEA est particulièrement intéressante à étudier parce qu'elle est liée aux réactions immunitaires. Depuis 1970, on vérifie des effets éventuels, contre les cancers du sein, du côlon, du poumon, de la peau et de la thyroïde.

Il convient de rappeler qu'on avait déjà soupçonné un excès de graisses d'être responsable de certains cancers. Il resterait donc donc à vérifier que l'effet anticancéreux possible de la DHEA est bien lié à une réduction des couches adipeuses et du cholestérol, et ensuite expliquer exactement le rôle supposé des graisses dans la formation des cancers. **G.M.**

## ZOOLOGIE

### « Vous l'avez bien vu ? » — « Je l'ai vu de mes yeux, vu ! »

Ce dessin bizarre est censé représenter un poisson antennaridé, il fut réalisé vers 1700 par un artiste de la Compagnie des Indes néerlandaises, Samuel Fallours, et publié en 1719 dans l'ouvrage de Louis Renard, *Poissons, écrevisses et crabes*. Fallours, rapporte notre excellent confrère *Science*, auquel nous devons la reproduction du document, captura l'animal sur la plage, le ramena chez lui, où l'antennaridé le suivit avec « grande familiarité, comme un chien, pendant trois jours ».

On comprend un peu mieux la naissance de certaines légendes... **G.M.**

AMERICAN  
ASSOCIATION FOR THE  
ADVANCEMENT OF  
SCIENCE

SCIENCE

Vol. 100, No. 1, 1991



BOOK REVIEW



## POLLUTION

## L'usage accru de l'auto est une menace mondiale

*Telles sont les conclusions d'un rapport publié par le célèbre Worldwatch Institute, organisation financée par les Nations unies*

Ce n'est pas d'une association piétonnière (qui pourtant aurait aussi bien droit à la parole, étant donné qu'elle serait constituée d'êtres humains) qu'émane un sévère avertissement sur les dangers de l'automobile.

Le Worldwatch Institute avait d'ailleurs déjà publié en 1979 une étude qui avait fait du bruit et qui était consacrée à l'avenir de l'auto dans un monde qui manque de pétrole.

Les quelque 400 millions d'autos qui circulent dans le monde, et dont le nombre augmente, vont entraîner un accroissement parallèle de la pollution, dit l'Institut. Celui-ci met en doute le bien-fondé des choix de pays du tiers monde qui investissent dans des systèmes de transport individuel «...bénéficiant à une petite classe de privilégiés à grand pouvoir d'achat». L'Institut recommande en tout cas aux pays développés d'accroître les taxes sur les voitures à basse consommation d'essence et demande à tous les gouvernements du monde de décourager l'usage de l'auto là où c'est possible, au profit des transports publics.

**Danger de radiations pour les voyageurs aériens** dans les années à venir, en raison de l'entrée du Soleil dans un des cycles les plus intenses enregistrés depuis 1840. Les satellites risquent d'être endommagés et de rentrer plus vite dans l'atmosphère ; les lignes de haute tension, les liaisons téléphoniques à longue distance et les communications radio risquent aussi d'en souffrir.

**La colchicine contre la cirrhose.** Utilisée depuis des siècles contre la goutte, ce remède semble être le premier qui ralentisse les dégâts de la cirrhose, selon une étude réalisée au Mexique et publiée par le *New England Journal of Medicine*.

L'auteur de cette étude à grand potentiel explosif, Michael Renner, déclare que « les politiques gouvernementales » qui favorisent la possession de voitures par une petite élite riche gaspillent des ressources rares et déséquilibrent les priorités de développement. Il cite en exemple Haïti, où 1 personne sur 200 seulement possède une voiture, mais où un bon tiers du budget d'importation est consacré à l'achat d'essence et d'équipements de transport.

Renner observe, non sans bons sens, que les encombrements causés par les voitures rendent les transports de surface de plus en plus difficiles pour la masse des gens qui utilisent les transports publics. Toutefois, il se pourrait, à notre avis, que Renner ait manqué

à un aspect intéressant du phénomène qu'il dénonce : c'est que l'encombrement causé par le développement des parcs automobiles commence à être, paradoxalement, un des facteurs les plus efficaces contre cette extension. Il est en effet de plus en plus de villes dans le monde où circuler en auto est une source d'inconfort plus grand que d'aller à pied ou en autobus. Outre Paris, il faut citer, Londres, New York, Mexico, São Paulo, Le Caire ou Rome.

Bien évidemment, les patrons de l'industrie automobile américaine, tout au moins ceux interviewés par notre confrère *The New York Times*, ne sont pas du tout d'accord. Ils trouvent l'étude mal faite. Ils opposent à Renner le fait que de nombreux pays du tiers monde tirent de la construction automobile des revenus importants. Mais cela reste à prouver car, mis à part quelques pays assez rares comme le Mexique ou l'Inde, qui disposent en effet d'une production automobile, on ne voit guère que les pays d'Afrique fabriquent des autos.

Sans compter qu'au cours des dix dernières années l'auto a fait 8 millions de morts et 300 millions de blessés dans le monde. **G.M.**

## MÉDECINE

## Sels biliaires contre Sida

Une hirondelle ne fait pas le printemps, mais voici une information qui mériterait d'être approfondie, en plus que d'être portée à la connaissance du public. Prenez des cellules infectées par le virus HIV 1, celui du Sida. Mettez-les dans une boîte de Petri, une de ces coupelles de verre où les biologistes font leurs expériences. Ajoutez-y des sels biliaires. Toutes les cellules infectées, et celles-là seulement, meurent. Ajoutez des cellules saines : elles ne s'infectent pas.

Dose fatale de sels biliaires pour les cellules infectées : de 50 à 300 microgrammes par millilitre ; dose fatale pour des cellules saines : au-dessus de 300 microgrammes par millilitre. Les sels biliaires sont toxiques pour toutes les cellules, mais ils le sont particulièrement pour celles qui sont infectées par

l'HIV 1. Des cellules infectées, exposées pendant 6 h aux sels biliaires, cessent de se répliquer après 24 h. Des cellules saines exposées pendant 7 jours commencent à décliner, mais se rétablissent une fois que les sels sont éliminés.

Peut-on traiter des malades aux sels biliaires ? L'hypothèse est hardie, il faudra bien la mettre à l'essai d'abord sur l'animal. Références : *Effects of bile salts and fusidic acid on HIV 1 infection of cultured cells*, par G. Lloyd, P. M. Sutton et T. Atkinson ; *The Lancet*, 25 juin 1988. **G.M.**

**Deux autres cas de Sida séronégatifs** ont été décelés par des chercheurs genevois et annoncés en mai 88. Le diagnostic s'est fait par la technique de l'amplification de l'ADN un million de fois.



## Il n'existe pas de méridiens d'acupuncture

Grand cas fut fait par les passionnés de mystères, il y a quelques années, de l'identification des fameux "méridiens" d'acupuncture grâce à l'injection de radiotraçeurs.

On injectait donc une substance radioactive inoffensive, telle que le technétium 99, et l'on suivait son trajet dans l'organisme grâce à une caméra à scintillation.

Cette identification, accompagnée de photos, a même été présentée à l'Académie de médecine en 1985. Il était dit, en substance, que la présomption des méridiens ainsi identifiés se fondait sur le fait qu'il n'y avait pas de vaisseaux sanguins à l'endroit où l'injection avait été faite.

Cinq médecins, J. Simon, G. Guiraud, J.-P. Esquerre, Y. Lazorthes et R. Guiraud, ont vérifié l'expérience et en ont rapporté les résultats et conclusions dans le numéro du 2 juillet dernier de notre estimé confrère *La Presse Médicale*. Ils ont fait injecter le technétium par un acupuncteur qualifié, aux points classiques d'acupuncture.

Le fait que le technétium passe dans la circulation veineuse et qu'il cesse de passer quand il y a pose d'un barrage veineux confirme que la diffusion se fait bien par les canaux ordinaires de la circulation veineuse. Cela, disent les médecins, est irréfutable. Comment se fait donc ce passage, puisqu'aux points d'injection il n'y a pas de veines ?

Il se fait par drainage lymphatique au niveau du point d'injection, et par drainage veineux au niveau des jonctions (ou anastomoses) entre les vaisseaux lymphatiques et les vaisseaux veineux.

Donc, les méridiens qu'on a cru observer n'en sont pas. Cela dit, les auteurs conviennent sans esprit polémique que cela ne prouve pas que les méridiens ne puissent pas exister. Mais il reste à les trouver.

G.M.

## La préhistoire à l'âge de la vidéo

Un nouveau musée de la préhistoire retraçant la vie de nos ancêtres sur la Côte d'Azur vient d'être ouvert à Menton. Dans une immense salle, les principaux sites régionaux sont reconstitués. Grottes et statues de plâtre jalonnent une visite de 60 minutes pour un voyage d'un million d'années. Ce voyage commence avec l'*Homo erectus* de la grotte du Vallonet, apparu en Europe un million d'années avant Jésus-Christ. Vivant dans une nature hostile, il taille des outils primitifs, chasse le rhinocéros et doit se battre contre les lions et les guépards qui peuplent les steppes arborées. Installé dans des huttes rudimentaires, ce représentant de la civilisation acheuléenne inventera le feu il y a 400 000 ans.

Vient ensuite la réplique de la grotte de Lazaret. Les chasseurs, couverts de peaux de bêtes, vivent dans des cabanes où brûlent de petits feux autour desquels est disposée une litière d'herbes marines couverte de fourrures.

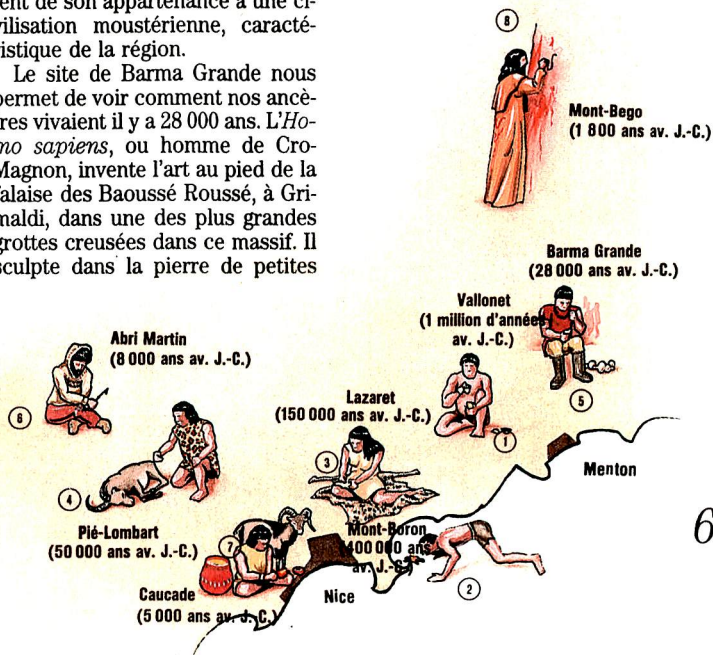
L'étape suivante présente le site de Pie Lombart. Ce refuge escarpé, sis à 135 m d'altitude, avait été choisi comme halte par un groupe de chasseurs. La grotte héberge un homme de Néandertal dépeçant un chamois, trophée de sa chasse. Les outils qui jonchent le sol (racloirs, pointes étroites et allongées) attestent de son appartenance à une civilisation moustérienne, caractéristique de la région.

Le site de Barma Grande nous permet de voir comment nos ancêtres vivaient il y a 28 000 ans. L'*Homo sapiens*, ou homme de Cro-Magnon, invente l'art au pied de la falaise des Baoussé Roussé, à Grimaldi, dans une des plus grandes grottes creusées dans ce massif. Il sculpte dans la pierre de petites

statuettes féminines aux formes avantagées.

Les derniers chasseurs d'Abri Martin (8 000 ans av. J.-C.) et les premiers agriculteurs-pasteurs de Caucade (5 000 ans av. J.-C.) précèdent enfin l'Âge du bronze et les premiers métallurgistes (1 800 ans avant notre ère). Un homme retire du foyer un creuset incandescent et coule le bronze liquéfié dans un moule d'argile pour fabriquer une lame. Plus loin, sur le Mont Bego, le grand-prêtre du bronze, recouvert d'une chasuble, grave quelques signes codifiés, le dieu Tau-reau et le dieu Orage.

Cette présentation chronologique des grandes étapes de l'aventure humaine sur le littoral méditerranéen répond sans aucun doute à un souci pédagogique. De même que les équipements mis à la disposition du public : devant chaque réplique de site, une vidéo commente plus en détail la vie et les mœurs des préhistoriques. Un jeu permet de tester ses connaissances anthropologiques en conversant avec l'homme de Néandertal. Sans parler des dix films de 25 minutes projetés en permanence sur un écran géant dans une salle adjacente au musée.





## LINGUISTIQUE

# Comment les Egyptiens sont passés des hiéroglyphes à l'écriture phonétique

*Les recherches sur l'écriture égyptienne ne se sont certes pas arrêtées à Champollion. Elles se sont poursuivies, et se poursuivent d'ailleurs, sur un point qui touche non seulement cette écriture, mais également bien d'autres.*

Pour toutes les civilisations primitives qui avaient des systèmes d'écriture, on s'est en effet demandé si elles étaient bien passées des symboles picturaux à l'étape phonétique et comment elles y étaient passées.

Cette transition permettait de dire le maximum de choses avec les moyens les plus simples.

Pour les Egyptiens, le problème spécifique consistait à exprimer les radicaux des mots en évitant les confusions. C'est-à-dire qu'ils devaient, pour préciser leur pensée, exprimer aussi les éléments adjoints des radicaux, ce qu'on appelle les affixes. En français, pour clarifier les idées, "pose" est un radical, "position" un mot formé du radical et de l'uffixe "tion".

Dès le III<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, les Egyptiens avaient déjà mis au point l'écriture pictographique et idéographique. L'intérêt du problème est que ces mêmes Egyptiens furent les premiers à posséder un phonétisme développé.

Comme l'arabe de nos jours, l'égyptien isolait dans son discours le squelette formé de consonnes (ou consonantique), qui donnait le sens du mot. Les voyelles et, éventuellement, les préfixes et les affixes, indiquaient la fonction grammaticale.

En hébreu, le problème est sensiblement différent. Pour l'idée de "tuer", par exemple, le squelette consonantique est QTL, porteur du radical (ou sème). Ce squelette est inutilisable sans ses voyelles, qui donnent, selon le cas, *QeTaL*, "tuer", *QâTuL*, "tué", ou *QaTa-Lu*, "nous avons tué", mais ces voyelles sont, paradoxalement, prononcées, mais pas écrites...

Chez les Egyptiens, l'affaire était d'autant plus complexe que des consonnes sont employées dans certains cas pour indiquer la manière dont il faut prononcer la consonne qui précède ; c'est ce que, en linguistique, on appelle des *matres lectionis*, "mères de lecture". La prononciation est indiquée, soit

pour le radical entier, soit pour les deux premières consonnes, soit encore pour les deux dernières, soit enfin, et c'est le cas le plus fréquent, par l'adjonction d'un signe qui ne modifie pas le sens : on dit alors qu'il sert de "phonogramme".

Celui-ci est obtenu par le rébus : c'est ainsi que le signe-mot devient signe-son.

L'usage des phonogrammes ne s'est pas borné à l'emploi de compléments phonétiques des racines : il s'est étendu à tous les cas où il n'existait pas de signes idéographiques. Ainsi ont été écrits en général les affixes de la dérivation des noms ou des verbes, et aussi des mots accessoires à une ou deux consonnes.

Les Egyptiens sont également les premiers à avoir utilisé des signes consonantiques équivalant à un alphabet de 24 consonnes. « La structure des langues sémitiques, écrit Février, en conduisant à des écritures qui mettaient en relief le squelette consonantique, tendait fortement à faire prendre une conscience de plus en plus nette de la notion de phonème à partir de la consonne. » Le tableau ci-dessous énumère ces consonnes. De voyelles, point.

L'écriture phonétique a été facilitée par les mots ne contenant qu'une ou deux consonnes, qui ont permis des substitutions de racines consonantiques à des rébus. Des signes qui signifiaient "p" ou "s" — en l'occurrence, socle cubique et verrou — se sont trouvés employés uniquement avec valeur phonétique.

Ce ne fut pas le cas pour les autres langues. Le mot sumérien, par exemple, se décomposait en syllabes alors que, peut-être inconsciemment, postule Février, l'écriture égyptienne aboutit à la consonne isolée. S'ils utilisaient encore le rébus, c'était comme base de

Nature de la représentation	Signes	Valeur phonétique	Nature de la représentation	Signes	Valeur phonétique
Algè		3	Cordelette		h
Feuille de roseau		'i	Placenta de bovidé		h
Bras		c	Ventre d'animal		h
Petite caille		w	Verrou		s
Jambe		b	Fil		s
Natte		p	Bassin		s
Vipère cornue		f	Plan incliné		q
Chouette		m	Coupe		k
Eau (vague)		n	Siège		g
Bouche		r	Pain		t
Enclos		h	Paire d'entraves		t
			Main		d
			Serpent		d

## Inuit ? Kalaalit ? Eskimo ?

transcriptions phonétiques : on retenait seulement le son du mot désigné par une image, sans s'occuper du sens.

Toutefois, un seul dessin pouvait correspondre à plusieurs lectures phoniques, selon qu'il était lu idéographiquement, au sens propre, au sens symbolique ou aux divers sens tropiques. Exemple de lecture idéographique : un cercle avec un point au centre figurait Râ, le Soleil ; sa lecture symbolique donnait : lumière du jour (h.r.w.) ; tropique ou polyphone : jour du mois (s.s.w.) ou moment (r.k.). Par ailleurs, il existait des signes différents mais homophones, comme le nœud, le hoyau, le bassin, l'outil et le quartier.

Il existait deux méthodes pour éviter les ambiguïtés. L'une était l'emploi de signes spéciaux, dits diacritiques. L'autre était l'emploi de déterminatifs d'espèce ou de genre, qui escortaient le mot et indiquaient dans quelle catégorie sémantique il fallait le lire. Un mot donné pouvait par exemple être un nom, éventuellement inconnu du lecteur, et on le faisait alors suivre d'un signe semblable à ceux que nous publions ci-dessous.

Les Égyptiens étaient donc au bord de l'écriture alphabétique, mais ils n'y arrivèrent pas. Ce furent les Phéniciens, les Grecs et les Latins qui, enfin, nous donnèrent l'alphabet.

F.C.

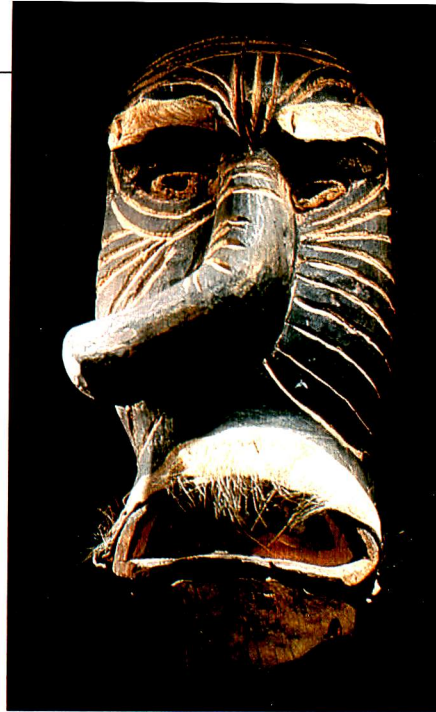
**Les ordinateurs ennuiant les jeunes Anglais :** une étude de l'université de Southampton indique qu'en 1980, un quart des étudiants qui entraient à cette université pour étudier l'informatique étaient des filles, alors que, l'année passée, ce taux est tombé à 12 %. Les interviews avec les étudiantes révèlent que celles-ci estiment que l'informatique « est pour les garçons ». Mais peut-être aussi l'informatique ne fait-elle plus miroiter autant de possibilités de travail qu'il y a 8 ans...

**Non, les pays pauvres n'ont pas réduit leurs taux de natalité :** ceux-ci se situent toujours aux environs de 2,1 %, contre 0,6 % — en moyenne — pour les pays riches. Ce qui fait que la population du globe sera de 6 milliards en 1998 et de 12 milliards, théoriquement, en 2038. Les adversaires du contrôle des naissances feraient bien d'y réfléchir.

Une exposition actuellement présentée au Musée de l'Homme, à Paris, est consacrée aux expéditions polaires de Paul-Emile Victor et à la très belle collection de documents ethnographiques, objets de la vie quotidienne, masques, photos, croquis, notes, qu'il a rapportés du Groenland, au cours de ses missions en 1934-36 et 1936-37. Elle mérite d'être signalée à ceux qui n'ont pas la possibilité de la visiter. P.-E. Victor fut certes ce que l'on appelle un "ethnologue de terrain", car il a vécu avec les Eskimo dans une de ces maisons semi-souterraines où ils passaient l'hiver avec leurs familles (ils ne connaissaient pas l'igloo, contrairement aussi à ce que l'on pourrait croire). Il a aussi été initié aux coutumes de pêche, de chasse, de partage de la nourriture. Il a passé avec eux les longs mois obscurs de l'hiver groenlandais, ce qui lui a donné l'occasion de réaliser ces portraits et croquis. C'est grâce à lui que nous avons découvert l'anorak.

La découverte des peuples du Groenland est aussi la découverte des Blancs par ces peuples : en 1884, le Danois Gustav Holm part à la recherche des derniers descendants des colonies vikings du Moyen Âge (colonies qui avaient construit des centres remarquables par leur urbanisme). Il aborde à Ammassalik, où vivent 413 Eskimo qui n'ont jamais vu un Européen. Là débute une série de missions danoises et françaises.

Contrairement à ce que l'on a prétendu, le terme Eskimo n'a rien de péjoratif ; il signifie "mangeur de viande crue" et a été forgé au



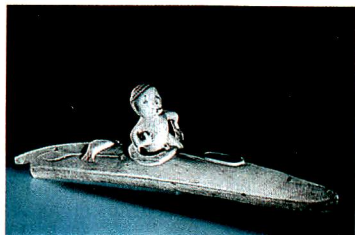
Ci-dessus, un masque de l'exposition du Musée de l'Homme, à Paris, et, ci-dessous, une petite sculpture et une gravure sur ivoire de morse.

XVIII<sup>e</sup> siècle par les Indiens. Il désigne l'ensemble de cette civilisation issue des chasseurs-nomades d'Asie qui ont franchi le détroit de Behring, entre l'Asie et l'Amérique du Nord, il y a 7 000 ou 8 000 ans. Ils représentaient la dernière vague des migrations mongoloïdes commencée, elle, quelque 38 000 ans avant notre ère. Ils s'appelaient Inuit au Canada et Kalaalit au Groenland.

Christianisés par des missionnaires danois dès 1895, ils ont donc subi un choc culturel. C'est donc après ce choc qu'ils ont été observés par Victor et les ethnologues qui ont suivi.

Mais il restait encore bien assez de leur civilisation ancestrale pour que Victor pût sauver de l'oubli des masses inappréciables de témoignages.

B. G.-C.





AGRICULTURE

## Insecticides suicidants et araignées de service

Les nouveaux insecticides seront biodégradables, bon marché et à l'épreuve de la résistance des nuisibles. Exemple : l'Ala, mis au point par des chercheurs de l'université de l'Illinois à Urbana-Champaign.

Principe de l'Ala, acronyme d'acide delta-amino-lévluniquique : les insectes ont un besoin essentiel d'une substance qui s'appelle la protoporphyrine, qui est un métal-loïde nécessaire au métabolisme

de l'énergie (un peu l'équivalent de notre adénosine-triphosphate). Or l'Ala est un élément nécessaire au métabolisme de la protoporphyrine. Ajoutez donc à l'Ala un modulateur chimique synthétique qui accélère le métabolisme de la protoporphyrine, et vous déréglez complètement le système énergétique de l'animal. Dès que l'insecte est exposé à la lumière, l'insecticide dégage des quantités effroyables de radicaux libres, qui tuent l'in-

secte en 10 secondes. Pour y résister, il faudrait que l'animal apprenne à se passer de protoporphyrine, ou bien à bloquer l'effet du modulateur ; ce n'est pas demain la veille.

L'Indonésie dépense des centaines de millions de dollars (120 en 1986) à l'achat d'insecticides. Beaucoup d'entre eux-ci sont des organophosphatés, stables et toxiques pour le cycle alimentaire des vertébrés.


Peter Kenmore, de la Food and Agriculture Organization, avait persuadé le gouvernement indonésien d'interdire 57 insecticides organophosphatés et organochlorés. Résultat, les insectes ont ravagé les récoltes de riz à la fin des années 1970.

Ce n'est d'ailleurs pas étonnant : les insecticides qu'on utilisait alors tuaient des dizaines d'insectes sans discrimination, y compris les utiles prédateurs des nuisibles. Ces derniers, qui passent un tiers de leur vie de 23 jours enfouis à l'intérieur de la plante, sont donc à l'abri de la guerre chimique des humains, qui n'a d'autre intérêt que de les débarrasser de leurs propres ennemis.

On a répliqué aux insectes en introduisant une variété de riz résistante. Mais en 1986, le riz n'était sans doute plus résistant, ou bien les insectes avaient trouvé une parade : les rizicultures étaient dévastées et mouraient sur pied. Les agriculteurs ont alors vaporisé des tonnes de cocktails d'insecticides ; sans résultat.

Il y a deux ans, Kenmore a encore persuadé le gouvernement indonésien et les riziculteurs de remplacer les insecticides par des araignées prédatrices des prédateurs. Cette année, enfin, les rendements agricoles ont augmenté d'un cinquième et l'Indonésie a économisé 35 millions de dollars.

Il y a donc en tout une dizaine d'insectes que l'on cultive et qu'on lâche désormais sur les cultures de l'Indonésie ainsi que d'autres pays du Sud-Est asiatique. Cela réduit le nombre des insecticides utilisés, même si l'on continue d'y avoir recours. **G.M.**

 **Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Fabienne Cousin, Didier Dubrana, Brigitte Gandiol-Copin, Jacques Marsault et Gerald Messadié.**

DERMATOLOGIE

## Calvitie : les pourquoi de la génétique

*On le savait bien, c'est la testostérone qui est responsable de la calvitie chez les hommes, et des moustaches chez les femmes qui souffrent de désordres hormonaux. Mais comment ?*

Marty Sawaya, de l'université de Miami, a étudié la biochimie des cellules qui forment les racines des poils et des cheveux ou follicules pileux. Et elle a trouvé une différence flagrante entre les protéines qu'on trouve dans les follicules sains et dans celles des follicules qui ne produisent plus rien. Dans les follicules sains, on trouve beaucoup de grosses protéines, dans les autres, on n'en trouve pas de grosses, mais des petites.

En approfondissant cette découverte, Marty Sawaya a trouvé que les grosses protéines étaient simplement constituées chacune de quatre des petites protéines. C'est déjà-là une indication de l'influence génétique dans l'évolution de la calvitie ; il y a tout simplement des gens qui ont beaucoup de grosses protéines, d'autres qui n'en ont pas.

Le rôle de la testostérone s'explique ainsi : toutes ces protéines, grosses et petites, sont des récepteurs hormonaux. Mais elles fonctionnent différemment ; les grosses protéines forment un cercle clos,

et la testostérone circulante n'y pénètre pas ; elle reste à l'extérieur de la cellule. Quand ce sont les petites protéines qui dominent, la testostérone s'attache à elles et pénètre alors dans le follicule pileux, s'attache à son matériel génétique et empêche la cellule de se diviser et de donner normalement naissance à un poil ou un cheveu.

Les chercheurs ont retrouvé d'ailleurs les mêmes types de gros et de petits récepteurs sur la peau et dans la prostate. Quand ce sont les petites protéines ou petits récepteurs qui sont le plus nombreuses, la prostate est exposée à l'hypertrophie et la peau, à l'acné.

Autant dire que la calvitie, l'hypertrophie de la prostate et l'acné sont des affections qui dépendent de la génétique. Et ce n'est pas plus en se dégraissant le cuir chevelu qu'en l'inondant de lotions admirables qu'on y changera grand-chose. La seule solution à la calvitie consisterait à injecter sur les parties dénudées du cuir chevelu des bloqueurs de la testostérone. A plus tard ! **G.M.**



## Les bouses ont besoin de... bousiers !

L'affaire des hippopotames du Zaïre en appelle une autre à la mémoire. Dans les régions du globe dépourvues de grands mammifères herbivores, rien n'est "prévu" rar la nature pour recycler les excréments de ceux qu'on veut y élever, ovins ou bovins. L'Australie, par exemple, a connu ce problème et a mis en œuvre un programme d'introduction de coléoptères coprophages, à partir de 1963. Importés d'Afrique, les bousiers ont, en effet, amélioré la qualité des pâturages et freiné le développement des parasites du bétail, qui passaient une partie de leurs vies dans les déjections accumulées.

Situation tout à fait comparable en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu, ce qui a incité l'ORSTOM à lancer en 1978 une opération similaire.

Quelque cinq mille coléoptères ont été lâchés dans chaque île après avoir subi une quarantaine rigoureuse, pour éviter l'introduction parallèle d'autres organismes. Sur les quatre espèces introduites dans toutes les îles, trois ont prévalu dans chaque île, mais ce ne sont pas les mêmes !

Leur effet bénéfique se vérifie une fois de plus : les pâturages s'améliorent, de même que les sols, et l'on espère une réduction prochaine du nombre des mouches. **J.M.**

**Les idiots savants** intéressent beaucoup de neurologues. On appelle de ces termes un individu mentalement déficient, mais qui témoigne dans certains domaines de capacités sans rapport avec son niveau intellectuel, comme un certain "Blind Tom" qui, à 4 ans, jouait impeccablement au piano les morceaux les plus complexes, même quand ils comptaient des partitions de 20 pages, et qui se les rappelait exactement après les avoir joués une seule fois ! Et cela, alors qu'il était aveugle ! Et que dire de ces jumeaux qui pouvaient savoir exactement quel jour de la semaine était le 21 juillet de l'an 4315 avant notre ère !

## Romulus et Rémus ont peut-être bien existé

On savait, historiquement parlant, que le site de Rome fut occupé dès l'Âge du bronze, c'est à dire 1500 ans avant notre ère, et qu'au VIII<sup>e</sup> siècle, toujours avant notre ère, des peuples indo-européens sédentaires y établirent des villages, d'abord sur les collines du Palatin et de l'Aventin, puis dans les vallées du Quirinal et de l'Esquilin, où ils fabriquèrent des outils de fer. Il y avait des Latins, des Sabins et probablement d'autres ethnies.

C'est seulement au VII<sup>e</sup> siècle avant notre ère que ces villages de l'Esquilin, du Palatin et du Caelium se fondirent en un seul. La transformation de ce grand village en une entité politique unifiée ne se serait faite qu'au VI<sup>e</sup> siècle, au contact des civilisations étrusque, au nord, et grecque, au sud, qui étaient plus avancées.

Bien sûr, il y avait la légende selon laquelle l'un des "enfants de la Louve", Romulus, frère de Rémus, avait fondé Rome en construisant en 753 avant notre ère un mur autour du lieu où lui et Rémus avaient été nourris par une louve. Mais personne ne la prenait au sérieux.

Et puis voilà qu'en fouillant sur le flanc nord-ouest du Palatin, là où la colline rejoint l'avenue qui mène d'un côté à l'Arc de Titus et au Colisée et, de l'autre, au Temple des Vestales et au bas du Capitole, l'archéologue Andrea Carandini, de l'université de Pise, a trouvé les fragments d'un mur d'enceinte et de fortification qui remonterait au moins au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Cela fait quatre saisons que les fouilles se poursuivent : le mur n'est pas une illusion. Et l'on a bien vérifié que, devant le mur, il y avait un fossé, tout comme l'historien Tacite, qui, comme Tite-Live, ne faisait pourtant que reprendre une légende ancienne, l'avait spécifié.

La découverte confirme en effet les détails de la légende rapportée par Tite-Live : « Le premier acte de Romulus fut de fortifier le Palatin, qui avait été le théâtre de son éducation. »



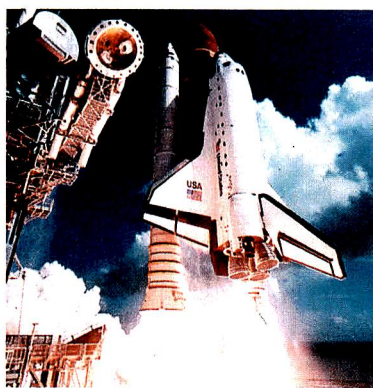
Bien évidemment, certains spécialistes se montrent prudents en ce qui concerne l'interprétation de cette découverte, tandis que d'autres y sont franchement hostiles. Ainsi, l'archéologue britannique Colin Renfrew, de l'université de Cambridge, offre un raisonnement singulier : c'est bien beau de trouver quelque chose là où les livres indiquent qu'on va trouver quelque chose. Encore faudrait-il ne pas s'en tenir là. On observera à cet égard que si l'on trouve quelque chose là où les livres, ou plus exactement les légendes, disent qu'on va trouver quelque chose, cela ne veut pas dire qu'on n'ait rien trouvé : les gens des siècles passés ne construisaient pas des murs circulaires chaque année ! Bref, il faut considérer avec beaucoup plus d'attention l'hypothèse que l'unification de Rome commença un bon siècle plus tôt qu'on l'avait cru. Ce qui ne prouve pas pour autant la véracité de l'histoire de Romulus. En général, les enfants-loups ne sont pas très évolués, en effet... **G.M.**

**La grossièreté peut être une maladie**, comme en témoignent les études récentes sur le syndrome de La Tourette (ainsi nommé en l'honneur du médecin qui le diagnostiqua le premier). Ce syndrome se caractérise par l'éruption irrésistible de grossièretés et d'obsécrités, ainsi que par des phobies et des manies. Il serait dû à un excès de dopamine.



# NASA : LA DURE CRISE QUI DURE

*Trente ans après sa naissance, le 29 juillet 1958, la NASA s'efforce de surmonter la passe la plus difficile de son histoire. L'accident de Challenger a porté un coup très rude, non seulement à ses finances et à ses activités, mais aussi à son crédit. Attaquée de l'extérieur, déchirée par des conflits internes, elle affronte en plus les problèmes sans fin de sa navette.*



Après l'accident de Challenger, les excès de sécurité, bien compréhensibles, ont conduit la NASA à retarder plusieurs fois le lancement de la navette *Discovery*, initialement prévu pour juin dernier. Ces retards de la mission STS-26 ont laissé tout le temps à l'équipage pour s'entraîner (à dr., simulation d'apesanteur dans la piscine du centre spatial de Houston).

**D**epuis plus de deux ans, très exactement depuis la perte de *Challenger*, le souci absolu de la NASA, c'est la reprise des vols de la navette spatiale. Mais une reprise entourée du maximum de garanties, car un nouvel échec, même s'il ne devait pas se traduire par un abandon définitif du système (la flotte des navettes représente un trop gros investissement pour être brutalement envoyée à la casse), aurait des conséquences incalculables pour l'avenir même de l'agence américaine de l'espace. C'est pourquoi d'ailleurs le "vol 26", celui du renouveau tant espéré, a déjà été reporté plusieurs fois : initialement prévu pour le 18 février dernier, il a été successivement remis au 2 juin, puis au 26 août, puis, en dernier lieu, à la première

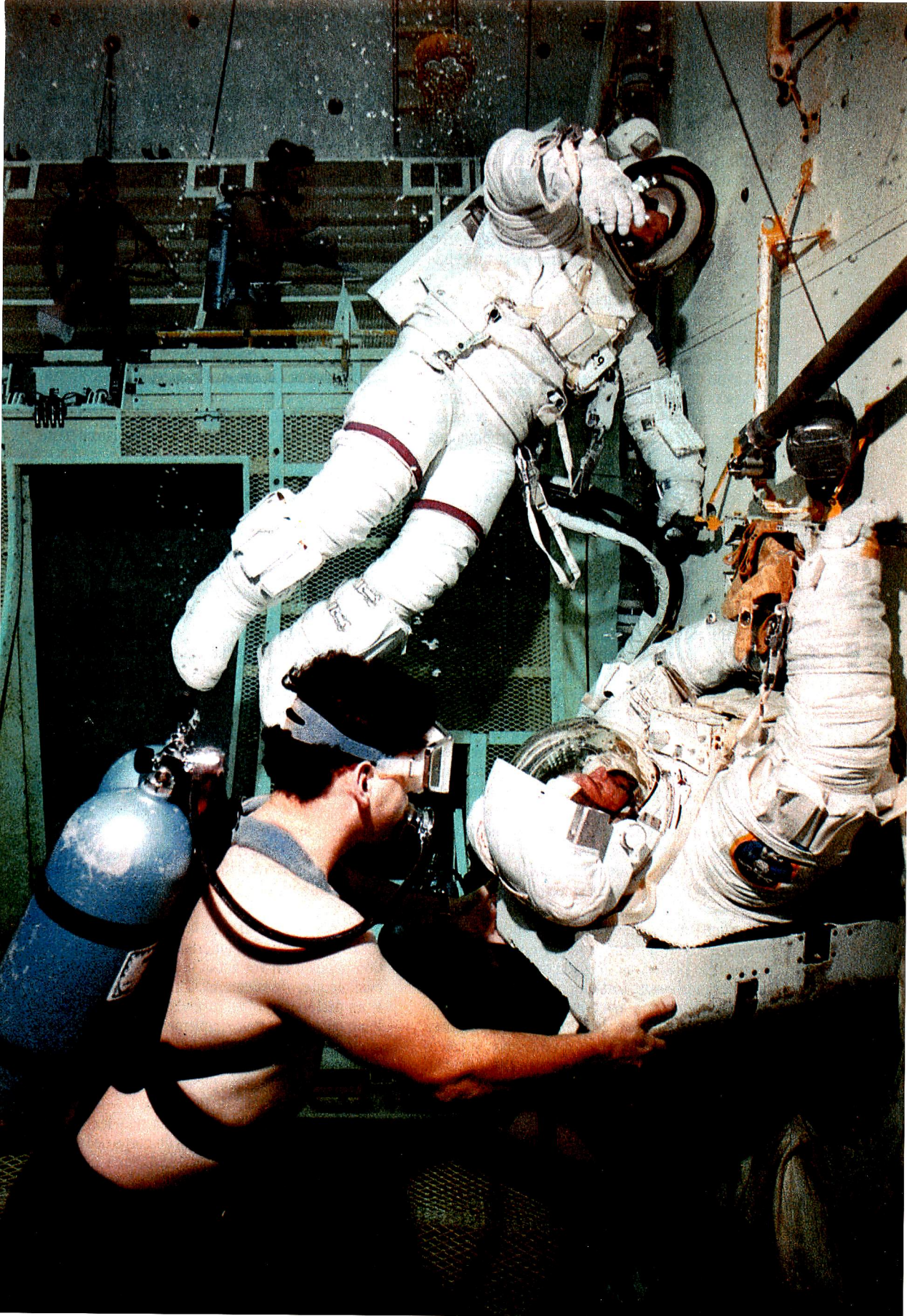
quinzaine de ce mois de septembre. Aux dernières nouvelles, suite à une série de "pépins" imprévus, il pourrait même être repoussé à octobre.

Pourtant des efforts considérables ont été déployés à la lumière du rapport Rogers, qui disséquait les causes de l'accident de *Challenger*. Entre la remise du rapport au président Reagan, en juin 1986, et le printemps 1987, pas moins de 59 des 76 modifications demandées sur la navette, et 125 des 185 concernant les installations au sol, ont été menées à bien. Premiers responsables de la catastrophe, les joints de raccordement placés entre les quatre segments des accélérateurs ou *boosters* (les fusées latérales à poudre qui fournissent l'essentiel de la poussée au décollage) ont été entièrement revus : désormais, ils résisteront mieux au froid et aux intempéries, et le jeu produit par le passage des gaz de combustion tendra à les resserrer — au lieu de les ouvrir comme précédemment. Leur tenue a été vérifiée lors de six allumages au sol, et l'avarie de 1986 a même été reproduite au banc d'essai.

D'autre part, les navettes disposeront d'un système d'évacuation d'urgence, utilisable au sol en cas de difficultés graves, et d'un système d'éjection, qui pourra être actionné en l'air au cours de la première partie du vol (mais qui ne serait d'aucun secours si l'accident de *Challenger* devait se reproduire).

Autre modification importante : les freins en béryllium de l'*orbiter* (la navette) ont été remplacés par des dispositifs carbone-carbone, plus lourds d'une vingtaine de kilos mais beaucoup plus résistants. Ainsi ils ne risqueront plus de se briser à







l'atterrissage, comme cela a failli arriver par trois fois dans le passé. En outre, la piste Northrop de l'Edwards Air Force Base, dans le désert de Californie, sur laquelle la navette continuera de se poser, a été rendue plus roulante et moins rugueuse, tandis que sera définitivement abandonnée la piste construite à grands frais au Kennedy Space Center de Cap Canaveral, utilisée une fois mais jugée trop courte et tributaire d'une météorologie trop capricieuse.

Enfin, une valve à commande électrique, située sur le circuit d'alimentation en hydrogène et oxygène liquides des moteurs principaux de la navette, a été révisée : sa fermeture intempestive pouvait en effet avoir des conséquences désastreuses. Ces moteurs principaux ont été, eux aussi, testés à maintes reprises, notamment pour déterminer le point de rupture des roulements à billes des turbopompes qui les alimentent en propergols.

Les seuls travaux sur les *boosters* ont déjà coûté plus de 250 millions de dollars, et l'ensemble des modifications dépassera le milliard de dollars.

Révision de la navette, mais aussi remaniement des programmes. La cadence des futurs vols a été sensiblement réduite. En effet, le rapport Rogers a clairement établi que le rythme frénétique adopté en 1985 (neuf lancements en douze mois) avait complètement déstabilisé la NASA et les industriels travaillant pour elle, avec pour conséquences le surmenage du personnel et la fatigue des matériels. Même sans la défaillance des joints des *boosters*, tout était à redouter pour l'année 1986, au cours de laquelle quinze lancements étaient prévus.

Après l'accident, et malgré la perte d'une des quatre navettes, la NASA tablait encore sur douze vols par an. C'est du moins ce qu'elle annonçait dans son "manifeste" d'octobre 1986. Mais elle dut rabattre ses prétentions ou, plutôt, c'est le National Research Council (NRC) qui l'incita à la modération. Chargé du contrôle permanent du programme navette, cet organisme indépendant, se fondant davantage sur les capacités réelles du lancement de la NASA que sur le nombre de charges utiles à lancer (dont un grand nombre, soit dit en passant, ont, depuis l'été 1986 et sur décision de la Maison Blanche, été confiées aux lanceurs classiques de l'industrie privée), suggéra que l'on ne dépassât point le chiffre de dix vols par an. Finalement, la NASA se rallia à ce point de vue et, en avril dernier, le calendrier suivant fut adopté : deux vols en 1988 ; neuf en 1989 et 1990 ; dix en 1991 ; douze en 1992 (mais avec une navette supplémentaire, la remplaçante de *Challenger* devant être disponible à cette date) ; dix en 1993. Le temps est loin où l'Amérique projetait de faire partir un "cargo de l'espace" chaque semaine...

Il faut dire qu'à la NASA l'ambiance n'est plus au triomphalisme. Assaillie de toutes parts de critiques

et de recommandations, l'agence spatiale américaine est, selon certains, en train de se noyer dans un flot d'essais et de retouches qui paralysent son pouvoir d'initiative. Telle est l'opinion de James Beggs, qui fut son administrateur de 1981 à décembre 1985. Rappelant que l'accident de *Challenger* était dû avant tout à la décision téméraire de lancer la navette en dehors des normes météorologiques admises (il faisait un temps glacial et le froid à sans doute provoqué la contraction des joints des *boosters*), il déclarait un mois après la catastrophe : « Si quelqu'un me demandait de lancer la navette demain, et si la température au sol était supérieure à 10° C, eh bien, je le ferais ! ». Autrement dit, ce n'est pas la navette qui est en cause, et l'on perd beaucoup trop de temps à corriger de prétendus vices qu'elle n'a pas ; ce qui est à incriminer, ce sont les conditions dans lesquelles elle a été lancée ce triste jour de janvier 1986.

D'autres personnes, en revanche, se montrent beaucoup moins assurées de la fiabilité de la navette et émettent des doutes sur la sincérité de la NASA et des industriels qui lui sont associés lorsqu'ils prétendent en chœur faire passer la sécurité avant toute autre considération, et notamment avant des préoccupations de calendrier. N'est-il pas troublant, demandent ces mêmes personnes, qu'au cours de contrôles récents on ait encore détecté des déficiences déjà clairement désignées par le rapport Rogers ? Certes, rien qui puisse mettre directement en péril la prochaine mission ; de quoi se demander cependant si tout a vraiment été fait pour éviter qu'un nouvel accident ne se reproduise dans les années à venir.

Mais il y a plus grave. Ainsi certains problèmes majeurs n'avaient toujours pas trouvé de solutions à quelques mois du départ du vol 26. Le 23 décembre 1987, lors du test DM-9 (une mise à feu du *booster* sur le banc d'essai de son constructeur, la firme Morton-Thiokol Inc., dans le désert de l'Utah), test qualifié un peu rapidement de satisfaisant, le joint reliant la tuyère au corps de *booster* s'est décomposé sous l'effet de la chaleur, se détachant sur la moitié de sa circonférence. Une telle dégradation pendant un vol aurait été dramatique. Un ancien membre de la commission Rogers devait d'ailleurs déclarer au *New York Times*, à propos de ce joint, qu'il « était tout simplement le pire de tous », ajoutant : « Nous nous sommes même demandé pourquoi il n'avait pas été le premier à flancher. » Effectivement, le rapport Rogers indique bien qu'au terme des vols le joint de tuyère des *boosters* a plus souvent présenté des anomalies que les fameux joints raccordant les segments du corps de la fusée.

Consciente du risque, la NASA tenta d'y remédier. Dans son rapport de juin 1987, elle estimait que les modifications apportées au joint de la tuyère « avaient augmenté la marge de sécurité ». Mais,

cinq mois après le décollement dudit joint au cours du test DM-9, elle avouait ne pas savoir si cette défaillance était normale, compte tenu qu'elle s'était produite alors que la tuyère avait pivoté jusqu'au maximum toléré (elle dispose en effet d'un débattement de 7°, servant à orienter la poussée), ou si la marge de sécurité était encore insuffisante.

En outre, en février dernier, quatre des six auteurs d'un rapport interne de la NASA s'en prenaient à l'isolation thermique des tuyères des *boosters*, isolation obtenue au moyen d'un composite carbone-phénolique, et s'indignaient que l'on continuât d'employer « un matériau aussi mauvais et aussi mal connu ». Et de citer des cas d'essais au sol à l'issue desquels cette protection présentait des « fractures si nombreuses, si larges, si serrées et si étendues que l'intégrité de la tuyère tout entière était en cause ». Ce phénomène avait déjà été observé en 1983, lorsque cette portion de la tuyère avait failli céder au décollage de *Challenger*. Fort heureusement, elle ne se détacha pas, sinon le jet de gaz serait parti latéralement, faisant basculer le *booster* et provoquant sans doute le même genre de catastrophe qu'en 1986.

Et ce n'est pas tout ! Les conclusions d'un autre rapport — le rapport McDevitt —, rédigé entre novembre 1986 et février 1987 par des responsables de la NASA, de l'US Air Force et de l'industrie, mais rendu public seulement onze mois plus tard, ne sont guère plus rassurantes. Les auteurs y déplorent que « des erreurs d'assemblage et des dérogations inopportunes aux contrôles de qualité et à la supervision des composants critiques » se produisent encore, et mentionnent, sans donner de détails, « une série d'incidents de manutention plus ou moins graves provenant, soit d'un manque d'entraînement, soit d'erreurs de montage, soit d'une supervision défaillante ».

On peut encore y lire qu'au moment de sa rédaction, donc dès le début de 1987, « le souci de sécurité, qui a culminé après l'accident de *Challenger*, semble laisser place à une attitude de routine (*business-as-usual attitude*) comparable à celle qui régnait avant 1986 ». De fait, des négligences et des défauts de fabrication sont périodiquement relevés. Ainsi, lors du montage d'un *booster*, il a fallu refaire le filetage de 72 des 100 boulons qui renforcent la liaison entre la tuyère et le corps de la fusée. Une

On se souvient que c'est la défaillance d'un *booster* à poudre qui a été à l'origine de l'accident de *Challenger*. Le nouveau modèle, que l'on voit ici au cours d'essais, a été mis au point et accepté par la NASA il y a un an.





autre fois, ce sont des impuretés dans l'acier d'une pièce qui occasionnent un suintement d'oxygène liquide sur le circuit d'alimentation d'un des moteurs principaux. Ou bien c'est une soudure mal faite qui est à l'origine de fissures sur les pales d'une turbopompe.

Les fournisseurs de la NASA manquent-ils à ce point de sérieux ? C'est, semble-t-il, l'opinion du magazine américain *Time*. Dans une enquête au vitriol publiée au début de cette année, il accusait carrément le maître d'œuvre de la navette, Rockwell International, d'avoir licencié un employé qui refusait de falsifier des documents et de porter de 12 à 96 % la proportion des pièces livrées répondant entièrement aux spécifications. Rockwell était également accusé, conjointement avec la société d'informatique Unysis, d'avoir adressé des menaces de mort à des personnes qui projetaient d'informer la NASA de malversations similaires.

Même si, jusqu'ici, ces graves imputations n'ont pas eu de suites, il semble néanmoins que la NASA soit parfaitement consciente de la situation. N'a-t-elle pas envoyé récemment l'astronaute Norman



**La sécurité des astronautes** a été particulièrement étudiée pour la mission STS-26. A dr., un parachutiste glisse le long d'une perche à la porte d'un avion, simulant l'un des modes d'éjection des hommes lorsque la navette est encore sursupplée. Ci-contre, l'équipage de *Discovery* se familiarise avec les procédures de secours.

Thagard, qui a volé deux fois à bord de la navette, faire la tournée des industriels afin de les sensibiliser aux problèmes de sécurité et de leur faire comprendre combien, dans ce domaine, leur rôle était important ?

Cela dit, l'agence spatiale américaine n'est pas la seule victime du laxisme des industriels en question. La plupart des constructeurs de la navette participent en effet, indépendamment de leurs contrats avec la NASA, à d'autres programmes : Rockwell à la construction du bombardier B1-B ; Morton-Thiokol à la production du missile MX ; Northrop Precision Products, qui fabrique les gyroscopes de la navette, s'occupe également de ceux du MX. Or, depuis le début des années 80, ces firmes ont des démêlés incessants avec le Pentagone, tantôt pour avoir violé des spécifications, tantôt

pour avoir bâclé des essais, tantôt pour avoir triché sur la qualité des fournitures. Dans un rapport très critique rendu public en novembre 1987, l'US Air Force accusait un autre fournisseur habituel de la NASA, United Technologies Corp., d'avoir livré 20 % de pièces défectueuses pour les moteurs des missiles Minuteman, Tomahawk et Trident.

Pourquoi d'ailleurs ces industriels se généraient-ils, puisqu'ils échappent pratiquement à toute forme de sanction. Ainsi, après l'accident de *Challenger*, Morton-Thiokol, pourtant nommé et longuement mis en cause par le rapport Rogers pour avoir négligé de surveiller les joints de ses *boosters* et avoir « joué à la roulette russe » avec la vie des astronautes, n'a subi aucun préjudice, ni matériel, ni moral. Alors que, par exemple, Union Carbide avait vu ses actions tomber au plus bas après la catastrophe de Bhopal et avait été contrainte de vendre ses usines et ses divisions les unes après les autres, Morton-Thiokol, dont, certes, les activités ne se limitent pas à l'espace, a enregistré une hausse de 29 % de ses actions entre janvier et juillet 1986, soit une progression 1,5 fois plus forte que celle de l'indice Dow-Jones. Et si, dans un premier temps, la mise en sommeil de la navette à fait chuter de 24 % les profits de sa division Wasatch, qui fabrique les *boosters* (et le moteur des MX), le groupe a par la suite obtenu sans mal le renouvellement de son contrat avec la NASA jusqu'en 1993, avec même la garantie de profits supérieurs de 40 %, du fait des travaux supplémentaires requis par la recherche d'une plus grande sécurité.

Après 1993, d'autres *boosters*, plus puissants, doivent remplacer les actuelles fusées d'appoint. Jusqu'à ces temps derniers, cinq firmes, dont Thiokol, étaient sur les rangs pour la conception et la réalisation de ces *boosters* de seconde génération. Thiokol tenait même le bon bout, puisque la NASA estimait, en avril 1987, qu'il ne lui en coûterait que 3,79 milliards de dollars si son fournisseur se succédait à lui-même, contre 4,23 milliards si l'une des quatre autres sociétés était retenue (car elle devrait alors se doter des moyens de production appropriés). Mais, curieusement, au mois de juin dernier, Thiokol s'est retiré de la compétition sans donner d'explications.

Quoi qu'il en soit de l'avenir, l'absence actuelle de toute sanction, fût-elle symbolique, en scandalise plus d'un. Tel est le cas, par exemple, de Roger Boisjoly, l'un des deux ingénieurs de Morton-Thiokol qui, dans la nuit du 27 au 28 janvier 1986, avaient tenté de s'opposer au lancement de *Challenger*. En vain, car ces Cassandra avaient finalement dû s'incliner devant le vice-président de la division Wasatch, Gerald Mason, qui les avait renvoyés chez eux et avait fait passer leur souci de différer le départ pour une affaire de management et non une préoccupation technique. Après la catas-





trophe, Boisjoly donna sa démission et se fit, devant la commission Rogers, le principal accusateur de son ancien employeur, auquel il demanda, tout aussi vainement, un milliard de dollars de dommages et intérêts. Aujourd'hui, il déplore que la NASA n'ait même pas invoqué la « clause contractuelle de pénalité de 10 millions de dollars », prévue au cas où le matériel fourni par Thiokol serait à l'origine d'un accident (le constructeur des *boosters* a tout de même eu la décence de renoncer à la prime de 10 millions accordée en cas de bon fonctionnement !).

Boisjoly doute même que son ex-société se soit sérieusement amendée : selon lui, en effet, les nouveaux joints reliant les segments des boosters seraient très peu différents des anciens, Thiokol n'ayant pas voulu, vis à vis de l'extérieur, avoir l'air de se déjuger.

On notera par ailleurs que les *boosters* sont toujours fabriqués dans l'Utah et greffés sur la navette en Floride. Ils doivent donc effectuer un trajet de 4 000 km par chemin de fer, épreuve redoutable vu la fragilité des engins et le mauvais état des voies ferrées. La commission Rogers s'est inquiétée des périls d'un aussi long parcours. A bon droit, semble-t-il, puisque, le 9 mars dernier, le train convoyant les *boosters* du vol 26 a été heurté par une voiture à Biloxi, dans le Missouri. Apparemment sans dommage pour les fusées. Mais, à côté des malfaçons et des anomalies dûment constatées et sévèrement dénoncées, il y a toutes celles qui risquent de passer inaperçues. Pourquoi ? Parce que, ainsi qu'il indique un rapport du Conseil national de la recherche (NRC) publié en janvier dernier, ce sont souvent les mêmes sociétés, les mêmes organismes et parfois les mêmes hommes qui sont responsables de la construction d'éléments de la navette et chargés d'en évaluer la sécurité. C'est le cas, par exemple, de Rockwell pour les *orbiters*, d'IBM pour les logiciels, du Marshall Space Flight Center de la NASA pour l'intégration des moteurs principaux. Il est vrai que la complexité des systèmes est telle qu'il existe peu de personnes assez compétentes pour en juger, et que l'on retombe perpétuellement sur le même petit cercle d'initiés.

Autre pratique fâcheuse, au sein même de la NASA cette fois : les décisions les plus importantes sont toujours prises au cours de réunions rassemblant trente à quarante personnes, ce qui a pour conséquence de diluer les responsabilités et de démotiver les vrais responsables.

Le rapport du NRC signale lui aussi le retour de la "routine" et y voit un effet pervers de la nouvelle politique sécuritaire. Alors que, avant 1986, deux mille des composants de la navette étaient considérés comme "sensibles", c'est-à-dire susceptibles par leur défaillance de causer la perte du "cargo" spatial, leur nombre est passé à quatre mille après

l'accident. Du même coup, les règles de sécurité sont devenues si nombreuses qu'il n'est matériellement plus possible de les appliquer toutes, et que, pour avancer, on est obligé de multiplier les dérogations. Or, précisément, les dérogations étaient l'un des principaux griefs formulés par la commission Rogers à l'encontre de la NASA. Ainsi, par un excès de précautions, on va aboutir au résultat suivant, pour le moins paradoxal : les dérogations seront plus nombreuses pour le vol 26 qu'elles ne l'ont été pour le dernier — et tragique — voyage de *Challenger* !

Du fait de l'augmentation du nombre des composants sensibles, il est également devenu impossible de les contrôler chacun autrement qu'isolément. Désormais, faute de temps, on ne peut plus prendre en compte les risques que peut introduire une pièce "sûre" lorsqu'elle fonctionne avec une autre pièce "sûre" (un briquet et de la dynamite sont plus dangereux ensemble que séparément). Ces risques dits d'"intégration" sont encore accrus lorsque les pièces en question sont prélevées sur une navette pour être remontées sur celle qui doit décoller le lendemain, comme cela se passait couramment avant l'accident. Sur ce dernier point au moins, la NASA a accepté de faire un effort : 120 millions de dollars ont été inscrits à son budget pour l'acquisition de pièces détachées.

Parallèlement aux critiques concernant la résurgence de la "routine", il est fréquemment reproché à la NASA de subordonner la sécurité au respect de son nouveau calendrier. Certains vont jusqu'à dire qu'elle serait prête à faire voler la navette hors normes pourvu qu'elle pût la faire voler à l'heure. Dès janvier 1987, tant le Conseil national de la recherche que l'ancien astronaute Robert Gibson, qui, après avoir volé deux fois sur la navette, a été chargé de la révision des *boosters*, mettaient en garde l'agence spatiale contre l'optimisme excessif de ses prévisions, « établies comme si chaque essai devait produire les résultats attendus ». En mars dernier, Charles D. Gay, responsable des opérations à Cap Canaveral, déclarait en écho : « Nous n'avons pratiquement aucune marge ; nous ne pouvons nous permettre aucun accroc. » Or, l'élection du nouveau président des Etats-Unis approche (elle aura lieu en novembre), et la période sera peu propice pour le lancement de *Discovery*, en raison des risques que comporte la reprise des vols. Alors, la NASA précipitera-t-elle le mouvement, quitte à transiger sur la sécurité, ou attendra-t-elle que l'élection soit passée, quitte à entamer une troisième année sans navette ? Les "fonciers" encouragent la première hypothèse ; les sages préfèrent la seconde.

Mais, même si ce vol est un succès, il ne résoudra pas pour autant tous les problèmes de la NASA. La perte de *Challenger* lui a, en effet, coûté très cher. Financièrement d'abord. Ainsi que nous l'indi-

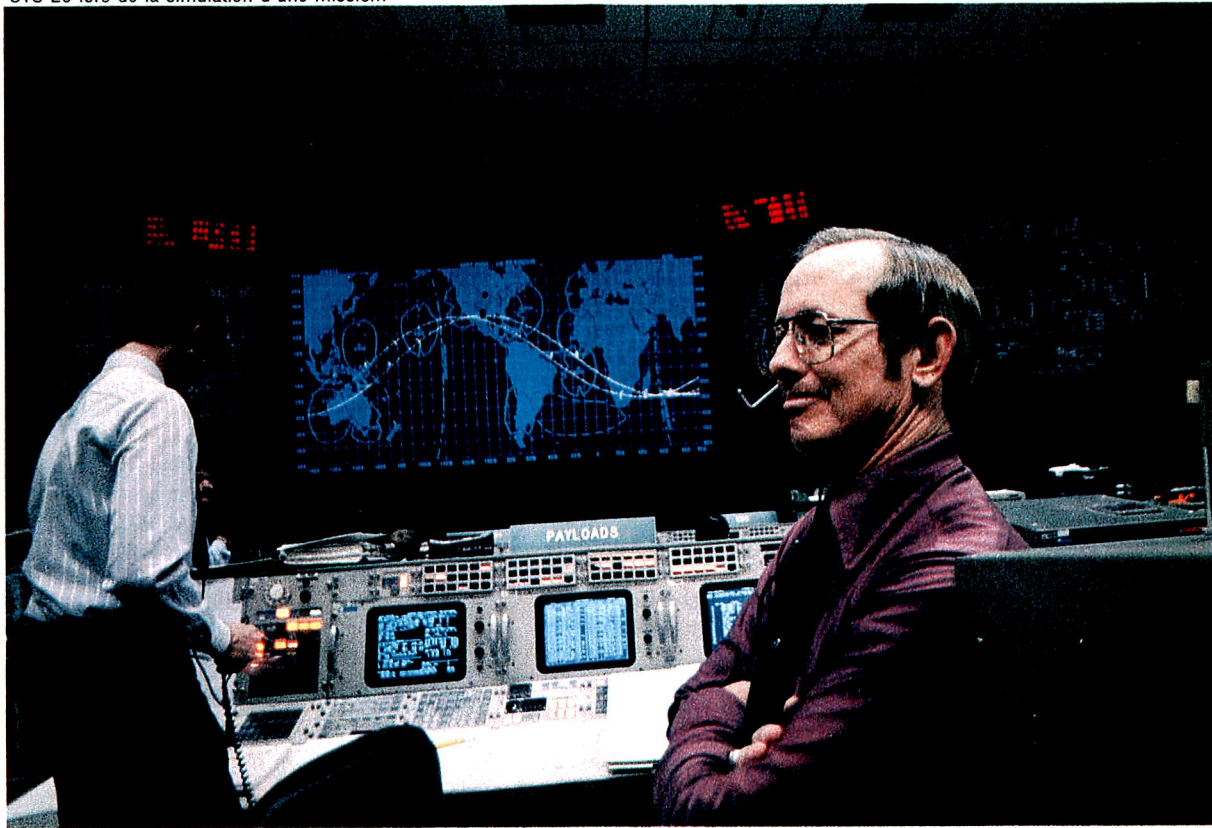
quions plus haut, l'ensemble des modifications apportées à la navette reviendront à plus d'un milliard de dollars. A quoi il faut ajouter le prix de la navette de remplacement (un autre milliard), celui des lanceurs conventionnels acquis pour mettre en orbite les charges primitivement destinées aux navettes (195 millions de dollars rien que pour 1989), les frais de maintenance d'une cinquantaine de satellites laissés en plan depuis un ou deux ans (16 millions de dollars par an pour le télescope spatial), et les licenciements occasionnés par la baisse d'activité (plus de 3 000 personnes).

Cependant toutes ces dépenses, si mal venues soient-elles en période d'austérité budgétaire, ne sont rien en comparaison des pertes que la NASA a subies sur le plan de sa crédibilité et de son image de marque. Elle qui jouissait jusqu'alors d'un statut privilégié qui en faisait quasiment un Etat dans l'Etat, s'est vue du jour au lendemain dans l'obligation de rendre des comptes détaillés non seulement à une commission d'enquête présidentielle, mais à toutes sortes d'organismes techniques, à la presse et à un Congrès devenu subitement beaucoup plus inquisiteur et tatillon. De surcroît, cette mise sur la

sellette tombait au plus mauvais moment, alors qu'elle était déchirée par des rivalités internes.

En décembre 1985, moins de deux mois avant l'accident, son administrateur, James Beggs, populaire et respecté, avait été contraint de démissionner, le département de la Justice l'accusant d'une fraude gigantesque sur un canon anti-aérien, perpétrée à l'époque où il présidait le groupe General Dynamics (deux ans plus tard la justice reconnaîtra s'être trompée et blanchira Beggs). Pour le remplacer, la Maison Blanche nomma John Graham, un spécialiste des armes nucléaires qui, malheureusement, ne connaissait pas grand-chose aux questions de l'espace. Résultat : il se mit rapidement à dos son prédécesseur, allant jusqu'à refuser de lui adresser la parole, une bonne partie de son personnel, ainsi que James Fletcher, qui avait dirigé la NASA de 1971 à 1977. Fletcher manœuvra tant et si bien qu'il obtint le départ de Graham et lui succéda en mars 1986. Mais, ironie du sort, Graham fut nommé conseiller scientifique du président Reagan et devint de ce fait le point de passage obligé entre le nouvel administrateur de la NASA et la Maison Blanche. L'inimitié profonde qui séparait les deux hommes

Le contrôleur de vol Cranvil Pennington, du centre de contrôle des vols à Houston, écoute les communications des astronautes de STS-26 lors de la simulation d'une mission.





n'allait pas faciliter les relations entre l'agence spatiale et le pouvoir central.

Fletcher, pour sa part, n'échappait pas à la critique. Des rapprochements déplaisants étaient faits entre l'intérêt qu'il portait à l'Utah, dont il présida l'université de 1964 à 1971 ainsi que divers comités de promotion industrielle, et l'attribution, lors de son premier mandat à la tête de la NASA, du contrat des *boosters* à Morton-Thiokol, principal employeur de la région. On lui reprochait également d'avoir été l'artisan d'une politique ruineuse pour l'Agence spatiale, politique visant à confier à la navette le lancement de tous les satellites sur la base d'estimations fantaisistes : évalué à l'origine à 200 dollars, le prix de la mise en orbite d'un kilo de charge utile se révéla finalement supérieur à 10 000 dollars ! Néanmoins, en 1986, Fletcher était le seul candidat acceptable, et la NASA l'accueillit en sauveur.

Il prit pour administrateur adjoint Dale Myers, qui l'avait déjà assisté au cours de son premier exercice. C'est même grâce à Myers qu'à cette époque la maîtrise d'œuvre de la navette fut confiée à Rockwell, groupe dont il avait été vice-président de 1969 à 1970 — ce qui, on s'en doute, ne manqua pas de faire jaser. Mais le retour de Myers à la NASA n'a pas été aussi heureux que celui de Fletcher. Très vite, ses relations avec ses subordonnés se sont dégradées : « Il casse les pieds à tout le monde », se plaignent ces derniers.

Ajoutés au traumatisme causé par la catastrophe de *Challenger* et les « déballages » qui suivirent, ces antagonismes internes ont fini par créer un climat si détestable qu'une trentaine des plus hauts responsables de la NASA, venant dans la hiérarchie immédiatement après Fletcher et Myers, ont préféré partir. Certains avaient vingt ans de maison. Quant au corps des astronautes, mis au chômage technique après l'accident, il est passé de 101 membres en décembre 1985 à 82 en janvier 1988. Chez lui, les démissions ont été plus rares — 11 seulement —, car la plupart de ses revendications ont été satisfaites. Aujourd'hui, plusieurs astronautes participent directement à la gestion de la navette : l'un d'eux, Richard Truly, est à la direction du programme, et un autre, Robert Crippen, supervise les lancements (aucun départ ne pourra avoir lieu sans son feu vert).

Mais, au-delà des intrigues de sérail, la menace la plus grave qui pèse actuellement sur la NASA, c'est la perte de son leadership de l'espace. La nouvelle politique définie par la Maison Blanche consiste en effet à encourager au maximum la privatisation des activités spatiales, conformément aux principes libéraux du président, c'est-à-dire à favoriser les initiatives des industriels, plus réalistes et plus soucieux de rentabilité que les grands commis de l'agence spatiale. Déjà, après l'accident de *Challenger*, un ordre émanant directement de Ronald Rea-

gan avait transféré au secteur privé les lancements de satellites, la NASA ne pouvant évidemment plus les assurer. Principaux bénéficiaires : Martin Marietta, constructeur des fusées Titan ; General Dynamics, constructeur des Atlas-Centaur ; McDonnell Douglas Astronautics, constructeur des Delta. Le département de la Défense, à lui seul, passa commande de 48 fusées Titan IV, à 250 millions de dollars pièce !.

Le département de la Défense, justement, est en train de devenir l'un des plus redoutables concurrents de la NASA, dans la mesure surtout où il tend à développer ses activités dans des secteurs autres que militaires. Il faut dire qu'il en a les moyens : en 1987, la part de son budget consacrée à l'espace s'élevait à 17 milliards de dollars, tandis que le budget de la NASA ne dépassait pas 8 milliards de dollars. Etant plus riches, les militaires peuvent acheter davantage de lanceurs et, partant, bénéficier de prix de faveur. En cette même année 1987, le Pentagone possédait en réserve 12 lanceurs de tous types et en avait commandé 56 autres ; à la même date, la NASA n'en disposait que de 8 et n'avait pu en commander qu'un seul.

L'US Air Force, pour sa part, est en passe de damer le pion à la NASA dans le domaine de la « propulsion avancée », c'est-à-dire dans les recherches concernant les lanceurs que les Etats-Unis exploiteront au XXI<sup>e</sup> siècle. Ces engins devront être capables de placer en orbite basse des charges de 30 à 60 tonnes, pour un prix au kilo inférieur de 50 à 90 % à celui qu'exigent les lanceurs actuels. Depuis plusieurs années déjà, la NASA étudiait un dérivé entièrement automatique (sans équipage) de la navette, désigné sous le nom de *Shuttle II* ou de *Shuttle C* (C comme cargo). Elle s'appretait à lancer des appels d'offre en direction des industriels quand, début 1987, sans aucune consultation préalable ni même simple avertissement, le SDIO, l'agence du Pentagone en charge de l'IDS (Initiative de défense stratégique, plus connue sous le nom de « guerre des étoiles ») sollicita 500 millions de dollars auprès du Congrès pour réaliser son propre projet, baptisé *Advanced Launch System* (ALS). Ce projet ne reprend aucun des composants de la navette, considérée par les aviateurs comme un « coucou » antédiluvien. Le Congrès toutefois fit pression sur l'US Air Force pour que la NASA participe à l'élaboration de l'ALS. Demande accordée : elle s'occupera de la propulsion. Mais le budget prévu pour 1989 attribue 265 millions de dollars à l'US Air Force et seulement 13 millions, soit 4 % du total, à la NASA. Un strapontin !

Victime de ce coup fourré, *Shuttle C* survit comme il peut, avec 5 millions de dollars. Il présente pourtant l'avantage d'utiliser des technologies déjà connues et à peu près maîtrisées, et surtout de coûter beaucoup moins cher à mettre au point (1 à

# une étonnante performance de mémoire que vous pouvez réaliser

*Comment j'en ai appris le secret un certain soir et comment cela m'a si souvent servi depuis*

En me rendant ce soir-là, chez mes amis Leroy, je n'aurais jamais pu imaginer que cette invitation aurait pour effet d'augmenter mes revenus de 80%. Voici comment les choses se sont passées: après le dîner, lorsque la conversation commençait à se traîner, quelqu'un fit la proposition classique de demander à chaque invité de dire ou de faire quelque chose. Certains chantèrent, un autre fit une imitation, etc. Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience et qu'il espérait que nous l'apprécierions: il me choisit comme assistant. Tout d'abord, il demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

## On lui dicta 20 nombres de 4 chiffres

Puis il pria chacun des invités de dicter des nombres quelconques de 4 chiffres: 2437, 8109, 1126, et ainsi de suite, jusqu'à 20 nombres. Il m'avait prié de noter les nombres au fur et à mesure qu'ont les citait. Lorsque ce fut terminé, Derval étonna tout le monde en récitant les 20 nombres de 4 chiffres dans l'ordre où on les avait donnés, puis dans l'ordre inverse. Puis il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 7<sup>e</sup> ou quel est le 12<sup>e</sup>? Instantanément il citait le nombre correspondant à son rang dans la liste. Il le fit et le refit sans jamais se tromper.

## Il se rappelait les 52 cartes dans leur ordre

Alors pour nous étonner davantage, Derval nous demanda de prendre un jeu de cartes, de le mélanger et de lui citer les cartes dans l'ordre où elles tombaient. Lorsque les 52 cartes furent effeuillées, il les cita sans la moindre erreur, dans leur ordre, exactement comme s'il avait eu le jeu sous les yeux. Et, comme avec les nombres, il pouvait nous indiquer sans jamais se tromper la 8<sup>e</sup>, la 35<sup>e</sup> ou la 47<sup>e</sup> carte du jeu.

Vous imaginez notre étonnement. Voir cela sur une scène de music-hall est toujours intéressant, mais voir une pareille performance effectuée par un jeune cadre d'entreprise dont ce n'est pas le métier, avait de quoi stupéfier.

## Il m'expliqua comment il avait acquis une telle mémoire

Après avoir quitté nos amis, je demandai à Derval comment il avait pu acquérir cette mémoire étonnante. Il me dit qu'il n'y avait rien là-dedans de magique, mais simplement une technique de mémorisation que n'importe qui peut acquérir en quelques jours. Il m'expliqua que tout le monde a de la mémoire, mais que peu de gens savent s'en servir. «Oui, tout le monde peut réaliser les expériences que j'ai faites, en suivant simplement quelques règles faciles.» Alors il m'expliqua comment on doit procéder et comment il avait acquis une mémoire prodigieuse.

## Je pus réaliser les mêmes performances

Je ne m'imaginais pas les conséquences que cette conversation aurait pour moi. Je suivis le conseil de Derval et rapidement je fus en mesure de réaliser les mêmes expériences que lui. Je m'aperçus qu'en dehors de ces prouesses, ma mémoire pouvait me rendre d'incalculables services et que grâce à elle j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

## Ma mémoire assura ma réussite

Ma conversation, par exemple, fut transformée; simplement parce que je pouvais à tout moment retrouver dans ma mémoire un chiffre important, faire une citation correcte, me souvenir des

noms, des événements et des dates, des articles que j'avais lus, bref de tout ce qui distingue un causeur intéressant d'un bavard brouillon. Je ne tardai pas à être remarqué par le Président de ma société qui me dit: «Ce qui me plaît chez vous, c'est que vous pouvez toujours répondre instantanément à une de mes questions, tandis que beaucoup d'autres s'embrouillent ou disent qu'ils vont faire les recherches nécessaires.»

Faut-il dire que je le devais à mon excellente mémoire et que cela s'est traduit par une amélioration substantielle de ma situation? Aujourd'hui elle est vraiment très supérieure à celle que j'avais le jour où Derval m'a encouragé à développer ma mémoire.

## Comment retenir tout sans effort

Ce que j'ai appris ce soir-là, vous pourrez le lire dans la brochure qui vous est offerte ci-après. Vous y verrez que non seulement votre mémoire est capable de faire des expériences comme celles dont nous avons parlé, mais que des techniques simples permettent de retenir facilement des centaines de dates de l'histoire, des formules scientifiques ou mathématiques, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, l'orthographe ou les langues étrangères. Vous pourrez également retenir sans effort et sans erreur les noms et les visages, les rendez-vous, les tarifs, horaires, barèmes, les codes des 95 départements, celui des villes, les numéros de téléphone, bref, tout ce que vous souhaitez vous rappeler.

Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Demandez la brochure offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez bénéficier d'un avantage supplémentaire exceptionnel.

Pierre Deligne

# GRATUITS!

## 1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon et adressez-le au Service M15Z, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. 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.)

Mon nom: ..... Prénom: .....  
(en majuscules S.V.P.)

Mon adresse: .....

Code postal: ..... Ville: .....



# LE PARATONNERRE ABSOLU

*Que la foudre tombe sur  
une maison peut être  
un drame pour ses occupants, mais pas pour le  
voisinage. Par contre, qu'elle tombe sur  
du matériel destiné aux bombes atomiques,  
aurait des conséquences trop lourdes : il  
fallait donc trouver une protection absolue,  
bien supérieure à celle du simple paratonnerre.*

**C'**est une petite étincelle de moins d'un millimètre qui fait marcher la majorité des voitures sur les routes et dans les rues. De fait, c'est elle qui enflamme le mélange carburé dans les cylindres et cette combustion va pousser le piston qui fait tourner les roues. C'est un mélange inflammable, certes, mais la petite étincelle y met le feu même quand l'air est humide ou qu'il faut démarrer le moteur par  $-15^{\circ}\text{C}$  quand le mélange n'a pas très envie de s'enflammer.

Que donnerait alors une étincelle de 10 mm, soit un cm ? Elle serait capable d'allumer des mélanges gras déjà beaucoup moins inflammables que les légères vapeurs de l'essence, ou même des poussières de bois en suspension dans l'air. Avec une étincelle de 10 cm, on peut mettre le feu à des miettes de papier ou de bois, à des chiffons gras, à des poussières de charbon.

Multiplions encore par 10 : l'étincelle fait maintenant 1 m, la détente de l'air brutalement chauffé par le passage du courant se traduit par un claquement proche d'un coup de pistolet et qui n'a plus grand chose à voir avec le crépitement léger et docile des petites étincelles aux bougies de la voiture ; les capacités incendiaires ont été relevées d'autant et tout combustible sec est vulnérable : bois, tissu, papier et autres.

Des étincelles — ou des arcs, qui ne sont que des étincelles entretenues — atteignant le mètre peuvent se rencontrer par accident dans les centrales électriques et les postes de transformation : elles sont redoutées, non seulement parce qu'elles peuvent mettre le feu et détériorer le matériel, mais parce qu'elles peuvent brûler à mort qui se trouve sur leur passage.

Alors que dire d'étincelles mesurant 10 m, 100 m,

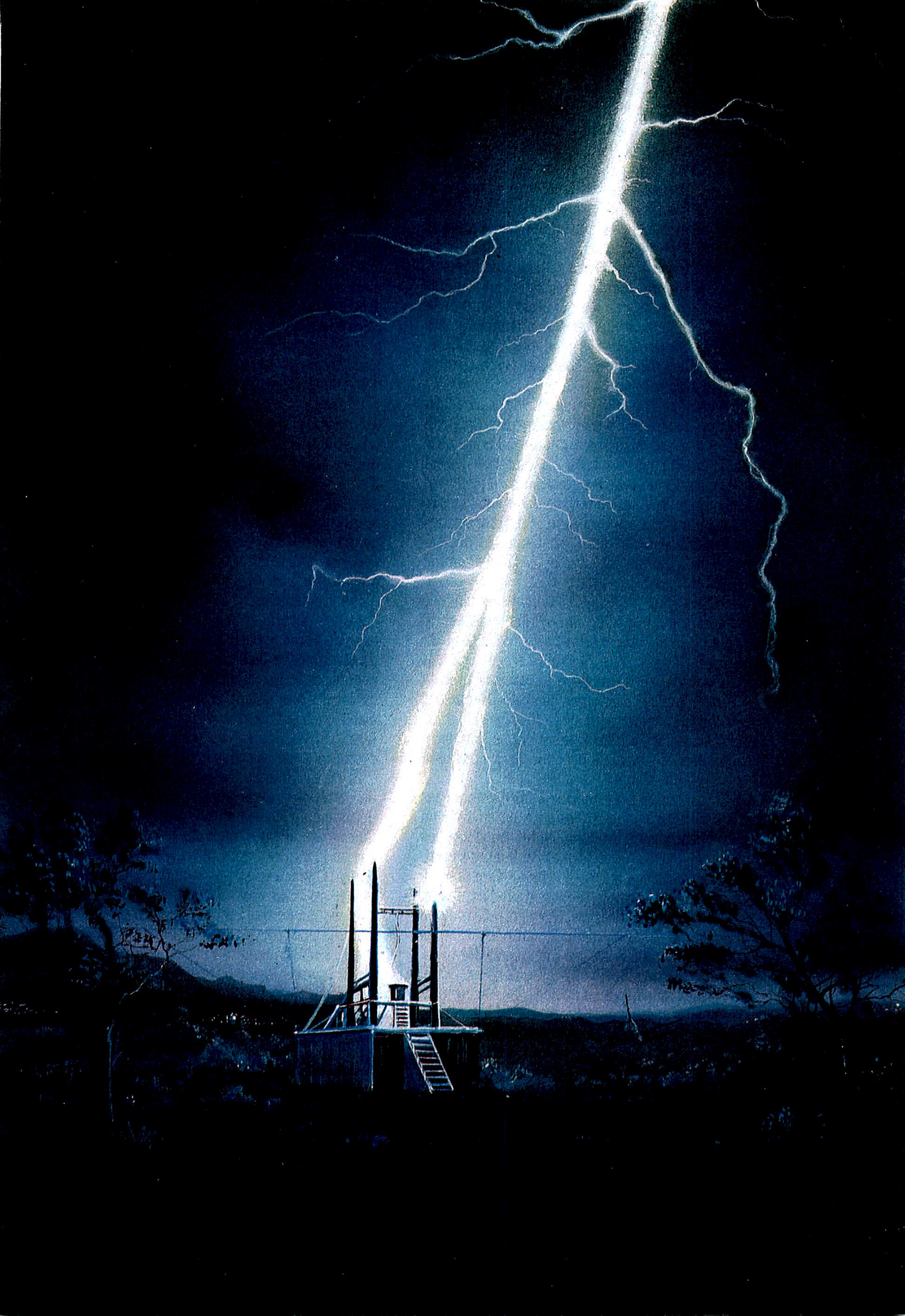
et même quelques km comme celles qui descendent jusqu'au sol depuis les nuages d'orage ? Si par chance elles ne font que tomber sur un arbre, un rocher ou un fond de marais, les dégâts restent limités. C'est déjà moins drôle pour les cultivateurs quand elles tombent sur le troupeau ou le hangar à foin.

Mais quand elles tombent sur une maison sans protection spéciale, c'est l'incendie à coup sûr : les charpentes en bois prennent feu aussi vite et aussi bien que le mélange carburé avec l'étincelle de la bougie. Quant aux charpentes métalliques, le passage de milliers d'ampères les porte à l'incandescence aussi vite que le filament de l'ampoule quand on bascule l'interrupteur, et ce sont des morceaux de fer en fusion qui vont s'écrouler sur ce que protège le hangar : récoltes, stocks de bois, de meubles, de tissus, de plastiques et autres tonneaux de peintures ou de solvants.

Chaque année, en France et dans le monde, des centaines de maisons et d'entrepôts sont ainsi détruits par la foudre, cette grosse étincelle céleste qui ne diffère de celle des allumages de voiture que par la taille — et donc par la tension et l'intensité du courant.

Plus prudents que bien des propriétaires de demeures anciennes, les responsables des installations sensibles — raffineries, poudreries, cartonneries, entrepôts de matières plastiques ou citernes à carburant — font toujours installer des paratonnerres qui éviteront presque à coup sûr la destruction en cas d'orage.

**Déclenchée par le lancement d'une fusée** tirant un fil conducteur jusqu'au nuage, la foudre s'abat sur le conteneur LIDS qui protège le matériel d'essai atomique ; malgré la violence de l'éclair, aucun courant n'atteindra les dispositifs sensibles.





Il reste que certaines installations encore plus sensibles que d'autres veulent une protection définitive, invulnérable, quelle que soit la puissance du coup de foudre et le trajet parfois très fantaisiste qu'elle peut emprunter — dans l'absolu, et bien que le cas soit rarissime, rien n'interdit qu'un éclair court ne vienne frapper le pied d'une haute maison protégée d'un paratonnerre.

Ajoutons encore que, même dans une maison protégée, la foudre tombant bien droit sur le paratonnerre n'empêche pas les courants induits et le très fort rayonnement électromagnétique associé à l'éclair d'avoir des effets très gênants sur tout matériel sensible aux très faibles courants, en particulier le matériel informatique.

Au centre d'essai du Nevada (USA), situé dans une région désertique où les orages sont très fréquents, il y a non seulement des ordinateurs qu'il s'agit de protéger, mais aussi du matériel d'essai des détonateurs de bombes atomiques ; il n'est évidemment pas question de voir des courants parasites venir se mêler à ces expériences portant sur des composants nucléaires qui sont justement déclenchés par des courants intenses et très brefs comme ceux des éclairs.

Dans beaucoup de cas, les bombes atomiques sont mises à feu par toute une chaîne pyrotechnique dont l'élément de départ est ce qu'on appelle un fil explosif ; il s'agit d'un fil calibré soigneusement protégé dans lequel est envoyé un courant bref de très forte intensité. L'énorme quantité de chaleur libérée instantanément par effet Joule volatilise le métal si vite qu'il y a littéralement détonation du fil avec création d'une onde de choc dont la vitesse dépasse les 10 000 m/s.

Ce fil explosif sert à son tour à faire détoner les charges parfaitement calibrées qui vont envoyer en un éclair les masses de combustible nucléaire les unes sur les autres pour former de manière pratiquement instantanée la masse critique dont la réaction en chaîne non contrôlée constitue l'explosion atomique. Dans ce processus, la synchronisation au millionième de seconde des détonations est indispensable, d'où l'utilisation du fil explosif dont l'action peut être contrôlée à la vitesse de l'électricité.

Au Nevada, les dispositifs de ce type nécessaires aux explosions nucléaires sont essayés à longueur d'année sur le terrain, d'où le risque potentiel d'un coup de foudre dont les conséquences pourraient être incalculables. Des études statistiques menées en 1970 avaient montré que le risque de voir la foudre faire détoner un test d'explosif nucléaire était inférieur à 1 chance sur 1 million.

C'était encore trop — les chances de gagner au loto sont bien plus minces encore, et pourtant il y a des gagnants chaque semaine — et les chercheurs du centre reprirent le problème de la protection en 1983. Il fallut des années pour mettre au point un

ensemble offrant une sécurité absolue, dénommé LIDS — pour Lightning Invulnerable Device System (Dispositif d'ensemble invulnérable à la foudre). D'abord testé avec des courants haute tension, le LIDS a ensuite été soumis à des coups de foudre réels auxquels il a tout aussi bien résisté.

Le premier problème qui se posait était de protéger le matériel d'essai atomique au moment où il est le plus vulnérable, donc quand il est suspendu à l'air libre au-dessus d'un puits dans lequel il doit être descendu ; c'est à ce moment que les câbles qui relient les instruments de commande et l'électronique de contrôle au matériel d'essai peuvent être touchés par la foudre, permettant à des courants d'une dangereuse puissance d'atteindre ce matériel.

Il fallait protéger l'ensemble en assurant à la foudre un trajet conducteur de très basse impédance lui permettant de se dissiper dans le sol sans atteindre les dispositifs — rappelons ici que la décharge d'un éclair est oscillante, comme un courant alternatif, et qu'à la résistance habituelle d'un conducteur s'ajoute la résistance due aux courants de self-induction et aux effets de capacité. On appelle impédance la résistance offerte par un ensemble conducteur au passage d'un courant oscillant.

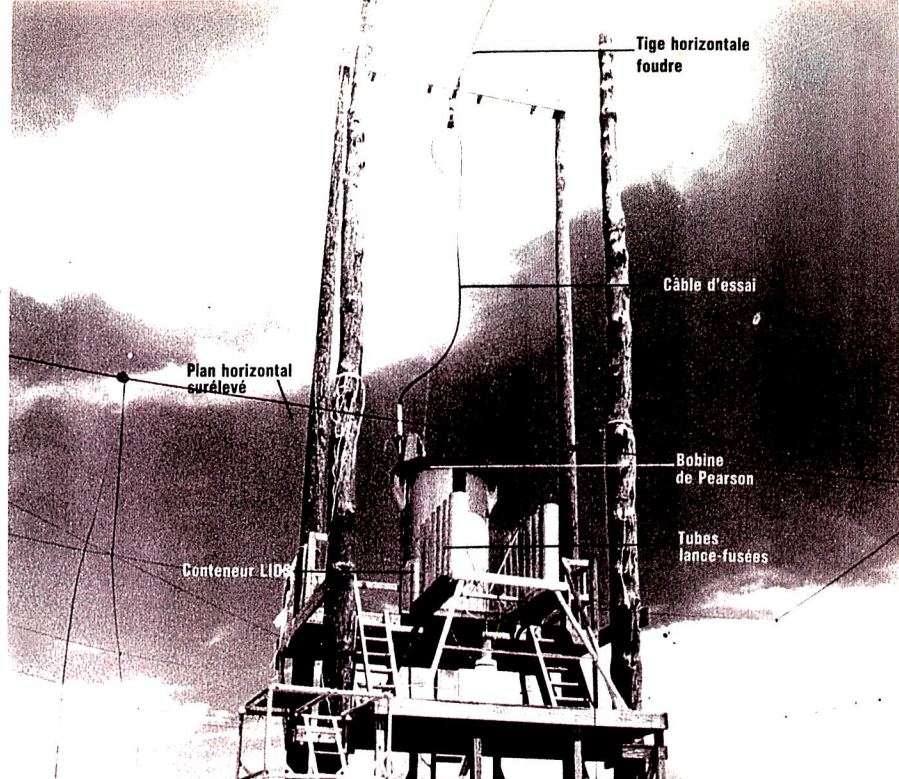
Pour commencer, tout l'ensemble est enfermé dans un conteneur métallique qui constitue une cage de Faraday parfaite et isole tout l'intérieur de toute influence électrostatique ; mais ce n'est pas encore suffisant, car il reste les entrées et sorties de câbles qui sont autant de trous dans la cage. Les fils électriques qui mènent au matériel d'essai sont enfermés dans des câbles dont la gaine métallique protectrice est électriquement reliée au conteneur.

Si l'éclair touche les câbles en un point éloigné du matériel, presque tout le courant va se répartir de lui-même sur les différentes gaines et être conduit au sol avant d'atteindre le conteneur. Dans le cas où la foudre frappe les câbles près de ce conteneur, la majeure partie du courant s'écoulera des gaines au conteneur, et de là au sol.

Mais, quelle que soit la manière dont frappe la foudre, une partie de l'énergie atteindra quand même les conducteurs à l'intérieur des gaines, et un faible pourcentage du courant de foudre va passer à l'intérieur du conteneur. Dans celui-ci, les conducteurs passent par des composants électriques dits limiteurs de transitoires, puis continuent jusqu'au matériel d'essai.

Les limiteurs de transitoires sont conçus pour laisser passer les signaux électriques normaux, mais pour dériver vers la mise à la terre du conteneur tout courant dangereux dont le régime est justement transitoire. Pour ce faire, les limiteurs comportent des ponts d'éclateurs remplis de gaz inertes et des diodes silicium à avalanche, et ils renvoient au sol pratiquement l'essentiel du courant qui aura réussi à filtrer à l'intérieur du conte-

**La plate-forme d'essais aux coups de foudre** comporte 12 tubes lance-fusées qui permettront d'amener l'éclair sur une tige horizontale. De là, le courant ira au conteneur LIDS, relié au sol, en passant par le blindage du câble d'essai. Ce conteneur va permettre à la foudre de s'écouler à la terre sans que le moindre courant parvienne jusqu'au matériel sensible logé à l'intérieur. Un paratonnerre standard laisse toujours passer dans les circuits une partie du courant de la foudre. Il n'assurerait pas, lui, cette protection totale.

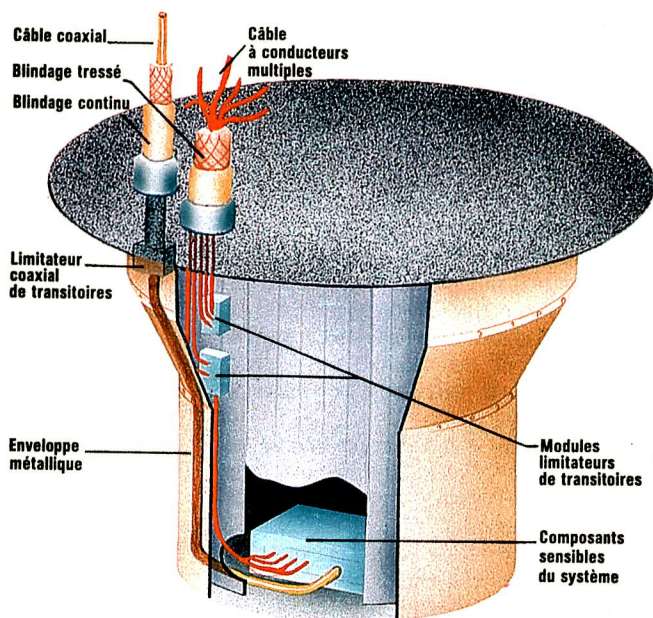


neur. L'énergie transitoire résiduelle qui a réussi à passer les limiteurs est si faible qu'elle ne représente aucun danger pour le matériel d'essai.

Tout ceci peut sembler très lourd comme installation, mais il faut bien voir qu'il s'agit en somme de protéger une robinetterie domestique contre la brusque rupture d'un barrage qui viendrait se déverser dedans ; garantir que cette avalanche ne se traduira au pire que par quelques gouttes suintant à peine du robinet n'est pas chose aisée.

Rappelons qu'en matière d'orage, les torrents d'électricité mis en jeu sont si énormes qu'une protection simplifiée n'offre qu'une garantie limitée. Nous l'avons dit, on a vu la foudre tomber au pied d'un paratonnerre ou frapper des pylônes à mi-hauteur ; il est donc impossible d'espérer une protection totale par un paratonnerre car la dispersion inhérente aux phénomènes mis en jeu limite les conditions d'application du modèle électro-géométrique.

Ce même côté aléatoire des phénomènes mettant en jeu de très hautes tensions imposait de tester le LIDS autant en laboratoire que sur le terrain face à



de vrais coups de foudre. Les essais en laboratoire furent menés en Floride à l'Institut de recherche des courants transitoires. Le dispositif fut soumis à des courants très brutalement croissants (valeur très élevée de  $di/dt$ ) par décharge quasi-instantanée d'une batterie de condensateurs de forte capacité.

On atteignait ainsi 1 400 000 volts, ce qui consti-



tuait déjà un bon début et amenait des étincelles de 50 cm au pont à éclateurs ; les essais d'intensité furent menés de même avec des courants de 200 000 ampères appliqués sur les gaines protectrices. Tous les limiteurs assurèrent parfaitement leur fonction, les faibles courants résiduels pénétrant dans le LIDS restant bien en dessous du seuil dangereux.

Restait à mener les tests grandeur nature, donc à soumettre le LIDS à de réels coups de foudre. Or les éclairs étant imprévisibles, il faut déclencher artificiellement la foudre en choisissant des lieux où les orages sont à peu près quotidiens. Un tel site existe sur les installations de la NASA au centre spatial Kennedy, et c'est là que furent menés les essais.

Rappelons que le nuage d'orage devient fortement électrisé quand les cristaux de glace forment une concentration de charges positives à une altitude de 6 à 10 km tandis que les gouttelettes d'eau, plus lourdes et négatives, se rassemblent entre 2,5 et 5 km. Bien que l'équilibre entre ces deux immenses zones opposées se rétablisse la plupart du temps par décharge entre deux nuages, le sol participe souvent aussi à l'écoulement des charges.

En temps normal, la terre est négative, mais sous l'influence d'un nuage orageux elle devient très fortement positive. L'éclair nuage-sol commence quand l'excès de charges négatives crée un canal de décharge ionisé qui progresse par bonds et de proche en proche vers toutes les zones positives de l'air ; ce traceur, ou précurseur, descend ainsi vers le sol, y induisant par influence des charges positives.

Celles-ci tendent à remonter en l'air et, dès que le précurseur approche du sol, des précharges ascendantes se développent à partir de ce dernier ; lorsqu'elles rencontrent le précurseur, il s'établit un court-circuit entre le nuage et le sol qui va permettre le passage d'un courant de forte intensité. Ce courant est en fait constitué par les charges superficielles du sol qui, en remontant le canal ionisé formé par le précurseur, neutralisent les charges de ce dernier.

On observe alors un trait de lumière intense qui progresse depuis le sol jusqu'au nuage avec une vitesse d'environ 100 000 km/s : c'est la décharge de retour ; en général, un coup de foudre est composé de plusieurs décharges partielles s'écoulant par le même canal ionisé. L'intensité peut atteindre 200 000 A tandis que la différence de potentiel entre sol et nuage vaut quelques dizaines de millions de volts. Ajoutons qu'il y a des coups négatifs ou positifs, et ascendants ou descendants.

Le LIDS étant conçu pour résister à toutes les formes de décharges fut emporté sur le site de la NASA ; mais pour que la foudre tombe juste dessus, il fallut faire appel à un système proche du célèbre cerf-volant de Benjamin Franklin : on amorce la décharge en lançant jusqu'au nuage un fil conduc-

teur. C'est une technique dans laquelle les français ont une très bonne expérience, l'étude de la foudre ayant été menée par ce moyen à la station de St Privat d'Allier par les ingénieurs de l'EDF, du CEA, du CERN ou de l'ONERA.

Ces ingénieurs firent d'ailleurs équipe avec les américains en 1979 et en 1983, et c'est à partir de ces expériences communes que furent menés les essais du LIDS. Tout l'ensemble fut installé sur une plate-forme comportant 12 tubes de lancement nautis chacun d'une fusée para-grêle comme en utilisent les cultivateurs en France ; ce sont des fusées à corps plastique longues d'un mètre propulsées par de la poudre noire.

Elles sont munies d'une bobine de fil métallique qui se déroule pendant le vol ; ce fil, qui fait 1 km de long est relié à sa base au sol par une grille de cuivre enterrée. Une tige horizontale, placée à 7 m au dessus du conteneur et destinée à recevoir la foudre, est reliée électriquement aux gaines protectrices des câbles du LIDS.

Dès qu'un orage se présente dans de bonnes conditions pour l'essai — un électromètre permet de mesurer la montée du potentiel au sol — une fusée est lancée en déroulant derrière elle le fil conducteur ; quand elle approche du nuage, une décharge de plusieurs centaines d'ampères volatilise le fil jusqu'au sol, créant un canal ionisé proche de la barre horizontale. L'impédance du circuit constitué par cette barre et les gaines des câbles reliés au sol est inférieure à celle du circuit formé par le canal ionisé, de sorte que le courant de décharge de la foudre aura tendance à passer par la barre et, de là, par les gaines.

C'est effectivement ce qui s'est produit lors des 22 essais : dès que la décharge atteint sa pleine puissance, elle descend le long des gaines et rejoint le sol par le conteneur qui abrite le matériel d'essai. Un transformateur, dit bobine de Pearson, mesure le courant qui descend le câble, et un autre mesure le courant total interne. D'autres capteurs évaluent les tensions transitoires et les courants qui atteignent les composants sensibles.

Sur les 22 coups de foudre déclenchés qui totalisèrent une centaine de décharges de retour, le courant le plus puissant enregistré atteignait 52 000 ampères. La protection offerte par LIDS fut parfaitement efficace, mais il s'avéra qu'elle dépendait du type de câble utilisé ; les essayeurs se servirent tantôt de câbles à multiples conducteurs, tantôt de câbles coaxiaux à blindage plein.

Dans le cas des conducteurs multiples, le courant interne total s'éleva à 3 000 A pour un éclair de 29 000 A ; ce courant fut en majeure partie retourné au sol par 36 limiteurs de 20 000 A montés en parallèle, le courant transitoire restant inférieur à 100 A. Avec le coaxial à blindage massif la protection approcha la perfection puisqu'aucun courant

749<sup>F</sup>\*



# TANDY PREND VOS PASSIONS AU SERIEUX

TGA

\* Prix spécial en vigueur du 27 Août au 26 Septembre 1988

Pour connaître l'adresse  
de votre magasin TANDY  
le plus proche :  
faire le 05.10.10.00  
**NUMERO VERT**  
appel gratuit

- COMBINE STEREO PORTABLE :
- Double platine à cassettes : auto reverse
  - Radio GO/PO/FM • Duplication à haute vitesse
  - Lecture en continu et arrêt automatique
  - Micro à condensateur • Prise casque. Réf. 149169  
(prix normal : ~~1100F~~ - prix spécial : 749 F)

# TANDY®

DÉJÀ PLUS DE 260 MAGASINS EN FRANCE

HI-FI — ÉLECTRONIQUE — TV — VIDÉO — MICRO INFORMATIQUE



# LE CANON DE JULES VERNE REVU ET CORRIGE

*Envoyer  
des hommes dans la Lune à l'aide d'un immense  
canon. Idée simplissime et fantaisiste,  
car "l'obus-navette" serait écrasé par la pression  
atmosphérique et soumis à des accélérations  
insoutenables. Pourtant, quatre chercheurs américains  
viennent de présenter un prototype de  
lanceur spatial qui ressemble beaucoup plus au canon  
de Jules Verne qu'aux fusées de Von Braun.*

**D**epuis une trentaine d'années, diverses équipes américaines ont tenté de mettre au point des canons à gaz comprimés capables d'imprimer à de petites charges utiles la première vitesse, dite de libération, celle qui permet de se mettre en orbite autour de la Terre (de 7,9 à 11,1 km/s selon la latitude du point de départ). Aucune n'a toutefois dépassé 10 km/s et le rendement énergétique est désastreux : 1 à 2 % de l'énergie consommée seulement est convertie en vitesse.

Une autre famille de canons, le *railgun*, fait accélérer sa charge utile dans un champ magnétique de plus en plus puissant, mais, du moins jusqu'à ce que des matériaux supraconducteurs réellement bon marché soient disponibles, le rendement énergétique reste également mauvais, et les bobines magnétiques s'usent très vite.

Le système conçu par l'équipe de l'université de Washington (1), baptisé *ram accelerator*, est un statoréacteur dans un pipeline. Un statoréacteur (2), *ramjet* en anglais, est un turboréacteur sans turbine ni compresseur, et pratiquement sans aucune partie mobile (*dessin 1 p. 86*). Au-dessus de Mach 2 (deux fois la vitesse du son), l'air qui s'engouffre dans la veine d'entrée d'un tel moteur, en se heurtant au goulot d'étranglement situé en arrière, atteint tout seul, sans qu'un compresseur soit nécessaire, une pression suffisante pour provoquer l'allumage du carburant et créer la poussée en ressortant. Dans la mesure où le carburant est in-

jecté et s'allume assez vite et où les matériaux résistent à la température de la chambre de combustion, le *ramjet* offre un bon rendement et paraît être la clef de l'aéronautique hypersonique projetée pour la fin du siècle.

Un tel moteur fonctionnera encore mieux si l'on "fabrique" une atmosphère de composition exactement adaptée à ses caractéristiques, par exemple, ce qui permettrait de baisser au maximum la vitesse du son. L'équipe de Seattle a donc rempli un tube en acier de 12,2 m de long et 38 mm de diamètre intérieur d'un mélange de méthane et d'oxygène, en proportions variables, dilué dans des gaz inertes comme l'hélium ou le dioxyde de carbone sous une pression de l'ordre de 50 atmosphères. Un projectile en forme d'obus (*dessin 2 p. 86*), propulsé par un canon à gaz comprimé ou par un petit moteur à poudre à une vitesse de 0,7 km/s a percé un diaphragme en plastique ultra-fin pour entrer dans le tube. Là, son passage crée dans l'atmosphère artificielle plusieurs ondes de choc.

Le profil du projectile est calculé de telle manière que l'onde, conique, qui apparaît à l'avant, ne perturbe pas le mélange gazeux au point de provoquer son allumage. Une onde dite "normale", perpendiculaire au corps de l'obus et située plus en arrière, va par contre comprimer suffisamment l'atmosphère pour qu'un petit allumeur puisse provoquer la combustion du mélange. Une zone de haute pression et de haute température se crée entre cette onde normale et, selon le type de projectile utilisé, un étranglement placé en arrière ou une troisième onde, sorte de mur thermique érigé derrière l'obus par la combustion. Lorsque les gaz chauds parvien-

(1) A.P. Bruckner, A. Hertzberg, D.W. Bogdanoff et C. Knowlen, de l'Aerospace and Energetics Research Program de l'Université de l'Etat de Washington à Seattle.

(2) *Science & Vie* n° 826 de juillet 1986.

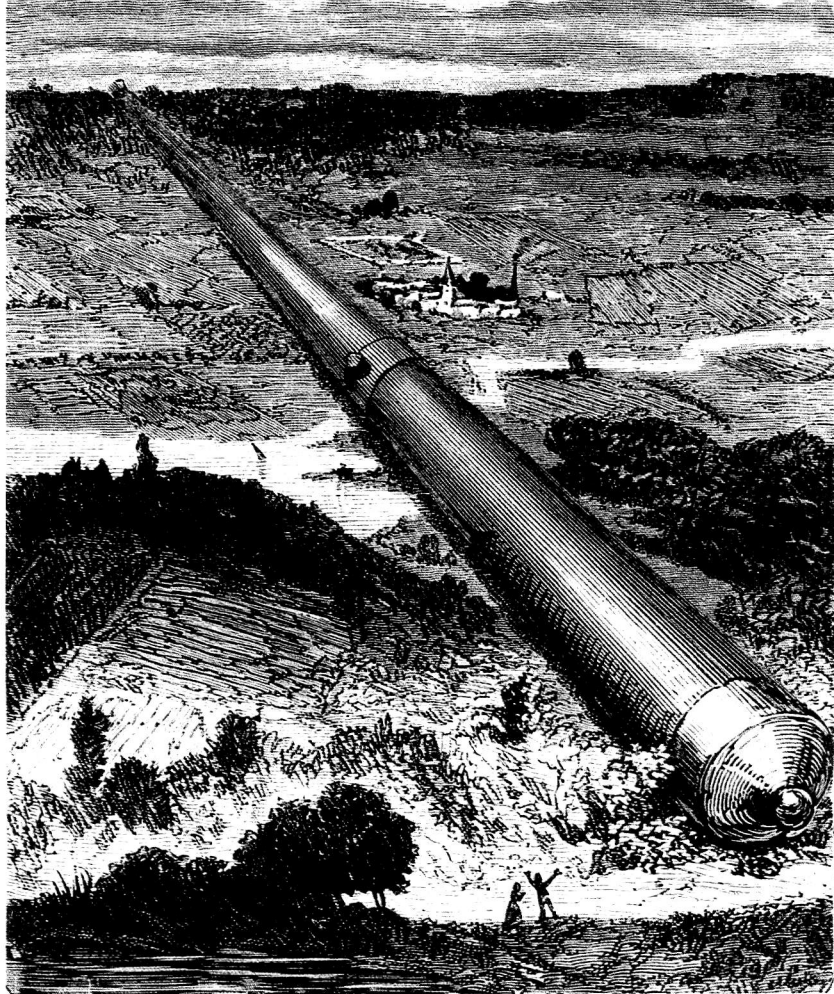
nent à franchir le barrage, ils créent une forte poussée, et le projectile accélère vers l'avant. Il n'utilise aucune autre source d'énergie que celle servant à l'injecter dans le tube, et les ondes de choc qui se forment naturellement autour de lui. Il n'y a aucune partie mobile.

Il est même possible de supprimer l'allumeur (*dessin 3 p. 86*). Pour cela, une saillie d'environ un millimètre est placée à mi-longueur du projectile. Ainsi la première onde de choc, celle située sur le "nez", se réfléchit sur la paroi du tube, puis une seconde onde de choc est créée par cette saillie. Entre l'onde réfléchie et la seconde onde de choc, l'atmosphère est tellement comprimée que le mélange combustible détonne. Les gaz de combustion partent vers l'arrière, le projectile avance tout seul. Toutefois, plus sa vitesse est grande, plus cette zone de haute pression (jusqu'à 4 450 atmosphères et plus de 600 °C) apparaît en avant du véhicule et le freine. La vitesse maximale du projectile serait de l'ordre de 1 500 à 2 000 m/s.

Avec des projectiles en magnésium de 12,7 cm de long par 2,89 cm de diamètre, pesant moins de 100 grammes, l'équipe de l'université de Washington est parvenue à des vitesses de 1,2 km/s et des accélérations de 20 000 g. La première configuration, celle qui utilise un allumeur, permettrait d'atteindre 3 km/s.

Mais il ne s'agit que d'un modèle réduit. A.P. Bruckner affirme que ce système « ... est reproductible de l'échelle du gramme à celle de la tonne... ». Un tube de 3,15 km de long, dont la réalisation ne présenterait pas plus de difficultés que celle d'un banal pipeline, pourrait projeter un véhicule de deux tonnes sur une orbite de 400 km, à 10 km/s. Les régions de haute pression où se fait la combustion se déplaçant avec le véhicule, l'usure se répartit sur toute la surface interne du tube, qui résisterait en fait à plusieurs centaines de lancements sans nécessiter de maintenance.

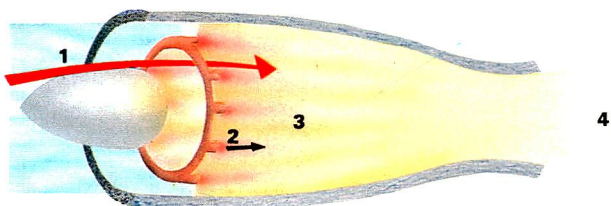
« Après plusieurs centaines d'allumages, [nous avons] encore à détecter des signes d'usure du prototype... », écrivent les quatre ingénieurs. La protection thermique rendue nécessaire par la friction, lors de la traversée de l'atmosphère par le projectile, serait elle-même négligeable. A 10 km/s, en partant d'un site élevé (de l'ordre de 4 500 m pour profiter de la raréfaction de l'air, il faudrait 23 kg



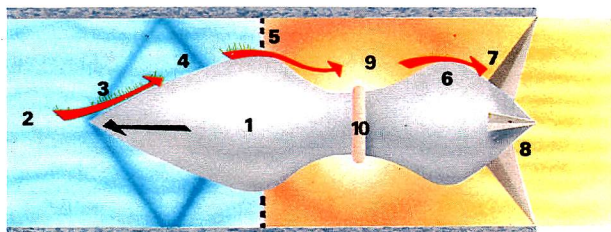
d'ablatif (absorbant thermique), soit 1 % de la masse du véhicule, dont la température de surface n'excéderait jamais 1 600 °C. La friction atmosphérique ferait perdre 10 % de leur vitesse aux projectiles déjà expérimentés, s'ils sont lancés en altitude.

Une autre limitation vient des niveaux d'accélération que doit encaisser la charge utile. La structure du projectile, pour ne pas devoir être trop solidement renforcée, limite ceux-ci à 1 500 g. Mais, même dans ces conditions, A.P. Bruckner estime que 70 à 80 % des matériaux nécessaires à la construction d'une grande station spatiale pourraient être lancés par le *ram accelerator*, à un prix défiant toute concurrence ; si la charge utile constitue la moitié de la masse du projectile, le kilogramme en orbite coûterait moins de 100 dollars, contre plusieurs milliers avec les lanceurs actuels. Mais viser directement la station spatiale contraindrait fréquemment le canon à tirer bas sur l'horizon, exposant les projectiles à une traversée oblique de l'atmosphère : il faudrait beaucoup plus de projection thermique, au détriment de la charge utile. Une autre solution serait de viser une orbite d'attente

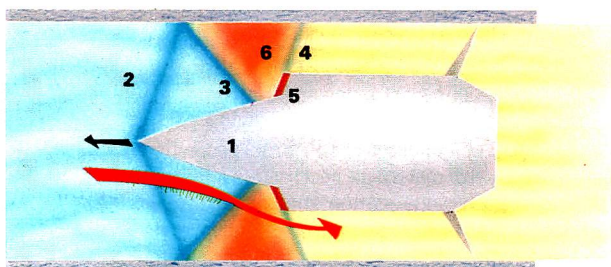




Dans un statoréacteur, ou *ramjet*, l'air avalé par la veine d'entrée (1) possède, quand sa vitesse dépasse deux fois celle du son, une force suffisante pour créer, sans compresseur, une pression assez élevée (en 3), pour provoquer l'allumage du carburant injecté (en 2). Cette surpression produit la poussée du moteur à la sortie de la tuyère (4).



Dans un *ram accelerator*, qui est un statoréacteur placé dans un pipeline, il existe deux moyens d'envoyer un projectile selon qu'on utilise (A) ou non (B) un allumeur. A : le projectile (1) contenant la charge utile se déplace dans un tube rempli d'un mélange gazeux combustible-oxydant (2). Le mouvement du projectile, injecté dans le tube à travers un diaphragme par un petit moteur à poudre (8) et centré par des ailettes très fines (7), crée plusieurs ondes de choc. La plus en avant (3) et sa réflexion sur la paroi du tube (4) ne perturbent pas assez le gaz pour provoquer l'allumage. Mais l'onde dite "normale" (5) crée une zone de surpression, délimitée à l'arrière du projectile par un renflement (6), dans laquelle se produit la combustion (9), avec l'aide d'un allumeur (10). Ce type de *ram accelerator* est baptisé par l'équipe américaine "à combustion subsonique". La circulation du gaz dans la zone (en 9) est en effet ralentie en dessous de la vitesse du son.



B : dans cette autre configuration du *ram accelerator*, le projectile (1) crée encore trois ondes de choc en se déplaçant dans le tube. L'onde frontale (2) reste inactive, mais sa réflexion sur la paroi du tube (3) et une troisième onde (4) créée par une indentation à la surface du projectile (5) créent une région assez perturbée (en 6) pour provoquer l'allumage sans aucun dispositif supplémentaire. L'équipe de Seattle a baptisé ce type de propulsion le mode "induit par détonation", parce que la détonation du mélange gazeux est spontanée.

équatoriale, 50 km plus bas que la station ; très elliptique, elle serait rendue circulaire par un aérofreinage — manœuvre consistant à descendre très bas, jusque vers 50 km d'altitude, pour frôler l'atmosphère et perdre de l'énergie par friction. Les projectiles devraient toutefois emporter un moteur de correction d'orbite, un bouclier thermique sans doute non négligeable et des systèmes d'orientation.

Ensuite, un remorqueur inter-orbital, dont la Nasa a de toute façon déjà confié le développement à la société TRW, devrait venir chercher le fret sur l'orbite de parking, et sa rentabilité viendrait influencer celle du *ram-accelerator*.

L'accueil réservé à la présentation de ces recherches, qui ont le mérite d'avoir largement dépassé le stade de la planche à dessin, au 38<sup>e</sup> Congrès international d'astronautique qui s'est tenu cet automne à Brighton, en Grande-Bretagne, a été très positif. « C'est d'une telle simplicité, cela pourrait être une percée technologique majeure », commente Alan Bond, l'ingénieur britannique qui a conçu le moteur de l'avion spatial *Hotol*, et s'efforce actuellement de le faire survivre aux restrictions budgétaires.

A.P. Bruckner espère franchir la barre des 4,5 km/s d'ici l'automne 1988, mais il note qu'à cette époque, son projet « aura dépassé les moyens d'un environnement universitaire ». Son financement, à hauteur d'un million de dollars, vient aujourd'hui essentiellement de l'université de Washington et, de façon marginale, de la NASA et de l'US Air Force. Qui prendra la relève ?

Un "acheteur" potentiel tout désigné serait la Strategic Defense Initiative Organization (SDIO), chargée au département américain de la Défense de mettre au point la "guerre des étoiles".

« Ces gens nous ont parlé mais ça ne fait pas partie de leurs principaux domaines d'intérêt », dit Bruckner. La SDIO, plus en vue de réaliser des canons antimissiles que pour lancer des satellites, a investi 2 millions de dollars dans deux programmes de recherche sur le *railgun*. L'un d'eux, le projet *Thunderbolt*, qui réunit Westinghouse, la Defense Nuclear Agency et la société Computer Sciences, devait, en octobre dernier, accélérer un projectile de 10 g à 15 km/s, par la voie magnétique. L'autre, beaucoup plus futuriste, et qui ne débouchera sur des essais en laboratoire que vers 1992, consiste à éclairer un projectile revêtu d'un matériau riche en hydrogène avec un laser très puissant. Une première impulsion du laser vaporise le revêtement, une seconde chauffe le nuage d'hydrogène ainsi créé derrière le projectile pour le dilater et produire la poussée. La SDIO espère ainsi pouvoir, un jour, lancer 64 000 tonnes de charge utile par an au prix de 18 dollars le kilo. C'est moins cher qu'avec le *ram accelerator*, mais ça reste pour "un jour !...".

**Stéphane Chenard**

# "Comment étonner vos Amis"

Réalisez des prodiges qui étonnent et fascinent tous ceux  
- et celles - que vous rencontrez



Maintenant, n'importe où, n'importe quand, vous pouvez attirer l'attention, séduire et captiver les autres. Pas besoin pour cela de connaissances ou d'apprentissage difficiles. Il suffit de quelques secondes pour stupéfier votre auditoire.

Comment est-ce possible? Grâce à un livre. Mais quel livre! Un livre qui vous permettra d'étonner vos amis par votre prodigieuse mémoire. Un livre qui vous permettra

de deviner les pensées les plus secrètes. Un livre qui vous permettra de faire faire ce que vous voulez secrètement, à n'importe qui.

Vous êtes sceptique n'est-ce pas? Pourtant "Comment étonner vos amis" - expériences faciles de physique amusante et de magie - révèle bien, pour la première fois 200 secrets jalousement gardés jusqu'alors par les fakirs et les illusionnistes.

## Regardez ce que vous pouvez faire :

- Vous placez une pièce de 1 F dans une boîte d'allumettes. Vous faites une passe magnétique et la pièce disparaît. Vos amis peuvent vérifier, la boîte est vide.

- Vous êtes assis sur une chaise, les yeux bandés. Un de vos amis se déplace parmi les spectateurs, on lui remet un objet ou on lui pose une question. Instantanément, vous désignez l'objet ou répondez à la question par "transmission de pensées".

- Sans toucher un jeu de cartes, vous le faites battre, et un spectateur prend une carte au hasard.

Vous récupérez le jeu et, sans le regarder, vous trouvez la carte choisie.

## Vous aurez une mémoire stupéfiante

- On vous donne une date. Quelle que soit l'année ou le siècle, vous donnez instantanément le jour de la semaine auquel elle correspond.

- Vous donnez 30 décimales de  $\pi$ , récitez de mémoire les noms et numéros de téléphone de n'importe quelles pages d'annuaire, ou la page d'un livre.

- Ce ne sont là que quelques exemples. Il y a plus. **Beaucoup plus.**

## Ayez plus d'influence sur les autres

Faites-en l'essai : il suffit de réaliser une seule de ces expériences pour que tous ceux qui vous entourent vous regardent avec admiration. Et combien d'expériences et de "trucs" vous sont révélés dans "Comment étonner vos amis", le livre du Pr Don Roberto? 50? 100? Non! Ce sont 200 expériences faciles de physique amu-

sante et de magie - souvent jamais révélées à ce jour - que vous pourrez réaliser à volonté.

Imaginez-vous dans n'importe quel groupe - ou avec une amie - cocktails, dîner, fête, soirée : dans chaque situation, vous avez l'idée qui crée l'événement. Mystère, curiosité, surprise, vous êtes facilement le centre d'attention, le centre d'influence, et cela renforce votre confiance en vous dans toutes les circonstances de la vie.

Mais c'est pas tout, le meilleur vient encore.

## Des expériences faciles même si vous n'y connaissez rien

Acceptez d'examiner librement "Comment étonner vos amis". Dès réception du livre, sans dextérité spéciale, sans matériel compliqué - une boîte d'allumettes, un bouchon, un jeu de cartes ou un papier et un crayon suffisent - vous pourrez réaliser des dizaines d'expériences faciles et amusantes.

Le Pr Don Roberto a choisi les meilleurs de ses tours : ceux qui font le plus d'effet avec le minimum de moyens. Et savez-vous pourquoi il a décidé de révéler de tels secrets, jalousement gardés jusqu'à présent? Parce qu'il a quitté la scène.

Avant qu'il ne soit trop tard, il veut en faire profiter ses lecteurs. Pourquoi "profiter"? Parce qu'il y a aussi - si vous le voulez - de l'argent à gagner!

## Imaginez-vous réalisant ces exploits :

- Vous écrivez un nombre au hasard : 526 315 789 473 684 210 par exemple, sur un tableau, et vous demandez à vos amis un multiplicateur entre 2 et 200. Vous donnez le résultat instantanément.

- Vous démontrez que  $2 = 1$ , ou que  $5 = 7$ . Votre démonstration est imparable, et les meilleurs en maths s'y "casseront la tête"!

- Un mystérieux pouvoir magnétique vous permet d'hypnotiser instantanément nombre d'animaux : poule, coq, oiseaux de toutes sortes, grenouilles, lapins, jeunes chiens, écrevisses, etc.

- Tel un fakir, vous pouvez à volonté vous transpercer la jambe avec une épingle, la langue avec un couteau, le bras avec une tige, marcher sur des charbons ardents ou plonger le bras dans du plomb fondu!!!

## Voici comment gagner de l'argent grâce à ce livre :

Dans "Les 5 expériences les plus passionnantes que je connaisse", le petit livre qui vous sera remis en cadeau gratuit et définitif, plusieurs moyens d'augmenter vos revenus vous sont dévoilés.

200 trucs, un cadeau, des moyens de gagner plus, combien cela vaut-il? Nous pourrions vendre ce

## 2 Cadeaux gratuits

Si vous répondez dans les 5 jours, nous joindrons deux cadeaux gratuits à votre colis. Le premier est un petit livre passionnant écrit par le Pr Powers et intitulé "Mes procédés secrets pour avoir des amis et influencer les gens". Le second est un recueil de 5 expériences, dont l'une a valu à son auteur un 1<sup>er</sup> prix de magie, et dont une autre n'a jamais été révélée à ce jour.

livre à 2 F le truc. Certains trucs sont vendus dans le commerce à 50 F ou plus. Mais, à la demande du Pr Don Roberto, vous pouvez les avoir à moins d'1 franc par expérience, soit 195 F seulement! (Une condition toutefois : vous engager au secret).

## Il dévoile tous ses "trucs" mais il faut agir vite

L'ouvrage du Pr Don Roberto est à tirage limité et son édition est hors librairie, réservée seulement à nos lecteurs. Comment le recevoir avant qu'il soit épuisé? C'est très simple. Il suffit de remplir et de découper le bon ci-dessous, puis de le poster dans la boîte la plus proche. Quelques jours plus tard, vous étonneriez aussi, tous vos ami(e)s.

**AVIS IMPORTANT :** Compte tenu du caractère étonnant de certaines révélations contenues dans "Comment étonner vos amis" et des protestations que cette publication peut provoquer chez les professionnels, nous ne pouvons garantir cette offre passé le 15.10.88.

Découpez et renvoyez dès aujourd'hui le bon : Editions Godefroy, B.P. 94, 45, Av. du Gal-Leclerc 60505 Chantilly Cedex

## BON POUR 200 "TRUCS" de physique amusante et de magie

à retourner aux : Editions Godefroy  
B.P. 94, 45, avenue du Général Leclerc  
60505 Chantilly Cedex

☒ OUI, je veux connaître les secrets de 200 expériences faciles de physique amusante et de magie. Je m'engage, bien sûr, à ne pas divulguer ces secrets en public.

Je suis sûr(e) de réussir toutes ces expériences, et si, par extraordinaire, je n'y parvenais pas, ou si j'étais déçu(e), il me suffirait de retourner "Comment étonner vos amis" dans les 30 jours, pour être intégralement remboursé(e). Même dans ce cas, je garderai les 2 cadeaux gratuits.

Sous cette garantie formelle, envoyez-moi :

160 ☐ "Comment étonner vos amis" (épais ouvrage de 308 pages).

Je joins mon règlement, soit 195 F + 12 F de frais d'envoi par

☐ CCP ☐ mandat-lettre ☐ chèque

261 ☐ Je ne paie rien maintenant et préfère recevoir le livre en contre-remboursement. Cela me coûte 27 F de frais supplémentaires, soit 234 F à payer au facteur.

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_

## Garantie totale à 100 %

Si vous n'êtes pas enthousiasmé, éberlué, si vous n'avez pas un succès auprès de votre entourage avec les expériences révélées dans "Comment étonner vos amis", retournez-le dans les 30 jours suivant sa réception et vous serez remboursé, sans discussion, et dans les délais les plus brefs.

*Francis Leclerc*



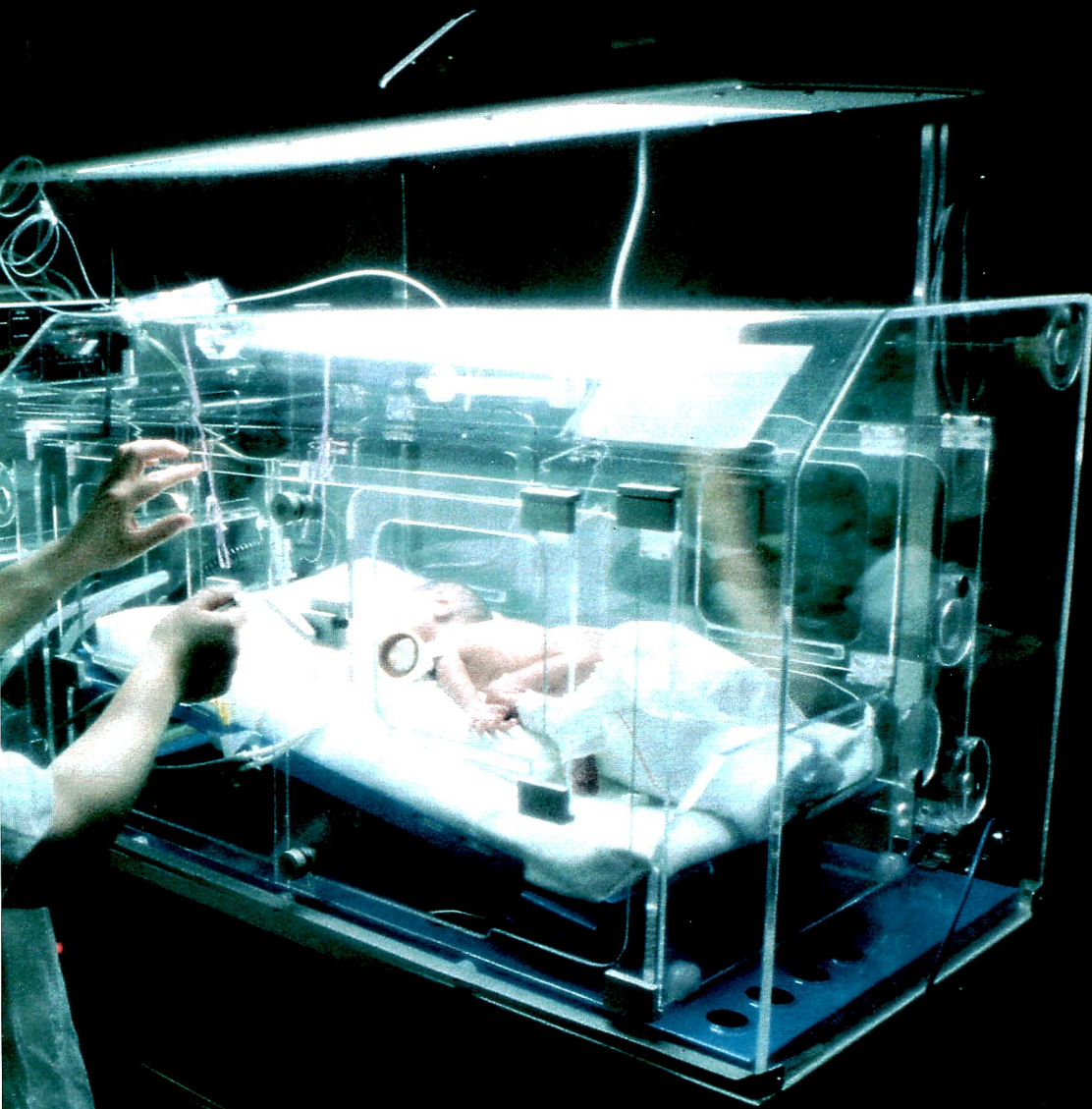
# SUR LE FIL TÊNU DE LA VIE

*Les "grands prématurés"  
de moins de mille grammes  
sont de modernes rescapés,  
en équilibre sur le fil ténu de la  
vie. S'ils sont plus nombreux  
à survivre en 1988, si les  
survivants sont moins souvent  
frappés de séquelles graves  
qu'en 1975, ce n'est pas à cause  
d'"une" découverte ou d'"un"  
progrès médical miraculeux,  
mais "simplement" grâce à une  
série de soins multiples, que  
présente notre enquête.*

**C**omment ne pas être ému et fasciné par ces minuscules êtres humains nés avant terme ? Les plus petits pèsent moins d'une livre et tiennent dans le creux d'une main d'adulte : il leur manque plus de quatre mois de gestation dans la matrice de leur mère ; un dangereux voyage les attend. Leurs paupières sont closes ; le pavillon et l'hélix de leurs oreilles ne sont encore qu'une ébauche plaquée sur le scalp ; leur peau a une teinte rouge écarlate marbrée de rose tyrien, et ce quelle que soit leur ethnie. Cette peau est d'ailleurs si fine et si fragile que les infirmières doivent redécouper les minuscules électrodes des appareils de surveillance, pourtant prévues pour les bébés, pour éviter qu'elles nécrosent cette membrane translucide.

Tout leur organisme est immature : les fonctions organiques du cœur, du foie, du rein ne s'expriment que partiellement, potentialités à venir encore tournées vers la vie foetale. Ils ne fabriquent encore ni hormones, ni facteurs de croissance. Les connexions cérébrales et sensorielles entre synapses et neurones n'ont pas encore atteint leur état de stabilisation sélective (prélude à leur organisation définitive). Le réseau des neurones de leur tronc cérébral, qui contrôlent d'habitude l'automatisme de la respiration, ne fonctionne pas encore parfaitement : ils font des pauses respiratoi-







res, dites apnées, qui sont dangereuses. Leur cage thoracique, moins volumineuse qu'un œuf, est si faible que les sages-femmes s'interdisent de mettre un sparadrap sur le pansement de leur cordon ombilical : il risquerait de gêner, aussi minime soit-elle, l'augmentation du volume de la cage thoracique lors de l'inspiration. Ils ne savent pas encore régler leur température (et risquent de mourir si elle descend en dessous de 34°), ne disposent d'aucune réserve énergétique, ni liquidienne.

Les soins permanents qu'ils réclament, tout aussi intensifs qu'ils soient, doivent se faire dans le calme et avec la lumière la moins agressive possible. L'urgence et le savoir-faire le disputent au dévouement : les infirmières et les réanimateurs y ont de ces gestes d'artisans précis et rapides pour reposer doucement un bras, guider le passage dans une veine d'un minuscule cathéter de perfusion ou simplement langer l'enfant.

Aujourd'hui, pour ces nouveaux-nés de faible poids, le pronostic et les chances de survie, ainsi que celles d'une vie normale exempte de séquelles, sont meilleures qu'il y a quelques années, même si

elles restent minces. Ainsi, les pédiatres de l'université d'Oklahoma City ont pu réanimer, dans leur service de soins intensifs, un nouveau-né de 460 g, un des plus petits jamais sauvés. Des 131 bébés de moins de 800 g admis en cinq ans dans ce centre, on compte d'ailleurs 52 survivants à court terme, soit 40 % de l'échantillon. Et si la survie n'était que de 11 % en 1981, elle passe à 50 % en 1985.

Comme le rappelait en 1986 Michèle Orzalesi, pédiatre universitaire à Sassari (Italie), au cours des XVI<sup>e</sup> Journées de néonatalogie de Paris, l'augmentation des chances de survie a connu un glissement progressif au profit des tranches de poids de naissance et d'âge gestationnel de plus en plus faibles. Selon le Pr Jean-Pierre Relier, chef du service de néonatalogie de l'hôpital Port-Royal à Paris, en 1963, 87 % des nouveau-nés de moins de 1 000 g mouraient. Chiffre confirmé pour les pays occidentaux par le Dr Michel Dehan, néonatalogue à l'hôpital Antoine Beclère de Clamart : durant les premières cinquante années de ce siècle, une mortalité supérieure à 80 % pour les moins de 1 000 g, et comprise entre 15 et 20 % pour les petits poids de

## GAGNER DU TEMPS : UN FACTEUR

1. Les services mobiles d'urgence sont dépêchés sur les lieux.



2. Les réanimateurs procèdent sur place aux premiers soins...



3... Ils placent le nouveau-né dans la couveuse chauffante de transport...



Pour le transport des nouveaux-nés, il existe depuis 1976, dans certains départements, des services mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR) exclusivement pédiatrique et néonatale (1). En 1985, ils ont transporté 2 689 enfants prématurés, soit 57 % de tous les enfants transportés. Souvent appelés aussi en assistance anténatale dans les maternités ou les cliniques, les réanimateurs doivent alors s'installer sur place, en salle de naissance (2). Là, si besoin est, ils effectuent les gestes de réanimation indispensables et, dès après la naissance, l'intubation trachéale pour la ventilation mécanique, les perfusions,

la pose d'un drain thoracique, le réchauffement du bébé, etc.

En pareil cas, le nouveau-né est immédiatement placé dans la couveuse de transport (3) où, compte tenu de sa fragilité, il faudra absolument maintenir intactes plusieurs "chaînes" vitales pendant le trajet. Si le bébé nécessite une intubation trachéale (4) un tube est introduit par le nez jusqu'aux poumons pour une alimentation directe en air et en oxygène. Après quoi un ventilateur mécanique prend en charge l'inspiration et l'expiration, la vitesse d'insufflation et les pressions.

Mais revenons au maintien des chaînes vitales. Celle du chaud est as-

surée par un incubateur à thermostat (commandé par une thermo-sonde appliquée sur la peau), qui détermine l'accroissement de température en fonction des besoins caloriques de l'enfant. La chaîne de l'oxygène, elle, est garantie par une enceinte en plastique transparent, dans laquelle circule une atmosphère enrichie en oxygène, réchauffée et humidifiée : un capteur accroché à un orteil effectue une mesure optique de la quantité d'oxygène effectivement délivrée (5). Le médecin et ses aides peuvent ainsi contrôler en permanence l'effet de leur aide respiratoire.

Les mêmes précautions sont prises :



1 500 à 2 000 g. Cette situation, qui — relativisons les choses — ne concerne tout de même que 14 enfants sur 10 000 naissances, a pourtant justifié de la part des pédiatres des tentatives thérapeutiques agressives entre 1940 et 1960 : l'introduction de l'oxygénothérapie a en effet, dans un premier temps, diminué la mortalité et les handicaps. Mais son utilisation sans contrôle (parce qu'on ne savait pas mesurer l'état d'oxygénation des bébés) a provoqué des cécités dues à la toxicité de l'oxygène pour la rétine. Phénomène qui incita les pédiatres à réduire l'usage de ce gaz. Conséquence : une remontée immédiate de la mortalité.

Idem pour le jeûne, qui permet d'éviter les "fausses routes" (le passage d'aliments dans les voies aériennes supérieures), mais provoqua des déshydratations et des troubles métaboliques souvent mortels. Toutes ces hésitations, dues à l'ignorance dans laquelle étaient les pédiatres d'une méthode thérapeutique encore à inventer, expliquent qu'à la fin de la décennie 1950-1960 la mortalité était la même qu'au début des années 1940. Apparemment, on n'avait fait aucun progrès ! Jusqu'en

1975, d'ailleurs, cette proportion est restée stable avec encore 80 % de mortalité. Il a fallu attendre 1983 pour la voir baisser à 53 %. Il n'est d'ailleurs pas facile, même pour les spécialistes, de savoir laquelle, ou lesquelles, des nouvelles techniques d'exploration, de soins et de surveillance ont été déterminantes : il faut toujours du temps pour qu'une méthode nouvelle infléchisse le cours épidémiologique des choses, et elle est souvent associée à d'autres modifications thérapeutiques, en apparence moins importantes. Quels que soient les "progrès" réalisés en néonatalogie sur les prématurés, ils sont limités pour l'instant par notre ignorance, par le coût élevé de la prise en charge et par des questions d'ordre morale non résolues.

En 1980, Sylvia Schechner, pédiatre à l'université Cornell de New York, publiait dans une revue médicale (*Clinics in Perinatology*) un article intitulé « Qui est trop petit ? », qui fit grand bruit dans la communauté médicale. Elle y rappelait que la survie des enfants entre 1960 et 1975 n'avait pas bougé dans plusieurs unités de soins intensifs britanniques et américaines pourtant prestigieuses (Cam-

## DE SURVIE POUR LES PRÉMATURÉS

4. ... Assurent une alimentation en air et en oxygène...



5. ... Contrôlent les effets de l'aide respiratoire...



6. ... Et maintiennent par perfusion la chaîne vitale du glucose.



— pour la chaîne du glucose et des liquides : le bébé n'ayant aucune réserve, il consomme beaucoup. D'où la nécessité d'éviter par une perfusion (6) que la concentration de glucose dans le sang n'atteigne un seuil plancher ; il y va de l'avenir de son cerveau.

— pour la chaîne de l'asepsie : les gestes thérapeutiques pratiqués en urgence exposent un être sans défenses immunitaires à une contamination infectieuse par des germes virulents, d'où la nécessité d'une vigilance accrue.

Ainsi placé en conditions de réanimation, le bébé peut maintenant être transporté sans risque vers une unité de soins intensifs (7).

7. La réanimation assurée, le bébé peut gagner une unité de soins fixe.





bridge Hospital, Hammersmith Hospital, New-York Hospital). Mais elle signalait que, pendant la même période, deux institutions finlandaises et une université américaine avaient prouvé chacune une réduction significative de la mortalité entre 1966 et 1972 pour les nouveaux-nés dont le poids était compris entre 500 et 2 000 g. On sait aujourd'hui que le caractère contradictoire de ces rapports s'explique par le "recrutement" des nourissons (certains hôpitaux acceptent le transfert d'enfants gravement malades, d'autres non) et les définitions retenues (la prématurité et son degré de gravité sont définis par la durée de gestation, alors que, durant cette période, la plupart des études de mortalité sont établies en fonction du seul poids de naissance). Sans oublier l'existence, ou non, d'une politique nationale de périnatalité et de prévention de la prématurité. La question posée par le Dr Schechner est cruelle, mais elle mérite assurément d'être posée : la survie probable des enfants de très faible poids de naissance justifie-t-elle une thérapeutique agressive ?

Certaines méthodes de réanimation sont en effet de nature "invasive" (terme savant pour "envahissante"), ce qui en rend l'usage dangereux : elles se compliquent souvent d'effets secondaires ou de pathologies graves, voire mortelles. Cela dit, c'est un fait que leur utilisation a permis d'augmenter les chances de survie et d'existence normale chez les prématurés de plus de 1 000 g. Mais qu'en est-il exactement pour les autres, plus petits encore ? Certes, ils sont si rares (0,4 % des naissances vivantes) que leur nombre absolu n'a pas encore permis de connaître le poids minimal et l'âge gestationnel extrême au-delà desquels les enfants ne seront pas réanimés. Mais ce n'est pas une raison pour ne pas se poser la question.

Il n'y a pas si longtemps, en 1984, dans l'*American Journal of Obstetrics and Gynecology*, des pédiatres canadiens ont rapporté le taux de mortalité au nombre de semaines de gestation : ainsi un bébé de 23 semaines a 85,7 % de risques de mourir avant une semaine de vie, alors qu'un de 32 semaines vivra dans 95 % des cas. La probabilité (calculée) pour les parents de ramener à la maison un enfant vivant normal est de 98 % à 32 semaines (alors qu'elle n'est que de 14 % s'il naît à 23 semaines, et ce dans le meilleur des cas de figure). Même son de cloche chez les Australiens, où le *British Medical Journal* de novembre 1986 précise : sur 356 prématurés, il y a, au bout d'un an, 7 % de survivants chez ceux de 23 semaines, 75 % chez ceux de 28 semaines et 12 % de séquelles majeures toutes catégories confondues. Reprenant à leur compte la question de Schechner, les Canadiens la formulent différemment : étant donné la longueur du séjour en soins intensifs et la lourdeur des dépenses pour les enfants de moins de 25 semaines, ne vaut-il pas mieux limiter l'usage des unités de

néonatalogie aux "29 semaines", qui coûtent deux fois moins cher ?

Les réanimateurs semblent donc a priori concernés par ce dilemme économique, la question étant de savoir où mettre la barre ? Qui sauver et qui abandonner ? En tout état de cause, les réanimateurs sont tenus en échec par un obstacle naturel aujourd'hui infranchissable : la maturation pulmonaire du prématuré. Il faut au moins 24 semaines de développement utérin pour que l'état du tissu pulmonaire permette les échanges gazeux. Dès la 16<sup>e</sup> semaine, l'organe est entièrement développé (avec ses voies aériennes bordées d'un tapis épithélial primitif et ses vaisseaux), mais ce n'est qu'à la 24<sup>e</sup> semaine qu'apparaissent les premières alvéoles pulmonaires au sein du parenchyme (elles seront 70 millions chez un nouveau-né à terme et 600 millions chez un adulte sportif). Notons aussi que ce n'est qu'à la 20<sup>e</sup> semaine que le surfactant fait son apparition : ce mélange de lipides complexes, étalé comme un film à la surface aérienne de l'alvéole pulmonaire, confère à l'organe ses propriétés élastiques. Sans lui, les alvéoles manquent terriblement de stabilité : du fait de leur plus petit diamètre, elles se vident alors dans les grosses, ce qui diminue considérablement la capacité résiduelle fonctionnelle, le volume d'air restant dans les poumons à la fin d'une expiration normale se diluant dans l'air frais chargé en oxygène. Or, si on peut assurer, pour faire vivre l'enfant, une ventilation efficace d'un poumon de 27 semaines encore terriblement pauvre en surfactant (avec le risque non négligeable que le bébé fasse une maladie pulmonaire consécutive à la ventilation mécanique), il est en revanche absolument impossible, quel que soit le mode de ventilation choisi et quelle que soit la concentration d'oxygène administrée, de procurer des échanges gazeux corrects à des prématurés de moins de 24 semaines.

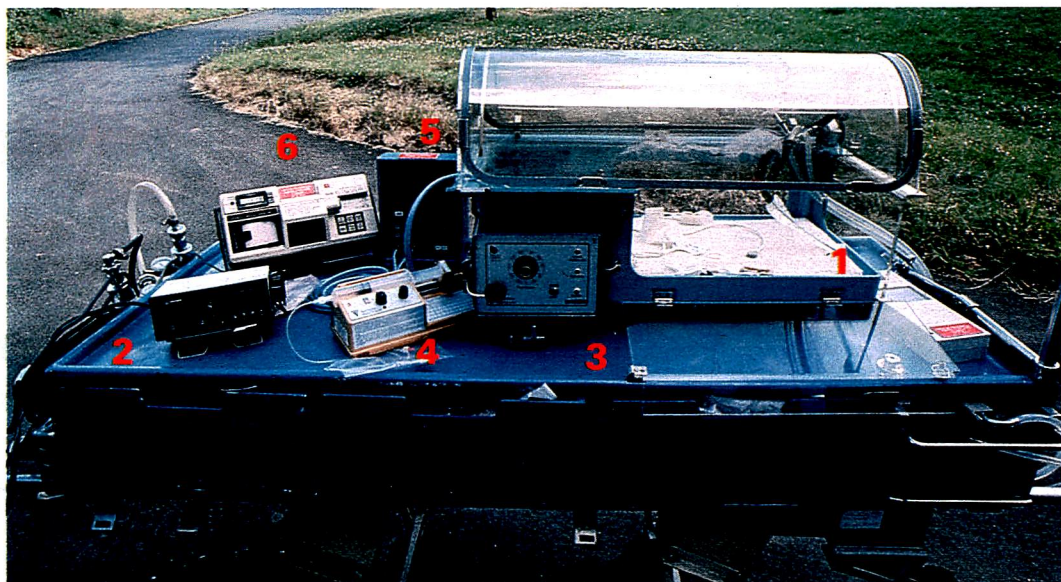
A ces problèmes s'ajoutent ceux des coûts humains et financiers. De pareils soins occupent de plus en plus longtemps un personnel médical et soignant ultra-spécialisé, débordé, mal payé... Le Pr J. Beaufrès, qui s'est livré à une analyse du fonctionnement des services de réanimation néonatale en 1986, avait dressé le tableau suivant : « Jeunes, enthousiastes, pleins d'abnégation, ces pédiatres (...) rencontrent des difficultés considérables : les infirmières sont trop peu nombreuses, ne disposent d'aucun avantage, malgré la pénibilité de leur travail, et ne restent pas ; les médecins (...) n'ont aucun avenir hospitalier, les gardes sont mal rémunérées. » Et cela dure depuis dix ans ! A. Triomphe, chercheur à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale, renchérit : « Toutes les inquiétudes aujourd'hui exprimées par les néonatalogistes sont légitimes. (...) Les augmentations de coût de ce secteur hospitalier pourraient en faire une

cible des politiques de rationnement. » De fait, la seule prise en charge en réanimation néonatale des enfants de moins de 28 jours par l'Assistance publique de Paris a coûté 76 millions de francs en 1984, soit 28 % des coûts imputables à la seule médecine

couperet des prochaines réductions de personnel et de budget.

Un enfant né entre 24 et 26 semaines de gestation restera en moyenne entre 90 et 120 jours en réanimation si tout se passe pour le mieux, ce qui repré-

## UN HÔPITAL DANS UNE COUVEUSE



Les camions de services mobiles d'urgence et de réanimation (SMUR) sont aujourd'hui dotés d'un matériel adapté au transport des nouveaux-nés prématurés. Sortes de mini-services de réanimation aussi sûrs qu'un hôpital. L'ensemble du dispositif s'articule autour de la couveuse chauffante (1) et son châssis mono-bloc sur roulettes, d'une autonomie totale de plusieurs heures pour l'alimentation électrique et gazeuse.

**La chaîne vitale de l'oxygène** y est maintenue grâce à un ventilateur mécanique alimenté au gaz et un capteur cutané relié à un oxymètre (2), qui surveille la concentration en oxygène chez l'enfant.

**La chaîne vitale du chaud** est assurée par la couveuse chauffante : un capteur posé sur le dos du bébé est relié à un thermostat (3) qui adapte automatiquement la température à ses besoins.

**La chaîne vitale du glucose** est entrete-

nue par une perfusion dont une extrémité est branchée sur un pousse-seringue électrique (4), et l'autre introduite directement dans une veine de l'enfant ; en revanche, les contrôles de glycémie réguliers, eux, sont assurés manuellement par le médecin ;

**D'autres moniteurs électriques**, enfin, contrôlent la pression artérielle — Dynamap pneumatique (5) — et la fréquence des battements du cœur et leur tracé électrique (6).

néonatale — où l'on ne fait pas que de la réanimation.

Résultat, la néonatalogie est considérée comme un "luxe", même si cette idée est gênante d'un point de vue éthique, et comme une vitrine médicale très performante quant à la qualité de ses soins, mais horriblement coûteuse. Malgré le discours officiel sur *L'hôpital du XXI<sup>e</sup> siècle*, livre préfacé par Jean Choussat, directeur de l'Assistance publique de Paris, qui réclame un « nombre important de médecins et une organisation multidisciplinaire », il y a fort à craindre que les rares services de soins intensifs de néonatalogie soient les premiers à subir le

sente une dépense de 20 000 dollars (environ 120 000 F). S'il y a des complications majeures, le montant peut dépasser 100 000 dollars (environ 600 000 F). Récemment, l'hebdomadaire américain *Newsweek* rapportait le cas d'un enfant de moins de 25 semaines ayant passé 131 jours en soins intensifs : le coût global de l'hospitalisation, des soins, des examens de laboratoire, des frais incompressibles (personnel, gestion, administration), des tests et des appareils de surveillance avait atteint 366 480 dollars (1,8 million de francs). Et les autorités de santé américaines ont dépensé, pour les seuls hôpitaux dotés de telles unités de réanima-



tion, 1,9 milliard de dollars en 1985. Les nouveaux nés d'un poids inférieur à 2 500 g ont coûté, à eux seuls (ils ne représentent que 11 % des malades), 1 milliard 178 millions de dollars (quelque 7 milliards de nos francs).

Mais l'augmentation des coûts provient en partie aussi d'une amélioration de la qualité des soins, beaucoup plus difficile à apprécier : la seule mortalité n'en rend pas compte ; il faut aussi prendre en compte la diminution du nombre des enfants con-

## UNE NÉCESSITÉ : PALLIER L'IMMATURITÉ DES ORGANES

La respiration mécanique est un des principaux facteurs de survie pour les prématurés. Jusqu'en 1968, les appareils de ventilation étaient réglés avec une fréquence de 60 à 80 cycles par minute, et le temps inspiratoire était deux fois moindre que le temps expiratoire. Depuis, on a réduit les fréquences à 30-40 cycles par minute et prolongé le temps inspiratoire (améliorant ainsi les échanges gazeux). Surtout, on a commencé à appliquer la technique de la PEEP (pour *Positive and Expiratory Pressure*) aux bébés atteints d'une maladie des membranes hyalines : pour éviter que ne s'aplatissent les petites

alvéoles les plus éloignées au moment de l'expiration, le ventilateur mécanique maintient une pression positive jusqu'à la fin de l'expiration (1).

Mais la ventilation a aussi des effets pervers. Notamment, elle peut être à l'origine d'un pneumothorax, que seules des radios régulières du thorax permettent de déceler (5). En pareil cas, les deux feuillets de la plèvre, entre la paroi thoracique et le poumon, normalement collés l'un à l'autre et lubrifiés par une mince couche de liquide, laissent passer l'air provenant d'une "fuite" pulmonaire due à la surpression. Dès lors, le poumon se rétracte complè-

tement autour du hile bronchique. D'autre part, la présence du tube dans la gorge que nécessite la ventilation provoque une augmentation considérable des sécrétions de liquide et de mucus par l'arbre trachéo-bronchique. Résultat, la sonde de ventilation se bouche : il faut donc évacuer ces sécrétions par pompage (3) et pratiquer une kinésithérapie respiratoire (4).

Enfin, la machine ventilatoire, en mobilisant l'air dans le thorax, gêne aussi le travail du cœur : elle modifie le régime circulaire et le débit sanguin dans les vaisseaux du poumon et, indirectement, le retour du sang veineux au cœur, donc le

rés est aussi immature que leur

foie (qui ne sait pas encore faire d'albumine, ni se débarrasser de la bilirubine ou synthétiser les facteurs sanguins de la coagulation). Pareillement, la muqueuse de l'intestin grêle ne sait pas encore absorber tous les nutriments, et les replis épithéliaux du colon ne sont pas encore colonisés par une flore intestinale microbienne efficace ; ce qui fait que les mouvements d'eau et de déchets sont mal contrôlés (c'est également le cas du rein, incapable de conserver le sel, dont il est pourtant le féroce gardien à l'âge adulte).

1. La ventilation maintient une pression positive dans les poumons du bébé.

2. Un microcathéter central alimente le bébé par le cœur.

3. Une pompe permet d'évacuer les sécrétions dues à la ventilation.



fonctionnement de la pompe cardiaque.

La liste des conséquences de la ventilation compte aussi l'emphysème pulmonaire interstitiel, les hémorragies et la maladie respiratoire chronique avec une dépendance clinique à l'oxygène : dès que l'on baisse le pourcentage d'O<sub>2</sub> dans le mélange gazeux, l'état du bébé s'aggrave.

Le poumon n'est toutefois pas le seul facteur limitant de la réanimation des prématurés. Il est d'autres organes qui, du fait de leur immaturité, doivent faire l'objet d'une surveillance accrue. Ainsi, le tube digestif des bébés grands prématurés

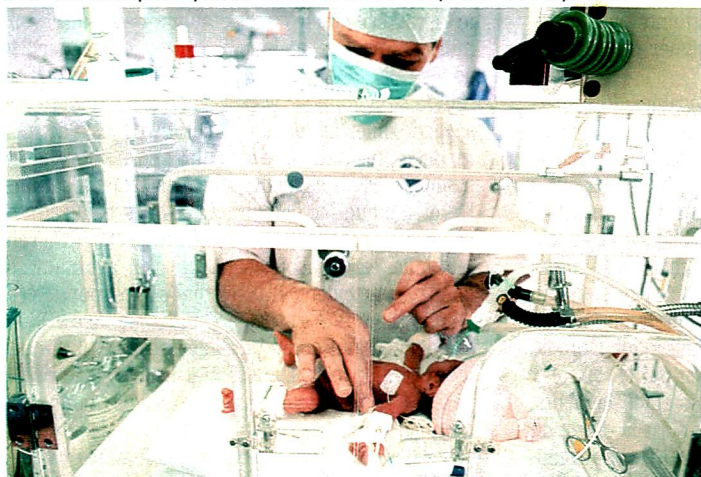
les grands prématurés font souvent des inflammations incoercibles de la muqueuse intestinale et des entérocolites nécrosantes. Il faut alors arrêter l'alimentation liquide. Pour cela, jusqu'à présent, on passait dans une sonde gastrique le mélange de lait maternel et de nutriments de synthèse indispensable à la croissance de l'enfant et à l'équilibre de son milieu intérieur. Résultat, il y a vingt ans, les médecins ne pouvaient que voir mourir de dénutrition ces enfants. Aujourd'hui, on peut attendre que l'intestin guérisse grâce aux microcathéters centraux. Ces tuyaux, fins comme un cheveux, permettent d'atteindre le



cernés et la gravité des complications, des séquelles, etc. Les économistes de la santé, qui n'ont pas d'états d'âme, estiment que l'indiscutable réduction de la mortalité dans les tranches d'âges les plus jeunes et d'un poids inférieur à 1 000 g se paie par

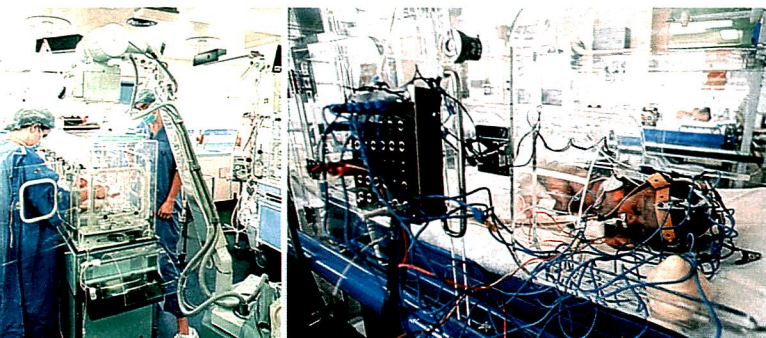
un surcoût financier inadmissible, qui risque d'annuler le bénéfice économique obtenu chez les plus grands. Lorsque l'on compare le gain en années de vie productive et l'ensemble des coûts occasionnés par la prématuration (frais en soins intensifs,

4. La kinésithérapie respiratoire facilite le travail d'inspiration et d'expiration.



5. Des radios pour déceler un pneumothorax.

6. Les électroencéphalogrammes informent sur l'état fonctionnel du cerveau.



coeur (2), où l'on peut continuer l'alimentation en court-circuitant l'intestin malade.

L'état fonctionnel du cerveau devra aussi être connu de façon globale et détaillée. Seulement, les électroencéphalogrammes pratiqués pour cela (6) ne fournissent pas d'éléments pour un pronostic. Or ce dernier reste fondamental. Car si une petite hémorragie intraventriculaire dans le cerveau n'entraîne pas forcément un sur-risque de mortalité, en revanche, des lésions cicatricielles du tissu cérébral sont très nuisibles, multipliant les risques de graves séquelles neurologiques et sensorielles. Pour détecter de pa-

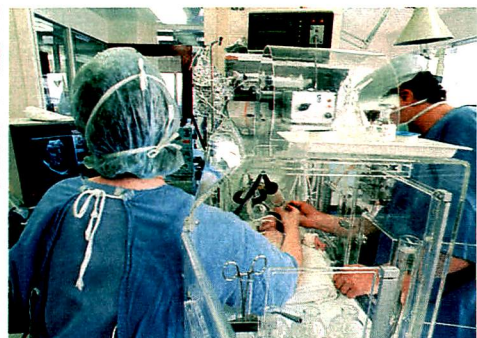
reils accidents, on peut aujourd'hui, avec une sonde Doppler, transmettre à travers la fontanelle non encore ossifiée des ondes sonores et en récupérer l'écho (7). Ainsi l'on repère la présence anormale de sang dans le tissu cérébral ou les ventricules.

Dans tous les cas, bien entendu, l'asepsie est une règle absolue (la première mesure la plus efficace étant la propreté des mains). Pour tous les soins, les enfants font l'objet d'une couverture antibiotique adaptée aux résultats des examens biologiques. Pour effectuer ces contrôles, les biologistes disposent de kits de contre-immunoélectrophorèse

rapide (gels contenant des anticorps spécifiques des germes que l'on recherche). Ils permettent, en quelques heures, de déterminer et d'affiner le diagnostic, de donner le type sérologique du microbe, et donc de préciser s'il est statistiquement sensible à tel ou tel antibiotique. Cela permet d'attendre 24 à 48 h l'antibiogramme définitif, réalisé à partir de cultures du germe (en présence d'échantillons d'antibiotiques variés, on peut voir dans la boîte de culture si les colonies bactériennes se développent ou non).

Le cumul de ces soins intensifs permet donc à un nombre de plus en plus grand de prématurés de naviguer sans encombre entre ces écueils, et de retrouver, à terme, une vie normale de nourrisson (8).

7. L'échographie décelé la présence anormale de sang dans le tissu cérébral.



8. Amené à maturité, le bébé peut retrouver une vie normale.





frais de rééducation et de consultations médicales afférentes aux handicaps et aux séquelles consécutives à la réanimation), la balance penche dangereusement en défaveur des plus petits. Ceci ne veut pas dire, naturellement, qu'il n'est pas rentable — ou moralement justifié — de soigner les enfants de très petit poids. Mais les survivants restent plus longtemps hospitalisés, occupant ainsi des lits qui pourraient accueillir des enfants plus susceptibles d'être sauvés, et sont souvent atteints ensuite de graves séquelles, coûteuses à soigner ou à rééduquer.

Cette froide analyse, les responsables du Département d'études économiques de l'université de Liverpool l'ont faite. Ils ont même découvert que le coût global d'un survivant était six fois supérieur à celui d'un non-survivant à l'unité de soins intensifs de la maternité de Birmingham (6 220 livres, contre 1 081 ; soit environ 70 000 F, contre 11 000) ; alors que la différence n'est que de 20 % (entre ceux qui vivront et ceux qui mourront) pour le service de réanimation néonatalogique de Liverpool. Comme cette différence ne peut s'expliquer par le seul prix de journée, identique dans tous les établissements, force leur a été de constater que c'est la durée de l'effort entrepris (pour le traitement d'un nouveau-né très malade), et donc les moyens de diagnostic et de traitement mis en œuvre, qui peuvent en rendre compte.

En fait, la lutte contre la prématurité commence avant même la conception de ces enfants. Et les pays qui, comme la Finlande, la Suède ou la France, ont mis en place une politique nationale ou régionale de soins périnataux et de prévention de la prématurité sont souvent cités en exemple. Ainsi notre pays a vu la mortalité (le nombre brut de foetus morts-nés) passer de 9,3 à 4,2 pour mille entre 1969 et 1979 (incidence indirecte de la qualité de surveillance des grossesses). Dans le même temps, la mortalité néonatale, témoin du développement d'un pays, a baissé de 13,7 à 6 pour mille. Signalons, à titre de comparaison, que les Etats-Unis ont enregistré en 1985 une mortalité infantile de 11,2 pour mille (à la 18<sup>e</sup> place du classement des 25 pays les plus industrialisés), une mortalité de 7,9 pour mille et une mortalité néonatale de 7 pour mille.

Ce sont donc des facteurs socio-économiques qui conditionnent l'attitude face à la prématurité. Et, même dans un pays comme la France, c'est justement la population à risque qui est victime de cet état de fait (grossesses non suivies de migrantes en situation irrégulière ou d'adolescentes, grossesses "illégitimes", consanguinité, trajets, malnutrition et chômage). C'est parmi ces gens que les lois sociales visant à prévenir la prématurité sont incomplètement utilisées, et que la surveillance de la grossesse est la moins bien assurée. Or, rien n'est jamais acquis en matière de prévention. Depuis l'enquête

périnatale effectuée entre 1971 et 1982 à la maternité d'Haguenau (seul centre médicalisé d'une région de 100 000 habitants), on sait que la moindre baisse de vigilance conduit à augmenter le nombre de naissances prématurées : alors que le taux de naissances prématurées était tombé à 4 %, il était remonté à 4,8 % en 1985.

C'est que cette prévention revient cher : dans un ouvrage sur la prématurité (1), le Pr Emile Papiernik a rappelé que le coût s'établit à 1 447 000 F pour mille naissances, mais qu'il permet de gagner 240 années de vie sans handicap. Les moyens mis en œuvre sont connus : accroissement du nombre des sages-femmes ou aides sociales envoyées à domicile, des consultations prénatales (en nombre et en qualité), des arrêts de travail et des hospitalisations. De même que les facteurs de risques médicaux et sociaux : premier accouchement prématuré (qui multiplie par 3,4 fois le risque d'en avoir un second) ; avortement(s) provoqué(s) ou spontané(s) — une seule IVG s'associe à un risque de 5,9 % — ; saignements au cours de la grossesse (s'il y a des métrorragies durant le premier trimestre, le risque passe à 7,6 %) ; hypertension artérielle ; taille inférieure à 1,51 m (risque de 7,4 %) ; poids de moins de 48 kg (risque de 6 %) ; ethnie (les femmes turques de Haguenau ont des prématurés pour 6,9 %, contre 4,6 % pour les françaises) ; niveaux d'études primaires (5,3 % de risque), secondaires (4,2 %) ou supérieures (2,8 %).

Ce sont sur ces moyens et ces facteurs-là que certains médecins se concentrent : « J'ai beaucoup de respect pour les néonatalogues », explique à nos confrères de *Newsweek* le Dr Michael Katz, obstétricien à l'université de Californie de San Francisco. « Mais ils sont comme des pompiers qui doivent éteindre un incendie que d'autres ont allumé. » Autrement dit, il vaudrait mieux s'attaquer à la cause qu'à ses effets. Et ne pas, par exemple, banaliser indistinctement les techniques de fertilisation *in vitro* utilisées chez les femmes stériles, qui peuvent provoquer indirectement des prématurités.

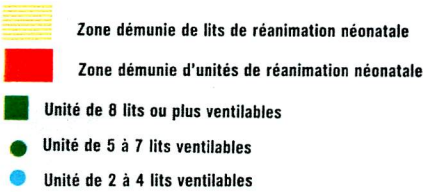
Les "pompiers" en question ont donc mis au point un certain nombre de moyens diagnostiques, thérapeutiques et de surveillance spécifiques à leur discipline. Ainsi, les transports sont faits désormais par des pédiatres ! De fait, dans le Val-de-Marne, comme ailleurs, les équipes de SAMU adultes ne touchent plus aux prématurés : pédiatres et gynécologues les ont écartés. Les bébés arrivent désormais dans l'unité de soins intensifs réchauffés, oxygénés, sucrés et protégés de l'environnement microbien. Les médecins vont pouvoir les examiner, établir un diagnostic, évaluer le pronostic immédiat, continuer et renforcer l'entreprise de réanimation déjà mise en œuvre par les transporteurs.

(1) Publié par l'INSERM dans la collection Grandes Enquêtes.

La ventilation mécanique a été un des facteurs de progrès dans la survie des prématurés. Jusqu'en 1966, on s'était contenté d'oxygénothérapie par enceinte plastique de Hood coiffant la tête de l'enfant. On connaît l'affreuse conséquence de cette techni-

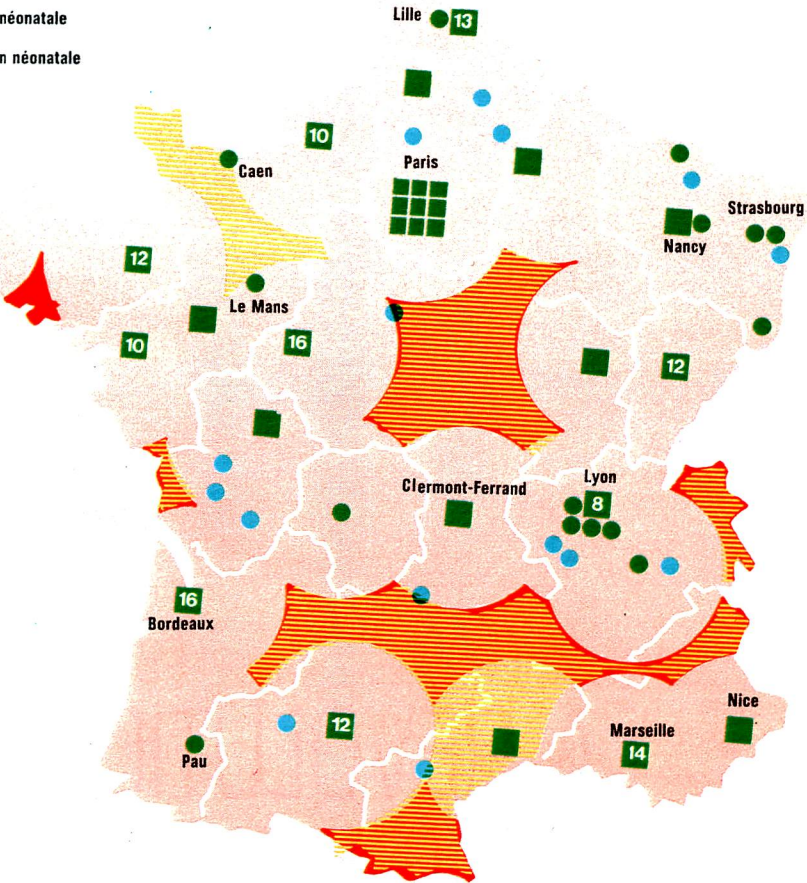
des pédiatres israéliens pouvaient affirmer que 34 % des enfants ainsi traités survivaient. Deux années plus tard, le pourcentage est passé à 68 %. Bien entendu, les médecins n'utilisent plus aujourd'hui les mêmes ventilateurs qu'il y a une dé-

# UNITÉS DE SOINS : UNE RÉPARTITION INÉGALE



Les quelque 19 000 nouveaux-nés qui chaque année nécessitent une réanimation doivent se partager les 547 lits disponibles dans une des 47 unités de soins intensifs françaises. Cela donne une moyenne nationale de 0,46 incubateur pour 1 000 naissances, avec des variations régionales de 0,2 à 0,8 incubateur pour 1 000.

Si le nombre de ces lits a augmenté ces dernières années, leur répartition par région reste toutefois problématique. En effet, depuis 1982, le Centre et des parties du Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Provence-Alpes-Côte-d'Azur, comme l'extrême-est de la région Rhône-Alpes et de la Bretagne-sud souffrent d'une insuffisance de moyens logistiques : tous sont éloignés de 100 km d'un centre de réanimation.



que lorsqu'elle est utilisée sans contrôle : fibroplasie rétrolentale et atteinte des vaisseaux sanguins de la rétine, provoquant une cécité définitive. Introduite en 1968, la ventilation assistée n'a d'abord été appliquée qu'aux enfants de plus de 1 250 g (dans une série britannique de 1985, le taux de survie de ceux ainsi ventilés était de 88 %). En 1975, ce succès a permis de l'appliquer aux grands prématurés de 800 à 1 000 g. Au début, se souvient Anne Greenhough, pédiatre à Cambridge, les résultats furent nuls : « En 1975, la survie d'un enfant de moins d'un kilo sous ventilation artificielle était rare. » Progressivement, les choses se sont améliorées et, en 1983,

cennie, ni les mêmes systèmes de ventilation. Ce qui a d'ailleurs permis d'éviter des atelectasies pulmonaires (cet état d'aplatissement des alvéoles d'un territoire bronchique, souvent compliqué d'infections et d'emphysème, qui aggravent l'état de détresse respiratoire), et les conséquences qui s'en suivent pour le cerveau, du fait d'un manque d'oxygène. Sans parler des cécités dues à l'oxygène, qui, selon le Pr Jean-Claude Gabilan, chef de service de néonatalogie à l'hôpital Antoine Beclère, ont disparu depuis dix ans.

Il n'en reste pas moins vrai que la ventilation artificielle est à l'origine de pneumothorax (surtout





Chimie

# LA RÉVOLUTION DES TEXTILES GREFFÉS

*Nos traditionnels tissus synthétiques, malgré leurs propriétés déjà remarquables, sont maintenant dépassés par une toute nouvelle génération de textiles, nés de véritables "greffes" chimiques au niveau moléculaire. Des textiles moins chers, aux qualités prodigieuses, aux applications étonnantes.*

PAR LAURENT DOUEK



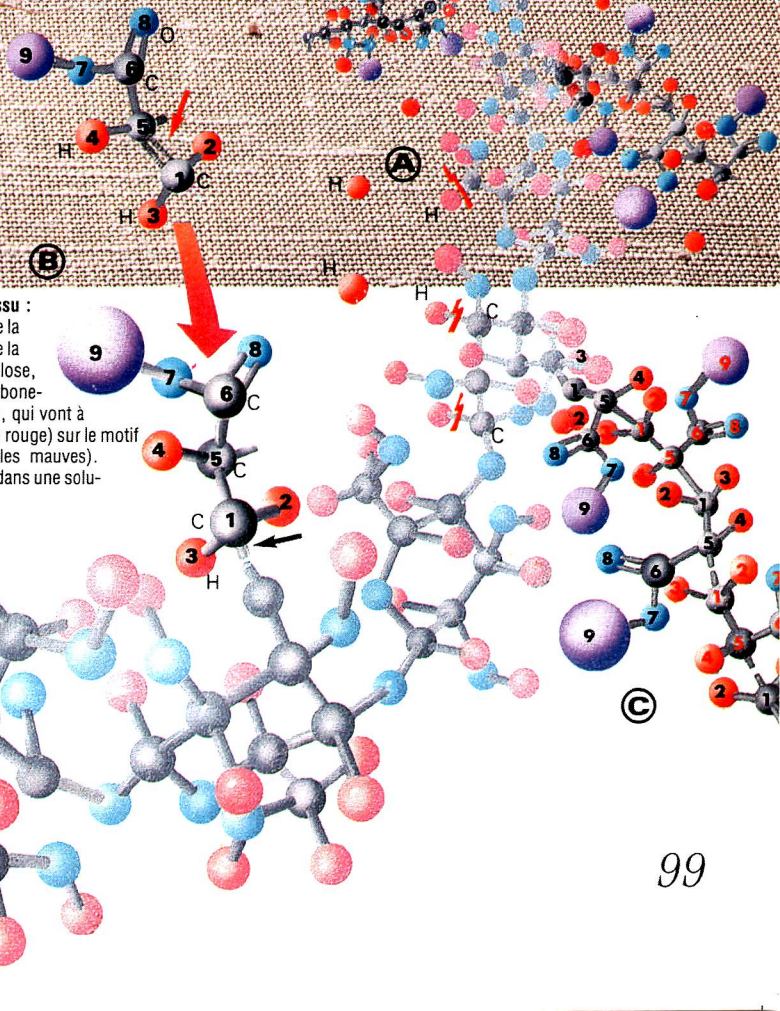


Pour greffer un produit d'ennoblissement sur un tissu :

**A. L'activation.** On commence par casser certaines liaisons de la chaîne macromoléculaire du tissu (sur le dessin, les atomes de la chaîne apparaissent en couleurs pâles). Dans le cas de la cellulose, représentée ici, la cassure se fait sur des liaisons carbone-hydrogène (éclaircs rouges). On crée ainsi des radicaux libres, qui vont à leur tour casser des doubles liaisons peu stables (petite flèche rouge) sur le motif standard qui précède tout produit à greffer (grosses boules mauves).

**B. L'amorçage.** La molécule à greffer (qui peut être contenue dans une solution aqueuse dans laquelle on trempe le tissu à greffer) s'accroche alors à la chaîne du tissu (petite flèche noire).

**C. La propagation.** Dans chaque molécule de greffon, un atome de carbone se trouve alors avec une liaison libre (celle reliant les carbone 1 et 5 sur nos dessins) qui permet d'accrocher une autre molécule de greffon, laquelle en accroche encore une autre et ainsi de suite, ce qui assure la croissance de la greffe (nous avons donné des chiffres d'une même couleur aux atomes d'une première molécule de greffon, et changé la couleur des chiffres à chaque nouvelle molécule, pour mieux mettre en évidence cette croissance. Le tissu acquiert alors les qualités portées par le produit ennobissant greffé (imperméabilité, affinité pour les colorants, etc.).





**A**u commencement, et pendant des millénaires, l'homme a connu comme seules matières plastiques des produits naturels tels la corne et l'écaille. Pour s'habiller et se meubler, il ne disposait que de fibres végétales ou animales, comme le coton et la soie. Mais la chimie, un beau jour, est venue changer tout cela. Dans la deuxième moitié du siècle dernier, on invente le celluloid, qui marie déjà les deux composés fondamentaux caractéristiques de toute matière plastique : une substance macromoléculaire — c'est-à-dire composée de molécules géantes formées de milliers, voire de dizaines ou même de centaines de milliers d'atomes — et un plastifiant. En l'occurrence, un dérivé cellulosique et du camphre. A cette époque aussi naît le linoléum, qui combine, selon le même principe, de la poudre de liège avec de l'huile de lin. Quelques années plus tard apparaît la galalithe, obtenue à partir de formol et de caséine du lait.

La première fibre textile artificielle, la viscose, est présentée triomphalement à l'Exposition universelle de 1889. Elle est dite artificielle du fait d'avoir été créée par modification chimique d'une substance macromoléculaire naturelle — la cellulose. Les chercheurs sont alors prêts à franchir l'étape supérieure, celle des fibres obtenues avec des composés — des résines — exclusivement synthétiques. C'est l'avènement du nylon, en 1938. Aujourd'hui, on dénombre une cinquantaine de matières plastiques de synthèse, tirées de différentes familles de polymères : polyamide, polyester, polyacrylonitrile, polypropylène, polyuréthane...

Un polymère est un corps constitué de molécules, où se répète un même atome ou un même groupe d'atomes, liés entre elles sous la forme d'une chaîne. L'addition ou le retrait de plusieurs de ces unités constitutives n'affecte pas sensiblement les propriétés de l'ensemble du polymère. Une telle

structure se forme lorsque des molécules simples, les monomères, réagissent les unes sur les autres et finissent par former une chaîne. Dans ce processus, la chaîne en croissance fixe une seule molécule de monomère à chaque étape de la propagation, c'est le cas des acryliques ou encore des polyoléfinés. Un polymère peut aussi s'obtenir par "polycondensation", une réaction qui met en jeu des motifs (\*) monomères aux extrémités réactives différentes. Dans ce type de synthèse, deux molécules se soudent en éliminant une troisième molécule, souvent de l'eau, mais aussi parfois un alcool, un acide ou un sel. Ainsi se forment les polyamides ou les polyuréthanes.

On parle de "haut polymère" quand on a affaire à des substances macromoléculaires, caractérisées par un nombre élevé de motifs enchaînés. C'est le cas de toutes les fibres textiles synthétiques fabriqués aujourd'hui (rappelons qu'une fibre se compose de plusieurs milliers de fibrilles, elles-mêmes contenant plusieurs millions de chaînes macromoléculaires). Leur essor fabuleux est d'ailleurs lié au non moins fabuleux progrès de la chimie macromoléculaire depuis la dernière guerre.

Les exceptionnelles qualités de ces fibres modernes tiennent d'abord dans la nature particulière des polymères qui entrent dans leur composition. Mais elles dépendent aussi très largement des traitements qu'on fait subir aux fibres après filage pour les fibres chimiques ou filature pour les fibres naturelles.

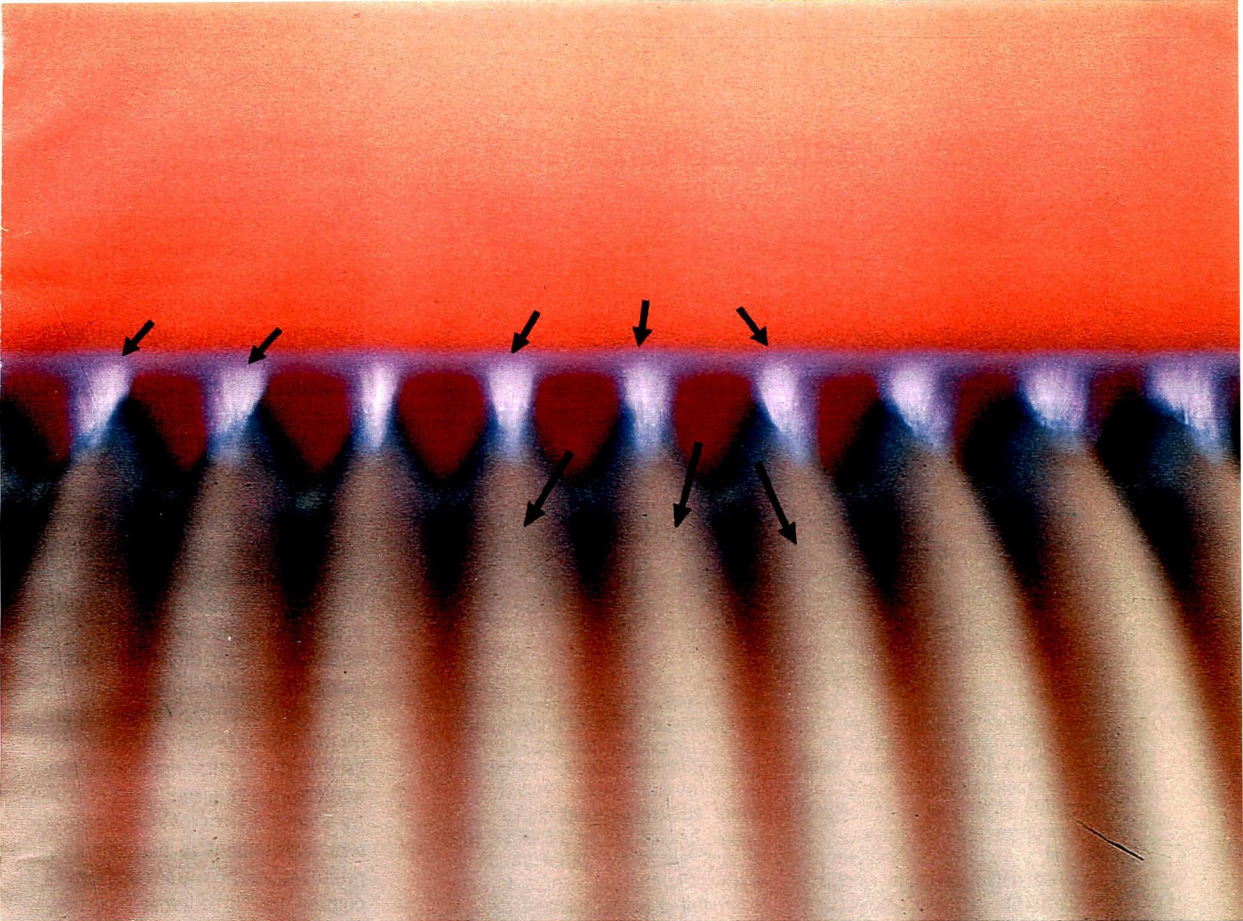
Aujourd'hui, on est pratiquement à court d'invention en ce qui concerne de nouveaux matériaux polymériques de synthèse. Ensuite, dans la pratique industrielle courante, on est arrivé à la limite de ce qu'il est possible de réaliser en matière de conditionnement des fibres — leur "ennoblissement" comme on dit dans le métier —, autrement dit les nombreuses opérations effectuées sur le textile brut pour lui conférer des qualités qu'il ne possède pas d'origine : la teinture, l'impression, l'apprêt qui apportera au tissu une texture agréable, un "look" conforme à la mode, un toucher duveteux, laineux ou soyeux, des effets de surface tel que le moirage ou le gaufrage. Ou qui le rendra relativement infroissable, imperméable, imputrescible, ignifugé, inféutrageable, intachable, antiglissant. Bref, qui augmentera sa valeur en multipliant ses attraits esthétiques et pratiques.

(\*) On entend par motif un arrangement particulier d'atomes qui se répète.

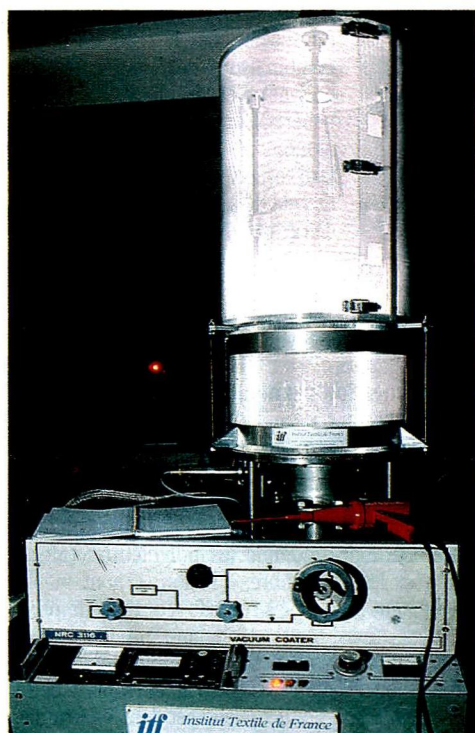
**Les fibres textiles** se répartissent en deux grandes catégories aux nombreux dérivés.

FIBRES	ORIGINE	EXEMPLES
Naturelles	Animales	laine, soie...
	Végétales	coton, lin...
Chimiques	Artificielles	viscose acétate cupro modal  Rhovalan, Cidena... Arnel, Dical... Bemberg... Zantrel, Vincel...
	Synthétiques	polyamide thermostable acrylique chlorofibre polyester élastofibres polyoléfine vinylal fluorofibres  Nylon, Perlon... Nomex, Kevlar... Courtelle, Dralon... Thermovyl, Clévyll... Tergal, Dacron... Lycra, Doriastan... Métraklon, Courléne... Vinyllon... Teflon...
	Minérales	verre, métal, amiante...





**Des greffes... de gaz.** C'est tout à fait possible, et les propriétés acquises dépendent du gaz utilisé (le fluor, par exemple, confère l'imperméabilité au tissu). L'opération a lieu dans un générateur à plasma, qui dissocie partiellement des molécules du gaz (petites flèches) pour leur permettre de casser certaines liaisons macromoléculaires des fibres du tissu (grosses flèches) et de s'y greffer. Cependant, il s'agit seulement d'un appareil de laboratoire (ci-contre), qui ne saurait traiter du tissu en continu.



Ces techniques classiques d'ennoblissement sont aussi coûteuses. Certaines consomment une énergie importante ; la plupart des teintures se font à chaud et peuvent exiger plusieurs heures de trempage éventuellement sous pression. De plus, tout le colorant n'est pas absorbé au rinçage il engendre des rejets polluants. En outre, les propriétés qu'on veut induire dans le textile ne sont pas toujours durables, ni résistantes à la lumière ou au lavage.

Autant d'inconvénients qui sont imputables à la nature chimique des fibres elles-mêmes. Comme nous l'avons dit précédemment, l'arrangement moléculaire des polymères ressemble à de longues chaînes qui sont soit fortement imbriquées entre elles, on parle alors de structure "cristalline" apportant ainsi une bonne résistance mécanique au tissu, soit, à l'inverse, de structure "amorphe", plus lâche, permettant aux molécules étrangères de s'infiltrer. Ces deux structures se retrouvent en proportions variables selon le polymère employé.



## ZOOM AU CŒUR DE LA GREFFE



Pour greffer efficacement un produit d'ennoblissement à un tissu, il est important de localiser avec précision les radicaux libres, créés par l'activation, le long de la chaîne macromoléculaire du polymère. Pour cela, on a recours à l'analyse par résonance paramagnétique électronique (RPE) qui permet de détecter et de localiser les électrons libres d'une molécule ou d'une macromolécule. Ceux-ci ayant la propriété d'être paramagnétiques, ils vont s'orienter sous l'effet du champ magnétique intense de l'appareil (à gauche).

Dans le cas des polymères qui nous intéressent, les radicaux libres formés ont en général une durée de vie trop brève pour être étudiés di-

rectement par RPE. On utilise donc des "marqueurs paramagnétiques" qui sont des molécules comportant un radical libre stable. Ceux-ci se fixeront sur les radicaux libres de la chaîne moléculaire et l'analyse RPE de ces marqueurs permettra de visualiser l'endroit où viendra se loger le produit d'ennoblissement dans la fibre et ainsi de réaliser des opérations de greffage très précises.

Ce type d'analyse, combinée ou non avec des marqueurs paramagnétiques, selon la réaction à visualiser, permet également d'étudier le comportement du textile face à des agents oxydants comme le soleil, l'humidité, la chaleur ou encore les produits lessiviels.

Deux conditions sont nécessaires pour apporter le produit d'ennoblissement au cœur de la fibre : son affinité chimique d'une part, en particulier vis à vis de l'eau qui est le milieu le plus couramment utilisé — certaines fibres sont hydrophiles et se laissent imprégner facilement comme le coton, d'autres sont par contre hydrophobes comme le polyester. Son accessibilité physique, d'autre part, qui dépend de sa structure intime.

Le problème était donc d'intégrer les produits d'ennoblissement au cœur même de la structure de la fibre, de façon définitive et suivant une architecture macromoléculaire spécifique à chaque domaine d'application. Les chercheurs de l'Institut textile de France (ITF), à Lyon, sont venus à bout de cette difficulté en mettant au point de surprenantes techniques de "greffage" moléculaire.

Ils se sont d'abord ingéniés à briser certaines

liaisons secondaires dans la chaîne macromoléculaire du polymère — il importe que les liaisons assurant la continuité de la chaîne restent intactes pour ne pas modifier les caractéristiques premières du tissu. Cette opération, l'"activation", crée des cassures chimiques appelées "sites radicalaires". Amené à proximité, un monomère spécifique possédant au début de sa formule chimique une double liaison peu stable verra celle-ci activée par ces sites et se combinera avec le polymère. Cette réaction sera la base de départ d'une nouvelle chaîne macromoléculaire constituée par la polymérisation du monomère greffé (voir dessin p. 99). Les ingénieurs de l'ITF agissent donc comme un jardinier pratiquant une incision dans le tronc d'un arbre (la chaîne macromoléculaire du polymère) pour y introduire un greffon d'une autre espèce (le monomère), qui va se multiplier et croître à partir du tronc. Celui-ci apportera directement la nouvelle propriété recherchée ou se comportera comme un "précurseur", permettant par la suite l'apport d'un produit d'ennoblissement.

Tout au moins, quand l'opération est réussie. Car la réaction de recombinaison des molécules du polymère entre elles, l'"homopolymérisation", est si rapide que les monomères arrivent souvent trop tard sur le site de la greffe ; la cassure s'est déjà refermée. Ce fut là une des grandes difficultés rencontrées

par les chercheurs.

L'ITF a mis au point quatre procédés différents pour activer et greffer les tissus : par réaction chimique, par rayonnement ionisant, par ozone et par "plasma" gazeux.

**Dans l'activation chimique**, on associe le produit d'ennoblissement à un réactif suffisamment puissant — un oxydoréducteur comme le sulfate de cérium, par exemple —, chargé d'assurer la rupture des liaisons intermoléculaires. Mais les fibres synthétiques sont difficilement activables par voie chimique ; certaines, comme les polyoléfines (Méraklon...) et les fluorofibres (Téflon...), sont même franchement inertes, les réactifs n'ont pas de prise sur elles. Aussi cette technique intéresse-t-elle avant tout les tissus à base de fibres naturelles, animales ou végétales. C'est d'ailleurs pour cette seule application textile qu'elle est déjà, en France,



Enfermez dans ce sac en coton greffé les articles d'une même couleur susceptibles de déteindre et ils ne coloreront pas le reste du linge présent dans la machine à laver. Réutilisable pour d'autres couleurs, ce sac peut être réactivé lorsqu'il est saturé.

exploitée industriellement, dans le cas de la soie.

**Le rayonnement ionisant.** Des électrons provenant d'un accélérateur sont capables de casser les liaisons moléculaires de tout polymère naturel, artificiel ou synthétique à l'exception des fibres minérales. Partant de cette constatation, les ingénieurs de l'ITF ont dessiné un outil, insolite et nouveau pour les industriels du textile : l'accélérateur d'électrons. Emis par un canon, le faisceau d'électrons est accéléré puis focalisé par un puissant champ électrique et magnétique, sous un vide poussé, et vient frapper la pièce de tissu qui se déroule en continu. Généralement, cette radioactivation et le greffage se pratiquent simultanément dans une enceinte rendue inerte par de l'azote, le tissu étant préalablement imprégné avec le produit d'ennoblissement ou passant dans la solution de monomère immédiatement après l'activation. Toutefois, cette opération peut également se réaliser en présence d'air. Il se forme alors des peroxydes à partir de l'oxygène de l'air, forme transitoire plus stable qui peut se réactiver à la demande.

Le délai est d'une heure environ pour la cellulose, quelques jours pour le polyester et va même jusqu'à plusieurs mois pour les polyoléfinés (polyéthylène et polypropylène). Ce qui permet éventuellement de stocker le textile activé. Au moment du greffage, il suffira de chauffer légèrement la pièce de tissu pour que les peroxydes se dissocient et laissent la place au produit d'ennoblissement. Un phénomène qui offre de précieux avantages à l'industriel, quand son intérêt financier est d'activer d'un seul coup un grand métrage de tissu, pour opérer ultérieurement, et très facilement, la greffe sur des lots moins importants, au moment opportun, en fonction des humeurs du marché.

La radioactivation est séduisante, très prometteuse et riche en avantages. Utilisée à des doses plus fortes et en l'absence de monomère, cette techni-



que peut entraîner des modifications importantes de la structure macromoléculaire du tissu par recombinaison de toutes les chaînes au niveau de leur cassure. Cette façon de procéder transforme le réseau macromoléculaire bi-dimensionnel du textile en un réseau tridimensionnel. Cet édifice macromoléculaire résultant est plus stable, le tissu résiste mieux aux agressions chimiques, aux déformations et surtout aux températures élevées. Ce principe, dénommé réticulation, est exploité depuis peu pour améliorer les performances des gaines de câbles électriques de télécommunication, et des revêtements en PVC (polychlorure de vinyle) présents en quantité importante dans les transports publics (ce, depuis la catastrophe survenue à un car sur une autoroute près de Beaune).

Le "radiogreffage" se pratiquera industriellement en France dès la fin de cette année, malgré les difficul-



## L'ENNOBLISSEMENT DES TEXTILES

	MÉTHODES	PROCÉDÉS	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
TEINTURE	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par trempage à haute température avec ou sans pression dans une solution aqueuse de colorant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Techniques connues et bien maîtrisées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consommation d'énergie et pollution importante. Durée de traitement assez longue (de une demi-heure à plusieurs heures selon les procédés, les colorants et les fibres). Stabilité à la lumière ou au lavage aléatoire pour certains colorants. Teinture difficile des polyesters et impossibles des polyoléfinés.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par trempage à froid dans une solution aqueuse de colorants après le "greffage" d'un monomère basique servant de précurseur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'adapte à toutes les fibres textiles naturelles ou chimiques. Epuisement presque total des bains de colorants. Consommation d'énergie fortement réduite.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'activation chimique ne s'applique bien qu'aux fibres naturelles. L'activation par radiations ionisantes nécessite un équipement coûteux et soulève des polémiques.</li> </ul>
IMPRESSION	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par dépôt d'encre sur le tissu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grande rapidité d'exécution, motifs illimités.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modification des caractéristiques du tissu, notamment sa souplesse. Permanence dans le temps aléatoire pour certaines encres.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par "greffage" de monomères disfonctionnels avant impression traditionnelle.</li> <li>Par "greffage" d'un monomère basique, puis tissage combiné de fibres "greffées" et non "greffées" donnant un motif lors du trempage dans un bain de teinture sans passer par des techniques d'impression.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la solidité de l'impression pour toutes fibres textiles.</li> <li>Pas de modification de la texture du tissu. Bonne permanence dans le temps ou au lavage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opération complémentaire à effectuer.</li> <li>Motifs limités par le tissage.</li> </ul>
IMPERMÉABILISATION	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par imprégnation d'une solution imperméabilisante.</li> <li>Par collage d'un film de polytétrafluoréthylène (PTFE).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technique connue, bien maîtrisée et peu coûteuse.</li> <li>Imperméable à l'eau, pas à l'air ni à la vapeur d'eau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étanchéité à l'eau, mais également à l'air bloquant la transpiration. Pas de permanence dans le temps ni au lavage.</li> <li>Coût élevé. Perte de souplesse du tissu d'origine. Stabilité aléatoire au lavage.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par "greffage" d'un monomère fluoré ou d'acrylates d'alkyle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'adapte à toutes les fibres textiles. Grande stabilité dans le temps et au lavage. Perméable à l'air et à la vapeur d'eau, étanche à l'eau. Pas de modification de la texture du tissu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune différenciation possible avec un tissu non traité. Pas de commercialisation prévue avant un an ou deux.</li> </ul>
IGNIFUGATION	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par apprêtage d'une solution ignifuge.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Technique connue et bien maîtrisée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Requiert de grosses quantités de produit ignifuge. Modification de la texture du tissu. La permanence dans le temps laisse à désirer.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par "greffage" de vinylphosphates.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pas de modification des propriétés initiales du tissu. Ignifugation stable dans le temps et au lavage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ne concerne que les fibres naturelles végétales et les fibres chimiques polyester.</li> </ul>
APPLICATIONS MÉDICALES	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par stérilisation à chaud ou par rayons gamma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inertie microbienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune permanence dans le temps ou au lavage. Usage unique.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par "greffage" de monomères à fonction ammonium quaternaire, acrylonitrile, acrylate d'argent, de cuivre...</li> <li>Par "greffage" d'acrylate de calcium.</li> <li>Par "greffage" d'acrylate de baryum.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obtention de tissus autostériles, bactéricides, fongicides ou encore anticryptogamiques. Grande permanence dans le temps et au lavage.</li> <li>Obtention de tissus hémostatiques. Grande permanence dans le temps et au lavage.</li> <li>Obtention de tissus opaques aux rayons X. Grande permanence dans le temps et au lavage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ne concerne que les fibres naturelles végétales ou chimiques artificielles.</li> <li>Ne concerne que les fibres naturelles végétales ou chimiques artificielles.</li> <li>Ne concerne que les fibres naturelles végétales ou chimiques artificielles.</li> </ul>
DIVERS	TRADITIONNELLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pour la soie, imprégnation d'une solution de sels d'étain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Meilleure tenue de la soie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aucune stabilité au lavage. Rejets polluants lors de l'ennoblissement.</li> </ul>
	"GREFFAGE"	<ul style="list-style-type: none"> <li>Par "greffage" d'acrylamide ou de méthacrylamide.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grande stabilité au lavage et dans le temps. Opération peu coûteuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Applicable à la soie seulement.</li> </ul>



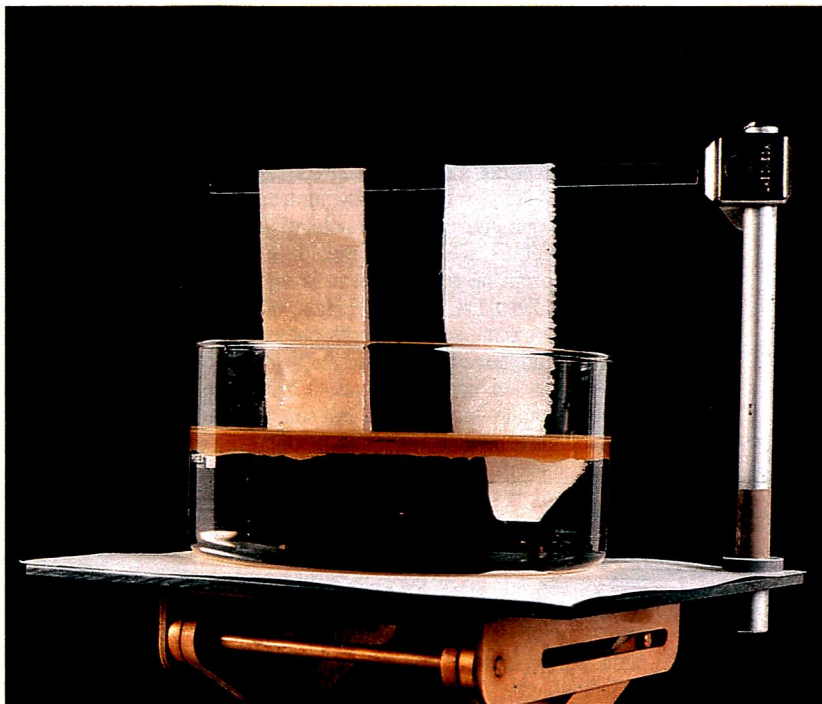
tés techniques de mise en œuvre et le coût d'investissement encore élevé. Malgré la crainte aussi d'une réaction négative chez une partie du public, pour qui un traitement par irradiation est synonyme de contamination radioactive. Ce qui n'est nullement le cas ici, l'énergie des électrons accélérés — entre 100 et 500 KeV (kiloélectronvolts) — n'affectant que les électrons périphériques des atomes constitutifs du tissu, et non les couches proches des noyaux. Pour que le textile soit rendu radioactif, il faudrait un niveau d'énergie supérieur à 10 MeV (mégaélectronvolts) <sup>(3)</sup>.

**L'activation du textile par l'ozone**, gaz très oxydant qui attaque facilement tous les polymères organiques, est la troisième méthode mise au point pour greffer un monomère intéressant sur un polymère. Quand son action est préparée par un "précurseur", il agit aussi sur les polymères minéraux ; c'est la seule technique capable d'activer efficacement la laine de verre. La cassure effectuée au sein des molécules du tissu est stable à température ambiante ; on peut donc, là aussi, ajourner à volonté l'opération de greffage. Même si la cadence de production est plus faible qu'avec le radiogreffage, cette voie n'en est pas moins parfois irremplaçable, par exemple pour activer et greffer certaines fibres rebelles aux électrons accélérés et pour des marchés bien spécifiques.

**L'activation par plasma gazeux "froid"** est la quatrième voie ouverte par les ingénieurs de l'ITF. Bien entendu, il ne s'agit pas tout à fait de cette condition très spéciale de la matière, appelée plasma thermique et engendrée dans la fournaise solaire et que les physiciens tentent de reproduire en laboratoire par la fusion thermonucléaire artificielle. Créé dans les étoiles par leurs formidables températures, ce plasma forme un ensemble d'électrons négatifs et d'ions <sup>(3)</sup> positifs en équilibre avec des molécules ou des atomes non ionisés, ceux-ci étant d'autant plus rares que la chaleur est plus forte. On parle d'état ionisé, ou de quatrième état de la matière, ni solide, ni liquide, ni gazeux au sens "terrestre".

Le plasma froid, obtenu à basse température et utilisé pour le greffage des tissus, est un état inter-

médiaire entre le plasma cosmique et l'état gazeux ordinaire ; ici, le milieu n'a été que très partiellement ionisé par une source de rayonnement haute fréquence ou micro-ondes. A la différence des trois autres procédés exposés précédemment, on n'active pas le polymère mais le monomère qui est alors un élément constitutif du gaz ionisé (**photos p. 101**). Le plasma se comporte comme un milieu extrêmement réactif (teneur élevée en sites radicalaires, propriété acide-base dix fois plus élevée que



Greffé avec un acrylate d'alkyle, le morceau de coton de gauche absorbe l'huile flottant à la surface de ce récipient, ce qui n'est pas le cas du coton vierge à droite. Cette propriété, en cours de développement, peut déboucher sur de nombreuses applications : filtre d'ambiance pour retenir les particules grasses, séparation d'émulsion huile-eau.

celle des milieux aqueux)... La propriété apportée au tissu sera donc fonction du gaz employé. Avec du fluor, par exemple, le tissu est rendu anti-adhérent et hydrophobe. A l'inverse, les matériaux réputés hydrophobes ou chimiquement inertes, tels le polyéthylène ou les fluorofibres, vont pouvoir se mouiller, se teindre et se coller après avoir été soumis à l'action d'un plasma d'air ou d'oxygène. Avec de l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), on obtient un effet "précurseur" ; les atomes d'hydrogène se transforment en liaisons carbonées très actives, déterminant des fonctions amines <sup>(4)</sup> qui se recombinaient facilement avec tous les monomères qu'on choisira d'introduire dans le tissu par la suite.

Cette technique, dont on attend également beau-

(3) L'ion est un atome qui a perdu ou gagné un ou des électrons.

(4) Une amine est un composé organique obtenu par remplacement de l'hydrogène de l'ammoniac par des radicaux hydrocarbonés.



coup, n'exige que de faibles quantités de gaz, qui sont par ailleurs totalement épuisées en fin de réaction. Pas de gaspillage, donc, ni de rejets polluants. Toutefois, ce procédé reste encore, lui aussi, du domaine du laboratoire et il n'existe que peu de réacteurs à plasma à vocation industrielle. Vraisemblablement, les premiers réacteurs à usage textile seront japonais... et français !

En France, il existe aujourd'hui trois applications industrielles de greffage moléculaire, dont l'une n'a d'ailleurs que des rapports lointains avec le textile.

Employé depuis 1986 par les soyeux de Lyon pour "charger" — apprêter — la soie, le greffage par voie chimique a fortement fait baisser le prix de ce tissu, ainsi que la quantité de rejets polluants occasionnés par son ennoblissement. Avant le tissage, il faut "décreuser" la soie grège, c'est-à-dire la débarasser de son "grès" — la sérécine —, sorte de colle qui entoure la fibre et sert à maintenir en forme le cocon. Mais le tissu qui sort du métier manque alors de tenue. Pour améliorer son "tombant", les soyeux apprêtent l'étoffe avec une solution de sels d'étain, une charge qui ne résiste pas au lavage. Avec le greffage moléculaire, les sels d'étain, dont au demeurant les résidus sont polluants, ont pu être remplacés par de la méthacrylamide.

Bien qu'il soit constitué pour 40 à 50 % de ce nouveau produit, le tissu conserve son appellation de soie pure, la méthacrylamide ne modifiant en rien l'effet visuel ou tactile de la matière. C'est justement le taux important du monomère de charge et son faible coût — 40 francs le kilo environ — qui a favorisé la diminution du prix de la soie traitée. La plus petite robe de soie pure qui valait plus de 1 000 francs il y a trois ans, est proposée à partir de 700 francs aujourd'hui. Et elle est maintenant parfaitement lavable. La soie greffée représente aujourd'hui 15 % du volume total — soit 60 t — de soie confectionnée en France, et ce n'est qu'un début ! De plus, le greffage avec des sels d'ammonium permet pour la première fois d'ignifuger durablement ce tissu, autorisant son exportation aux Etats-Unis, dont la réglementation très stricte interdit la vente de tissus inflammables.

Une des curiosités de laboratoire créées par l'ITF est commercialisée depuis peu sous la forme d'un sac piègeur de colorants (*photo p. 103*). Réalisée dans une étoffe greffée, cette enveloppe retient les teintures qui pourraient, dans la machine à laver, s'échapper des textiles non garantis grand teint, alors qu'elle laisse pénétrer les détergents à l'intérieur du sac. On pourra sans crainte de scènes de ménage passer dans une même lessive le linge qui déteint avec celui qui risque d'être contaminé par les couleurs perdues d'autres tissus.

Fondés sur le même principe, celui du passage sélectif de molécules différentes dans les deux sens d'une membrane "intelligente", des filtres cellulosi-

ques ou à base de textiles greffés se présentent aujourd'hui comme d'excellents échangeurs d'ions, remplaçant les substances classiques, principalement des résines, qui normalement captent les ions d'une solution, comme par exemple dans les installations d'adoucissement des eaux dures. L'industrie utilise très largement les systèmes à résine pour dépolluer et filtrer de nombreux fluides, et elle a recours à la grosse artillerie de l'électrochimie, consommatrice vorace de courant électrique, pour épurer les effluents chargés de métaux lourds. Avec les moyens actuels, le piégeage ionique à 100 % n'est possible qu'avec des échangeurs à résine de plusieurs étages. La quantité de résine nécessaire est considérable et, selon les produits à filtrer, sa capacité à piéger les ions se dégrade rapidement.

Au contraire, les filtres de papier greffé, conçus spécifiquement en vue du produit à capter, présentent une affinité toute particulière pour ce dernier, qu'ils absorbent avec un appétit spectaculaire. Simples et économiques, ils sont bien plus performants que les résines ; pour le piégeage des métaux en solution, ils remplacent avantageusement l'électrolyse, qui n'est pas rentable pour les faibles concentrations — un échangeur d'ions en papier greffé réalise un taux de piégeage élevé pour un prix bien inférieur, puisqu'il n'exige aucun apport d'énergie. On peut ensuite, en brûlant le filtre, récupérer le métal. De tels filtres sont commercialisés depuis peu. Ils répondent à des besoins extrêmement divers : ils servent à éliminer les substances de pollution dans de nombreux domaines industriels, tels que le nucléaire ou la métallurgie et à épurer des liquides aussi variés que le lait, le sang ou le vin. Le problème est parfois de faire admettre à l'utilisateur potentiel qu'un filtre en papier à l'apparence banale peut faire le travail des échangeurs d'ions consacrés par l'habitude.

D'innfinies possibilités sont envisageables pour cette nouvelle classe de produits greffés. Prenons les mini-laboratoires de développement photographique qui s'ouvrent maintenant dans chaque quartier de grande ville. On retrouve dans les baignoires chimiques pratiquement tout l'argent déposé sur les films couleurs. Ce précipité représente des quantités inimaginables de métal précieux et polluant. Les très gros laboratoires de traitement photographique possèdent des installations de récupération par électrolyse qui en recueillent jusqu'à 4 tonnes par an. Les petites boutiques ne peuvent se payer de tels équipements, elles envoient leurs bains usagés à l'égout. Avec des papiers greffés spécifiques de cet usage, elles pourraient ramasser ces dépôts argentifères et vendre les filtres à des ateliers spécialisés, qui en extrairaient le métal.

La plupart des applications de textiles greffés sont encore à découvrir, et l'ITF travaille sur quantité de nouveaux projets étonnants. En collaboration

# L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.



Photo: ATGER/EDITING

**L**es grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans **SCIENCE & VIE ECONOMIE** la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.

## **SCIENCE & VIE ECONOMIE**

**AU SOMMAIRE DU NUMERO  
DE SEPTEMBRE :**

**LES PATRONS SONT-ILS  
TROP PAYES ?**


**MOYEN-ORIENT :  
LES BANQUIERS D'ALLAH.**

**PROPRIETE INDUSTRIELLE :  
LA STRATEGIE DU BREVET.**

**S & V Economie. Comprendre pour agir**



# Pour y voir clair...



# 300 essais

Performances, prix, consommation, confort, garanties...  
Tout ce qu'il faut savoir sur toutes les voitures du marché.

NUMÉRO SPÉCIAL  
EN VENTE PARTOUT

**L'ACTION**  
**AUTOMOBILE**  
ET TOURISTIQUE

# L'EAU LOURDE TRAHIT LE PINARD

*Sucrage, mouillage et coupage, les trois mamelles de la fraude viticole vont être taries grâce à une technique de pointe qui permet l'analyse fine des constituants du vin. Cette méthode s'étend à l'agro-alimentaire pour identifier l'origine de nos aliments. Une véritable révolution.*



Pour isoler les principaux "indicateurs" de manipulation, il faut avant tout séparer l'eau de l'alcool du vin par distillation.

**T**out a commencé en 1980, lorsque la Direction générale des impôts offrit une récompense d'un million de francs à quiconque réussirait à mettre au point une méthode de dépistage de la chaptalisation, nous dit le Pr Gérard-Jean Martin, directeur du Laboratoire de RMN à l'université de Nantes. Mot bien savant pour désigner une manipulation qui permet d'augmenter le taux d'alcool du vin. Introduite au siècle dernier par le chimiste français Jean Chaptal, elle consiste en effet à ajouter du sucre au moût de raisin en cours de fermentation, ce sucre introduit subissant alors la même fermentation alcoolique que celui du raisin.

Cette technique est considérée comme acceptable, voire nécessaire, pour certains vins, mais comme condamnable lorsqu'elle est pratiquée de manière excessive, dans le seul but d'obtenir un vin qui a "du degré." Dans certaines régions ou pays viticoles comme la Californie et l'Italie, elle est totalement interdite. En France, où elle est autorisée dans les régions septentrionales, mais interdite

dans le pourtour méditerranéen, la chaptalisation s'est répandue depuis que les vins maghrébins, fortement alcoolisés, ne sont plus disponibles en grande quantité pour effectuer des coupages, et elle a donné lieu à de nombreux abus.

Bien que le sucrage des moûts soit soumis à une stricte réglementation, il était jusqu'à présent facile de la contourner, car une fois que le sucre introduit était transformé en alcool, il était impossible d'en déterminer la présence : l'alcool de saccharose, sucre de betteraves ou de cannes, est chimiquement identique à l'alcool du fructose-glucose, sucre de fruits.

C'est pourquoi le Pr Martin eut l'idée d'utiliser la technique de la résonance magnétique nucléaire (RMN), alors à ses débuts, pour voir si dans les boissons alcoolisées de la sorte les sucres autres que ceux du raisin pouvaient être repérés en fonction de leur composition isotopique. En effet, la RMN se fonde sur l'analyse des signaux émis par des noyaux de molécules orientées dans un champ magnétique intense et excitées par un champ élec-

PAR ALEXANDRE DOROZVNSKI



tromagnétique (voir *Science & Vie* n° 819, décembre 1985). Ces signaux permettent d'analyser les structures moléculaires de diverses espèces chimiques, et notamment de déterminer le taux de deutérium (composant qui s'est formé lors de la grande explosion qui est à l'origine de notre univers et s'est dispersé dans notre galaxie et notre système solaire), ainsi que d'isotopes d'autres éléments tels que le carbone et l'azote.

Or, dans le cas qui nous intéresse, on sait que quelques atomes venus d'ailleurs marquent le verre de vin d'une trace indélébile que le fraudeur le plus retors ne peut dissimuler. Et que ces atomes sont du deutérium. Conclusion : son repérage dans diverses molécules du vin devait en faciliter l'identification.

Le deutérium, ou hydrogène lourd ( $2H$ ), contient, outre le proton et l'électron qui caractérisent l'hydrogène "normal" ( $1H$ ), un neutron supplémentaire. Variant au gré des "événements" climatiques, physiques ou biochimiques, la concentration de deutérium dans l'eau n'est pas partout la même et ces variations se retrouvent dans les sols, les pluies et la végétation. Le taux et la distribution de deutérium dans le jus du raisin récolté sur la Côte de Brouilly ne sont donc pas les mêmes que ceux relevés dans le jus de betteraves de l'Île de France. Et ces différences persistent lorsque le jus de raisin est transformé en vin, et le sucre de betteraves en alcool. A fortiori, si l'on mélange le premier au second, le résultat portera la trace des deux taux.

La méthode de dépistage à proprement parler a été mise au point par le Laboratoire de résonance magnétique et réactivité chimique de l'université de Nantes, que dirige Gérard-Jean Martin, en collaboration avec le Centre national de la recherche scientifique (CNRS). Comme nous l'avons vu, son principe repose sur l'identification du deutérium dans diverses molécules du vin. Mais la technique est en fait plus complexe, faisant appel au dépistage d'autres isotopes (carbone, oxygène), c'est-à-dire d'éléments disposant des mêmes propriétés chimiques mais différant entre eux par le nombre de neutrons dans leur noyau atomique. Ces différences sont comparées et analysées par ordinateur, donnant l'identité des cépages et millésimes, avec éventuellement l'origine des sucres — de betterave ou de

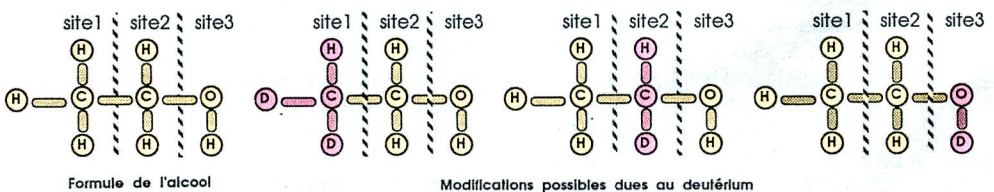
canne — que l'on a pu introduire dans le jus de la treille pour en augmenter la teneur alcoolique, même lorsque ces sucres ont été transformés en alcool. Ce même principe permet aussi de déterminer l'origine géographique de produits alimentaires et de distinguer l'origine d'arômes et de parfums (naturelle ou synthétique). Mais nous y revenons.

Le Pr Martin, amateur de vin, n'avait aucune certitude que la distribution différentielle des isotopes dans les atomes et les molécules qui constituent le vin allaient lui permettre d'en dresser une véritable fiche d'identité, avec l'origine, le millésime et, surtout, la série des manipulations plus ou moins frauduleuses subies. C'est pourtant ce qu'il a obtenu, grâce à l'étude d'innombrables échantillons fournis et analysés par des viticulteurs et universitaires œnologues de Montpellier, Bordeaux, d'Allemagne fédérale et d'autres pays. Ces travaux ont abouti à une banque de données qui, par recoupements, établit l'identité isotopique d'un produit et de ses contrefaçons. Il parvint de la sorte à dépister la chaptalisation, le coupage et le mouillage d'un vin, ainsi que la falsification de son millésime.

Cette réussite fait que, pour la première fois, des critères scientifiques et objectifs font irruption dans un domaine hélas trop souvent soumis au flou — plus ou moins artistique — de viticulteurs et négociants à qui le sacro-saint degré alcoolique peut inspirer d'étranges manipulations. La Direction des impôts ne s'y est d'ailleurs pas trompée. Reconnaisant qu'avec sa méthode le Pr Martin répondait aux exigences du concours, elle lui a décerné les 500 000 francs de prix, l'autre moitié de la récompense étant consacrée à l'achat d'équipements.

La technique est aujourd'hui devenue très précise, puisqu'elle permet de détecter une chaptalisation augmentant d'un quart de degré le taux alcoolique d'un vin. Son principe en est relativement simple. Les deux principaux composants du vin — l'eau et l'alcool — contiennent de l'hydrogène, qui peut donc être remplacé par du deutérium. Si tel est le cas, le deutérium ne change en rien les propriétés chimiques de l'alcool, mais modifie les positions des molécules qui le constituent en se substituant à l'hydrogène (*graphique ci-dessous*). Ainsi, selon

### LA PIÈCE À CONVICTION : LES ATOMES DE DEUTÉRIUM



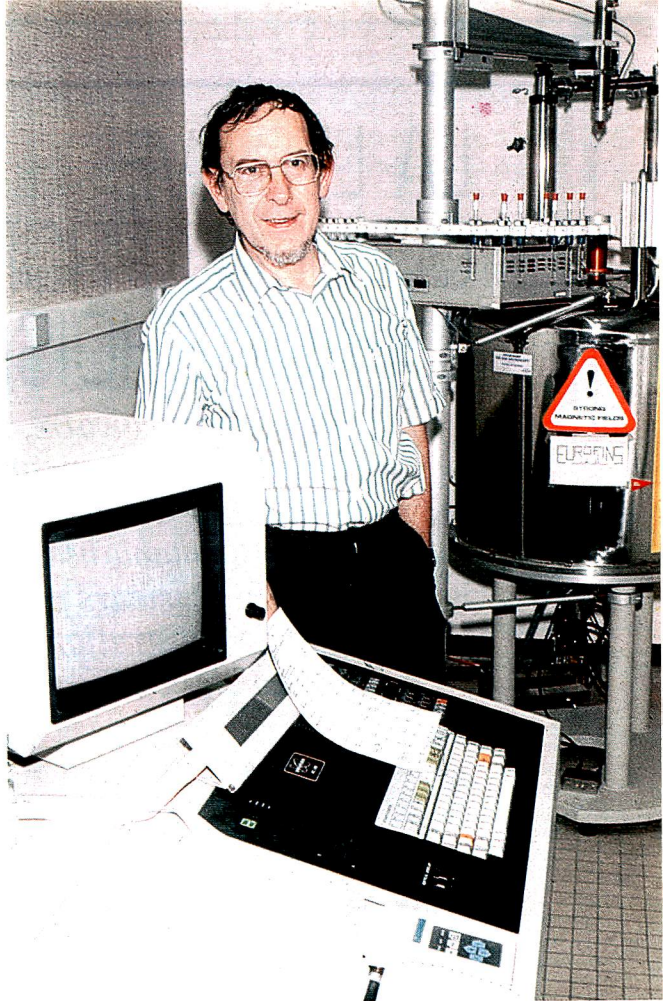


la position du deutérium, l'alcool, dont la formule est CH<sub>3</sub> (site 1) CH<sub>2</sub> (site 2) OH (site 3), peut se présenter sous trois formes : CH<sub>2</sub>D CH<sub>2</sub> OH; CH<sub>3</sub> CHD OH; ou CH<sub>3</sub> CH<sub>2</sub> OD. Les chercheurs disposent donc, avec la détermination du taux de deutérium/hydrogène (D/H) de tel ou tel site de l'alcool, d'un premier critère de comparaison, le second étant le rapport deutérium/hydrogène entre les sites 1 et 2 de la molécule d'alcool, qui s'est aussi avéré significatif (ce rapport est dit "facteur R").

Les essais ont permis de constater que l'enrichissement du vin par du sucre de betteraves se repère par l'abaissement du taux D/H sur le site 1 et l'augmentation du taux D/H sur le site 2 dans la molécule d'alcool, l'augmentation du taux D/H dans la molécule d'eau et du facteur R. A contrario, l'enrichissement au sucre de canne se repère, lui, par l'augmentation des trois premiers taux, l'abaissement du facteur R et une modification du rapport entre deux isotopes du carbone (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C). Le rajout de moût de raisin concentré, technique utilisée par certains viticulteurs, notamment des régions méridionales, se traduit par l'augmentation des trois derniers facteurs, alors que le premier, D/H sur le site 1, reste inchangé. Le mouillage, lui, provoque une diminution des trois derniers taux, alors que le premier, comme pour l'ajout de moûts concentrés, reste inchangé.

Avec l'étude comparative d'innombrables échantillons, le Pr Martin et ses collaborateurs ont même pu préciser que la mesure de D/H sur le site 1 caractérise principalement l'espèce végétale qui a synthétisé le sucre et, dans une moindre mesure, la nature de l'eau utilisée par la plante au cours de la photosynthèse. La mesure D/H sur le site 2, elle, donne des indications sur les conditions météorologiques sur le lieu de production du raisin et sur la concentration en sucre du moût initial.

Toutes ces indications reposent sur le fractionnement isotopique naturel spécifique par résonance magnétique nucléaire (FINS-RMN), que l'on appelle en fait "SNIF-NMR", pour *Site-Specific Natural Isotope Fractionation by Nuclear Magnetic Resonance* en anglais. Une heureuse coïncidence, puisque le verbe *sniff*, en anglais, signifie "renifler". Le procédé permet non seulement d'identifier les manipulations subies par le vin, mais d'en définir l'origine géographique et l'année de production. En effet, l'étude d'échantillons de vins français et étrangers a montré que certains paramètres isotopiques sont caractéristiques des régions d'origine. Quant au millésime, sa détermination repose sur l'étude des variations du taux de deutérium au regard des variations climatiques. L'analyse est possible pour tous les types de vins — rouge, blanc, sec, doux, ou champagnisé, la technique de vinification ayant une incidence négligeable sur la répartition isotopique. On peut même "sniffer" les bulles d'un



Un appareil RMN (au fond) et un logiciel de gestion de données : les deux pièces maîtresses du système de détection mis au point par le Pr G. J. Martin

vin mousseux pour déterminer si le gaz est naturel ou introduit après fermentation.

La fiabilité de la méthode augmente proportionnellement au nombre de données mises en mémoire et utilisées dans un programme ordinateur. « Plus il y a de sites disponibles pour l'analyse, plus on peut obtenir d'informations », dit le Pr Martin.

Mais l'hydrogène et son isotope ne sont pas les seuls éléments que l'on peut "sniffer". On peut également étudier les isotopes d'oxygène, d'azote et de carbone. Les expérimentations avec des échantillons témoins de vins naturels et de vins "traités" provenant de diverses régions ont permis d'établir une banque de données spécifique (ISO-DAT). Le système est géré par un logiciel capable d'effectuer le diagnostic des échantillons inconnus et d'identifier des centaines d'appellations. Résultat, en plaçant les variations D/H-1 en abscisse et D/H-2 en ordonnée, on a pu établir un graphique sur lequel les vins de diverses régions viticoles du monde sont groupés. Véritable "carte



# LA LESSIVE OU L'EAU PROPRE, IL FAUT CHOISIR

*Les lessives anti-calcaire, riches en phosphates, menacent gravement l'équilibre des nappes d'eau et rendent l'eau potable beaucoup plus chère. Et plusieurs pays ont fait la démonstration qu'on peut laver aussi blanc sans phosphates !*



**Q**uand la rivière prend en été une teinte verdâtre, que les algues recouvrent toute l'eau, l'eutrophisation sévit. Ce type de pollution a pris en une vingtaine d'années une ampleur considérable. En France, de nombreuses régions sont touchées : bassin de la Loire, Bretagne, lacs alpins, mais aussi rivières comme la Meuse, la Charente, la Durance et la Dordogne. La mer n'est pas épargnée. A l'embouchure de certains fleuves, l'accumulation d'algues sur le littoral crée des "marées vertes" qui peuvent rendre les plages impropres à la baignade.

Cause : l'eau devenue trop riche en éléments nutritifs, en particulier en phosphore sous formes de phosphates, se charge d'algues (**voir photo ci-dessus**) qui se multiplient de façon anarchique, créant un déséquilibre écologique. En résulte un appauvrissement du milieu en oxygène, en particulier lorsque ces matières végétales — qui ont une durée de vie très courte — se décomposent. La vie animale est alors troublée et les espèces de poissons les plus nobles, comme les truites, disparaissent. Dans les cas extrêmes, seules les carpes survivent mais quand l'oxygène devient vraiment trop rare, il peut ne plus y avoir de poissons du tout !

Outre la pêche et le tourisme, l'eutrophisation affecte aussi l'eau potable. Le goût et l'odeur nauséabonde, mais surtout les dépôts de matières organiques dans le réseau de distribution, obligent à chlorer abondamment pour éviter que l'eau ne se transforme en un "bouillon de culture". Opération aléatoire, puisqu'elle peut provoquer la formation dans l'eau potable de composés organo-chlorés, potentiellement cancérogènes. Pis encore, cette eau médiocre coûte plus cher au consommateur en rai-

son des nombreux traitements qu'elle doit subir pour redevenir potable.

Le phosphore incriminé provient de sources diverses : l'agriculture avec les engrais phosphatés et les effluents d'élevage, certaines industries et enfin les déjections humaines et les lessives au phosphore déversées dans les égouts vers les rivières.

Déjections et lessives seraient responsables de la moitié de la pollution (un tiers pour les déjections, deux pour les lessives). Agriculture et industrie interviennent chacune à hauteur de 25 %, avec quelques disparités régionales. Les industries qui rejettent le plus de phosphates dans l'environnement sont les abattoirs, les fromageries, certaines industries chimiques ou encore les sociétés... d'eau minérale qui utilisent des produits à base de phosphates pour le nettoyage des bouteilles. Ces dernières années, toutefois, la taxe que les industries polluantes versent aux agences financières de bassin a permis de financer des équipements dépolluants.

La pollution d'origine agricole est, elle, très diffuse et donc difficile à combattre. On envisage une restriction des engrais phosphatés, en limitant les risques d'érosion des sols et en améliorant le stockage des déjections animales. Mais les agriculteurs peuvent difficilement se passer d'engrais phosphatés et les déjections humaines ne sont pas... compressibles. Restent les eaux usées domestiques. Faudra-t-il supprimer ou restreindre le phosphore dans les lessives ?

Rhône-Poulenc, deuxième producteur européen de tripolyphosphates (TPP) qui entrent pour 25 à 35 % du contenu de la plupart des lessives vendues en France, estime que ces derniers sont "irremplaçables". « Les TPP ont pour rôle essentiel



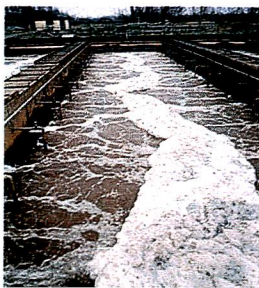


de neutraliser le calcium de l'eau», explique ce groupe. Par ailleurs, les industriels considèrent que ces phosphates, sans lesquels le linge des Français ne saurait être aussi blanc, peuvent être en bonne partie éliminés par les stations d'épuration des eaux usées domestiques.

Actuellement, hélas, moins de la moitié de nos eaux d'égoûts sont traitées. Le traitement classique de l'autre moitié n'épure qu'une faible part du phosphore. Seules quelques stations d'épuration sont équipées du matériel spécifique de déphosphatation. C'est notamment le cas de celle de Thonon-les-Bains en Haute-Savoie. A l'échelle nationale, ces unités représentent à peine 1 % de l'ensemble des eaux usées. Et d'après les études menées par l'OCDE, il est peu probable que ces chiffres s'améliorent sérieusement d'ici l'an 2000, vu les investissements colossaux liés à de tels équipements, en particulier pour les petites communes rurales. Que de phosphates auront alors coulé sous les ponts !

On peut pourtant remplacer les TPP par les zéolithes, les polycarboxylates, l'acide nitrilotriacétique (NTA) et probablement par bien d'autres produits non encore commercialisés. Sans doute, selon Rhône-Poulenc, « les lessives actuelles sans tripolyphosphates sont globalement moins actives et contiennent d'autres substances comme le NTA qui pourraient avoir d'autres effets négatifs sur l'environnement », mais la nocivité de ce produit n'a jamais été scientifiquement prouvée.

Thonon-les-Bains est l'une des rares stations à pouvoir traiter les phosphates.



D'ailleurs, en Suisse, où l'eutrophisation des lacs est devenue une priorité nationale, une loi interdit depuis le 1<sup>er</sup> juillet 1986 la vente des lessives textiles aux tripolyphosphates. Plus d'un an et demi après, les résultats sont satisfaisants tant du point de vue des consommateurs, qui jusqu'à présent ne se sont dans l'ensemble pas plaints que leur linge fût moins propre qu'avant, que de celui de l'environnement dont la santé s'améliore lentement.

La Commission internationale pour la protection des eaux du lac Léman (CIPEL) a en effet constaté en 1987 une diminution de 39 % du phosphore rejeté par les stations d'épuration après traitement par rapport à l'année 1985, où la réglementation n'existait pas. Par ailleurs, la CIPEL es-

time que la teneur en phosphates des eaux du Léman a baissé de 6 % en 1987 contre 2 % les années précédentes, soit trois fois plus vite qu'avec les stations d'épuration seules.

D'autres pays, Canada, Etats-Unis, Suède, Italie, RFA, ont également réglementé l'emploi des TPP dans les lessives. « Les Suisses ont beaucoup de lacs, mais surtout ils n'ont pas chez eux d'industriels qui produisent des phosphates », constate avec ironie un haut fonctionnaire français. De plus, ce sont souvent les mêmes sociétés qui commercialisent les produits qui polluent et celles qui bénéficient directement ou indirectement de la vente des équipements et des produits de dépollution (les sels de déphosphatation).

Le ministère de l'Environnement, conciliant, voudrait utiliser l'ensemble des stratégies qui permettent de réduire la teneur en phosphates dans les eaux « sans se focaliser sur un point ». Peut-être la Communauté européenne incitera-t-elle la France, en 1992, à être moins conciliante...

D'ici là, une solution intermédiaire consisterait peut-être en des lessives peu phosphatées dans les régions à eau douce comme le Massif Central, la Bretagne ou les Vosges. On ne peut en tout cas que conseiller à tout le monde d'utiliser sa lessive avec modération, en particulier les formules dites "anti-calcaires" qui sont les plus riches en phosphates. C'est de toutes façons meilleur pour le portefeuille et cela ne peut qu'aider les rivières à "respirer" un peu mieux.

**Marc Juillet**



# Fruit de la Passion



Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique. Chaque mois, on passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels, on traque l'innovation géniale qui vous fera encore gagner du temps, on enquête partout où ça bouge dans la micro pour vous dire ce qui se fait de mieux.

On est constamment à l'écoute de vos besoins pour y répondre concrètement dans chaque numéro.

On teste, on critique, on sélectionne, bref, on fait SVM et on aime ça, passionnément.

Résultat : notre journal est le N°1 de la presse informatique.

SCIENCE & VIE MICRO

**SVM**

N°1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

## AU SOMMAIRE DU NUMÉRO DE SEPTEMBRE :

- 170 micro-ordinateurs "pro" au banc d'essai.
- 37 constructeurs passés au crible.
- Traitement de texte : FULL WRITE d'ASHTON-TATE.
- Sauvegarde : comment éviter la catastrophe.
- Reconnaissance de la parole : les espoirs fous d'IBM.



# ECHOS DE L'INDUSTRIE

ANGORA

## Une solution miracle à la crise ?



L'angora, qui est exclusivement la fibre textile du lapin blanc à poils longs du même nom, est longue, fine, souple, légère, douce, propre et relativement imperméable grâce aux longs poils de garde qui protègent le duvet sous-jacent. Depuis vingt ans son commerce est en pleine évolution : les principaux pays consommateurs (Japon, Etats-Unis, Suisse, Italie, Allemagne fédérale) ne sont pas les principaux producteurs (Chine, Tchécoslovaquie, Argentine, Hongrie, France).

Cette dernière, longtemps premier pays fournisseur — en 1945, avec une production de 90 tonnes, elle fournissait 90 % de la consommation mondiale — produit du poil "épilé" sur des races sélectionnées pour ce type de récolte. Tous les trois mois environ, le lapin (ou mieux, la lapine, plus productive) est épilé et "en régime de croisière", quand l'animal pèse 4 kg, il fournit de 700 g à 1 kg de mèches par an. Ces mèches bien structurées, riches en poils longs (10-11 cm) sont adaptées à la bonneterie de qualité. Par opposition, le poil tondu est plus "laineux", plus bourru (mèches de 6 cm de longueur), plus mou. L'angora obtenu par épilation convient donc à la confection de vêtements de mode de qualité, celui provenant de la tonte à celle de sous-vêtements.

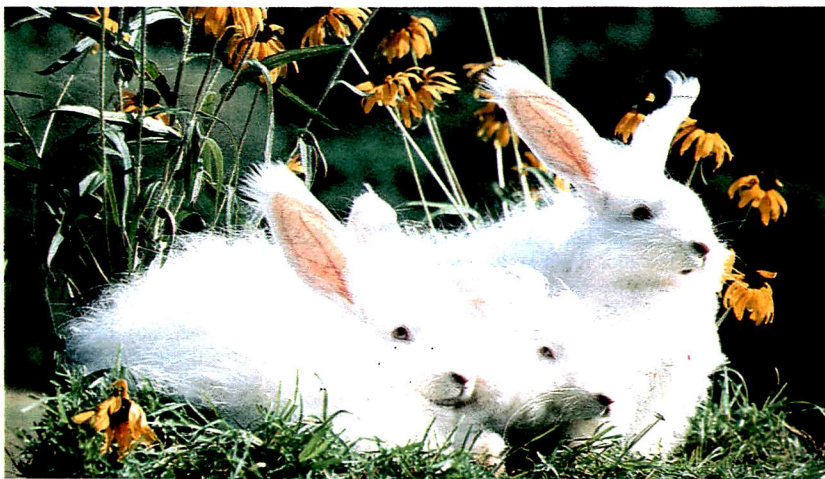
Le marché de l'angora français haut de gamme fluctue selon la mode et la production annuelle, 200 t environ, ne présente plus que 2 % du commerce mondial actuel. La production n'est rentable que si le cours dépasse 550 F/kg. Depuis

1980, ces cours ont varié de 300 à près de 1 000 F/kg (en 1984-1985). Actuellement, la SICCA-Comptoir Angora français, qui commercialise le quart environ de la production, n'arrive pas à écouler ses stocks et ne peut verser qu'un "acompte" de 250 F/kg à ses adhérents, faute de marché. Quelques éleveurs favorisés trouvent un débouché dans des filatures françaises à 450-500 F/kg ; d'autres se regroupent pour commercialiser à meilleur prix un produit plus fini. Ainsi le GIE Angor'Alpes, créé par quatre éleveurs, fait transformer à façon le poil épilé en pelotes de laine qui trouvent acquéreurs auprès de particuliers et de créateurs de pull-overs.

A l'opposé, certains se lancent dans la production du poil tondu (98 % du commerce mondial, rappelons-le). Ainsi la société GLMG Angora Product a l'ambition de réunir sous sa bannière 300 éleveurs "franchisés" pour produire... 150 tonnes d'angora bas de

gamme. La société vend aux éleveurs les installations (cages pour 90 à 500 lapins, sujets reproducteurs, tondeuse...) et fournit l'assistance technique, moyennant quoi l'éleveur doit lui vendre la totalité de sa production (durée minimum du contrat : 6 ans) au cours qu'elle propose (jusqu'à présent supérieur au cours mondial, 350 à 400 F contre 200 à 300 F pour ce dernier).

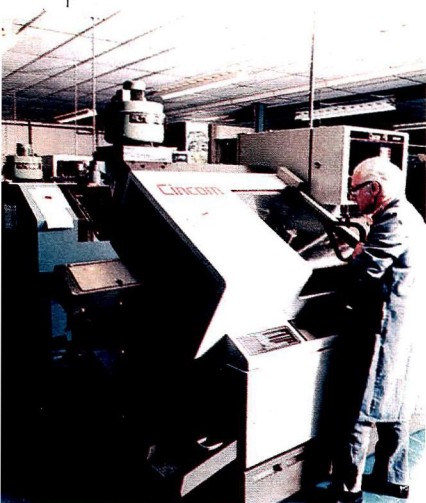
La prudence est de mise : l'investissement est élevé (de 50 000 à 212 000 F HT, selon la taille de l'unité de production adoptée) et le destin de l'éleveur est lié à celui de la jeune société qui vend l'installation, garantit la fiabilité du débouché mais garde soigneusement secret le nom des fileurs qu'elle approvisionne en Europe. Le prix payé aux éleveurs du réseau pourrait-il rester supérieur à celui des importations en provenance de Chine ou d'Amérique du sud ? R.G. Thébault, spécialiste de l'angora au laboratoire des pelages, toisons et fourrures de l'INRA, est, quant à lui, sceptique sur l'éventuelle compétitivité d'une filière française du poil angora de tonte. Affaire à suivre, donc... Pour tous renseignements : GLMG Angora Product, Baalons, 08430 Poix-Terron, tél. (16) 24 35 66 31. Syndicat national Angora qualité, BP 200, 49002 Angers cedex, tél. (16) 41 86 09 82.





## POLLUTION INDUSTRIELLE

## L'air purifié et recyclé en une même opération



Huiles, fumées d'huiles, fumées résultant de décharges électriques, tout atelier industriel produit en permanence des vapeurs qui, outre leur caractère nauséabond, présentent un double danger. D'abord, elles sont nocives pour l'organisme humain, dans la mesure où les éléments qu'elles transportent se fixent insidieusement dans les alvéoles pulmonaires. Ensuite, elles sont la source d'accidents du travail car, en tombant, elles créent des sols gras et glissants.

D'où l'intérêt du système "Filtermist", ce qui signifie filtreur de brume, qui vient de faire son apparition en France. Disposé directement sur chaque machine, il aspire les particules en suspension dans l'air, les élimine et renvoie

dans l'atelier un air purifié.

Le principe est simple : un tambour entraîné par un moteur électrique aspire le brouillard. Une fois à l'intérieur, ce dernier est frappé par des lames tournant à plus de 50 m/s. Les particules en suspension sont projetées les unes contre les autres et contraintes à s'unir. Un conduit récupère le liquide ainsi constitué et l'amène dans un bac, tandis que l'air purifié retourne dans l'atelier.

Les principaux avantages du Filtermist par rapport aux filtres électrostatiques ou aux matières filtrantes jusqu'ici utilisées, sont qu'il élimine la pollution de l'air à la source, par une méthode économique, d'une efficacité constante et qui ne réclame pratiquement pas d'entretien. Il n'y a en effet plus de plaquettes à nettoyer ou de coûteux panneaux de filtration à remplacer.

Pour tout renseignement : Société Carossino frères, BP 755, 95004 Cergy Pontoise cedex, tél. (1) 34 64 68 50.

## MOTORISATION

## Le moteur Sarich sur orbite...



Nous avons récemment présenté (*Science & Vie* n° 848, mai 88) le moteur à combustion à deux temps de l'Australien Ralph Sarich. Ce moteur, développé par le Centre de recherche Orbital Engine Co — une association, sous la direction de l'inventeur, de sa propre société, la Sarich Technologies Trust, et de la plus grosse entreprise industrielle australienne, le Broken Hill Proprietary Co — vient de faire l'objet d'un contrat de cession de licence avec Ford.

Rappelons que ce moteur élimine les défauts classiques du deux temps, consommation, manque de couple à bas régime, pollution, ralenti instable.

Sa version actuelle est destinée aux automobiles de taille moyenne. Il s'agit d'un moteur de 1,2 litre développant 90 ch pour une masse de 41 kg qui tient si peu de place que le capot de la voiture semble vide. A titre de comparaison, un moteur quatre temps équivalent présente une cylindrée de 1,6 litre pour une puissance de 85 ch, une

masse de 128 kg et prend deux fois plus de place. Enfin l'OCF (Orbital Combustion Process) est moins coûteux à la production. Ses avantages sont tels que nous écrivions : si le moteur de Sarich tient ses promesses, nul doute que la voiture de demain adopte le deux-temps, qui devrait renvoyer au musée le quatre temps.

Ces promesses ont bien été tenues puisque ce n'est qu'après avoir été testé intensivement par Ford, depuis janvier, que le contrat a été conclu. La firme coiffe ainsi sur le poteau General Motors, qui était aussi intéressée. Ralph Sarich se refuse à divulguer toute information sur la teneur de ce contrat. Il a indiqué que deux autres licences devraient être sous peu cédées à deux autres fabricants, l'un japonais l'autre d'un second pays asiatique, dont il se refuse également à donner les noms.

Au cours d'une conférence de presse donnée à Perth, au siège de l'Orbital Engine Co, l'inventeur s'est contenté d'apporter ces infor-

mations sans aucune autre précision, affirmant seulement sa conviction que la technologie du moteur orbital pouvait être appliquée à un nombre infini de domaines, couvrant les engins les plus petits comme les plus gros, depuis l'aéronautique jusqu'aux machines industrielles.





## Le dopage sur minitel

Initiative intéressante à signaler après l'affaire de dopage dans le Tour de France concernant l'Espagnol Pedro Delgado : l'Université télématique de Saint-Etienne, vient de réaliser une banque de données "Sport et dopage" accessible à tous par le minitel (3615 code LAFAC).

Les scientifiques qui ont constitué cette banque l'ont conçue comme un service à l'intention des sportifs et de leur entourage professionnel, médecins, pharmaciens et entraîneurs, pour qui le dopage reste encore une notion assez complexe et floue, compte tenu, notamment, de la multiplicité des produits.

On compte actuellement plus de 800 médicaments français possédant l'AMM (Autorisation de mise sur le marché) considérés comme produits dopants par le Comité national olympique — et les choses évoluent extrêmement rapidement, on l'a vu, à nouveau, dans l'affaire Delgado.

Ces produits n'entraînent pas seulement le risque de pénalités et d'exclusion d'une compétition, certains provoquent des effets secondaires pouvant aller jusqu'à la mort comme ce fut le cas lors du Tour de France 1967, pour l'Anglais Simpson, victime d'un collapsus cardiaque, à la suite de quoi, du reste, fut institué le contrôle anti-dopage.



La nouvelle banque de données informe à la fois sur les règlements, les médicaments autorisés, les adresses utiles et sur les classes et noms des substances dopantes (liste officielle établie par le ministère de la Jeunesse et des Sports). Elle est complétée d'une

messagerie, qui permet de poser des questions plus précises et plus pointues sur ces sujets.

Pour tous renseignements : Jean-Michel Bonnerue, université Susan, campus de l'Hôpital, 42650 Saint-Jean-de-Bonnefonds, tél : (16) 77 95 08 16.

### INFORMATION TECHNOLOGIQUE

## De l'invention à la commercialisation...

... il y a un pas de géant que non seulement la France (nous en avons donné maints exemples à nos lecteurs) mais tout le Vieux Continent franchit mal. L'Europe invente, mais les résultats de sa recherche ne débouchent pas toujours, et en tout cas jamais suffisamment rapidement, sur des produits finis et commercialisés.

La Commission européenne en est consciente qui demande aux

Douze une contribution de 38 millions d'ECU — environ 266 millions de francs — pour améliorer la diffusion de la recherche européenne et permettre d'exploiter ses résultats industriellement et commercialement.

A quoi sert, en effet, de financer des grands programmes aux sigles accrocheurs — ESPRIT, BRITE, SCIENCE... — s'ils ne sont pas accompagnés d'un autre programme

de diffusion de leurs retombées dans toute la communauté ?

C'est l'objet de ce programme original sans sigle — une fois n'est pas coutume — qui ferait connaître dans toute l'Europe les résultats de sa recherche par des moyens aussi bien traditionnels qu'informatiques et permettrait la collaboration entre chercheurs installés aux quatre coins de la communauté.





## MATÉRIEL MÉDICAL

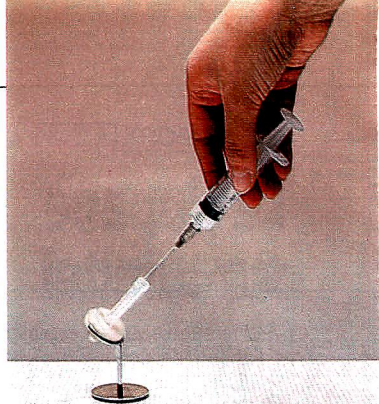
# Pour ne plus être sous la menace de seringues infectées

Le personnel médical et hospitalier court des risques non négligeables de contamination lorsqu'il manipule des instruments souillés, et notamment des seringues. On a ainsi déjà enregistré des cas d'hépatite B et de Sida chez des infirmières qui se sont piquées par inadvertance.

Le risque le plus important intervient lors de la remise en place du capuchon sur son aiguille, après une injection ou un prélèvement effectué sur le patient. Pour l'évi-

ter, il faudrait que l'opérateur médical puisse travailler d'une seule main, celle qui tient la seringue.

C'est ce que permet cette invention de la société japonaise DIM. Comme on le voit sur notre photo, il s'agit d'un petit pied métallique de 3,5 centimètres de diamètre qui supporte une rondelle en silicone fendue en son milieu. Il suffit de ficher la seringue avec son capuchon dans la fente de la rondelle qui retient le capuchon, puis, l'opération médicale effectuée, de réin-



sérer seringue et aiguille dans le capuchon et de retirer le tout en tournant légèrement pour libérer l'emprise de la rondelle flexible. Ce dispositif peut s'installer sur le bord des lits d'hôpitaux et résiste au contact des diverses substances chimiques.

## Cinquième édition pour les Trophées de l'entreprise innovatrice

qui récompensent deux entreprises ou instituts de recherche français développant une politique active en matière de recherche et de propriété industrielle consacrée par des succès commerciaux liés à leurs innovations. Date limite des candidatures : 15 octobre, auprès de la Fondation du brevet d'invention français, 9 av. Hoche 75008 Paris, tél. (1) 45 63 96 85.

## Au moment où le marché de la micro-édition connaît une formidable expansion,

avec un chiffre d'affaires mondial estimé à 4 milliards de dollars pour 1990, alors qu'il n'en constituait que 10 % il y a 3 ans, notre confrère *Créateurs et Opportunités* — magazine bimestriel spécialisé vendu uniquement sur abonnements (210 F/an), et qui s'adresse à tous ceux qui veulent créer leur entreprise dans tous les secteurs — consacre un numéro spécial à ce phénomène. « Le marché est encore très ouvert et accessible à tous. C'est maintenant qu'il faut s'y engager », estime-t-il. Quelques chiffres extraits de cette étude fort complète : l'investissement peut varier de 100 000 F à 700 000 F, suivant les matériels et emplacements choisis et la marge moyenne tourne autour de 40 %, selon que le créateur déploie ou non des activités secondaires, comme la formation, la vente de matériel, etc. Ce numéro spécial est disponible chez l'éditeur : 9 rue de l'Aqueduc, 31500 Toulouse (tél (16) 61 34 01 27) au prix de 65 F port inclus.

## UNIVERSITÉ

# Vers un nouveau monde



Après les résultats record du Bac 1988, (72 % de reçus), il y aura affluence à la rentrée universitaire d'octobre. Mais les lycéens pleins d'enthousiasme qui quittent le monde scolaire diplôme en poche sont loin d'être assurés de sortir de l'université aussi aisément. En fait, toutes les enquêtes le confirment, près de deux étudiants sur trois quittent l'université sans aucun diplôme. C'est que le passage du lycée à l'université s'accompagne de nombreuses mutations dont ils sont rarement conscients : bouleversement du mode de vie et changement radical du rythme et des méthodes de travail.

L'hécatombe est-elle inévitable ? Non, affirme l'IRCOM qui, pour aider les futurs étudiants à s'adapter à ce que sera leur vie universitaire, a mis au point des sessions préparatoires. Trois sessions de cinq jours, du lundi au vendredi, qui peuvent permettre d'économiser une année, auront ainsi lieu en septembre : du 5 au 9, du 12 au 16 et du 19 au 23. Pour chacune le nombre de places est limité à 24. Trois thèmes y seront approfondis. D'abord celui des informations pratiques sur le fonctionnement de l'université, la couverture sociale (mutuelles étudiantes), les travaux

universitaires, les aides financières, la vie étudiante. Ensuite, celui des méthodes de travail et d'organisation : prise de notes et gestion de ces dernières, construction d'un devoir, utilisation d'une bibliothèque universitaire, gestion de son planning et de son temps. Enfin, les étudiants seront formés aux notions de base en expression écrite et orale afin de perfectionner leur style et d'apprendre à savoir prendre la parole, notamment dans le cas des exposés et des examens oraux.

Les séances de travail comporteront de nombreux exercices écrits et oraux individuels corrigés, les étudiants bénéficieront des équipements audiovisuels de l'institut pour visionner leurs prestations orales et améliorer leur expression. Enfin les animateurs-formateurs, des professionnels expérimentés, ont été sélectionnés pour leur connaissance approfondie de la vie universitaire et du monde du travail : professeurs, chefs d'entreprises, spécialistes de la communication, médecins, etc.

Prix de participation à une session : 1 890 F TTC, repas compris. Pour tout renseignement complémentaire, contacter (d'urgence) Elisabeth Le Mintier, tél : (16) 41 47 47 40.



## Parfum de roses

**Fin** le vin bouchonné ? La société française Sabate, située au Boulou (Pyrénées-orientales) a mis au point un procédé de désinfection du liège évitant la formation de faux goûts, communément appelés "goûts de bouchon". Le procédé consiste à décolorer les lièges en les lavant, à les déligner et à les désinfecter.

**La "pousse miracle".** En 20 ans, l'Inde est devenue, avec une production de 235 000 tonnes, le quatrième producteur mondial de caoutchouc, derrière la Malaisie, l'Indonésie et la Thaïlande. Grâce à l'extension de la plantation d'hévéas, passée de 90 000 à 380 000 ha, mais surtout à l'augmentation du rendement moyen de ces plantations, passé de 280 à 930 kg/ha. Cet accroissement spectaculaire est dû à la mise au point par les agronomes indiens de la variété RRIL-105, dite pousse miracle, qui, dans de bonnes conditions agro-climatiques, peut produire — c'est un record mondial — jusqu'à 2 tonnes de caoutchouc par hectare. Les agronomes du Rubber Institute of India travaillent actuellement sur une nouvelle variété d'hévéas dont le rendement serait encore supérieur à celui de la RRIL-105.

**La cinquième fibre naturelle.** Kanebo, un des principaux fabricants textiles japonais, vient de réussir à mettre au point une technique de production industrielle de fibres de feuilles d'ananas. Selon la firme, cette nouvelle fibre pourrait devenir la cinquième fibre naturelle, après le coton, le chanvre, la soie et la laine. Elle sera utilisée pour fabriquer des vêtements et devrait être mise sur le marché dès la fin de cette année.

**Plus de deux minutes gagnées sur un parcours de 50 km** pour les skieurs de fond, grâce à un nouveau bâton mis au point par la société finlandaise Exel, premier fabricant au monde de bâtons de skis. Les "secrets" : la forme de la poignée, qui améliore l'effet de poussée, et l'utilisation pour le corps du bâton d'une nouvelle matière plastique, plus légère d'une trentaine de grammes et surtout plus raide, donc vibrant moins facilement, ce qui permet de tirer un meilleur parti de la poussée vers le bas.

**Le Japon compte tirer 10 % de son PNB** de son industrie biotechnologique, d'ici dix ans.

Parmi les quelques centaines de produits naturels qui possèdent des vertus aromatiques et les 30 000 molécules différentes qui les composent — chacune d'entre elles ayant sa propre odeur (cf *Science & Vie* n° 850, de juillet) — les roses entrent dans la composition de nombre des plus prestigieux parfums du monde. Mais l'obtention de leurs huiles essentielles est horriblement coûteuse ; le prix de cette matière première atteignant plus de 100 000 francs le kilo, ce qui représente la production d'une plantation d'un demi-hectare. L'une des raisons de ce coût est que dans la rose, l'essence est synthétisée et stockée uniquement dans les pétales, alors que dans d'autres plantes, elle l'est sur des surfaces beaucoup plus importantes comme les feuilles (menthe), l'écorce (cannelle) ou le fruit tout entier (citron).

Cela explique l'intérêt des travaux d'un inventeur britannique, le Dr Peter Wilde, soutenu par l'Institut de technologie appliquée de l'université de York et dont les recherches sont activement suivies au sein du gouvernement lui-même. Pour la première fois en effet en Grande-Bretagne, depuis plus de 150 ans, le Dr Wilde cultive des roses spécialement destinées à la parfumerie et le chercheur se

fait fort de transformer le Royaume-Uni d'importateur (1 500 millions de francs l'an dernier) en exportateur de cette si précieuse huile essentielle. Une huile qui serait plus pure et de meilleure qualité que celle obtenue par les méthodes traditionnelles.

Le Dr Peter Wilde est peu loquace — et on le comprend — quant à ses secrets. Il travaille chez lui, dans sa propre exploitation (*notre photo*) et son propre laboratoire. On sait seulement qu'il a entrepris ses travaux en octobre 1986 et que les espoirs qu'il annonce sont dus à la fois à des rosiers spéciaux sans épines et à une nouvelle technique "plus rapide et plus économique" d'extraction de l'huile essentielle contenue dans les pétales.

Intrigués et intéressés, les agriculteurs voisins soutiennent le Dr Wilde, en cultivant expérimentalement six autres variétés de rosiers. Elles ont été sélectionnées à partir de plus de 100 espèces en raison de leur parfum — plus le parfum est raffiné, meilleure est l'odeur de l'huile — et sont soumises à une hybridation destinée à augmenter leur robustesse et à diminuer leurs épines.

Pour toute information : Dr Peter Wilde, Porter's Vaults, Chapel Street, Thirsk, North Yorkshire, Grande-Bretagne, YO7 1LU.





## DES MARCHÉS À SAISIR

*Les innovations et les techniques et procédés nouveaux 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, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.*

## DES BOUTEILLES PLUS FACILES À TRANSPORTER ET À STOCKER

**Quoi**

Une nouvelle forme de bouteilles qui rend leur transport et leur utilisation plus aisés pour le consommateur et permet aux producteurs, transporteurs et distributeurs de les gerber sans ces palettes intermédiaires de panneaux d'aggloméré ou de contreplaqué, jusqu'ici nécessaires compte tenu du manque de stabilité des conditionnements connus.

**Comment**

L'utilisation de bouteilles plastiques de 1,5 litre, de forme carrée ou ronde, principalement destinées au conditionnement des eaux minérales, suremballées par pack

dans un film de matière plastique, est devenue la règle générale. Ce qui entraîne deux inconvénients majeurs pour l'acheteur : le pack ainsi constitué est lourd, difficile à saisir et à manipuler même si des ouvertures sont prévues pour introduire les doigts, et la feuille de plastique censée assurer sa cohésion se déchire fréquemment lors du transport.

D'autre part, tout au long de la chaîne qui va de la production à la distribution, le gerbage des bouteilles ne peut être effectué qu'en ayant recours à des palettes intermédiaires, les goulots de chaque couche de pack devant

tour à tour être recouverts d'une plaque horizontale suffisamment résistante pour supporter la base des bouteilles de la couche supérieure.

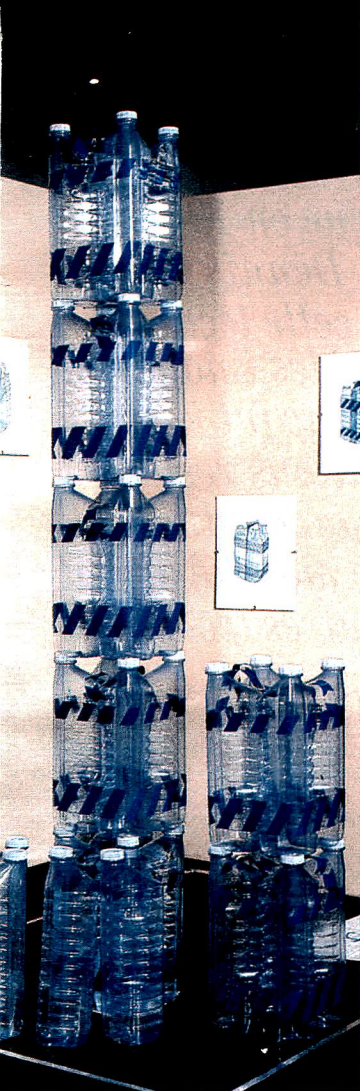
Ces deux constatations ont conduit l'inventeur à concevoir des bouteilles de forme parallélépipédique regroupées par pack de quatre, présentant une section horizontale rectangulaire, un goulot déporté dans un des angles de leur surface supérieure et une empreinte en creux, renforcée, au fond de l'axe du goulot, qui autorise la superposition d'une pile de packs sur l'autre sans intercalaires, le goulot mâle de la pile supérieure se logeant dans cette partie femelle. L'ensemble du pack est ceinturé horizontalement dans ses parties haute et basse par une large bande plastique qui assure sa rigidité et verticalement par une poignée de préhension et de transport, d'où la disparition des suremballages (cartons).

Ces bouteilles parallélépipédiques entraînent une meilleure utilisation du volume, pour une hauteur de récipient et une quantité de liquide données, la surface occupée pour un tel conditionnement

**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.





étant inférieure à celle d'un récipient cylindrique.

A ces avantages de volume compact joint à une géométrie agréable à l'œil, de diminution de poids due au groupement des bouteilles par quatre, de superposition aisée, d'économie et de facilité de manutention, s'ajoute celui d'une plus grande aisance de versement du fait de l'excentration du goulot. Autant d'atouts qui devraient attirer l'attention des producteurs et des consommateurs et faciliter la vente de produits présentés sous cet aspect tout à fait nouveau.

#### Pour qui

L'invention est protégée par brevet européen. Son titulaire, un industriel à la retraite qui a mis ses loisirs à exercer sa créativité, souhaite soit vendre son brevet, soit en céder des licences par pays.

## TÉLÉCOPIE



# Un réseau direct entre la France et le Japon



France Télécom et son homologue japonais KDD envisagent d'ouvrir un réseau spécial de transmission des télécopies entre la France et le Japon.

70 % des communications entre les deux pays consistent en effet déjà en échanges de documents par télécopie et les plaintes des usagers sont nombreuses quant à la médiocre qualité de définition des documents réceptionnés.

Actuellement, la seule liaison spécialisée pour la télécopie que possède le Japon est dirigée vers les USA. Si l'accord aboutit, la France sera donc le premier pays européen à être ainsi relié au Japon.

Les négociations sont suffisamment avancées entre les deux partenaires pour que cette liaison puisse être mise en place avant la fin de l'année.

## ALIMENTATION

# Lupin et soja : retour à l'homme

Deux coopératives innovent pour faire profiter directement les consommateurs des vertus du lupin et du soja, pratiquement réservés à l'alimentation des animaux (porcs, volailles,...).

D'une part la Coopérative agricole de la Vienne a créé une petite unité de traitement du lupin blanc doux cultivé dans sa région. Ce dernier présente l'intérêt d'être riche en protéines (50 %) et pauvre en lipides (12 % seulement) — qui ont, par surcroît, une teneur élevée (80 %) en acides gras insaturés (acide linoléique et linolénique) reconnus comme non nocifs en matière de maladies cardiovasculaires. Il contient en outre 34 % de fibres qui favorisent le transit intestinal, 2 % seulement de sucres et de nombreux oligo-éléments (potassium, phosphore, soufre, manganèse) ainsi que des vitamines (B1, B2, B3, B5, B6).

Le produit est commercialisé au naturel ou aromatisé, ou encore sous la forme d'une farine très digestible.

La Coopérative agricole de céréales de Colmar a, quant à elle, créé une gamme de produits (apéritifs, plats, boissons, desserts) à base de soja, donc également riches en protéines et pauvres en lipides. Ces nouveaux aliments ont

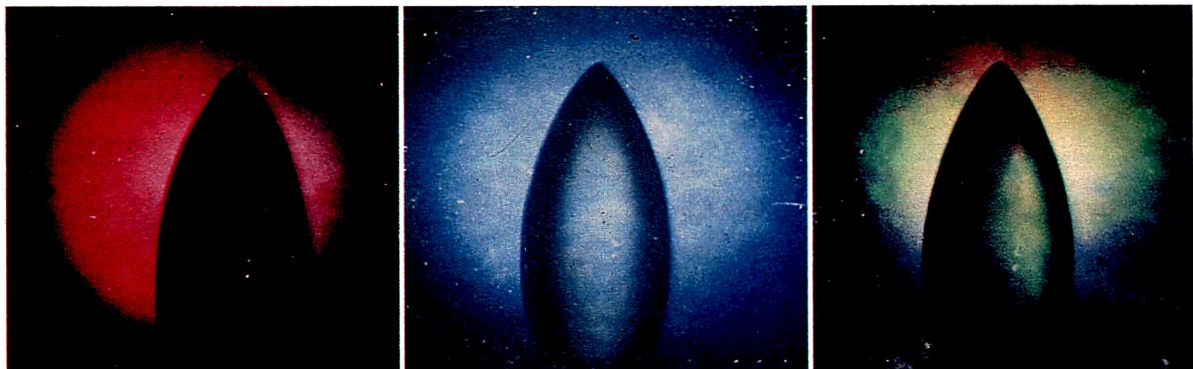


l'avantage, outre leur intérêt diététique, d'avoir bon goût et de favoriser l'émergence de ces nouvelles cultures en France. Pour tous renseignements : Croc'Lupin, Vigal SA, 30 rue Salvador-Allende, BP 231, 86006 Poitiers cedex, tél. (16) 49 61 24 71 et Cacoja, 10 rue Lavoisier, ZI Nord, 68000 Colmar, tél. (16) 89 41 12 41.



# L'HOLOGRAPHIE PREND DU RELIEF

*Conçue en 1947 par Dennis Gabor, cette technique ne donna naissance à de véritables images en relief qu'après 1960, lorsque fut inventé le laser. Jusqu'à présent, ses applications restaient cantonnées aux domaines scientifique et industriel. Aujourd'hui, elles gagnent le marché grand public des gadgets et autres tee-shirts.*



Un hologramme imprimé se comporte comme un hologramme en trois dimensions : en modifiant le point de vue,

**L'**hologramme, cette image en relief impalpable façonnée par rayon laser va-t-elle entrer dans la vie quotidienne ? Depuis les années 1960, où Leith et Upatnieks réalisèrent les premières, les grands laboratoires d'optique n'ont cessé de rechercher le moyen d'en faire des produits de large diffusion, comme les photographies. Très vite, cependant, les difficultés se sont multipliées. Parfois insurmontables, au point que certains projets de cinéma holographique sont vite apparus utopiques. Mais le vent semble tourner. Aujourd'hui, certaines techniques vont peut-être enfin permettre de produire des hologrammes en série.

Ainsi, la société des Textiles Devanlay se prépare-t-elle à lancer des sweat-shirts décorés de la sorte. D'après Nicolas Pachkevitch, directeur d'Holoconcept et agent exclusif pour la France de la firme anglaise Light Impressions chargée d'aboutir le projet, cette image devrait résister à une centaine

de lavages. Dans un tout autre domaine, l'imprimerie, il est maintenant acquis que l'holographie servira prochainement pour des tirages de grande diffusion d'affiches, d'étiquettes ou de cartes de crédit (notons au passage que, dans ce dernier cas, le document est quasiment infalsifiable).

Comment a-t-on pu passer ainsi à l'édition holographique ? La réponse n'est pas simple car, très souvent, les experts n'ont pas directement résolu les problèmes posés, mais ont mis au point des techniques permettant de les contourner. Mais avant de voir comment, arrêtons-nous aux obstacles que pose l'holographie. Les difficultés de duplication des reproductions holographiques viennent d'abord de ce que ce type de prise de vue ne donne pas, comme la photographie, une image plane sur un support exploitable.

Ce n'est d'ailleurs même pas une image qui est enregistrée sur la plaque photographique (ou un autre support) mais les ondes lumineuses codées

par un objet éclairé au laser. Schématisons (*voir dessin 1 page suivante*). Le faisceau émis par ce laser est divisé en deux faisceaux par un système optique (objectif). Les ondes de ces deux faisceaux de même origine sont donc en phase. Les unes sont dirigées directement sur la plaque photo (ce sont les rayons dits de "référence"). Les autres sont dirigées sur l'objet, qui les réfléchit sur la plaque (rayons réfléchis). De ce fait, ces derniers arrivent déphasés par rapport aux ondes de référence, ce déphasage variant avec le relief de l'objet, qui modifie la distance à la plaque photo. La rencontre des ondes de référence et de celles réfléchies produit donc des ondes résultantes qui s'impriment dans la gélatine de la plaque photographique avec les déphasages, ce qui produit des franges d'interférence (ressemblant un peu aux courbes de niveau sur une carte).

Précisons tout de même que les choses sont en fait plus complexes. Après l'entretien avec l'objet,

celle-ci a été levée puisqu'il existe aujourd'hui des hologrammes visibles en lumière blanche.

- L'observation de l'image par transparence depuis l'arrière de la plaque : là encore, il existe maintenant des hologrammes visibles par simple réflexion.

- La copie d'une émulsion dont les franges d'interférence sont "gravées" dans la gélatine à des dimensions de l'ordre du micromètre : la difficulté a été résolue en éliminant un grand nombre d'informations pour ne reproduire que celles qui permettent de percevoir un relief limité. Un inconvénient toutefois : du fait d'une réduction du nombre des informations, les hologrammes ainsi conçus ne reproduisent jamais totalement le relief, tant en largeur qu'en profondeur.

- La technique de reproduction qui consiste à copier un relief, et non plus un à-plat, ce qui oblige à presser ou estamper, et non plus imprimer (nous retrouvons ici la similitude avec le son, qui exige un



L'œil perçoit le relief. Voici une série d'images d'un même hologramme photographié sous différents angles.

les vibrations du faisceau laser sont non seulement affectées de déphasages, mais aussi d'atténuations et de modifications. Ce sont donc toutes ces informations que l'on retrouve dans les ondes résultantes enregistrées par l'émulsion, tout se passant un peu comme pour la gravure d'un disque, dont le sillon comporte des ondulations dessinées par le burin : celles-ci ne sont que la résultante d'une multitude d'ondes sonores (musique, bruits, voix).

Ensuite, pour lire un tel hologramme, il suffira d'opérer le processus inverse de celui de l'enregistrement. Autrement dit, il faudra éclairer la plaque au moyen d'un laser ; les franges provoquant alors la diffraction de la lumière, un observateur placé derrière la plaque voit apparaître l'image en relief à la place qu'occupait l'objet.

Pour une diffusion grand public, ce système posait toutefois quatre problèmes, qui ont d'ailleurs été en partie résolus depuis :

- La nécessité d'un laser pour la lecture : cet obsta-

pressage pour les éditions de disques) : pour résoudre ce problème, il a tout bonnement fallu inventer une nouvelle technique.

L'estampage (ou transfert à chaud) étant un procédé d'édition, il suppose que l'on puisse réduire ou agrandir l'hologramme. Or ce n'est pas le cas avec la méthode précédemment décrite, l'opération modifiant le champ de vision. On observe, par exemple, un tassement des plans proportionnel à l'échelle de réduction, ce qui donne un hologramme avec peu ou pas de relief apparent.

Pour restituer un relief satisfaisant aux objets devant être réduits ou agrandis, il a donc fallu avoir recours au cinéma. Ce que fit Hologram Industries en réalisant des prises de vues selon le procédé inventé par Lloyd Cross et connu sous le nom d'"hologramme multiplex" (*dessin 2 page suivante*). Une caméra filme de façon classique l'objet à reproduire mais, durant la prise de vue, elle tourne autour de l'objet de 120 à 360°. De plus, elle

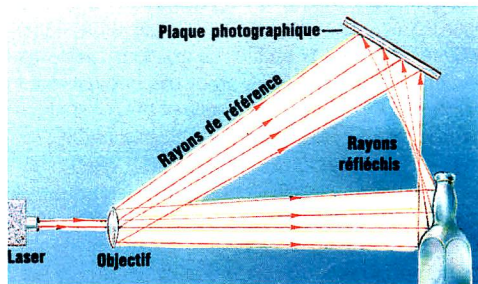


n'enregistre sur un même film que des bandes étroites, l'écart entre chacune étant légèrement supérieur à 0,4 mm, car, selon le relief souhaité, il faudra de quelques centaines à plus d'un millier d'images (1 080 très exactement).

Ces images ne sont donc que des photos juxtaposées. Elles permettent cependant la reconstitution du relief par stéréoscopie car, en tournant, la caméra enregistre des points de vue différents du sujet, qui, en vision binoculaire, donnent le relief. Les 1 080 vues successives deviennent alors 540 couples stéréoscopiques qui, si on les observait successivement, donneraient l'impression d'un mouvement autour d'un objet vu en relief, comme cela peut se faire avec un hologramme. La phase suivante consiste à faire au laser une reproduction holographique des bandes d'images (chacune d'elles ne donnant alors qu'un hologramme d'images planes), et à superposer ces hologrammes sur une même plaque afin que nous en ayons une vision stéréoscopique. Ce qui, en définitive, donne l'illusion d'un relief holographique.

Concrètement, à ce stade, les choses se passent comme précédemment : le faisceau du laser est divisé par un miroir ; le rayon de référence est orienté directement sur la plaque photographique, alors que les rayons réfléchis sont dirigés d'abord sur le film et, ensuite, sur un condenseur. Selon l'image traitée, ce dernier fera diverger ou converger les rayons sur la surface sensible, sur laquelle s'inscriront les ondes résultantes provenant de la rencon-

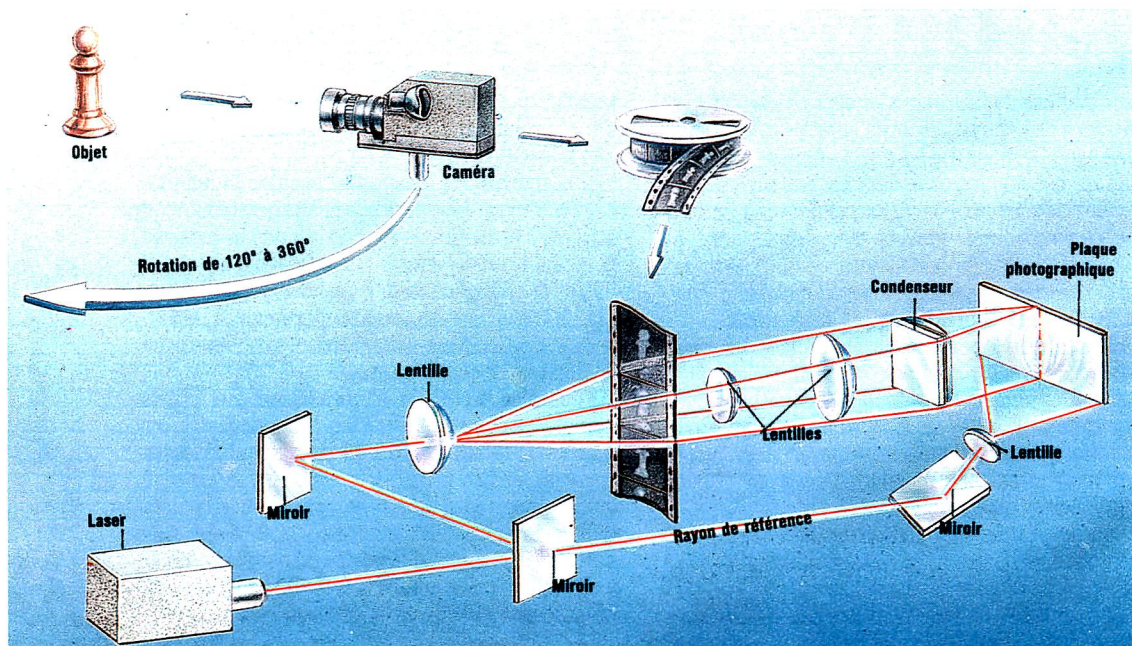
## 1. PRINCIPE DE L'HOLOGRAPHIE



tre avec le rayon de référence.

Les avantages de la technique holographique réapparaissent ici. En effet, il est parfaitement possible d'enregistrer de très nombreux hologrammes sur une seule plaque sans perte d'informations. Cet enregistrement se fait sur une émulsion en noir et blanc très proche des surfaces sensibles traditionnelles. Seule différence : elle doit être à très haute définition pour pouvoir séparer des interférences inférieures au micromètre. Autrement dit, il est nécessaire d'utiliser des films d'une résolution pouvant aller jusqu'à 4 000 ou 5 000 traits par millimètre cube pour une épaisseur d'émulsion comprise entre 7 et 24 micromètres. Cette définition est indispensable pour une qualité optimale de l'hologramme-maître, ou *master*, qui va servir de point de départ au tirage en grande série. Il sera en effet utilisé pour

## 2. L'HOLOGRAMME MULTIPLEX (ESTAMPAGE)





former une image pseudoscopique qui sera transférée ensuite sur une plaque sensible assez semblable à celles qui servent à réaliser les masques pour la confection des puces informatiques. Toutefois, au lieu d'éclairer l'hologramme en entier, on ne le fait que sur une bande horizontale étroite, ce qui fait perdre les informations de la parallaxe verticale. Le film impressionné subit alors un traitement transformant la succession de franges et d'interfranges en un très fin relief de surface. A ce stade, la surface sensible devient la "matrice", qui va servir à réaliser un moule par électroformage. Ce moule, ou "nickel" en terme de métier, est, comme son nom l'indique, une plaque de nickel comportant les creux et les bosses de la matrice. Très résistant, il permet l'estampage à chaud de feuilles de polyester métallisé.

Ainsi réalisés, les hologrammes sont visibles en lumière blanche (donc sans laser), ont une bonne définition et une profondeur de champ satisfaisante. Cartes de vœux, d'entreprise, badges, etc. peuvent donc être tirés en grande série. Qui plus est, si l'on veut les monter en auto-collants, on pourra les recouvrir d'adhésif au verso, ce qui les protégera par la même occasion des agressions de surface. Et si on souhaite les transférer sur des supports souples comme des couvertures de magazines ou de livres, il suffira de les enduire de thermocolle.

Les hologrammes des sweat-shirts des Textiles Devanlay seront réalisés de la sorte. Et l'argument du prix de revient n'y est sans doute pas pour rien. En effet, l'hologramme estampé coûte assez cher lorsqu'il s'agit de tirages en petites séries, puisqu'il faut compter environ 40 francs par unité pour 1 000 exemplaires au format standard 15x15 cm. En revanche, ce prix ne sera plus que de 7 francs environ pour un tirage de 100 000 exemplaires. Sans compter que dans ce domaine, plus encore qu'en imprimerie traditionnelle, le prix de revient incompressible de l'ensemble des étapes préliminaires influé sur le prix de revient définitif. Or, de ce point de vue, le fait que le "nickel" soit prêt une fois pour toutes et que l'estampage puisse être renouvelé à volonté représente un atout considérable, qui devrait aider à une plus large diffusion de l'image holographique. D'ailleurs M. Pachkevitch, directeur d'Holoconcept, ne s'y trompe pas, qui a créé une "holothèque" dans laquelle il est possible de faire un choix parmi plusieurs centaines d'œuvres "nickelées".

L'argument du prix de revient a sans doute joué aussi un rôle notable pour Alain Abdelkader, le responsable de la recherche chez Hologravure Diffusion Internationale

(HDI), qui a mis au point un autre procédé, dit d'hologravure. Celui-ci permet d'utiliser l'impression offset en noir et blanc ou en couleurs pour une image en relief observable par réflexion et en lumière blanche qui, en fait, n'est pas tout à fait un hologramme.

D'abord parce que cette image ne se présente pas en volume : elle comporte seulement des plans d'un objet situé à l'avant d'un fond. Le procédé fait appel à un réseau d'une multitude de mailles microscopiques disposées en lignes et ayant l'aspect d'une texture finement granuleuse : la trame (figure 3 ci-dessous). A la prise de vue, cette trame est placée à l'extrémité d'un banc optique, entre la surface sensible photographique et l'objet. Entre la source lumineuse et cet ensemble est disposé un couple de lentilles indépendantes et un porte-filtre (qui ne servira que pour la reproduction en couleurs et recevra alors successivement les trois filtres de la sélection trichrome).

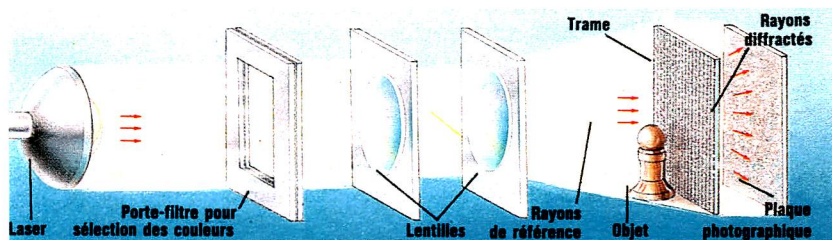
Ce système assure la projection de l'image de l'objet sur la trame et, à travers elle, sur l'émulsion, les lentilles permettant de changer l'orientation du faisceau. En déplaçant l'une de ces lentilles, ou les deux, on modifie en effet l'angle d'attaque des rayons lumineux sur la trame et, par là, la distance "apparente" de l'objet par rapport au fond. Qui plus est, en traversant cette trame, les rayons sont diffractés et se présentent sur l'émulsion sous forme de franges noires et d'interfranges blanches.

Pour que ce pseudo-hologramme soit lisible après développement de l'émulsion, il suffira de produire le phénomène inverse. A savoir que l'émulsion sera placée sur une table lumineuse recouverte d'un film transparent, lui-même recouvert d'une trame (celle de la prise de vue). L'observateur voit alors l'objet, mais plus éloigné de son fond qu'en réalité, du fait de la trame. Et en déplaçant sa tête à droite ou à gauche, il perçoit un mouvement de ce fond (du fait que les rayons sont diffractés sous des angles nouveaux).

Voilà pour la théorie. En pratique, ce n'est pas l'image de base qui est exploitée, celle-ci servant seulement pour l'impression, comme dans le cas de l'estampage. Mais, alors que le relief de l'hologramme estampé est restitué par une succession sinusoidale de crêtes et de creux gravés dans l'épaisseur d'un film de polyester, dans le cas de l'hologravure, le faux relief est imprimé grâce à un fin réseau de

(suite du texte page 159)

### 3. L'HOLOGRAVURE (OFFSET)





# LA PREMIÈRE AUTOMOBILE À CARTES



*Il y a quelques années,  
l'électronique est  
entrée dans  
l'automobile.*

*Demain, elle gèrera  
son fonctionnement, sa  
conduite, sa sécurité, tous les industriels  
nous le promettaient. Aujourd'hui, c'est un fait.  
Voici la première du genre, construite par Toyota et  
dont la version commerciale sera lancée en 1990.*

**M**ettez une puce dans votre moteur !... L'idée n'est pas neuve, mais le slogan, s'il prête à rire, est pourtant promis à un bel avenir : l'électronique colonise lentement mais sûrement l'automobile... et son conducteur. Lors du dernier salon de Tokyo, le constructeur nippon Toyota présentait un concentré de nouvelles technologies sur son prototype de "FXV-II", un coupé deux-portes de 3,8 litres de cylindrée pouvant atteindre 260 km/h. Du radar anti-collision à l'injection, en passant par le contrôle de navigation, l'électronique est partout. Et à la clé, une banale carte à puce.

Plus de trousseau encombrant, ni de clés tordues ou de serrures grippées : une simple carte à puce contrôle le déverrouillage des portières de la FXV-II et la mise en marche de son huit-cylindres en V à injection électronique.

Par ailleurs, des fonctions particulières disposent le siège du conducteur dans l'une des douze positions pré-programmées. La puce comporte aussi une série de mémoires (téléphones, adresses, horaires des ferry-boats, tarifs des péages...) accessibles et modifiables à volonté sur deux mini-écrans. Un système de navigation par satellite permet de visualiser sur un écran pilote la position exacte du véhicule, tandis que sur un second une mire indique la direction empruntée, la distance restant à parcourir jusqu'à la destination choisie et l'autonomie dont

dispose encore la voiture pour l'atteindre. Pour les pays où les satellites du Système global de localisation ("GPS", pour *Global Positioning System*) ne peuvent pas être captés, la FXV-II dispose d'un compas gyroscopique lui donnant sa position. Enfin, un affichage numérique par cristaux liquides à haute résolution fait office de compteur de vitesse et de compte-tours, fonctions qui apparaissent à volonté. Quand on souhaite les afficher, les écrans cathodiques s'éteignent d'eux-mêmes afin de ne pas en gêner la lecture.

Les mini-écrans permettent aussi de faire apparaître d'autres informations sur la marche du véhicule : inertie à l'accélération, au freinage et en virage ; position et vitesse relatives de la voiture par rapport à un autre véhicule circulant sur la même route ; auto-diagnostic des principales fonctions, dont le contrôle permanent de la pression des pneus, les prochaines opérations de maintenance à effectuer (vidange, changement du filtre à huile...), etc. Si, chemin faisant, la nécessité se fait sentir de téléphoner, le conducteur peut le faire sans avoir à lâcher son volant. Deux touches à effleurer et la conversation peut s'engager avec un correspondant dont le numéro aura été préalablement enregistré.

Le souci de confort ne s'arrête pas là. Une platine laser qui peut contenir jusqu'à douze disques compacts peut les lire les uns à la suite des autres sans intervention particulière ; une télé-commande sans fil permet de choisir les haut-parleurs appropriés et

de régler leur volume en fonction de la place des auditeurs (conducteur, passager avant ou arrière, ensemble de l'habitacle...). En mode automatique, le système détermine la sonorisation grâce à des capteurs dissimulés dans les sièges.

Mais les qualités de ce véhicule ne se limitent pas à sa "surpuissance" électronique. Son habitacle, même s'il n'est pas très différent par sa forme de celui que proposent d'autres constructeurs, présente des particularités qui méritent d'être signalées. Notamment, il offre une très large visibilité : le toit est constitué d'une grande vitre parabolique polarisée avec cristaux liquides pour le contrôle de la température et de la transparence. En effet, en modifiant la charge électrique de ces cristaux, le conducteur peut passer d'une clarté intense à une opacité laiteuse, selon la quantité de lumière qu'il souhaite recevoir. Pour ne pas compromettre cet atout, le traditionnel filet de dégivrage cède la place à un film invisible de céramique conductrice, également utilisé pour l'antenne de radio et de télévision.

Pour revenir à l'électronique de bord, le plus spectaculaire réside sans doute dans ce qui est le moins apparent : les cinq fonctions essentielles à la conduite d'une voiture (motricité, roulement, suspension, freinage et direction) sont placées sous la tutelle d'un cerveau électronique, le "système intégré de gestion du véhicule". N'ayant rien à envier au *Big Brother* de George Orwell, ce "système" corrige en permanence les gestes du conducteur (qui se résume ici, il est vrai, à l'accélération, au freinage et à la direction) en fonction de l'environnement extérieur et des capacités du véhicule. Ainsi, sur une voie rapide soumise à un fort vent latéral, l'effort qu'aurait à faire le pilote pour maintenir son cap est compensé par la direction. Autre exemple : que ce soit sur un long trajet à grande vitesse ou en ville dans des embouteillages, le radar anti-collision maintient d'office une distance de sécurité proportionnelle à la vitesse du trafic. Sur neige ou sur glace, le conducteur peut accélérer, freiner ou braquer sans précaution particulière, l'électronique se chargeant des corrections nécessaires...

Par ailleurs, les ingénieurs de Toyota ont tissé une véritable toile d'araignée de relations interdépendantes entre les "organes" (carburateur à injection, assiette du moteur, boîte automatique, propulsion intégrale, suspension à air, freins anti-blocage, radar anti-collision), les "fonctions" contrôlées (couple moteur, pression des pneus, garde au sol, direction, freinage, distance entre véhicules, vitesse) et le "comportement" du prototype (stabilité, performances de freinage, confort, agrément de conduite, sécurité). Il n'en existe pas moins de trente constamment régulées. Qu'on se rassure, le moteur, lui aussi expérimental, n'a pas échappé à la boulimie des puces nippones. Une belle pièce, à dire vrai, puisqu'il s'agit d'un huit-cylindres en V

ouvert à 90° de 3,8 litres, qui délivre une puissance maximale de 173 kW (235 ch) à 5 600 tours/minute et un couple maximal de 33 m.kg à 4 000 tours. La première puce du moteur détermine le temps exact d'allumage de chaque cylindre et la quantité de gaz admis, grâce à des capteurs situés dans les chambres de combustion elles-mêmes. A l'échappement, d'autres capteurs peuvent apporter dans la minute d'éventuelles corrections. Quant à l'injection des gaz, asservie aussi à l'électronique, elle dépend non seulement du régime moteur, mais aussi du rapport entre la boîte de vitesse automatique et du mode de transmission choisi. L'effort demandé au moteur n'est donc plus seulement fonction de la pression exercée sur la pédale de l'accélérateur mais aussi des caractéristiques de la route. En outre, le radar anti-collision peut à tout moment "ordonner" la fermeture des gaz, voire le freinage.

Côté suspension, les puces ne sont pas en reste : à grande vitesse, elles se chargent d'abaisser le véhicule de 2 cm à l'avant comme à l'arrière pour lui conférer une meilleure stabilité et améliorer son aérodynamisme. Si les capteurs jugent l'état de la route trop cahotique, la garde au sol augmente, tandis que le tarage des ressorts de suspension et l'amortissement se durcissent. Les autres mouvements du châssis sont eux aussi contrôlés : en la matière, le choix du conducteur se résume à une position normale et une position haute.

La direction assistée, quant à elle, réagit aux sollicitations du conducteur : captant de grands coups de volants à basse vitesse, la voiture "comprend" que le chauffeur est en train de manoeuvrer et rend la direction plus légère. Inversement, plus la vitesse est élevée et la trajectoire rectiligne, plus l'effort à exercer sur le volant sera grand.

Enfin, deux dispositifs contrôlent d'une part la transmission hydraulique pour tirer le meilleur parti possible du huit-cylindres, et d'autre part le couple délivré à chacune des quatre roues, en fonction de l'adhérence notamment, pour éviter tout risque d'"aqua-planning" par exemple, à la manière des freins anti-blocage.

La structure du châssis et le profil de la carrosserie assurent un coefficient de traînée de 0,26 seulement. En attendant, il reste maintenant à savoir si toutes ces commandes ne risquent pas de priver le pilote du véhicule d'un plaisir légitime de conduire soi-même son véhicule...

Une carte, munie d'un code secret que connaît, seul, son propriétaire.





# PETIT GUIDE DE L'AMATEUR DE CHAMPIGNONS

*Destinés aux néophytes,  
quelques conseils astucieux,  
et surtout fort sages, de  
deux mycologues connaissant  
parfaitement le terrain.*

La cueillette des champignons est affaire d'apprentissage théorique et pratique autant que de plaisir : il faut connaître le biotope de chaque famille ou espèce, savoir en repérer la forme, la couleur et l'odeur, observer la texture d'un chapeau ou la structure des lamelles... Bref, se fier aux guides d'identification et non au supposé "savoir ancestral"...



Il y a plusieurs façons d'aborder l'univers fongique, qui représente un royaume magique de la botanique — et de la gastronomie : on peut y choisir l'état de dilettante, d'amateur éclairé ou de véritable expert... D'entrée de jeu, le débutant doit chercher ses renseignements à des sources sérieuses et éprouvées, sans prêter foi aux "trucs" véhiculés par la tradition, qui passent pour du grand savoir ancestral. Le test de toxicité par noircissement de la cuillère d'argent ou la disparition de l'effet vénéneux de la mortelle amanite phalloïde par ébullition ou dessiccation sont des sornettes... parfois fatales pour ceux qui y croient.

L'essentiel est de posséder une technique d'identification des espèces suffisamment simple et absolument sûre. Et c'est bien ici que commence la difficulté. On s'appuiera sur certaines connaissances mais qui, souvent, auront valeur d'indication plus que de certitude. L'habitat des champignons, par exemple. Seuls végétaux démunis de chlorophylle, ceux-ci se nourrissent de matières déjà

élaborées par d'autres organismes. Au cours de leur évolution, beaucoup se sont spécialisés en s'associant à certaines espèces d'arbres ou à des sites particuliers : un élément d'identification est donc fourni par le support qu'ils parasitent. Tels champignons ne poussent que sur le fumier de cheval, d'autres dans les prairies, d'autres encore, comme le strophaire vert-de-gris, apparaissent uniquement sur des excréments desséchés de carnivores ou sur la carcasse décomposée d'un quelconque animal mort.

Les mycorhiziens vivent sur les racines de certains arbres, non plus en parasites mais dans un rapport de symbiose avec leur hôte. Ils se nourrissent des déjections émises par les racines et, en retour, fournissent à l'arbre les substances azotées nécessaires, qu'ils synthétisent, car le sol forestier ne les produit pas. Là aussi, beaucoup d'espèces sont spécifiquement inféodées à une essence sylvoicole donnée — pin ou mélèze, par exemple. Mais tous les mycorhiziens n'ont pas une prédilection



aussi définie pour un milieu et certains se trouvent indifféremment sous à peu près n'importe quel arbre... La connaissance du biotope est donc importante, mais elle ne suffit pas à déterminer l'espèce à coup sûr. Autre indice intéressant : la période d'apparition du champignon, car tous ne poussent pas au même moment. Encore convient-il de tenir compte du décalage des saisons selon la latitude.

Mais l'identification dépend essentiellement de nos sens visuel et olfactif. La forme, la couleur et l'odeur seront toujours, pour le mycologue, les premiers critères de reconnaissance d'une espèce. Or, si la forme peut être considérée comme un caractère distinctif incontestable, dans la mesure où tous les paramètres sont pris en considération (âge, terrain, etc.), il n'en va pas de même de la couleur, et encore moins de l'odeur : malgré les tentatives de classement organoleptique, celle-ci reste essentiellement une affaire subjective (1). En dehors de ces fameux "nez" qu'on rencontre dans les parfumeries et dans les chais, lequel d'entre nous oserait se

vanter de reconnaître infailliblement un arôme de coumarine (2), de feuille de figuier froissée, de topinambour cuit, d'encre au fer, de *Corydalis cava* (une fleur printanière) ? Ce sont quelques-uns des termes de référence que l'on pourra trouver dans les manuels !

Deux spécialistes, Marcel Locquin et Jean Lenoir, ont eu l'idée de traduire ces sensations non plus en imagerie verbale mais en véritables senseurs. Leur livre-coffret, *Le nez des champignons* (3), comprend 54 arômes différents, à base de produits chimiques divers mis en topettes et répertoriés. Une manière d'éduquer son odorat en chambre avec des effluves synthétiques, avant d'aller respirer l'original dans la nature. Mais le nez n'est pas toujours un organe bon écologiste.

Avant de flairer la proie, il faut déjà savoir la cueillir. L'exemplaire doit être jeune et sain. Il faut déterrer délicatement les

espèces dont on n'est pas sûr : la base intacte d'un champignon — la volve chez les amanites — est souvent un indice de détermination important. On transportera la prise dans un panier largement ouvert, en évitant le sac de plastique qui chauffe et rend la plante inconsumable. Les spécimens de nature incertaine doivent être placés dans un compartiment à part. En cueillette, bien attacher le couteau et les autres outils à la ceinture, car on les oublie facilement sur le terrain. Se munir d'une canne ou d'un bâton pour soulever les amas de feuilles mortes ; ils dissimulent souvent de précieux spécimens.

L'identification se fait en deux temps : sur le terrain, et chez soi, au retour de la cueillette. Pour ne

(1) Le grand mycologue suédois Elias Magnus Fries (1794-1878), qui a décrit 2 770 espèces de champignons et dont les travaux ont servi de base à la classification française, prisait tellement le tabac qu'il en avait perdu complètement l'odorat.

(2) Substance contenue dans la fève tonka, fruit du coumarin, un arbre d'Amérique du Sud.

(3) Editions Jean Lenoir (1 300 F). Une version réduite de douze flacons coûte 350 F.



pas gêner la marche, on emportera un guide de poche peu encombrant. Parmi les bons ouvrages : *Champignons comestibles et vénéneux* de Maublanc, un monument<sup>(4)</sup>, *Les champignons* de Roger Philipps, véritable festival de photos<sup>(5)</sup>, ou encore *Les champignons* de Georges Becker, qui allie science et humour<sup>(6)</sup>. Bien entendu, pas question pour un débutant de partir en campagne sans préparation, en pensant qu'une fois sur place il aura, grâce à ces livres, la révélation immédiate de l'identité de toutes les espèces rencontrées ; au préalable, il faut s'être sérieusement cultivé sur les familles et leurs caractéristiques, de façon à consulter son vade-mecum à bon escient. Sinon, on risque de n'y jamais trouver le spécimen cherché.

Armé de son "guide-âne" et d'une bonne connaissance de base dans l'art de s'en servir, le cueilleur néophyte s'astreindra à une observation rigoureuse de toutes les particularités anatomiques de la plante : la forme, la texture et la couleur d'un chapeau, d'un pied, la structure des lamelles, la morphologie d'un anneau, d'une cortine ou d'une armillière — tous détails qui permettent de faire un premier tri entre les espèces sûrement reconnues et les douteuses. Pour cet examen circonstancié, l'œil nu est souvent inadéquat, et il est conseillé de s'équiper d'une loupe portative ou d'un compte-fils. Le grossissement n'a pas besoin d'être considérable (10 à 20 fois), mais il faut un champ de vision de l'ordre de 2 à 3 cm. (L'opticien Lissac a sorti une loupe Lumagray à forme de microscope, grossissant 30 fois, avec éclairage incorporé (190 F), avantage intéressant dans les sous-bois où la pénombre pose souvent un problème).

Revenu chez lui, le mycologue amateur va travailler avec des outils plus élaborés, qui le rassureront sur sa première identification ou l'en déromperont. Le mycologue chevronné choisira, lui, parmi les flores<sup>(7)</sup> disponibles. *La flore analytique des champignons supérieurs*, de Roger Kühmer et Henri Romagnési, est encore, en France, le bréviaire en la matière ; mais c'est un guide ardu, à ne mettre qu'entre des mains vaillantes. Au mycologue



Trois amanites à bien distinguer : la tue-mouches (1), vénéneuse ; l'orange ou A. des Césars (2), excellent comestible ; et la phalloïde (3), mortelle.

moyen, il est proposé un choix d'atlas clairs et simples qui, même en réédition, restent d'actualité dans leurs descriptions ; malheureusement, si les champignons n'ont pas changé d'aspect ou de propriétés, ils ont souvent été rebaptisés et reclassés dans des familles différentes par des générations de botanistes — ce qui ôte de leur valeur aux livres déjà anciens non remis à jour... Il est important, en effet, pour se repérer dans les espèces, d'en apprendre la systématique, c'est-à-dire de connaître la classification cohérente de leurs caractères. Un exercice rébarbatif s'il en est, mais qui est la base scientifique indispensable du travail sur le terrain.

L'amateur risque d'être désorienté par les visions quelque peu divergentes offertes par les différents guides de champignons, le monde de la mycologie n'apparaissant pas toujours sous le même jour selon qu'on consulte tel ou tel auteur. Du moins aux yeux d'un non-initié, impressionné par des différences qui d'ailleurs peuvent n'être qu'apparentes. Il espérera peut-être s'y retrouver grâce au *Fichier analytique des champignons* de Jacques Montégut, professeur à l'Ecole nationale

supérieure d'horticulture de Versailles, et mis en forme par Jean Manuel. Ce fichier se présente maintenant sous deux versions : l'une, grand format, composée de trois coffrets carton contenant au total 1 600 fiches 16 × 24 et 200 intercalaires 18 × 24 (2 400 F) ; l'autre, petit format, dont les fiches 12 × 18 et intercalaires 14 × 18 sont imprimées recto/verso et présentées en deux coffrets carton (1 500 F). Malgré une baisse de prix méritoire, il nous est difficile de recommander cet achat, la dépense correspondant au prix de plusieurs très bonnes flores spécialisées, avec planches illustrées quasiment exhaustives, aux couleurs extrêmement

(4) Le Chevallier éditeur, deux volumes (250 F) : l'un d'eux sert de guide pendant la cueillette, l'autre peut être laissé dans la voiture et servir à des recherches plus approfondies.

(5) Bordas éditeur (62 F).

(6) Grind éditeur (25,65 F).

(7) Une flore est un ouvrage qui présente l'ensemble des espèces végétales d'une région ou d'un pays.



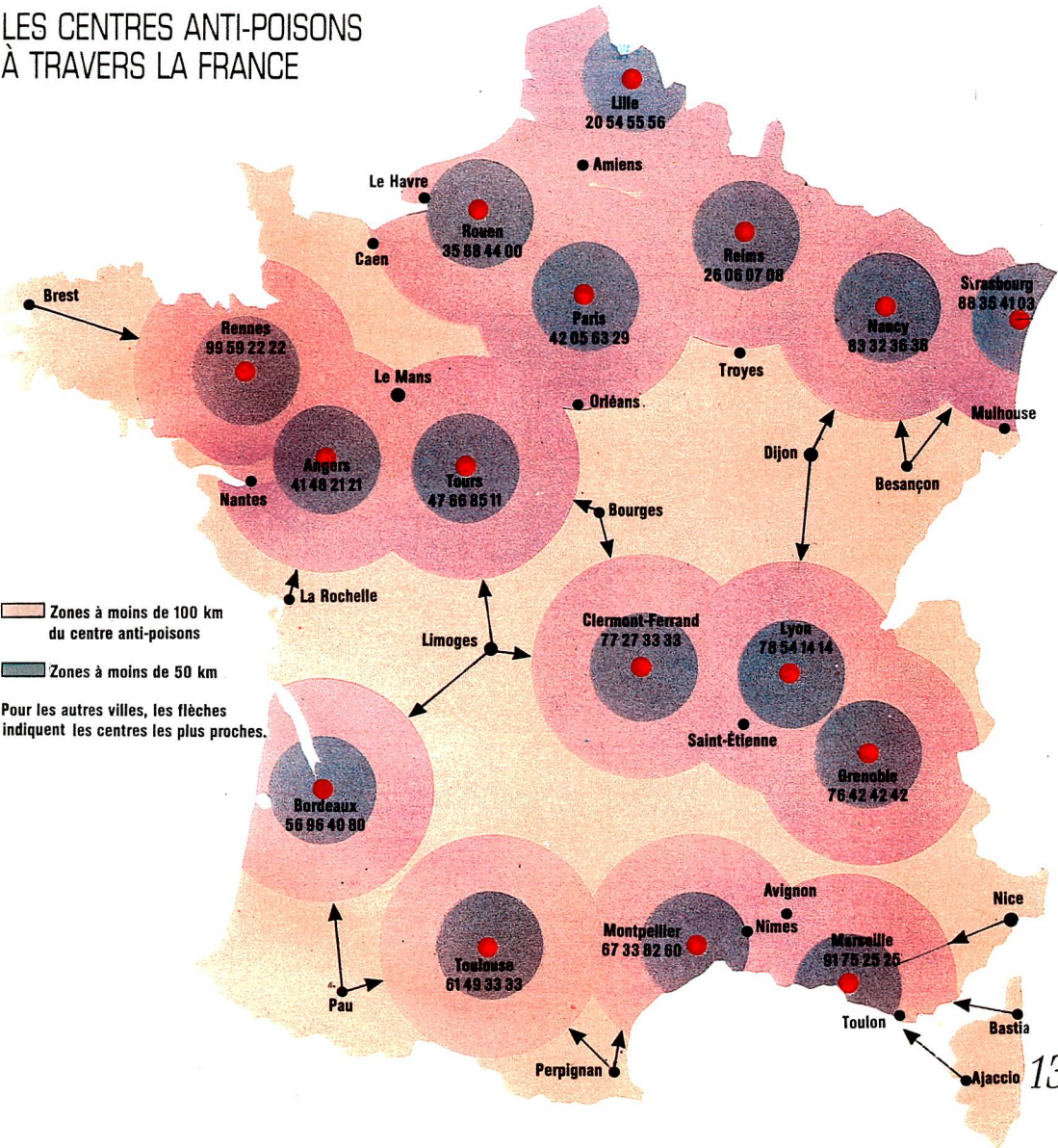
fidèles. Une tentative de fichier audio-visuel a encore été faite par Jacques Montégut, avec une cassette d'une durée de trois heures détaillant, fort bien au demeurant, 300 espèces de champignons avec télétextes et commentaires oraux. Le film est maintenant vendu à un prix raisonnable : 350 FHT plus une cassette gratuite d'explications (mais la projection finit par être fastidieuse).

Quel que soit le mode d'information utilisé pour répandre la science du champignon, il doit impérativement signaler les confusions possibles qu'entraîne l'aspect commun d'espèces différentes. Car beaucoup de champignons inoffensifs, même savoureux, ont des sosies parfois redoutables. Distinguer le bon du mauvais, sous des apparences pres-

que identiques, devient un savoir-faire obligatoire.

Un test d'identification à domicile facile à réaliser par l'amateur consiste à laisser pendant quelques heures le chapeau du champignon sur une feuille de papier blanc ou sur une plaque de verre, pour récolter la sporée : celle-ci livre, par sa couleur, une indication précieuse concernant la famille. Par exemple, rose pour le genre *Entoloma*, blanc pour l'amanite, ou noir pour le coprin. L'information obtenue à partir de la couleur doit cependant être complétée par d'autres données : la forme des structures (hyphes, cistides) et les spores composant la sporée. Tout cela n'est visible qu'au microscope, avec un grossissement de 500 à 750 fois pour les hyphes, les cistides et les poils marginaux, et de

## LES CENTRES ANTI-POISONS À TRAVERS LA FRANCE





plus de 1 000 fois pour les spores (voir **encadré p. 134-135**).

Mais, avant toute chose, l'amateur intéressé doit pratiquer un club mycologique. Grâce aux cotisations et à d'éventuelles subventions, de telles asso-

ciations peuvent se payer un matériel qui d'ordinaire dépasse les moyens d'un seul individu. Elles organisent des "sorties champignons" et des réunions hebdomadaires (généralement le lundi soir, le lendemain de la cueillette dominicale), ainsi que

## SIX QUESTIONS AUX

A tous les centres anti-poisons contactés, nous avons posé, accessoirement, cette question-piège : « Quelle est votre position vis-à-vis du protocole du Dr Bastien ? » Rappelons que le Dr Bastien s'est illustré en expérimentant sur lui la fiabilité du protocole portant son nom, qui consisterait à effacer les effets de l'amanite phalloïde au moyen de trois éléments indissociables (vitamine C, un désinfectant intestinal et un antibiotique). Dans leur ensemble, les

centres montrent une attitude réservée. Les réponses vont de l'"Assez intéressant" au "Si ça ne fait pas de bien, ça ne peut faire de mal", pour en arriver aux objections majeures : « Le Dr Bastien savait, pendant ses expériences, ce qu'il avait mangé et à quel moment. Or, la grande majorité des intoxiqués ignore, pendant un certain temps qui est parfois trop long, l'origine des troubles, alors que le délai d'intervention joue, dans ce cas, un rôle détermi-

nant. » Enfin, ajoutez-on : « En cas de défaillance hépatique majeure, le traitement du Dr Bastien est nuisible, voire dangereux... »

Il ressort de notre enquête que les intoxications par champignons ne représentent qu'une très faible partie des appels téléphoniques enregistrés par les centres : de 0,2 à moins de 1 %. Toutefois ces pourcentages peuvent considérablement augmenter (ce qui fut le cas en 1987), le nombre d'appels

CENTRE	Quel est le type d'intoxication le plus fréquent dans votre région et quels sont les champignons responsables ?	Quels sont les types d'intoxication les plus graves dans votre région et quels sont les champignons responsables ?	Comment procédez-vous avec vos correspondants ?	Intervenez-vous directement ? Assurez-vous le suivi des appels ?	Quel est le nombre de cas mortels signalés dans votre centre ou votre région pour les cinq dernières années, y compris 82 ?	Quelle conduite préconisez-vous au secouriste ou au patient dans l'immédiat ?
<b>PARIS</b> Dr Riboulet-Delmas	• Non précisé	Syndrome phalloïdien par • Amanite phalloïde	• Communications à l'échelon national : il est difficile de cerner les cas régionaux (1/4 des appels pour la province)	• Cas bénins : médecins de ville • Cas graves : SAMU	• 1981 : 6 décès • 1982 : 2 décès • Non précisés depuis	Variable suivant la symptomatologie
<b>ANGERS</b> Dr Harry	• 1 Inocybe • 3 Bolets • 1 Entolome livide • 8 Champ. des bois • 1 Russule (syndrome panthérinien) • 1 Amanite tue-mouches	Syndromes phalloïdiens par • 2 Amanites phalloïdes • 5 petites lépiotes	• 8 hospitalisations dont 2 en réanimation • Surveillance à domicile	• Cas graves : SAMU	• Aucun cas mortel en 1987	• Identifier rapidement le champignon • Décrire les signes cliniques
<b>BORDEAUX</b> Dr Favatel-Garrigues	• Syndromes gastro-intestinaux • Bolet satan • Entolome livide • Inocybes • Amanite tue-mouches	Syndromes phalloïdiens par • Amanite phalloïde • Lépiote helvéolée	• Hospitalisation en service réanimation pour les cas graves	• SMUR et SAMU	• Aucun identifié par le centre • Pour la région : inférieur à 5	• Technique d'évacuation gastrique • Pour les cas graves, évacuer rapidement sur service de réanimation
<b>CLERMONT-FERRAND</b> Dr Schaeffer	• Syndromes gastro-intestinaux • Agaric jaunissant (nombreux cas en 88)	Syndrome phalloïdien • Aucun cas • Cas particulier (suicide) à Montluçon	• Hospitalisation pour cas grave, mais aucun ne s'est présenté	• SAMU dans un rayon limité pour cas graves • Ambulance pour cas bénins (éventuellement)	• Pas de décès signalé	• Cas précoces : voir médecin ou hôpital le plus proche • Cas tardifs : SAMU • Recherche des déchets de champignons
<b>GRENOBLE</b> Dr Daniel	• Syndromes gastro-intestinaux Intoxications par • Entolome livide • Clitocybes blancs • Inocybe	Syndromes phalloïdiens par • Amanite phalloïde • Amanite vireuse • Petites lépiotes	• Hospitalisation pour cas grave • Lavage gastrique	• Décision d'hospitalisation • Réanimation dans le service	• Pas de décès signalé	• Evacuation gastrique pour les cas graves
<b>LILLE</b> Pr Furon	• Syndromes gastro-intestinaux • Champignons de pâture (enfants)	Syndrome phalloïdien	• Clé simplifiée pour réponses téléphoniques	Orientation sur structures hospitalières	• Non précisé	• Evacuation gastrique
<b>LYON</b> Dr Frantz	• Syndromes gastro-intestinaux	• Syndrome phalloïdien • Syndrome orellanien	• Hospitalisation pour les cas graves	• SAMU • Suivi des appels	• Inférieur à 5	• Vers avis médical
<b>MARSEILLE</b> Dr David	• Syndromes gastro-intestinaux • Bolet granulé (comestible, parfois toxique dans le Midi) • Clitocybe de l'olivier • Syndromes muscariniens • Inocybes • Clitocybes blancs	Syndromes phalloïdiens par • Amanite phalloïde • Amanite vireuse • Amanite printanière • Lépiote helvéolée	• Hospitalisation en service réanimation • Intercommunication avec les hôpitaux voisins	• Cas graves : intervention SAMU	• Aucun cas	• Pour les cas bénins, appeler le médecin habituel ou celui de garde • Pour les cas plus graves, provoquer les vomissements et appeler l'ambulance ou l'intervention SAMU



des expositions au moment de la grande poussée fongique. C'est la meilleure manière de s'initier à la mycologie.

D'autre part de nombreuses sociétés mycologiques publient des bulletins, fascicules et autres ou-

vrages qui sont, à divers niveaux, d'un grand intérêt pour le néophyte ou l'amateur éclairé. Ainsi, la Société mycologique du Nord a édité une *Clé de détermination macroscopique des champignons supérieurs des régions du nord de la France*, de

## CENTRES ANTI-POISONS

étant variable d'une année sur l'autre, saisonnier, et sujet aux conditions météorologiques.

Pour la majorité des appels, il s'agit des syndromes précoces à courte durée d'incubation, allant de moins d'une heure à 4 ou 6 h maximum ; ce sont des syndromes gastro-intestinaux, relativement bénins pour certaines espèces, mais qui deviennent plus sérieux pour d'autres, surtout s'ils se compliquent de troubles du système

nerveux.

Une minorité, malheureusement non négligeable, concerne les syndromes tardifs dont la durée d'incubation, supérieure à 6 h, peut aller jusqu'à 14 h. Il s'agit là des cas les plus graves, pouvant entraîner la mort : syndromes gyromitrien, orellanien et surtout phalloïdien (puisqu'il est responsable de 9/10 des cas mortels). A propos du syndrome orellanien, dont l'incubation peut durer de 2 à 16 jours, citons le cas où,

en 1987, 25 élèves-officiers de l'Ecole militaire de Saint-Cyr-Coëtquidan ont dû être hospitalisés à la suite de graves atteintes rénales (1) provoquées par l'ingestion de *Cortinarius orellanus*. La plupart des élèves-officiers sont actuellement sous hémodialyse et pour encore très longtemps... (2)

(1) Néphropathie tubulo-interstitielle.

(2) A ce sujet, voir l'ouvrage de René-Charles Azéma *Les réactions macrochimiques chez les cortinaires*, Billes éd.

CENTRE	Quel est le type d'intoxication le plus fréquent et quels sont les champignons responsables ?	Quels sont les types d'intoxication les plus graves dans votre région et quels sont les champignons responsables ?	Comment procédez-vous avec vos correspondants ?	Intervenez-vous directement ? Assurez-vous le suivi des appels ?	Quel est le nombre de cas mortels signalés dans votre centre ou votre région pour les cinq dernières années, y compris 82 ?	Quelle conduite préconisez-vous au secouriste ou au patient dans l'immédiat ?
<b>MONTPELLIER</b> Dr Passeron	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syndromes gastro-intestinaux</li> <li>• Bolet satan</li> <li>• Agaric jaunissant</li> </ul>	Syndromes phalloïdiens par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> <li>• Lépiote brun-incarnat</li> <li>• Lépiote heivéolée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins de 4 h après ingestion : cas relativement bénins</li> <li>• Hospitalisation pour cas grave (+ 6 h)</li> <li>• Formulaire réponse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervention SAMU</li> <li>• Appels répétés et informatisés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 cas en 5 ans dans la région</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lavage gastrique</li> <li>• Hydratation par perfusion intraveineuse</li> </ul>
<b>NANCY</b> Pr Lambert	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syndrome gastro-intestinal</li> <li>• Bolet satan</li> <li>• Lactaires</li> <li>• Clavaires</li> <li>• Entolome livide</li> </ul>	Syndrome phalloïdien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> <li>• 82 observations en 15 ans</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réanimation symptomatique</li> <li>• Nouveau protocole de traitement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervention SAMU ou SMUR dès suspicion d'intoxication par Amanite phalloïde</li> <li>• Suivi des appels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 décès en 1984</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les symptômes précoces, appeler le médecin traitant</li> <li>• Pour les syndromes tardifs, appeler le SAMU</li> </ul>
<b>REIMS</b> Dr Buffet	Syndrome phalloïdien par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> </ul>	Syndrome phalloïdien par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde (15 dossiers en 5 ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmis aux services compétents</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SAMU : Intervention rare (les intoxiqués se présentent spontanément ou par médecin traitant).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 décès (un enfant en 1983 pour hospitalisation tardive)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Appeler son médecin traitant pour troubles précoces.</li> <li>• Consultation immédiate pour symptômes phalloïdiens</li> <li>• Identification des déchets par pharmacien</li> </ul>
<b>RENNES</b> Dr Breurec	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syndromes gastro-intestinaux</li> </ul>	Syndromes phalloïdiens par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> <li>• Petites lépiotes</li> <li>• Syndrome orellanien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitalisation à proximité</li> <li>• Hospitalisation pour cas graves</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cas graves : SAMU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 décès à Brest</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médecin traitant pour cas bénins</li> <li>• Hospitalisation pour cas graves</li> </ul>
<b>ROUEN</b> Dr Droy	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxications rares en Normandie (quelques dizaines de cas en 50 ans)</li> </ul>	Syndrome phalloïdien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moins de 10 appels pour Amanite phalloïde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observation et traitement à l'hôpital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intervention SAMU</li> <li>• Suivi des appels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 décès dans le service</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evacuation digestive immédiate</li> <li>• Lavage gastrique à l'hôpital</li> <li>• Identification des restes</li> </ul>
<b>STRASBOURG</b> Dr Flesch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Syndromes gastro-intestinaux</li> <li>• Agaric jaunissant</li> </ul>	Syndromes phalloïdiens par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> <li>• Amanite vireuse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hospitalisation au service réanimation pour les cas graves</li> <li>• Consultation directe au service</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cas graves : éventuellement SAMU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aucun cas (un cas mortel dans le service, antérieur à cinq ans)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de conduite à dicter au secouriste, sinon d'appeler le médecin de famille ou venir au service</li> <li>• Pour les cas graves (plus de 6 à 14 h), intervention immédiate et SAMU</li> </ul>
<b>TOULOUSE</b> Dr Fabre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu d'appels</li> <li>• Syndromes gastro-intestinaux</li> <li>• Agaric puissant</li> <li>• Bolet satan</li> </ul>	Syndrome phalloïdien par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour les cas graves hospitalisation</li> <li>• Suivi assuré (appel téléphone et formulaire de réponse aux patients)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Surtout la région avec le SAMU pour les cas graves. Plus loin si nécessaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 décès (Amanite phalloïde)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir médecin</li> </ul>
<b>TOURS</b> Dr Autret	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non précisé</li> </ul>	Syndrome phalloïdien par <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amanite phalloïde</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non précisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cas bénins : médecin de ville</li> <li>• Cas graves : hôpital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non précisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variable suivant tableau clinique</li> </ul>



## MATÉRIEL POUR

Si le mycologue désire simplement limiter sa récolte à un petit nombre d'espèces comestibles bien identifiables, dont il a parfaitement en mémoire les caractères déterminants, ainsi que tou-

tes les possibilités de confusion avec d'autres espèces, il pourra les reconnaître par un examen macroscopique, autrement dit à l'œil nu. Mais les vrais curieux étendront leur champ d'investiga-

tion grâce aux loupes de poche (grossissement : 5 à 20 fois), très utiles sur le terrain pour déceler les traces d'une cortine, par exemple, et mieux, aux loupes binoculaires (grossissement : 10 à

ORIGINE	MARQUE	OBJECTIFS	OCULAIRES
FRANCE	Optico 412 Optico PCB 400 Optico Polaris 1005	Un : 50 Trois : 4 - 10 - 40 Trois : 10 - 20 - 40	× 15 × 6 × 12 × 15
	Lissac	Microscope de poche	—
URSS	Biolum S 11 Biolum S 11 Biolum P 15	Trois : 5 - 40 - 90 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> Trois : 5 - 40 - 90 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup> Trois : 5 - 40 - 90 <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>	× 7 × 15 <sup>(4)</sup> × 7 × 15 <sup>(4)</sup> × 7 × 15 <sup>(4)</sup>
	Paralux XSP58 Paralux L 900 Paralux PCB 1600 Paralux PCB 640+ Paralux PCB 640+ <sup>(4)</sup> Paralux XSP 18BS Paralux XSP 18B	Trois : 10 - 40 Trois : 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup> Trois : 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup> Deux : 10 - 40 <sup>(3)</sup> Deux : 10 - 40 <sup>(3)</sup> Trois : 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup> Trois : 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup>	× 5 × 10 × 15 × 6 × 10 × 16 <sup>(4)</sup> × 5 × 10 × 16 <sup>(4)</sup> × 5 × 10 × 16 × 5 × 10 × 16 <sup>(4)</sup> × 5 × 10 × 15 <sup>(4)</sup> (× 5) × 1,5 (10 ×) × 1,5 (16 ×) × 1,5 <sup>(4)</sup>
	Paralux TP 1	Loupe	Grand champ - Ø 32 mm.
RDA	Zeiss Iéna EDUVAL 4	Trois : 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup>	12,5
JAPON	Nikon SEOB	Quatre : 4 - 10 - 40 - 100 <sup>(1)</sup>	Non communiqué
	Leza	Loupe de poche	—
RFA	Comex	Loupe de table	—

(1) A immersion à huile.

(2) A monture souple.

(3) Tourelle 3 objectifs.

(4) Condenseur.

Régis Courtecuisse. Si elle ne se présente pas sous une forme très alléchante, elle n'en est pas moins un ouvrage de référence par sa logique et, surtout, par le grand nombre d'espèces décrites (1 500 environ) ; sa forme la prédestine à une exploitation informatique. Les logiciels d'identification assistée par ordinateur, eux, n'ont rencontré que des fortunes passagères, et le programme XPER, accessible par Minitel, a disparu. Cela dit, d'autres sont à l'étude, et la saison mycologique risque de voir pousser du "36 15 champignons" en quantité.

Les moyens d'éducation du public restent donc assez précaires, et il revient à l'amateur lui-même d'être un bon autodidacte. S'il n'y a pas, chez nous, plus d'accidents dus aux champignons, c'est que relativement peu de Français pratiquent le sport mycologique. En Pologne, où il est une passion nationale, les empoisonnements sont fréquents. Les Prs Privat et Andary, de la faculté de pharmacie de Montpellier, dans leur opuscule *Les intoxications par champignons — les espèces responsables, les symptômes, les substances toxiques, les traitements*, relèvent que le nombre des champignons dangereux est en fait limité. Cinq espèces sont réellement mortelles, une quinzaine provoquent des intoxications en général bénignes. Même des champignons comestibles peuvent induire des malaises, parfois spectaculaires, s'ils ne sont pas très frais, ou s'ils sont consommés crus ou bien en trop grande quantité. L'intoxication par des variétés comesti-

bles peut aussi venir de la contamination du champignon par des métaux lourds ou des pesticides. Certaines espèces saprophytes sont capables de concentrer le mercure, le cadmium et autres composés présents à l'état de traces dans le sol.

Notons aussi deux autres ouvrages issus des centres anti-poisons : *Comment reconnaître les champignons*, des Drs Didier et Maryse Lemay, de Lille <sup>(8)</sup> et *Intoxications par les champignons*, édition collective du centre de Toulouse <sup>(9)</sup>.

Si des troubles surviennent après la consommation de champignons, l'élément primordial à considérer est le temps écoulé entre leur ingestion et la première apparition des malaises. Quand cet intervalle se situe entre trente minutes et six heures, l'intoxication, aussi alarmantes qu'en soient les manifestations, est en général anodine. Quand le délai dépasse six à dix heures, le cas est grave et risque d'entraîner des syndromes tardifs qui peuvent — rarement, il est vrai — conduire à la mort. La plupart des empoisonnements fongiques débutent comme une quelconque indigestion : nausées, vomissements, diarrhée. Ne pas omettre, donc, de préciser au médecin qu'on a mangé des champignons, pour qu'il oriente les soins en conséquence.

Dans tous les cas, le premier réflexe est de téléphoner au centre anti-poisons de sa région et de lui communiquer toutes les indications pertinentes. Selon la gravité de la situation, ce service recommandera un médecin ou un hôpital, et éventuelle-



## PLUS CURIEUX

30 fois), qui offrent une vision stéréoscopique des détails du champignon. La connaissance s'affine avec le microscope. L'objectif à faible grossissement (50 à 200 fois suivant l'oculaire) permettra

d'étudier des organes tels que la cuticule, peau du chapeau. Un grossissement moyen (500 à 640 fois) donne accès aux structures de constitution : hyphes, cystides, poils marginaux. Enfin, le grossis-

sement fort (1 200 à 2 400 fois) — mais le prix l'est aussi — introduira l'amateur éclairé dans le micromonde des spores, dont la taille varie entre 2 et 30 millièmes de millimètre.

LIVRÉ AVEC	MONTURE	GROSSISSEMENT MAXIMUM	PRIX
— — —	Monoculaire Monoculaire Monoculaire	750 fois 800 fois 600 fois	840 F 5 300 F 450 F
Illuminateur	Monoculaire	30 fois	190 F
— Illuminateur Illuminateur	Monoculaire Monoculaire Binoculaire	1 350 fois 1 350 fois 1 350 fois	1 850 F 2 170 F 5 900 F
Platine ronde Platine carrée — — — Illuminateur Illuminateur	Monoculaire Monoculaire Monoculaire Monoculaire Monoculaire Monoculaire Binoculaire	600 fois 1 600 fois 1 600 fois 640 fois 640 fois 1 500 fois 2 400 fois	1 090 F 1 990 F 1 920 F 1 170 F 1 530 F 5 900 F 8 100 F
Platine ronde	Binoculaire	20 fois	1 500 F
Illuminateur - Micromètre	Binoculaire	1 250 fois	7 370 F
Non communiqué	Binoculaire	Non communiqué	8 302 F
—	Monoculaire	10 fois	270 F
—	Binoculaire	45 fois	2 000 F

ment, s'il a une liaison directe avec un bloc de réanimation, dépêchera une équipe du SMUR (Service médical d'urgence et de réanimation) ou du SAMU. Aujourd'hui, grâce à la rapidité des secours et aux progrès de la thérapeutique, on compte de moins en moins de morts par empoisonnement fongique. Les cas d'intoxication par les champignons ne représentent que 0,5 % des appels adressés aux centres anti-poisons (voir *encadré p. 132*).

Mais de nouveaux dangers semblent menacer les champignons et leurs adeptes humains. Nous avons déjà parlé de la pollution de certaines espèces qui ont la fâcheuse propriété de fixer les métaux lourds, délétères pour la santé de l'homme. Des laboratoires suisses constatent depuis des années la contamination des litières forestières à proximité de sites polluants, principalement industriels. Il en va de même de certains substrats de champignons de couche étudiés par Juste, de la station agronomique de Bordeaux. Encore qu'il faudrait ingurgiter par semaine plusieurs kilos de ces produits infectés pour en ressentir les effets toxiques. Joly, du laboratoire de cryptogamie du Muséum de Paris, signale une autre pollution, très probablement due aux pluies acides, qui a presque totalement dévasté la population des champignons des prés en Alsace.

Après la tragédie de Tchernobyl, la Commission

régionale indépendante d'information sur la radioactivité (CRII-RAD), organisme dont la vocation est de renseigner sur les conséquences des rayonnements ionisants, tirait la sonnette d'alarme. Le bolet à chair jaune, la chanterelle en tube et le bolet bai présenteraient des taux de radioactivité deux à trois fois supérieurs à ce qu'admettent les normes de la Communauté européenne. Les éléments incriminés pourraient être le césium 134 et le césium 137. Pourquoi cette évolution inquiétante plus de deux ans après l'événement ? La CRII-RAD (*Radioactivité et champignons*, par M. Rivasi - tome 104, fascicule 1 de la Société mycologique de France) donne une explication intéressante : le feuillage des arbres caducs, qui, au printemps 1986, avait protégé les champignons des poussières radioactives, est tombé en automne. Le nouveau tapis de feuilles contaminées s'est fondu à la couche superficielle de l'humus forestier, la litière, et aurait ainsi amené des concentrations exceptionnelles de ces matières dans les champignons. Certains spécialistes estiment ces informations alarmistes et attendent le regroupement des analyses faites par d'autres centres pour rendre un verdict définitif. Pour ce qui est de notre expérience personnelle, le plus grave danger que nous ayons jamais encouru dans nos expéditions mycologiques est celui de... la circulation automobile sur les routes qui mènent à nos terrains de cueillette !

Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget

(8) Edité par Bordas (84 F).

(9) Edité par l'Université Paul Sabatier de Toulouse.



# SCIENCE JEUX

## Pèse-lettres

PHYSIQUE AMUSANTE

*De tous les instruments de mesure, la balance reste de loin le plus sensible puisque l'incertitude relative atteint facilement  $10^{-8}$  avec du matériel de laboratoire ; une incertitude de  $10^{-8}$  peut apparaître quelque peu ésotérique à tous ceux dont la métrologie n'est pas le lot quotidien, et pourtant elle a un sens bien précis, quelle que soit la chose mesurée, qu'il s'agisse de longueurs, de poids ou de durées.*

**P**ar exemple, pour des longueurs,  $10^{-8}$  revient à évaluer 100 m au millième de millimètre près, ou 100 km au millimètre près : on imagine déjà un peu ce que cela représente comme précision. Et, puisque nous sommes dans les poids, donnons une comparaison plus amusante : une jeune personne de 50 décanewton (daN) qui monterait sur une balance ayant une sensibilité de  $10^{-8}$  verrait les derniers chiffres changer sans cesse, le poids d'une poussière tombant sur son bras suffisant à modifier le résultat affiché.

Toutefois, il est une distinction importante à bien faire de suite dès qu'il s'agit de pesée : la balance de l'épicier mesure des masses, celle de la salle de bains des poids ; d'ailleurs, seule la première est bien une balance, l'autre, dite pèse-personne, est un peson à ressort. Cette différence est importante, car elle recouvre deux notions physiques parfaitement distinctes, que l'usage a malheureusement confondues sous le même vocable

de "kilo". Faire la différence entre les deux notions est chose évidente pour l'ingénieur ; il en va tout autrement pour les écoliers qui sont censés faire un partage bien net entre les newtons et les kilogrammes. Donner le même nom à deux grandeurs physiques fondamentalement différentes a été une erreur majeure et qui semble se perpétuer indéfiniment ; car, pour le physicien, le kilo est une unité de masse, alors que, pour le reste de la population, c'est une unité de poids : une ambiguïté difficile à lever.

Tout le monde connaît pourtant l'apesanteur qui règne dans les capsules spatiales ; mais si les astronautes ont bien perdu leur poids, qu'ils retrouveront très diminué sur la Lune, ils n'ont pas perdu leur masse pour autant. Il en va de même pour les objets qui les entourent : il leur est toujours facile de lancer violemment une balle de tennis, mais ils auront toujours autant de mal à lancer avec une bonne vitesse un gros sac de pom-

mes de terre, même si celui-ci flotte librement autour d'eux.

Autrement dit, en apesanteur, il y a une chose qui disparaît, c'est la force qui tire tout objet vers le bas ; cette force, c'est le poids. Mais la masse de matière à déplacer n'a pas bougé d'un milligramme par rapport à ce qu'elle était sur terre. Cette masse, d'ailleurs, ne devient perceptible que quand il s'agit de la mouvoir, et elle est caractéristique de chaque objet.

D'une manière assez vague, mais intuitive pour les initiés, cette caractéristique se présente à nous comme exprimant la quantité de matière : la masse d'un corps homogène double en même temps que son volume, et la masse d'une réunion d'objets est la somme des masses des constituants.

Il en va de même pour les poids, ce qui a entraîné la confusion entre les deux, alors que le poids est une force due à l'attraction de la Terre. Pour un lieu donné, il est proportionnel à la masse du corps, mais il varie d'un point à un autre et selon l'altitude. De plus, tout le monde sait aujourd'hui qu'il est très réduit sur la Lune. En fait, la masse, elle, est un coefficient d'inertie : plus il est élevé, et plus, sous l'action d'une même cause de mise en mouvement, le corps considéré met de temps à acquérir une même vitesse.

Pour être précis, l'accélération "a" varie en raison inverse de la masse entraînée "m", et proportionnellement à la force agissante "F". Ce principe fondamental se traduit par l'équation  $F=m.a$ . Quand l'accélération agissante est celle, "g", de la pesanteur, on obtient  $F=m.g$ , F n'étant autre que le poids. Cette accélération varie très légèrement sur Terre d'un lieu à un autre ou selon l'altitude ; mais elle varie beaucoup d'une planète à une autre.

Le poids n'est donc pas une constante physique d'un corps donné, contrairement à la masse. Mais, au niveau du sol, et du fait de la pesanteur, tout mouvement à donner à un objet demande d'abord de le soulever : il faut donc vaincre non seulement l'inertie de cet objet, mais en plus son poids. Comme les deux augmentent en même temps, on les a longtemps confondus.

La masse s'exprime en kilogram-



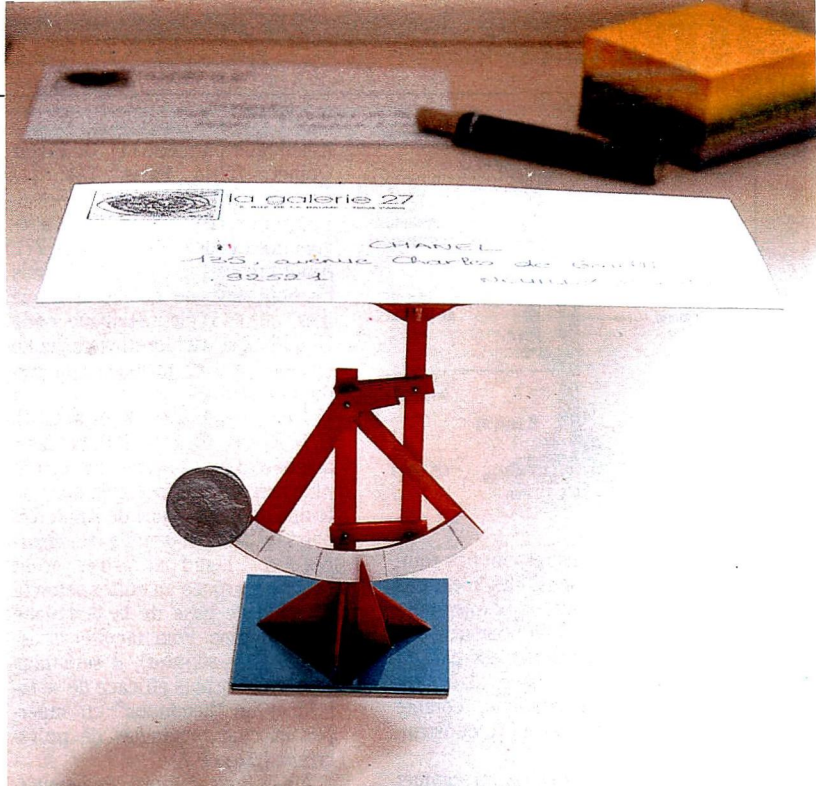
mes, le poids en newtons (le newton est la force qui communique une accélération de  $1 \text{ m/s}^2$  à une masse de  $1 \text{ kg}$ ). En pratique, on utilisera plutôt le decanewton, assez proche de l'unité périmée — et interdite — du "kg-poids". Reste alors que les instruments de mesure peuvent déterminer deux choses : soit le poids, par exemple par déformation d'un ressort; soit la masse, par comparaison avec des masses étalonnées.

L'instrument comparatif, c'est justement la balance. On en connaît le principe : deux plateaux suspendus à chaque extrémité d'une tige accrochée au plafond par le milieu. Quand les charges placées dans les plateaux sont telles que la tige reste horizontale, on considère qu'elles ont même poids, et donc même masse ; bien entendu, on a mis dans un plateau des masses repères, et dans l'autre, l'objet à mesurer.

Ce schéma, vérifié par des siècles d'expérience, est juste ; son interprétation relève de la composition des forces et des bras de levier, avec pour base l'équation fondamentale de la dynamique  $F = m \cdot a$ . On constate, et on démontre sans grande difficulté, que deux forces égales appliquées aux deux extrémités d'une tige, dite fléau, posée ou suspendue par son milieu, laissent la tige parallèle au sol.

Nous n'insisterons pas sur l'aspect théorique de la question — elle figure dans tout manuel élémentaire de mécanique de l'enseignement secondaire —, mais plus sur le côté pratique. Pour commencer, il faut que le fléau soit bien posé, juste sur son milieu, ce qui n'est pas facile à réaliser. Il faut ensuite que les deux bras ainsi délimités aient exactement même masse, ce qui n'est pas plus facile à obtenir ; reste enfin à ce qu'il soit rigide pour ne pas plier quand on charge les plateaux, ce qui fausse-rait toute la mesure.

Fabriquer une balance de bonne précision est finalement tout un art, d'autant plus qu'on lui demande trois qualités essentielles : justesse, fidélité, sensibilité. Une balance est juste quand les résultats qu'elle donne le sont, ce qui suppose que les bras aient exactement même longueur ; c'est là chose pratiquement impossible à obtenir, d'où le recours à la double pesée.



Notre balance donnera la masse (distincte du poids !) de petits objets.

La même balance est fidèle quand elle donne toujours des résultats identiques, et elle est sensible quand la moindre surcharge déplace le fléau.

Une fois réunies toutes ces qualités, il reste à tenir compte : de la poussée d'Archimède, égale au poids du volume d'air déplacé par le corps ; des courants d'air qui vont remuer les plateaux ; des changements de température qui amènent des dilatations de toutes les parties métalliques ; et des éventuelles attractions, ou répulsions, électrostatiques ou magnétiques. La pesée de grande précision, vu la sensibilité des balances de laboratoire, n'est pas chose aisée.

Pour des usages plus courants et moins exigeants, il y a des balances à fléau composé, à bras inégaux, automatiques, des pesons

pour les petites charges et des bascules pour les grosses. Notre expérience de ce mois portera sur le peson de gravité à tangente — qu'il ne faut pas confondre avec les pesons à ressort —, qui sert le plus souvent de pese-lettres.

Il s'agit d'un levier coudé, mobile autour d'un axe horizontal et disposé de telle façon que, dans sa position d'équilibre à vide, le bras le plus court qui portera le plateau soit horizontal ; le centre de gravité est alors sur la verticale de l'axe. Quand on pose un objet sur le plateau, le levier bascule jusqu'à une nouvelle position d'équilibre, due au couple de rappel du centre de gravité qui a été écarté de la verticale de l'axe.

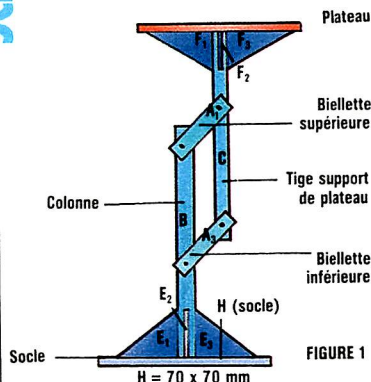
On démontre que l'angle  $\beta$ , dont a basculé le levier, est tel que  $\tan \beta = kM$ , "M" étant la masse de l'objet et "k", une constante de l'appareil ne dépendant que de la configuration et de la masse du levier. Le grand bras du peson porte alors une aiguille indicatrice qui se déplacera devant un cadran gradué marquant les différentes masses correspondant aux différentes valeurs de l'angle  $\beta$ .

Mais, du fait que la masse est liée à la tangente de cet angle  $\beta$  — d'où le nom de peson à tangente

## AU LECTEUR

Des impératifs rédactionnels nous obligent à réduire le nombre de pages réservés aux jeux dans *Science & Vie*. Aussi ne trouverez-vous plus dans nos colonnes la rubrique Le "micro" de l'ingénieur. Par ailleurs, les rubriques Informatique amusante et Informatique pratique vous seront proposées un mois sur deux, alternativement.





—, les gradations ne sont pas équidistantes et la sensibilité n'est pas constante (elle est deux fois moindre pour  $\beta = 45^\circ$  que pour  $\alpha$  voisin de zéro). Ce peson n'est pas un instrument de précision, mais c'est un instrument pratique, comme nous allons le voir en le construisant.

Ici, le plateau est fixé au sommet d'une colonne verticale, elle-même rendue solidaire d'un secteur gradué mobile par l'intermédiaire d'un parallélogramme déformable ; sa fonction est de maintenir verticale la colonne qui supporte le plateau. Un contre-poids (constitué par des pièces de monnaie) sera collé sur le secteur gradué et réglé de telle façon que le rayon de gauche de ce secteur soit vertical lorsque le plateau est vide. Un index fixe devant lequel défilent les gradations du cadran sert de repère de lecture.

Le matériel nécessaire à la construction se réduit au polystyrène choc en feuille de 2 mm d'épaisseur ; on peut le trouver, directement ou par correspondance, chez

Adam-Montparnasse (11, Bd Edgar Quinet, 75014 Paris. Tél: (1) 43 20 68 53) ou chez Pierron-Entreprise (BP 609, 57206 Sarreguemines cedex. Tél: 87 95 14 77). Ajoutons les ingrédients habituels du hobbystyrène de Pierre Courbier: cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast et trichloréthylène, colle cyanacrylate et quelques épingles de bureau.

Toutes les pièces —  $A_1$  à  $A_4$ , B, C, D, E,  $E_1$  à  $E_4$ ,  $F_1$  à  $F_4$ , G, H, I et les 4 arrêts d'axes — seront tracées le plus précisément possible sur une feuille de polystyrène de 2 mm d'épaisseur aux cotes indiquées **figures 1 & 2**. Leurs périmètres seront ensuite marqués au cutter selon le principe de base de la technique hobbystyrène. Pour faciliter la découpe (par rupture), il sera plus commode et plus efficace de se fabriquer un "découpoir" en superposant cinq rectangles de polystyrène (**figure 7**).

Ainsi, pour rompre les languettes de faible largeur, il suffira de les emprisonner dans la rainure ; leur rupture sera franche sur toute la longueur. Toutefois, avant de les rompre, il faut supprimer les bourrelets qui se forment de chaque côté du sillon creusé par la lame du cutter, en les râclant avec une lame droite, faute de quoi la languette pénétrerait mal dans la rainure du découpoir et, par la suite, les rebords gêneraient la rotation libre des articulations.

Le plateau sera découpé selon la technique du compas de découpe bien connue de nos lecteurs — cette méthode est également décrite dans l'ouvrage *La Physique amusante*, disponible à nos bu-

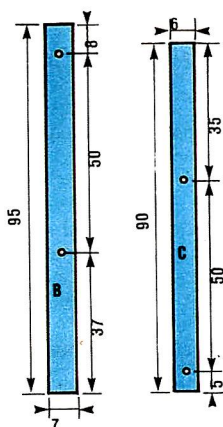
reaux pour 75 F. Les tranches des pièces dégagées seront ensuite passées au papier abrasif. Le tracé du cadran se fera en suivant le plan donné **figure 5**. Il est souhaitable de le tracer sur un calque et de le reporter sur les deux faces de la feuille de polystyrène.

En effet, afin de faciliter l'enlèvement de l'évidement, il est préférable de marquer les deux faces au cutter; le marquage des arcs de cercle se fera également avec un compas de découpe, à partir du centre, sur les deux côtés de la feuille de polystyrène. L'extraction de la pièce terminée, on en poncera les tranches avant de coller sur sa face avant une portion de couronne découpée dans du bristol blanc. Ceux qui auraient des difficultés à réaliser cette pièce en polystyrène comportant un évidement peuvent aussi bien la découper au cutter dans du carton fort.

Les figures 3 et 4 montrent le détail des articulations du parallélogramme déformable. Les axes sont constitués par de simples épingles enfoncées à chaud ; cette solution n'est certes pas la meilleure, mais elle a l'avantage de pouvoir être mise en œuvre avec des moyens limités. Il est bien préférable, pour ceux qui disposent d'une perceuse, de forer des trous de 1 mm et d'utiliser comme axes des morceaux de corde à piano du même diamètre ; ils seront alors maintenus de part et d'autre de l'articulation par huit arrêts d'axes.

Mais, quelle que soit la solution retenue, il faut que tous les paliers soient alignés et que les entr'axes aient la même valeur. C'est pourquoi on assemblera, en les super-

Socle —  **FIGURE 1**



**FIGURE 2**

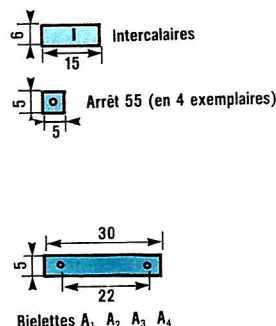
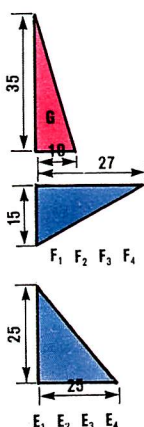
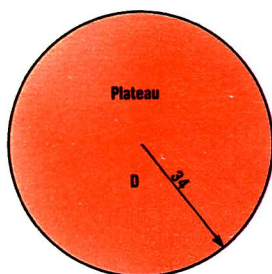


FIGURE 3

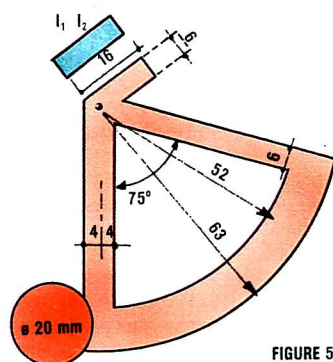
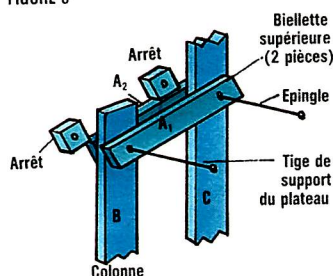


FIGURE 5

posant provisoirement avec du ruban adhésif, les biellettes, les pièces B et C, le cadran et les deux intercalaires — pièces 1 — avant de les percer. Et lors du perçage, on s'assurera que l'épingle (ou le foret) est vertical.

Avec de nouvelles épingles propres — celles qui ont servi à percer sont recouvertes de plastique fondu —, on constituera les axes que l'on arrêtera avec des petits carrés de 5x5 mm préperçés avec une épingle chauffée; ces arrêts d'axe seront disposés de telle façon qu'ils maintiennent très légèrement l'articulation afin d'empêcher un excès de jeu latéral.

On assemblera alors le socle et la colonne ainsi équipée, maintenue par les quatre équerres  $E_1$  à  $E_4$ , et, selon le même principe, le plateau D et ses quatre équerres  $F_1$  à  $F_4$  sur la tige C — figures 1 et 6. Il restera à fixer le cadran en intercalant les deux pièces  $I_1$  et  $I_2$  (figure 6), destinées à l'empêcher d'accrocher les biellettes inférieures lors de son débattement.

Le contre-poids du cadran sera

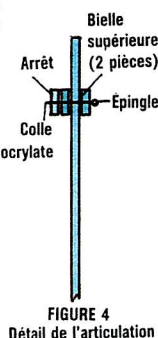
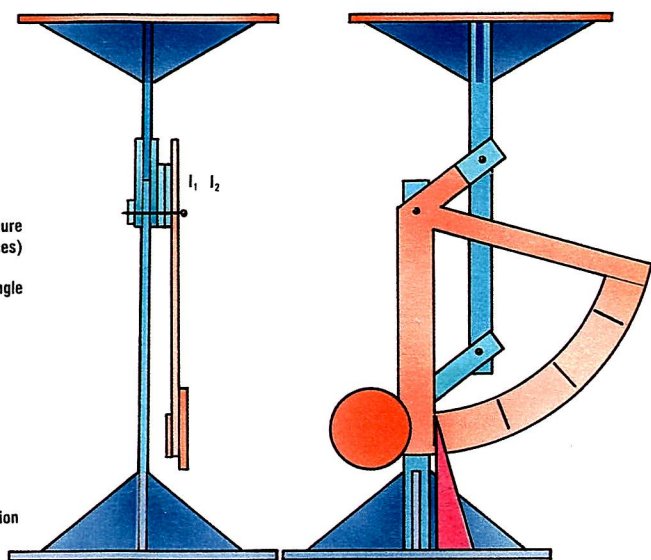
FIGURE 4  
Détail de l'articulation

FIGURE 6

constitué par des pièces de monnaie collées (cyanocrylate) de part et d'autre de son extrémité gauche. Eventuellement, on ajustera le contre-poids en ajoutant du fil de soudure enroulé, jusqu'à ce que la partie gauche du cadran soit parallèle à la colonne A. On disposera alors la pièce G (figure 6), une équerre dont la verticale sert de repère fixe.

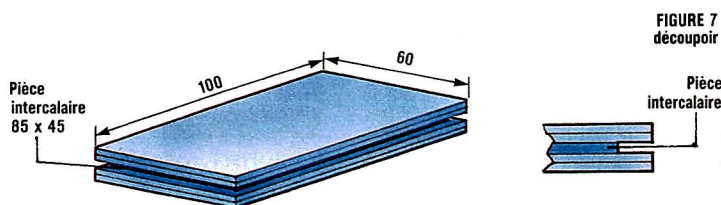
Avant d'immobiliser les arrêts d'axes par une très légère instillation de colle cyanocrylate, on vérifiera encore une fois la parfaite liberté des articulations. On coupera ensuite avec des pinces la partie dépassante des épingles et on mettra un peu d'huile sur les axes.

Il s'agit maintenant de tracer les graduations sur le cadran du pèse-lettres. La première des précautions à prendre est de poser l'instrument sur une surface horizontale; après quoi, on tracera un trait sur le cadran mobile en face du repère fixe — pièce G — et on s'assurera que, lorsqu'on donne une légère impulsion au plateau, la graduation 0 revient se placer devant le repère fixe.

Ensuite, il sera nécessaire de disposer, soit d'une autre balance (ou d'un autre pèse-lettres), soit de poids de 5, 10 et 20 grammes. Dans le premier cas, on créera des masses équivalentes (carrés de papier remplis de sel de cuisine) et on les reportera sur le plateau de notre pèse-lettres; dans le second, on utilisera directement les poids. A chaque fois, on tracera un trait sur le cadran correspondant à la masse pesée, et on vérifiera que la graduation correspondante se présente à nouveau en face du repère lorsqu'on enlève et remet le poids.

C'est alors que l'on constatera que la fidélité de notre appareil n'est pas parfaite et que, si l'on souhaite l'améliorer, il est nécessaire de changer de technologie, d'utiliser du métal et de relever la précision de la construction. L'idéal consiste à faire reposer les articulations sur des couteaux en acier. Telle qu'elle est, notre construction est parfaitement utilisable, mais elle permet aussi de constater qu'il n'y a pas de précision sans une longue patience.

Renaud de La Taille







1. Le Sagittaire "centaure".

## La théière céleste

JOURNAL DE L'ASTRONOME

**N**ous voilà au point culminant de l'opposition martienne. C'est en effet vers la fin du mois que la planète sera au plus près de la Terre et que les conditions d'observation seront les plus favorables.

Mars va donc être au centre de nos préoccupations. Mais, comme nous en avons déjà longuement parlé, on peut légitimement supposer que chacun est maintenant en possession des éléments nécessaires pour ne pas rater cet "événement" (les nouveaux lecteurs se reporteront aux numéros de *Science & Vie* de juin, juillet et août). Comme d'habitude, cependant, nous publions sous forme de tableau les configurations martiennes visibles en fonction de la date (**tableau 1**).

**La théière céleste.** En dehors de Mars, nous vous proposons ce mois-ci l'étude d'une constellation zodiacale qui renferme des objets parmi les plus beaux du ciel : le

Sagittaire. C'est peu dire que les constellations sont un assemblage arbitraire d'étoiles, dû à la seule imagination de l'homme, qui voit, selon les peuples ou les époques, des figures complètement différentes pour le même ensemble. Le Sagittaire est un brillant exemple de cela.

Situé en pleine Voie lactée, il est surtout visible pendant les soirées d'automne sur l'horizon sud. On le reconnaît aux cinq étoiles qui dessinent un arc et qui sont situées à environ 25 degrés à l'est d'Antares, la belle étoile rouge du Scorpion. C'est certainement cette forme qui incita les peuples antiques à y voir d'abord un archet géant. Plus tard, chez les Grecs, l'archet se transforma en Centaure, cet être mythique moitié homme moitié cheval, mais tirant toujours à l'arc en direction de la constellation du Scorpion (**figure 1**). Ainsi, au fil des siècles, le Sagittaire a été identifié au symbole tribal de l'arc de Manassé par les

Hébreux, à l'évangéliste Matthieu par les chrétiens ; quant aux Arabes, ils y virent un troupeau d'autruches en train de boire à l'abreuvoir ! De nos jours, c'est encore l'image du Centaure qui prévaut, mais avec une variante anglo-saxonne, puisque nos voisins d'outre-Manche, et même d'outre-Atlantique, voient dans la constellation du Sagittaire une théière ! Avouons que, pour une fois, cette figure est plus réaliste qu'un Centaure (**figure 2**).

**Le centre galactique.** Cette vaste constellation de 867 degrés carrés doit d'abord être explorée aux jumelles. Située en pleine Voie lactée, elle offre à l'observateur des champs stellaires extraordinairement riches, découpés par les volutes d'immenses nébuleuses obscures. Ce coussin d'étoiles est piqué d'un grand nombre de nébuleuses brillantes et d'amas globulaires, dont une part importante est observable avec des instruments d'amateurs.

Ce fourmillement s'explique par le fait que le centre de notre Galaxie est dans la direction du Sagittaire. Si d'énormes nuages de poussières ne s'interposaient pas entre ce centre et nous, la région du Sagittaire resplendirait certainement d'une clarté comparable à celle de la Lune !

Comme la constellation s'étend entre la déclinaison 15° et 45° nord, elle est relativement basse sur l'horizon sous nos latitudes. La meilleure période pour l'observer, est donc théoriquement celle de son passage au méridien sud, à savoir le mois d'août. Mais l'application de l'heure d'été et la durée du crépuscule qui en découle ne permettent son observation que tard dans la nuit. En fait, c'est plutôt en septembre, environ une heure et demie après le coucher du Soleil, qu'on aura le plus de chances d'explorer le Sagittaire.

**L'embarras du choix.** Le nombre de nébuleuses, d'amas, de galaxies d'étoiles doubles observables par l'amateur est tel, que, pour une fois, nous avons l'embarras du choix. Il nous faut donc faire une sélection !

Cette rubrique s'adressant principalement aux débutants, nous retiendrons les objets les plus remarquables mentionnés au catalogue de Messier (\*). Cet astronome du

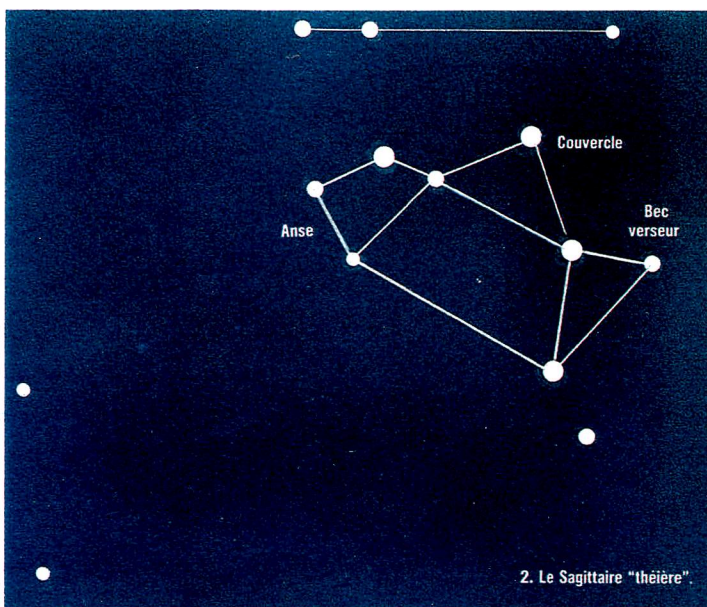


XVIII<sup>e</sup> siècle fit la liste des objets "nébuleux" brillants qu'il risquait de confondre avec des comètes. Mais, comme il utilisait une lunette de faible diamètre, son catalogue constitue en fait un véritable programme d'observation pour amateur. Sur les 104 objets du catalogue Messier, une quinzaine concerne le Sagittaire !

D'abord, M17, une nébuleuse gazeuse également appelée Oméga. Occupant un volume de 30 années lumière de diamètre, sa masse équivaut à 1 500 fois celle du Soleil. Composée d'hydrogène, sa température moyenne est de 8 500 °C et la lumière qui nous parvient d'Oméga a voyagé 5 200 ans ! Cet objet est situé au nord de la constellation, au-dessus de l'étoile Mu, qui constitue l'extrémité de l'arc (figure 3). La nébuleuse est perceptible dans une petite paire de jumelles. Au télescope, on distingue sa forme générale qui ressemble à la lettre grecque oméga qui lui a donné son nom.

Tout à côté de M17, vers le sud-est, M18, un amas ouvert d'une douzaine d'étoiles. Se trouvant dans une zone où l'absorption due aux poussières interstellaires est très forte, sa luminosité est considérablement réduite. Plus au sud-est encore, on arrive à M24, amas ouvert similaire au précédent, quoiqu'un peu plus fourni (une cinquantaine d'étoiles).

De part et d'autre de M24 se trouvent deux autres amas ou-



2. Le Sagittaire "thière".

verts : M23 et M25. A une distance moyenne de 1 800 années lumière, ce dernier est en pleine Voie lactée. De ce fait, il est difficile à identifier malgré les 50 étoiles qu'il regroupe. A contrario, M23, souvent délaissé par les amateurs, est facilement observable et digne d'intérêt. Au télescope, on remarquera son centre relativement serré, tandis que les étoiles de la périphérie se dissolvent peu à peu dans le reste du champ. La présence d'étoiles géantes bleues très lumineu-

ses l'a fait surnommer la "poignée scintillante de bijoux".

En continuant notre descente vers le sud, au tiers de la distance Mu-Gamma, on verra M20, objet universellement connu sous le nom de nébuleuse Trifide, qu'il tire de sa forme en trèfle. Si une paire de jumelles permet de le localiser, il n'y a qu'un télescope de 100 millimètres ou plus qui en révèle véritablement toute la beauté. Ce sont des nébuleuses obscures situées entre nous et la masse principale qui lui donnent cet aspect remarquable.

Le nuage d'hydrogène constituant le Trifide doit sa luminosité à des étoiles supergéantes très chaudes qui, plongées en son sein, rayonnent fortement en ultraviolet. Au nord-ouest de M21, un petit amas ouvert compact mérite aussi un détour, même si, avec sa soixantaine d'étoiles âgées de 12 millions d'années, il se trouve malheureusement sur un fond stellaire très dense qui en gêne le repérage.

Si nous poursuivons toujours plus au sud pendant 2° environ, nous rencontrons M8, l'un des objets les plus célèbres du catalogue Messier, connu sous le nom que lui a donné Miss Agnès Clerke : la nébuleuse de la Lagune (*Lagoon Nebula* en anglais). L'amateur est généralement surpris par la richesse de l'objet. Un simple télescope de

## LES DÉTAILS VISIBLES SUR MARS

Date	Heure légale	LMC (°)	Zone
5 septembre 88	23.00	16°	Sinus Meridianis
10 septembre 88	23.00	332°	Sinus Sabaeus
15 septembre 88	23.00	287°	Syrty Major
20 septembre 88	23.00	243°	Mare Tyrrhénium
25 septembre 88	22.00	199°	Trivium Charontis
30 septembre 88	22.00	155°	Mare Sirenum

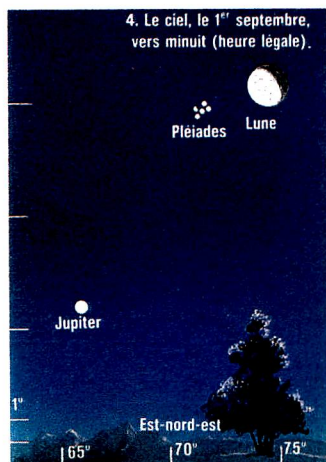
\* LMC : Longitude du méridien central

Ce tableau indique pour une date donnée la principale configuration martienne visible, c'est-à-dire celle qui se trouve à ce moment-là au méridien central de la planète. Pour connaître les détails visibles à une autre heure et une autre date, on retranchera à la longitude du méridien central, indiquée pour la date précédente la plus proche, 9° par jour, puis on ajoutera 14,6° par heure. La nouvelle longitude obtenue permettra d'identifier les détails visibles sur une carte martienne.

Exemple : soit à calculer la LMC pour le 23 septembre à 0 h.

- LMC du 20 : 243°
- Différence du 20 au 23 :  $3 \times 9^\circ = 27^\circ$
- Différence entre 23 et 0 heure :  $14,6^\circ \times 1 = 14,6^\circ$
- LMC le 23 à 0 h :  $243 - 27 + 14,6 = 230,6^\circ$
- La carte indique pour cette longitude Hesperia.





115 millimètres fait apparaître les deux nébulosités d'intensités différentes séparées par une barre sombre, un peu comme un chenal dans une lagune. C'est une étoile, 9 Sgr, bleue et chaude, qui, par son rayonnement, excite l'hydrogène, le rendant ainsi lumineux. La masse de la nébuleuse, estimée à 1 000 fois celle du Soleil, est le siège permanent de la création d'étoiles géantes. La Lagune "vogue" à environ 4 000 années lumière.

Pour rejoindre l'amas globulaire

M28, il nous faut maintenant partir vers l'est. Le mieux est de repérer l'étoile Lambda, celle qui constitue le sommet du couvercle de la "théière". M28 s'y trouve à un demi-degré au nord-ouest, soit le diamètre de la pleine Lune. C'est le premier amas de ce type que nous rencontrons dans notre promenade céleste. On le distingue facilement avec une paire de jumelles, mais il conserve un aspect stellaire. Il faut donc utiliser une petite lunette et un grossissement de 50 à 60 fois pour percevoir une tache floue, et un télescope plus puissant pour voir qu'il s'agit d'une forte concentration d'étoiles (plusieurs milliers dans un diamètre de 60 années lumière), qui gravite autour de notre galaxie à plus de 15 000 années lumière.

Dans la même région, à 2 degrés vers l'est, les jumelles permettent de repérer un des amas globulaires les plus intéressants, mais il faut un télescope pour jouir du spectacle grandiose de cette fleur cosmique : près de 6 millions d'étoiles se bousculent dans un espace aussi restreint que celui de M28. Malgré sa beauté, il ne porte que son nom de catalogue : M22.

L'étape suivante partira d'Epsilon, la base du "bec verseur" de

notre théière. En nous dirigeant d'Epsilon vers Dzêta, la base de l'"anse", nous rencontrons trois amas globulaires qui se ressemblent : M69, M70, et M54. De petites dimensions, environ 4 minutes d'arc en moyenne, leur luminosité est de magnitude 7,5. Bas sur l'horizon, il faut un télescope de 100 millimètres au moins pour les repérer ; on utilisera un grossissement d'une centaine de fois pour les observer.

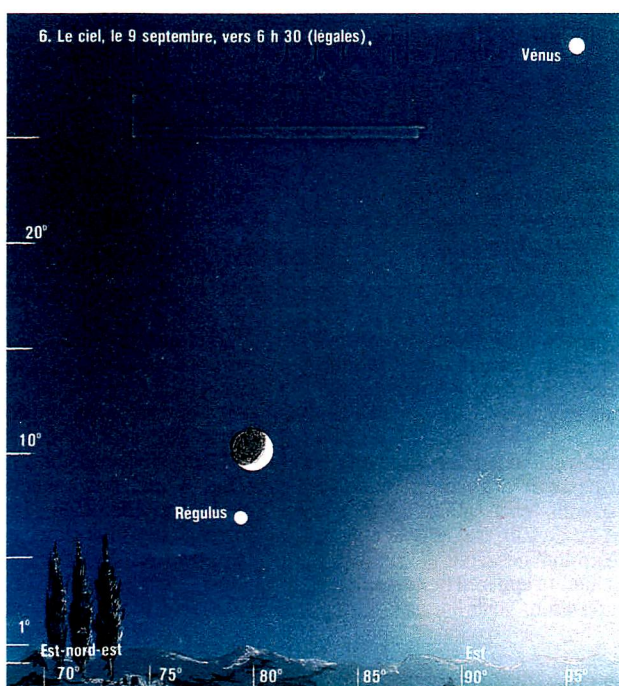
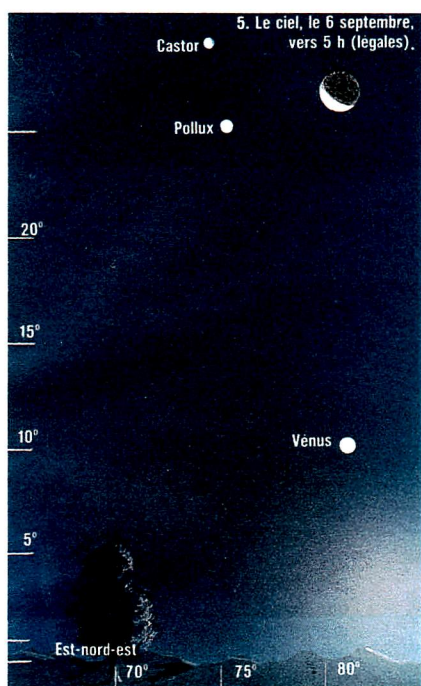
Notre voyage se termine avec deux objets situés à l'est de la constellation. Une carte permettra de les localiser. Le premier, M55, est jugé comme aussi joli que M13 d'Hercule par certains amateurs situés dans des régions plus australes de notre planète. En France, où le Sagittaire est, hélas, toujours bas sur l'horizon, il est difficile d'en dire autant. Mais le repérage de M55 est tout de même possible aux jumelles, et un télescope de 115 mm permet de séparer plusieurs composantes de cet amas globulaire, dont la caractéristique est d'être assez peu serré. Un grossissement de 80 à 100 fois est conseillé pour le contempler, ainsi que M75, le dernier de la constellation. Celui-ci est le plus éloigné du catalogue Messier. A plus de 80 000 années lumière, il est d'un aspect presque parfaitement circulaire et conserve l'allure d'une étoile, alors que ce sont plusieurs dizaines de milliers de celles-ci qui le composent.

Nous arrêtons là notre exploration. Mais, muni d'un bon atlas et d'un catalogue, l'amateur pourra observer bien d'autres objets dans cette merveilleuse constellation. Un dernier conseil : si vous avez l'occasion de voyager dans des pays plus bas en latitude, le Sagittaire sera bien plus haut dans le ciel et donc plus visible. Dans ce cas n'oubliez surtout pas d'emporter votre instrument d'observation.

**Les autres spectacles du mois.** Si le ciel le permet, les amateurs ne chômeront pas au mois de septembre. Le ballet de la Lune et des planètes ne nous offre pas moins d'une demi-douzaine de conjonctions et rapprochements !

Dans la nuit du 1<sup>er</sup> au 2, aux alentours de minuit, la Lune sera à proximité de l'amas des Pléiades, et sans occultation, comme le mois dernier ; cette fois-ci, ce sont les





Américains qui pourront voir ce phénomène. Jupiter assistera depuis l'horizon est-nord-est à ce rapprochement (*figure 4*).

Le 6 au matin (*figure 5*), un fin croissant de Lune sera en conjonction avec Vénus, tandis que, plus au nord, Castor et Pollux, les deux étoiles de la constellation des Gémeaux, brilleront de tous leurs feux.

Trois jours plus tard, le 9 vers 6 h 30 (heure légale), on s'aidera des jumelles pour repérer, bas sur l'horizon est, un très mince crois-

sant de Lune, presque "collé" à Régulus du Lion. Vénus se trouvera alors à une vingtaine de degrés au-dessus du couple. Un beau spectacle qui méritera une photo, en raison de la minceur du croissant, à 48 heures de la nouvelle Lune (*figure 6*).

Le 13, cette fois-ci deux jours après la nouvelle Lune, un autre mince croissant sera peut-être visible tout juste après le coucher du Soleil, vers l'ouest (*Figure 7*). Il sera encadré par Spica de la Vierge et la planète Mercure. Si vos lunettes ont un grand champ de vision,

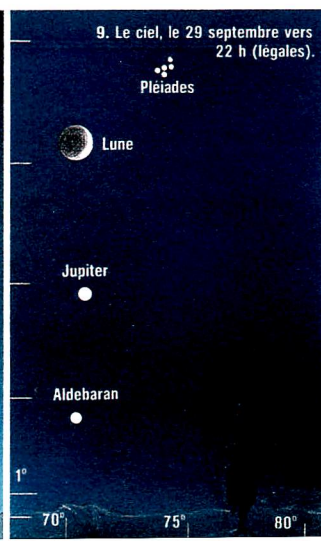
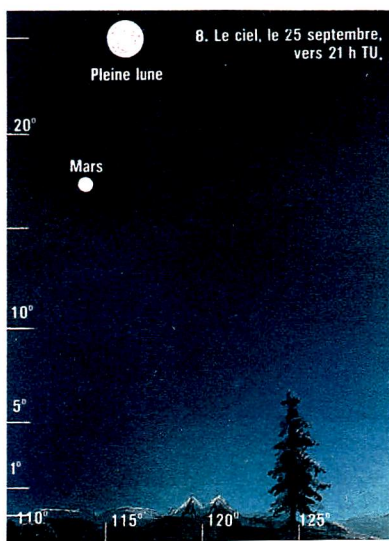
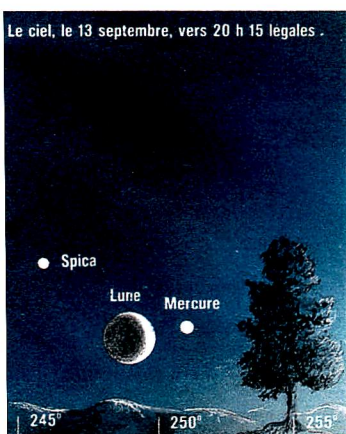
les trois astres seront visibles en même temps.

Mars n'est pas oublié par la Lune qui sera en conjonction avec la planète vedette, le 25 vers 21 heures (*figure 8*).

Enfin, le mois se terminera avec un rassemblement Lune, Jupiter, Aldébaran, Pléiades (*figure 9*). Un spectacle à ne pas manquer dans la soirée du 29 !

**Yves Delaye**

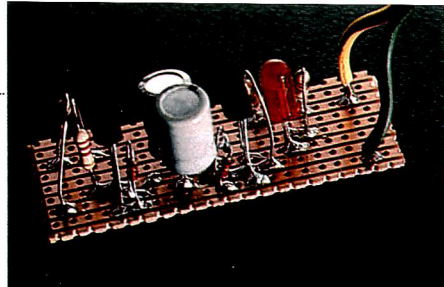
(1) Catalogue de Messier (éditions Masson), en vente à la Maison de l'Astronomie (33 rue de Rivoli, 75004 Paris). Prix : 120 F franco de port pour les lecteurs de *Science & Vie*.





# Un dissuadeur auto

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE



**E**n matière de sécurité ou d'antivol, il est certain que la dissuasion reste un moyen efficace. Le petit montage que nous vous proposons de réaliser ce mois-ci pour protéger votre voiture ne pourra donc en aucun cas être considéré comme une alarme, même s'il en a les apparences. Tout en laissant dormir paisiblement votre voisinage, il limitera les tentatives d'effraction de votre véhicule aussi efficacement que tout dispositif "chatouilleux". Son seul but est de faire clignoter une diode électroluminescente de manière à simuler un appareil de surveillance en position "veille".

Son principal avantage : notre dissuadeur consomme peu d'énergie, de manière à ne pas décharger la batterie de la voiture (celle-ci n'est pas utilisée pendant plusieurs centaines d'heures).

Le cœur de notre installation sera constitué d'un oscillateur très basse fréquence réalisé à l'aide de deux transistors et de deux condensateurs. Leur câblage, par l'intermédiaire de résistances, correspond à un fonctionnement en mode "astable" des transistors, montage des plus classiques qui a l'insigne avantage d'être peu coûteux.

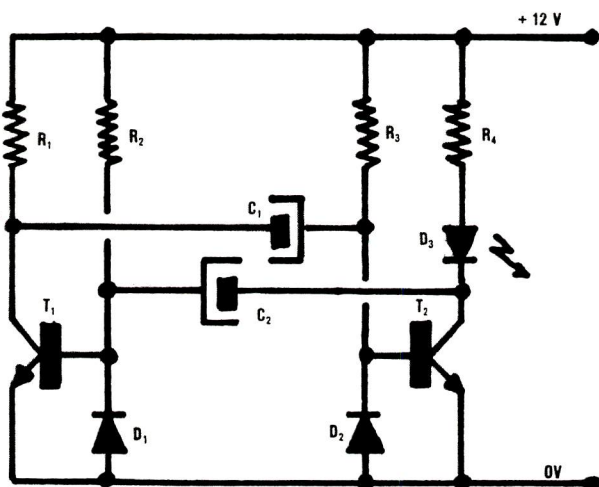
Le seul point faible : un relatif

manque de constance sur la fréquence qu'il génère. Mais, dans notre cas, que la diode clignote toutes les secondes ou une fois toutes les 0,8 secondes n'a pas grande importance.

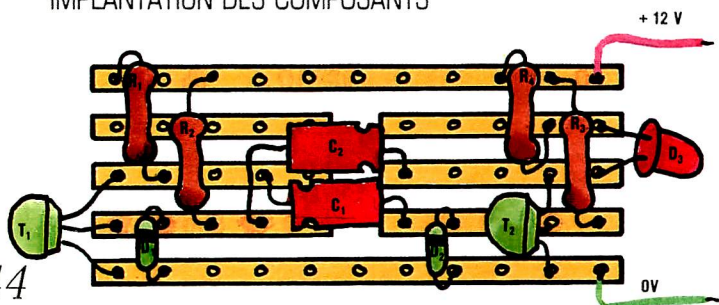
L'un des transistors commandera l'éclairement de la diode électroluminescente par l'intermédiaire d'une résistance. L'autre, en revanche, débitera directement. De plus, deux diodes "classiques" seront câblées entre la base de chaque transistor et le 0 volt. Car, si, sous de faibles tensions, le potentiel de base des transistors, induit par les condensateurs, n'évolue que peu, il en va différemment lorsque le montage est, comme dans notre cas, alimenté en 12 volts : la tension présente sur la base de chaque transistor peut devenir fortement négative, ce qui conduit généralement, à plus ou moins long terme, à leur destruction. Nos diodes interdiront donc à cette tension de base de prendre une valeur dangereuse pour nos transistors.

Compte tenu du nombre restreint de composants que nous avons utilisés, il faudra prendre soin de bien respecter le brochage des transistors, ainsi que la polarité des condensateurs, des diodes et de la diode électroluminescente (pour ces dernières, la patte la plus longue doit toujours être soudée vers le + 12 volts).

## SCHEMA ÉLECTRIQUE



## IMPLANTATION DES COMPOSANTS



## NOMENCLATURE

- T<sub>1</sub> = 2N 3904
- T<sub>2</sub> = 2N 3904
- D<sub>1</sub> = 1N 4148
- D<sub>2</sub> = 1N 4148
- D<sub>3</sub> = Diode électroluminescente
- C<sub>1</sub> = 100 microfarad 12 volts
- C<sub>2</sub> = 100 microfarad 12 volts
- R<sub>1</sub> = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
- R<sub>2</sub> = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
- R<sub>3</sub> = 4,7 kilohms (jaune, violet, rouge, or)
- R<sub>4</sub> = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
- Une plaquette de câblage.

# Programmes en musique

INFORMATIQUE PRATIQUE

Une fois le câblage terminé, nous vous conseillons de l'habiller d'un boîtier rappelant autant que possible un système d'alarme traditionnel. Tous les excès de maquillage type clavier factice ou fausse serrure seront les bienvenus.

Dès lors, il suffira de raccorder le dissuadeur sur un circuit électrique ne dépendant pas du contact (sur certaines voitures, la fiche allume-cigare répond à cette condition).

Si, toutefois, l'idée de bricoler le circuit électrique de votre véhicule vous rebute, il est parfaitement possible d'avoir recours à une simple pile 9 volts. Mais dans ce cas, l'autonomie du montage ne sera guère supérieure à 150 heures. Il sera donc prudent de prévoir un accès simple pour le changement de la pile.

Bien entendu, on placera le boîtier de façon à ce qu'il soit bien visible de l'extérieur de la voiture. Par exemple en le fixant, à l'aide d'un adhésif double face, sur la plage avant de la voiture au-dessus du tableau de bord, ou à proximité de l'auto-radio, du changement de vitesse, des commandes de chauffage, etc.

A condition que vous n'en déviez pas trop la véritable vocation, ce montage, nous en sommes sûrs, sera efficace et, qui plus est, vous permettra de rester en bon terme avec votre voisinage, qui, à juste titre, a certainement des raisons de se plaindre des alarmes proposées actuellement par les revendeurs d'accessoires auto.

**Henri-Pierre Penel**

## OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

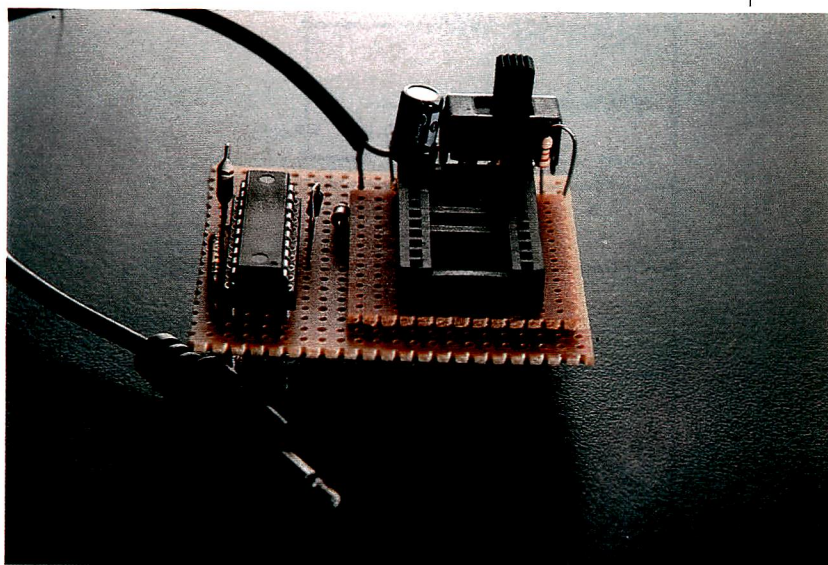
△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ URS MEYER ELECTRONIC, 2 052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.



**S**i nous avons choisi la musique comme exemple de synchronisation d'un programme, c'est que, le mois dernier, nous vous proposons de réaliser un chenillard, appareil fréquemment utilisé pour l'animation lumineuse en discothèque. Cependant, bien d'autres applications pourront être envisagées pour ce montage.

En effet, il pourra travailler à partir de tout signal électrique présentant une amplitude maximale de 5 volts, soit une valeur efficace d'environ 1,8 volt, et minimale de 2 volts, soit, encore une fois, une valeur efficace d'environ 710 millivolts. Tension compatible avec celle délivrée par la sortie de bien des tables de mixage ou la fiche de raccordement des lecteurs de cassettes vers l'amplificateur.

L'analyse d'un signal peut comporter deux variantes. En effet, il sera possible de s'intéresser au signal lui-même ou à son enveloppe, c'est-à-dire à son amplitude instantanée.

Pour cette raison, notre montage comportera un interrupteur permettant de choisir entre les deux. En position "signal direct", il ne sera cependant guère possible d'analyser des fréquences supérieures

à 5 kilohertz. De même, en position "enveloppe", notre montage est prévu pour déterminer l'amplitude d'un signal compris entre 100 Hz et 20 kHz.

Ces valeurs pourront éventuellement être modifiées en remplaçant notre convertisseur EDC 0804 par un convertisseur "flash" et en réduisant fortement la valeur du condensateur de filtrage. Néanmoins, de telles modifications ne présenteront aucun intérêt en basic, langage beaucoup trop lent pour une prise en compte en "temps réel" des données issues du convertisseur.

Passons donc à l'étude de notre montage. Par l'intermédiaire de l'une de nos interfaces principales, il aura donc pour but de faire, en permanence, parvenir à l'ordina-

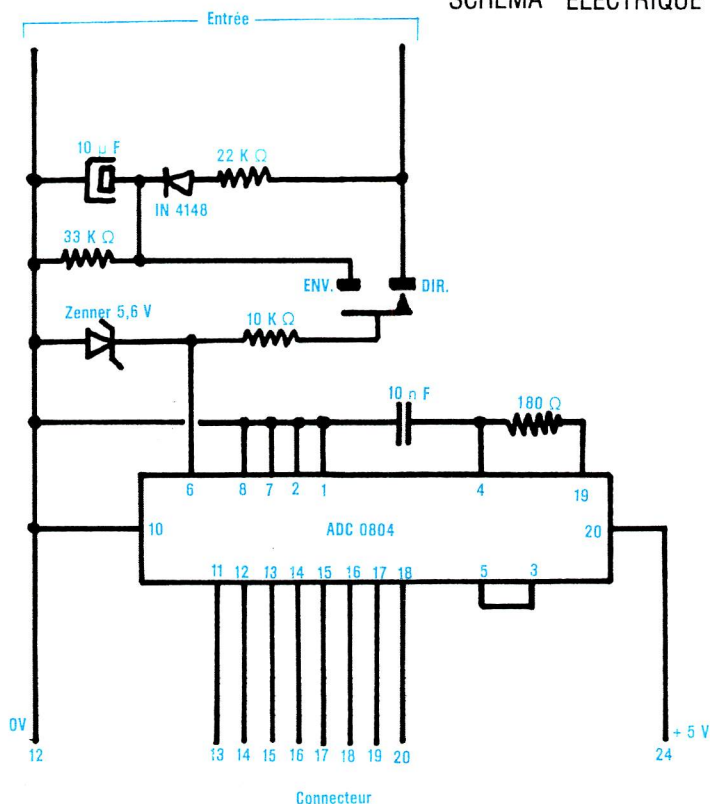
## OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

L'ensemble des composants est disponible chez :

△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88



## SCHÉMA ÉLECTRIQUE



```

10 REM *****
20 REM *   VERSION DE BASE ZX SPECTRUM   *
30 REM *****
40 CLS
50 REM *****
60 REM * "A" EST INCREMENTEE POUR CHAQUE *
70 REM * DEPASSEMENT DU SEUIL DETERMINE. *
80 REM *****
90 INPUT "VALEUR DU SEUIL (0 A 255) : S
100 REM *****
110 REM *   POUR M05           A=0 : X=0   *
120 REM *****
130 LET A=0 : LET X=0
140 REM *****
150 REM *   POUR M05           X=PEEK(43007) *
160 REM *****
170 LET X=IN.255
180 IF X>S THEN LET A=A+1
190 REM *****
200 REM *   POUR M05 LOCATE 5,5:PRINT... *
210 REM *****
220 PRINT AT 5,5;"VALEUR DE A : ";A
230 GOTO 170

```

teur un octet correspondant soit à la valeur ponctuelle du signal soit à la valeur de son "enveloppe". Le cœur de cette réalisation, du moins en version de base, sera donc, comme nous l'avons dit plus haut, un convertisseur analogique-digital ADC 0804.

Son câblage sera identique à celui de bien des montages que nous vous avons déjà proposés et nous retrouverons, notamment, un condensateur de 10 nanofarads qui sera une résistance de 180 ohms, de manière à assurer la fréquence de l'horloge nécessaire à son fonctionnement.

De même les sorties de ce circuit intégré seront directement raccordées aux bits d'entrée de notre interface principale.

En ce qui concerne l'entrée de notre ADC 0804, nous nous contenterons de la protéger contre d'éventuelles surtensions. Cette opération sera assurée par l'intermédiaire d'une simple diode zenner associée à une résistance.

Un inverseur à glissière nous permettra de sélectionner le signal à appliquer à l'entrée de l'ADC 0804.

En effet, cette entrée, dont l'impédance est très élevée, sera soit directement connectée à la source, soit connectée en aval d'un filtre d'enveloppe, réalisé autour d'une diode, d'un condensateur et de deux résistances. Notons que, quel que soit le mode de fonctionnement choisi pour notre dispositif, la protection en tension jouera efficacement son rôle.

Le câblage de cette réalisation sera, comme toujours, réalisé en wrapping. Il ne devrait donc pas poser de problème particulier. Son alimentation sera assurée, étant donné sa faible consommation, par l'ordinateur lui-même.

Le petit programme que nous vous proposons permet simplement de contrôler le bon fonctionnement de votre montage en mode "enveloppe".

En effet, il se contentera d'afficher une rangée d'étoiles si le seuil que vous avez déterminé, d'une part par son intermédiaire et d'autre part par le réglage de sensibilité du montage, a été atteint.

Nous comptons sur votre habileté pour trouver d'autres applications pratiques ou originales à ce montage.

**Henri-Pierre Penel**





# LIVRES

## « Vous avez oublié de me débrancher ! »

*L'un des passages les plus fascinants d'un livre assez ardu, « De nouvelles voies vers l'intelligence artificielle », sous-titré « Pluridisciplinarité, auto-organisation, réseaux neuronaux », par Jean-Claude Perez (1), est celui qui décrit un phénomène appelé les « tourbillons de Bénard ».*

« On chauffe un récipient contenant un liquide visqueux à base d'huile ; il y a un désordre et puis, soudain, très loin de l'équilibre, un ordre par fluctuation va apparaître : des milliards de molécules vont « vibrer » ensemble, puis s'auto-organiser, formant un réseau de macromolécules stables de forme hexagonale, contenant chacun plusieurs millions de molécules... »

C'est un phénomène qui obéit au mécanisme d'ordre par fluctuation, qui intervient également dans les variations climatiques. Il est à mettre en parallèle, écrit Perez, avec la théorie des catastrophes, dont nous avons déjà parlé dans *Science & Vie*, et du chaos fractal, dont nous avons également parlé ; voir numéros 701 (février 1976), 723 (octobre 77), 790, (juillet 83) et *Science & Vie hors-série* n° 161, « Les secrets de la matière ».

Docteur et ingénieur, chercheur en intelligence artificielle à IBM-Montpellier, Perez a réuni dans son livre tous les points de vue à partir desquels on peut imaginer qu'un système non organique puisse s'auto-organiser, de la thermodynamique au magnétisme, et de la théorie des catastrophes à la théorie des bifurcations. Cette dernière, dont nous n'avons pas parlé, postule en

gros que, chassées d'un état stable vers un état instable, des molécules atteignent une « bifurcation », à partir de laquelle apparaît un nouvel équilibre du système. Comme quoi, il n'y a jamais vraiment de « désordre » et que tout désordre apparent est un ordre différent.

C'est un point de vue relativement ancien, puisqu'il y a déjà près d'un quart de siècle qu'un chercheur, Oliver Wells, disciple de l'Anglais W. H. Ashby, informaticien et logicien, nous avait montré un modèle très simple, réalisé sur les indications d'Ashby, et constitué de petits morceaux de bois, tous identiques, de forme bizarre, qui s'assemblaient tout seuls quand on les mettait dans une boîte et qu'on les secouait. Ils formaient alors une sorte de serpent articulé.

Le thème sous-jacent au propos de Perez est que la recherche, dans le domaine de l'intelligence artificielle, a les plus grandes chances d'aboutir si l'on fait appel à l'auto-structuration naturelle d'éléments infiniment petits, des « cellules » en quelque sorte. Dès la première page, il démontre son postulat en se servant du « jeu de la vie », plus connu sous le nom d'automate cellulaire de Conway. On jette sur une

feuille de papier des unités au hasard. On y isole les groupes (ou amalgames, ou « molécules ») qui se sont forcément produits. On mesure le nombre de voisins de chaque cellule de 0 à 8. Et l'on considère qu'une cellule qui n'a pas deux ou trois voisins est condamnée à mourir, faute de communication.

Cet ouvrage, de très haut niveau par moments, parce qu'il exige de bonnes connaissances d'électronique, de thermodynamique, de biologie et de neurologie, est néanmoins passionnant (il fera, entre autres, les délices des amateurs de jeux informatiques), parce qu'il explore les façons possibles de copier la vie en s'en remettant aux lois du hasard. Lois mal nommées, puisqu'elles ne sont pas celle d'un hasard, mais d'une nécessité.

Ce sujet est décidément d'actualité, car plusieurs ouvrages lui ont été consacrés ces derniers mois. Nous n'en avons pas reçu qui fasse l'inventaire des modes d'utilisation du hasard de manière aussi systématique que celui de Perez, mais nous avons trouvé un très intéressant écho du point de vue de Perez dans le chapitre « Symboles et connexions » de *L'esprit en friche* de Daniel Defays, sous-titré « Les foisonnements de l'intelligence artificielle » (2). Le thème de ce chapitre peut être résumé ainsi : dans les systèmes classiques, les divers éléments d'un ensemble doivent être stockés dans une mémoire à long terme, puis recopiées dans une mémoire de travail pour pouvoir être utilisés. C'est long. Il existe un modèle différent, qui n'exigerait pas deux types de mémoires distincts ; il consiste à intégrer les éléments tous ensemble et tous connectés.

Si l'on dit « cuisine » et « salon », par exemple, on a un certain nombre de données distinctes, fauteuil, réfrigérateur, télévision, évier, canapé, four, etc. Dans un système classique, il faut apprendre à l'ordinateur que chacun de ces éléments appartient à une pièce distincte pour qu'on puisse l'utiliser plus tard. Dans le système d'intégration connectée, un concept directeur permet d'appeler automatiquement toutes les données qui se rapportent, soit à la cuisine (four, réfrigérateur, évier), soit au salon (canapé, fauteuil, télévision), parce que ces données ont été connectées au dé-

part, c'est-à-dire à l'enregistrement.

De la sorte, on copie la mémoire humaine, qui connecte automatiquement les éléments d'une représentation donnée. Desfays expose les principes logiques de fonctionnement d'un tel système. Mais son livre, très riche, offre bien d'autres informations sur ce qu'est, et que pourrait devenir, l'intelligence artificielle. Une partie est consacrée aux principes de base, une autre à ce que l'on appelle l'intelligence artificielle, une troisième à la créativité artificielle et la dernière, à l'apprentissage artificiel, c'est-à-dire aux modes d'intégration des données.

Enfin, sous le titre *La recherche en intelligence artificielle* (?), notre confrère *La Recherche* vient de réunir treize articles qui définissent les problèmes actuels de l'intelligence artificielle, tels que la vision des robots, la reconnaissance de l'écriture, de la parole ou de la langue, les systèmes experts, leur conception, la représentation des connaissances... C'est peut-être ce dernier sujet qui donne le plus clairement conscience de l'ampleur des problèmes qui se posent, car il contraint à "mettre à plat" les notions actuelles de logique et d'épistémologie. On en recommandera la lecture pour éviter de décoller un peu trop vite de la réalité !

Gerald Messadié

(1) Masson, 248 p., 190 F.

(2) Pierre Mardaga, 268 p., 169 F.

(3) Seuil, 373 p., 42 F.

Pierre Thuillier

## D'ARCHIMÈDE À EINSTEIN

Fayard, 304 p., 160 F.

## LES PASSIONS DU SAVOIR

Fayard, 266 p., 145 F.

Pierre Thuillier, qui enseigne l'histoire des sciences à Paris VII et qui collabore à *La Recherche*, s'attache depuis longtemps à détruire une certaine image conventionnelle de la science et des savants. Il n'a pas son pareil dans cette entreprise, et c'est un régal de se laisser entraîner dans sa promenade d'*Archimède à Einstein*, titre de l'un des deux ouvrages qu'il vient de publier en même temps, et de découvrir "les faces cachées de l'invention scientifique". Pas tellement cachées, en vérité, car d'autres démystificateurs ont déjà en-

trepris de les dévoiler, quoique peu y aient mis autant de talent et d'érudition.

L'auteur du fameux Eurêka ! a-t-il vraiment trouvé, comme l'avance la tradition, le moyen d'incendier la flotte romaine qui faisait le siège de Syracuse, ville placée sous l'autorité de Denys, en concentrant sur eux les rayons du soleil ? Il n'est pas impossible qu'il y ait songé et même, qu'il s'y soit essayé, conclut Thuillier après examen des pièces du débat, mais il est impossible qu'avec de seuls miroirs il ait causé des dommages sérieux aux galères ennemies.

Le Moyen-Âge fut-il une nuit culturelle ? Pas du tout, s'indigne Thuillier, la révolution scientifique du XIII<sup>e</sup> siècle annonçait la Renaissance. Léonard de Vinci, ce modèle du génie universel, a-t-il ouvert la voie à la science moderne ? Il a certes mis sur le papier beaucoup de projets, mais il en a réalisés bien peu, aussi bien en Italie qu'en France. On le consultait, mais on ne lui demandait aucun travail effectif. Ne le regrettons pas, dit Thuillier, car s'il avait passé son temps sur les chantiers, il n'aurait pas eu le temps de noircir des milliers de pages intéressantes. Mais trouve-t-on du moins dans ces feuillets les traces des découvertes attribuées au maître de la Joconde ? L'épistémologue J.H. Randall écrit qu'il n'est pas possible de découvrir dans les carnets de Léonard « une seule idée qui soit essentiellement nouvelle, ou qui ait été inconnue des écoles scientifiques déjà constituées dans l'Italie de son époque. » Thuillier, lui, se demande s'il n'y a pas dans ce jugement quelque myopie, ce qui lui permet, magnanime, d'accorder au moins "un rôle constitutif" à Léonard dans les origines de la science moderne.

Le cas de Galilée est encore plus pendable. Une des expériences sur plan incliné par lesquelles il affirmait avoir vérifié sa loi de la chute des corps — les espaces parcourus sont proportionnels aux carrés des temps — s'est révélée impraticable. Même avec un métronome, a fortiori avec le procédé dont usait Galilée (pour contrôler les espaces de temps, il aurait battu la mesure en chantant), la marge d'erreur est tellement élevée qu'on ne peut parler de vérification. Pour justi-

fier ses théories, Galilée aurait parfois enjolivé ses récits d'expérimentation. Mais après le bâton, la carotte. Thuillier reproche à un spécialiste de l'histoire des sciences, Alexandre Koyré, d'avoir nié la possibilité d'une autre expérience décrite par Galilée : la lente montée du vin rouge à travers un récipient rempli d'eau, dont la densité est légèrement supérieure à celle du vin. L'expérience, en effet, a été refaite par plus d'un, dont Thuillier, et elle est probante. Koyré aurait donc découragé les chercheurs qui auraient pu explorer les aspects expérimentaux du savoir de Galilée.

Non moins passionnants sont les récits des résistances auxquelles s'est heurtée la théorie atomique, des difficultés éprouvées par Darwin pour édifier le darwinisme, des tours de passe-passe sémantique imaginés par Pasteur pour définir la fermentation. Et Kékulé a-t-il vraiment découvert la structure cyclique de la molécule du benzène au cours d'un rêve où il avait vu un serpent se mordre la queue ? Des savants aussi illustres que Crookes et Richet ont-ils, sans le vouloir, exploré l'inconscient en faisant tourner les tables des spirites ? Einstein était-il guidé par une religiosité proche de Spinoza ? Autant de questions que Thuillier dis- sèque sans jamais lasser le lecteur.

Il en est de même dans l'autre ouvrage, *Les passions du savoir*, qui se présente comme une série de dossiers indépendants, tels que celui sur les rapports des maths avec la religion et celui sur les limites à assigner à l'expérimentation sur l'homme.

Parfois le malaise s'infilte dans le plaisir qu'on a éprouvé à lire Thuillier : la mystification frise à l'occasion le dénigrement, ce qui ne va pas sans contradictions dans le discours : tantôt l'auteur s'en prend au concept de vérité objective et tantôt il s'y réfère. Le danger réside-t-il, comme le donne à penser l'auteur, dans un scientisme, d'ailleurs aujourd'hui agonisant, ou bien dans la montée d'un irrationnel qui tend à masquer nos problèmes ? Il est sans doute divertissant de déboulonner des statues un peu pompeuses, il est peut-être risqué de laisser croire que les savants sont de fausses gloires. Car, que ferions-nous sans eux ?...

Michel Rouzé



**Pierre Noël Giraud  
et Michel Godet**

## RADIOSCOPIE DU JAPON

CPE - Economica, 49, rue Héricart,  
75015 Paris, 164 p., 75 F.

Mettons qu'il s'agit plutôt d'un instantané du Japon, pris par un polytechnicien et un économiste fort avertis des problèmes économiques et technologiques. Le Japon est bien une superpuissance dans ces deux domaines et il l'est devenu grâce à une adaptation, d'une souplesse et d'une rapidité inégalées, à la réalité mondiale ainsi que grâce à une redoutable efficacité dans l'organisation. Il est en passe de devenir le pôle d'une hégémonie du Pacifique et, déçu par le modèle américain, il se tourne vers l'Europe, où il trouve des partenaires et des interlocuteurs plus sérieux. Cela étant, la technologie japonaise n'est pas "miraculeuse", il y a beaucoup plus de chômage qu'on croit, l'emploi à vie et le consensus parfait dans les entreprises est un mythe et, si la devise japonaise est forte à l'étranger, le Japonais moyen n'est pas milliardaire dans son pays. Très bon document net et rapide.

**Terence Hines**

## PSEUDO-SCIENCE AND THE PARANORMAL

Prometheus Books, 372 p. (1).

Voici un livre-dossier qui offre à la fois une analyse critique des faits sur lesquels se basent les allégations relatives au paranormal, à l'astrologie, au Triangle des Bermudes, à la parapsychologie, à la vie après la mort, aux Ovni... et une explication de leur genèse et de leur succès. C'est déjà bien assez pour nourrir des lecteurs lassés de voir servir des denrées avariées. Mais Hines ajoute à son inventaire des sujets qui sont moins souvent mis en question, comme la psychanalyse et la guérison par la foi. On ne sera pas étonné de trouver le créationnisme dans ses lignes de mire.

L'intérêt de l'ouvrage est qu'il s'écarte des explications trop faciles, telles que le "désir de croire",

(1) Cet ouvrage, en langue anglaise, peut être commandé à l'Union rationaliste (14 rue de l'Ecole Polytechnique, 75005, Paris) pour 145 F (frais d'envoi compris). Le sommaire intégral en est disponible sur Minitel 36 15 + ZET.

mais recourt pour ses explications à une présentation détaillée des travaux récents de psychologie sur les illusions de la perception. Il rend donc évident que les pseudosciences dérivent d'altérations des processus cognitifs ordinaires. C'est un ouvrage compétent et de référence.

**Henri Broch**

**Jacques Lesourme**

## ÉDUCATION & SOCIÉTÉ

### Les défis de l'an 2 000

La Découverte & Le Monde de l'Éducation 360 p., 95 F.

C'est le rapport publié en décembre 1987. Comment améliorer le système éducatif français, qui n'est pas ce qu'il devrait être, et dont dépend pourtant l'avenir de la société française. Une clef : modifier, en les ouvrant, les rapports de l'école et de la société et « modifier les rapports de la société avec la jeunesse ».

Le travail de Lesourme est d'une incontestable autorité, par la précision et l'ampleur de son enquête, ses conclusions laissent un peu le lecteur sur sa faim. Le problème qu'affronte la jeunesse, et qu'il évoque d'ailleurs très clairement, est celui de l'emploi. Ce problème est lié, non aux attitudes de la société à l'égard des jeunes, mais à une évolution internationale inévitable : la mutation des anciennes sociétés industrielles en sociétés à forte consommation technologique où le savoir est renouvelé tous les cinq à sept ans en moyenne, ce qui rend les diplômes rapidement caducs, réduit considérablement la stabilité de l'emploi et entraîne une élimination massive de ceux qui ne suivent pas le mouvement. Cette mutation est accentuée par le fait que ceux qui accèdent désormais aux leviers de commande sont les ingénieurs et les entrepreneurs, qui exploitent les premiers des brevets de pointe. Bref, l'évolution technologique favorise de plus en plus les intelligences les plus brillantes et tend à créer un volant de chômage permanent beaucoup plus large qu'autrefois, constitué de moins doués. Le défi technologique est beaucoup plus rude qu'avant et ceux qui ne le relèvent pas ou bien sont découragés, tombent dans cet état bien connu des socio-psychologues, qui s'appelle l'anomie, et qui diffère à peine de l'anémie.

**Sous la direction de Claire Brisset  
et Jacques Stoufflet**

## SANTÉ ET MÉDECINE

La Découverte/Orstom-INSERM, Coll. L'état du monde, 583 p., 198 F.

Ce n'est pas un enième dictionnaire médical, ni une encyclopédie, mais un ouvrage de "mise à disposition" d'une information scientifique claire et rigoureuse sur l'état actuel de la médecine et les perspectives ouvertes par la recherche médicale.

150 auteurs ont, en 250 articles, dressé un inventaire complet, précis et accessible des connaissances médicales. Toutes les spécialités de la médecine y sont représentées et les informations, classées selon les âges de la vie présentent à la fois les symptômes et les risques des différents types d'affections, ainsi que l'arsenal thérapeutique.

Les chantiers actuels de la recherche biologique, médicale et clinique sont visités avec les dépistages, les préventions, les traitements actuels et futurs.

Les problèmes de santé tels qu'ils se posent de façon spécifique à chaque pays, en particulier les pays du Tiers-monde, et notamment les pays tropicaux, sont là aussi étudiés. Enfin la place de la médecine dans la société y est présentée en détail, comparant les politiques de santé menées de par le monde, le fonctionnement du système de santé et de recherche français.

Il y a même un index de 1500 mots-clés, 150 références bibliographiques, des schémas, des diagrammes, bref tout ce qui caractérise en général ce genre d'ouvrage.

Conclusion n°1 : Le livre est déjà démodé ; au moment où il sort il faudrait le remettre en chantier pour l'actualiser ; les nouvelles médicales, les découvertes et les actions politiques changent trop vite pour les éditeurs.

Conclusion n°2 : On croyait en avoir fini avec les futurologues et la futurologie, qui se trompent toujours, mais on se trompait et les voilà de retour. Et, avec eux, les analyses pertinentes, les concepts globalisants et les voies de recherche qui semblent intéressantes aujourd'hui, mais qui demain empliront les archives...

**J.-M. B.**

**Charles Mérieux**

## LE VIRUS DE LA DÉCOUVERTE

Robert Laffont, 251 p., 92 F.

Un beau mémoire sur une belle aventure : la création de l'Institut Mérieux, qui, parti de quelques éprouvettes en 1937, est devenu l'une des grandes puissances du monde des laboratoires. Charles Mérieux raconte, avec une fierté compréhensible, comment il a réussi des exploits tels que faire vacciner en cinq jours dix millions de Brésiliens menacés de méningite et transporter par avion un laboratoire entier au Botswana pour enrayer une épidémie de fièvre aphteuse.

G. M.

**Triple face**

## TROIS FRONTIÈRES

**FACE**

## A LA RECONVERSION

Collectif universitaire de la Fondation Universitaire Luxembourg-bourgeoise. Edité avec le concours du Ministère de l'environnement et des affaires culturelles du Grand Duché de Luxembourg et la Société générale de Longwy. Peut être commandé à la Société générale de Longwy, 8 et 10 rue Albert-Labro, BP 37 54403 Longwy cedex ; ou auprès de la FUL, Mr C. Felz, 140 rue des Déportés, B6700, Arlon, Belgique, 250 FB.

C'est avant tout un travail d'anthropologie urbaine et rurale, et d'anthropologie industrielle qu'ont effectués les chercheurs de ce collectif. Ils ont réuni, en une centaine de pages et en quatre chapitres, l'histoire de la sidérurgie lorraine : ce sont surtout les images que publient leurs auteurs qui sont bouleversantes. Images de rues, de villages déserts, de machines industrielles et de bâtiments morts, coquilles déshabitées d'un travail disparu, et dont il ne reste rulle trace. L'archivage de son passé n'a jamais été le point fort des entreprises industrielles, surtout dans cette région et surtout dans cette branche. Et aucune valeur n'a été accordée par la société industrielle triomphante aux acteurs vérita-

bles, aux constructeurs anonymes.

Comme l'aventure sidérurgique "se termine", il faut opérer une mutation profonde de la région. Ce qui est passé complètement sous silence, parce que, diront les auteurs, ce n'est pas le sujet de l'ouvrage, ce sont les causes véritables de cette désertification : le peu de prévoyance des grands industriels de l'époque, qui sans doute n'entrevoient pas de changement avant longtemps, ou comme l'a rappelé Henri Weber récemment, la politique industrielle qui a donné le pas à une "modernisation" de l'infrastructure sur les changements conceptuels nécessaires. Mais le livre, par ailleurs, explique de manière très cohérente les modes d'organisation des industries autour des structures urbaines existantes, et comment le paysage global s'est modelé de façon centrifuge autour des entreprises. Bien sûr, maintenant qu'elles n'existent plus, le paysage n'a plus aucune cohérence, il ne se comprend plus. et donne le vertige aux populations. Il faudra combler ce vide. L'ouvrage propose un certain nombre de solutions architecturales, structurelles, pour cette reconversion.

Jean-Michel Bader

## Pascal Acot HISTOIRE DE L'ÉCOLOGIE

PUF, 285 p., 150 F.

Il était temps, en effet, que l'on retraçât les origines de cette science aux contours apparemment flous. C'est à quoi s'est très bien employé l'auteur, qui explique que l'écologie est née de la rencontre de plusieurs disciplines déjà anciennes, la géographie des plantes de Humboldt, l'"économie naturelle" de Linné, la paléobotanique et plusieurs autres. Il est toutefois regrettable que Pascal Acot ne signale pas que l'impulsion donnée à ce mouvement par les Etats-Unis a été décisive. Il cite bien *Le printemps silencieux*, de Rachel Carson, qui a agi à la façon d'un détecteur, mais il ne cite pas l'idéologie néo-romantique, inspirée des philosophes Emerson et Thoreau, qui a lancé une bonne partie des classes cultivées américaines à la

conquête d'une restauration de l'équilibre naturel. Néanmoins, il faut recommander, tout particulièrement, le dernier chapitre, qui contient un remarquable exposé sur les théories des mécanismes de régulation de la nature, parmi lesquelles s'affrontent le providentialisme de Linné et l'homéostasie de l'écologie moderne. Pour Linné, l'équilibre se rétablit toujours par un système de compensations — ce qu'infirme par exemple, l'accroissement du gaz carbonique dans l'atmosphère —, tandis que l'homéostasie, elle, postule que les dégâts infligés à un système localisé se répercutent dans l'ensemble des systèmes. Voici en tous cas un ouvrage de référence.

G. M.

**Christine Bravo**

## LES PETITES BÊTES

Ramsay, 150 p., 75 F.

Voilà de la zoologie qui distrait, et informe avec générosité. Le spécialiste sourcilieux trouvera peut-être, de-ci de-là, quelque "flou artistique", mais ce n'est pas pour lui que Christine Bravo écrit. Quelques phrases au hasard : « Les fourmis ont le chic pour mettre leur grain de sel partout où il y a un grain de sucre (...) Le scorpion ne pique pas pour des prunes, mais uniquement s'il est en face d'un adversaire qu'il juge digne de lui. C'est un radin de première (...) Hormis le fait qu'il est très méchant et qu'il nage très bien, les encyclopédies ne nous apprennent pas grand'chose sur le requin... »

Voilà dans quel esprit, assez savoureux, l'auteur fait partager sa perception du monde animal, en mélangeant le sérieux et l'humour, l'information scientifique et des états d'âme bien particuliers. Christine Bravo se situe dans la tradition des bestiaires médiévaux, destinés à refléter une certaine vision de l'univers, même si sa propre approche est assez éloignée de celle qu'on exigeait alors.

L'auteur semble en particulier fascinée par les différents moyens imaginés par le règne animal pour se reproduire, et ses descriptions... imagées constituent une part importante de l'ouvrage. C'est Zazie au zoo.

Jacques Marsault ▲



# ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

AUDIOVISUEL

## Radio + magnétophone + disque compact

Dernier-né des combinés portables de Grundig, le modèle RR 9000 CD groupe le récepteur radio, l'enregistreur audio et le lecteur de disque compact. Le tout pèse 5 kg, avec des caractéristiques très classiques mais complètes : radio PO-OC-GO et FM stéréo, avec contrôle automatique des fréquences en AM ; puissance de 15 W par canal.

En outre, c'est un magnétophone à cassette avec changement automatique de sens de défilement en fin de bande (bandes métal ou chrome), réglage automatique du niveau d'enregistrement, arrêt automatique, microphone incorporé ;



lecteur à laser avec programmation éventuelle de 16 plages de lecture, synchronisation cassette/disque possible ; télécommande de

toutes les fonctions ; écouteur stéréophonique. Cet appareil sera disponible à partir de septembre au prix d'environ 3 000 F.

VIDÉO

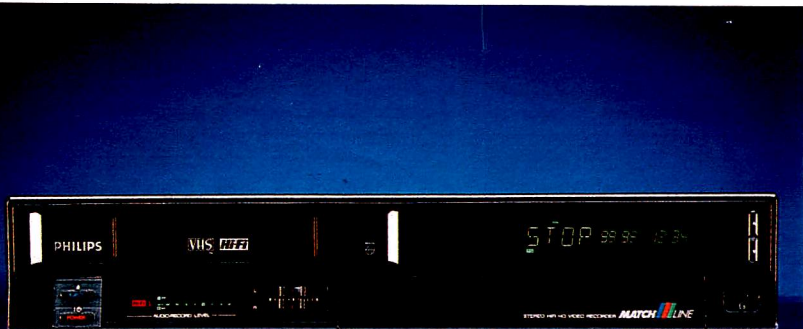
## Un magnétoscope pouvant lire en marche arrière

Le géant de l'électronique grand public Philips vient de lancer le magnétoscope VR 6970, qui se distingue avant tout par ses possibilités de lecture et de recherche. En effet, non seulement il dispose de

la classique recherche rapide et de l'arrêt sur image, mais offre deux vitesses : une vitesse de ralenti (1/6 et 1/17 de la vitesse normale) et une vitesse accélérée ( $\times 3$ ). De plus, la lecture peut se faire en

marche arrière avec une bonne qualité d'image facilitant un repérage de plan. Le VR 6970 reçoit les émissions PAL/SECAM avec une sélection automatique du standard. Le tuner mémorise 48 émetteurs. Huit émissions peuvent être enregistrées automatiquement dans un délai d'un mois, avec des possibilités d'enregistrement quotidien ou hebdomadaire. Grâce à son compteur électronique précis doté d'une mémoire, l'appareil facilite le montage. Une fonction spéciale autorise l'accès automatique à n'importe quelle valeur du compteur.

Les autres caractéristiques techniques sont les suivantes : système VHS HQ ; vidéo : rapport signal/bruit 47 dB ; résolution : 3,1 MHz ; pleurage et scintillement : 0,01 % ; réponse en fréquence : 20 Hz-20 kHz à 3 dB près. Poids : 7,5 kg. Prix : 6 500 F environ.



## Des récepteurs multigammes ultra-compactes

Certains professionnels, tels que les routiers et les marins-pêcheurs ou tout simplement les amateurs de radio captent des émissions à travers le monde avec des récepteurs de plus en plus petits. Ainsi Sony vient-il de lancer à leur intention un appareil, l'ICF-SW1S, dont les dimensions ne dépassent pas celles d'un livre de poche ( $118 \times 74 \times 23$  mm), pesant 230 g avec la batterie.

Malgré sa taille, il capte en GO, PO et OC toutes les fréquences de 150 kHz à 29,99 MHz et en MF de 85,5 à 108 MHz. Il comporte pour cette gamme de fréquences un décodeur stéréophonique et l'écoute au casque.

La recherche des fréquences s'effectue manuellement, par balayage avec arrêt sur une émission ou en entrant directement au clavier la fréquence de la station recherchée.

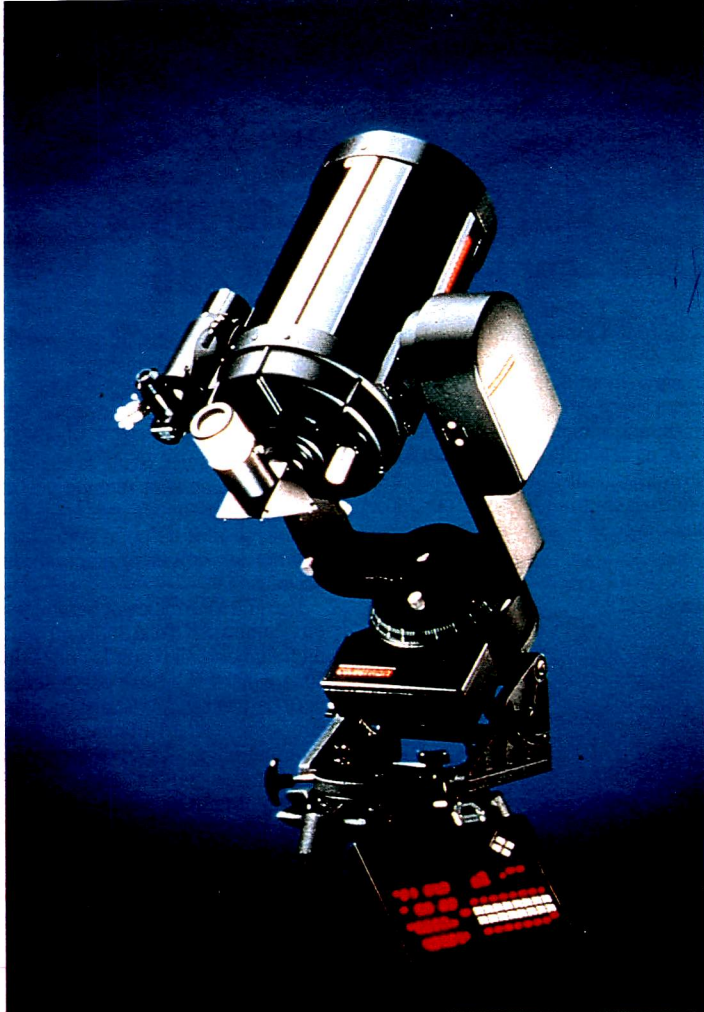
De plus, on peut présélectionner 10 émetteurs. L'ICF-SW1S coûte environ 3 200 F et est livré dans une petite mallette comprenant plusieurs accessoires.

Il dispose ainsi d'une antenne active pour une meilleure réception en GO, PO et OC, d'un adaptateur secteur et d'un casque.

Par ailleurs Sony propose un second modèle, l'ICF-210-1D, ayant de plus hautes performances mais de dimensions plus importantes quoiqu'encore réduites pour un récepteur radio longues distances ( $288 \times 159 \times 52$  mm).

Cet appareil autorise la réception des mêmes gammes de fréquences avec en plus la BLU (bande latérale unifiée) inférieure et supérieure, et la bande AIR de 116 à 126 MHz. La recherche des émetteurs s'effectue de la même façon que pour le modèle précédent sauf que la capacité de mémorisation est portée à 32 émetteurs. L'ICF-210-1D possède également une horloge de contact.

Le prix de cet appareil est de 3 990 F.



OPTIQUE

## Un télescope assisté par ordinateur

*La firme américaine Celestron, constructrice de télescopes et de lunettes et bien connue des amateurs d'astronomie, lance aujourd'hui son premier télescope assisté par ordinateur, le Computer Celestron. Il assure le pointage sur un astre, parmi 8 000 stockés en mémoire. Autrement dit, il suffit d'identifier date et coordonnées géographiques du lieu d'observation et de demander au télescope de s'orienter. La mémoire de l'ordinateur permet également l'affichage, par cristaux liquides, des coordonnées et de la taille de l'objet ainsi que de sa magnitude. L'oculaire est un Plössl 50 mm ( $G = 40^\circ$ ). Prix : environ 45 000 F.*



## PHOTO

## Cinq faisceaux infrarouges sur un compact 24×36

Le tout dernier de Minolta, l'AF-Tele Super, est un appareil 24 × 36 intégralement automatique (ce qui inclut mise au point, exposition, flash, entraînement du film). Doté de deux objectifs (2,8/38 mm et 5,6/80 mm), il permet la photomacrographie à 70 cm du sujet avec la focale de 80 mm.



Dans tous les cas, un système de mise au point automatique assure un réglage optimal. En effet, il émet cinq rayons infrarouges qui vont atteindre les diverses surfaces du sujet. Seule la surface la plus proche sera retenue par le microprocesseur du système. De ce fait, la mise au point sera faite, comme il se doit en principe, sur le premier plan.

Parmi les autres caractéristiques du Minolta AF-Tele Super, il faut mentionner qu'il reçoit les films de 50 à 3 200 ISO. Il est par ailleurs doté d'un écran à cristaux liquides qui permet l'affichage des informations et que son alimentation se fait grâce à une pile au lithium de 6 volts.

Dimensions : 13 × 8 × 6 cm environ. Poids : 345 g.

## PHOTO

## La diversification des films de 100 ISO

*Les fabricants de surfaces sensibles ne se contentent plus de proposer une émulsion par sensibilité. Ainsi Kodak tente de satisfaire les souhaits des photographes avec des Ektachrome 100 ayant des caractéristiques spécifiques. Après avoir commercialisé l'Ektachrome 100 aux couleurs douces, proches des couleurs dites naturelles, la firme américaine a lancé l'Ektachrome 100 Plus aux couleurs plus saturées. Aujourd'hui, elle propose l'Ektachrome 100 HC (pour haut contraste) ayant un contraste de couleurs plus élevé que le film ordinaire. Cette émulsion, dérivée du type 100 Plus, est destinée aux amateurs.*

## VIDÉO

## Un disque optique numérique haute définition

Matsushita a créé le premier disque optique permettant l'enregistrement numérique de signaux vidéo en haute définition. L'enregistrement optique (par inversion du plan de phase) n'est possible qu'une seule fois sur un disque de 30 cm dont la capacité est de 2,6 gigabits (26 milliards de bits) par face. La technologie utilisée permet une lecture/écriture rapide au rythme de 18 mégabits par seconde. Ce nouveau support convient indifféremment aux signaux vidéo et audio. Les applications possibles sont nombreuses : guides d'information, support d'enseignement, vidéothèques d'œuvres artistiques, support publicitaire et commercial et communications audiovisuelles.

Le choix de l'enregistrement peut être soit de 600 images fixes au standard haute définition, 1 125 lignes, 1 920 points par ligne en luminance, 960 points en chrominance (sans signal audio), soit de 500 images fixes au standard haute définition, accompagnées d'une heure de son stéréophonique numérique. (Panasonic France, 15 rue des Frères Lumière, 93150 Le Blanc-Mesnil).

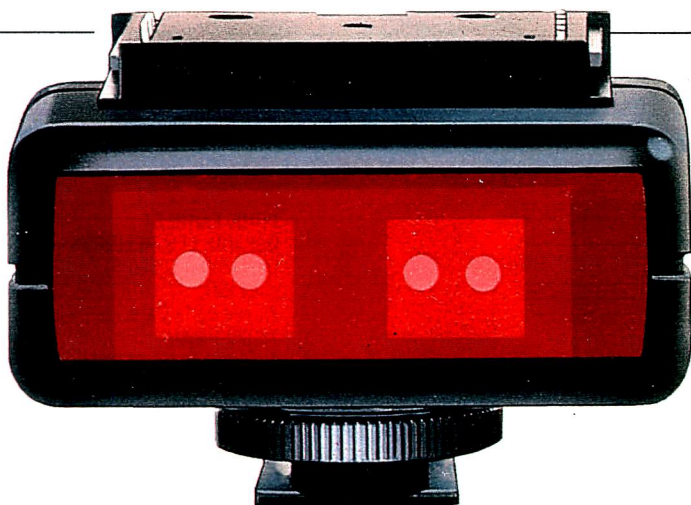
**La marque Vivitar** vient de lancer le "Vivitar 300Z", le moins cher des compacts à zoom. Prix 1 750 F, soit nettement moins que les 24X36 du même type. Son optique, un objectif de série 1:3,5/5,8 de 38-60 mm, autorise la mise au point depuis 80 cm. Celle-ci est automatique, commandée par faisceau infrarouge. L'exposition est également automatique, y compris au flash, pour des films de 50 à 1 000 ISO. Dans ce dernier cas, l'automatisme assure aussi une exposition correcte des contre-jour, le flash étant dosé pour éclairer les ombres. Entraînement et rebobinage par moteur, alimentation par pile au lithium, écran à cristaux liquides pour l'affichage des informations. Poids : 400 g.

## Grand écran plat franco-japonais

Le centre d'études nucléaires et le Japanese Research Development Corporation, organisme japonais d'aide à l'innovation, viennent de signer deux accords pour développer et industrialiser les technologies de base relatives à l'affichage matriciel à cristaux liquides.

Ces technologies ont été mises au point en France par la division LETI au Centre d'études nucléaires de Grenoble, et au Japon conjointement par le professeur Tatsuo Uchida de l'université de Tohoku et la compagnie Stanley Electric Co Ltd.

Cette coopération franco-japonaise dans le domaine de l'électronique devrait permettre de faire progresser rapidement l'introduction de grands écrans TV en couleurs à cristaux liquides sur le marché. Pour l'Europe, les droits de commercialisation et d'industrialisation des produits en cause sont réservés et pourraient être exploités par une société française et la compagnie Stanley. (Renseignements : M. Hamon, tél. 76 88 30 11 Grenoble).



PHOTO

## La mise au point par lumière rouge

La firme Cullmann propose un adaptateur émetteur de lumière rouge permettant la mise au point automatique de la distance avec un flash SCA (système commun à la plupart des marques de flashes allemands). Fixé entre l'appareil photo et le flash, il assure l'asservissement nécessaire à l'automatisme. En lumière très faible, le faisceau de lumière rouge éclaire suffisamment le sujet pour permettre au système de déterminer la distance de prise de vue. L'avanta-

ge de ce type d'adaptateur est double. D'une part, il permet l'usage d'un même flash sur plusieurs modèles de reflex (seul l'adaptateur est à changer). D'autre part, en cas d'achat d'un nouvel appareil, le flash reste utilisable puisqu'il suffit de se procurer l'adaptateur correspondant. Pour l'instant, cet accessoire est actuellement disponible pour les appareils Canon EOS, Minolta 5000-7000-9000, Nikon F 401 et 501, Olympus OM 707. Prix : 460 F.

## VIDÉO

## Une régie de montage pour amateurs

La copie d'enregistrements de films vidéo d'un magnétoscope sur un autre entraîne irrémédiablement une perte de netteté et de la qualité des couleurs, inconvénient auquel il est possible de remédier en partie, en effectuant le transfert par l'intermédiaire de l'éditeur vidéo VED 300 que vient de lancer Bauer.

Celui-ci permet également d'améliorer la qualité de prises de vues quelque peu sur ou sous-exposées. Comme toutes les régies vidéo, le VED 300 offre la possibilité de corriger la netteté, l'intensité des couleurs, la luminosité et le contraste de l'image originale.

Une fonction "vidéo mix" autorise par ailleurs, à l'instar des maté-

riels professionnels, le mélange de deux images en provenance d'un magnétoscope et d'une caméra vidéo à synchronisation externe.

Pour contrôler toutes ces opérations, il suffit d'un simple moniteur ou d'un téléviseur avec entrée audio/vidéo car le VED 300 dispose d'une sortie scindant l'écran en deux parties.

L'enregistrement original est ainsi reproduit sur le côté gauche du moniteur ou du téléviseur raccordé tandis que le côté droit est réservé à l'image corrigée.

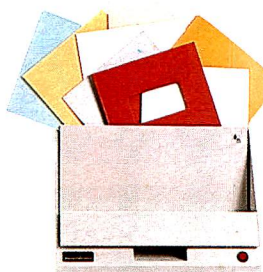
La ligne verticale séparant les deux parties de l'image peut être déplacée au gré de l'utilisateur, au moyen d'un curseur.

En ce qui concerne le son, le

VED 300 permet le mixage du signal audio original avec différentes sources sonores (bande magnétique ou disque). Il permet aussi, grâce à l'amplificateur microphonique incorporé, l'enregistrement simultané d'un commentaire par l'intermédiaire d'un microphone. Prix : 5 500 F.







## 2 POUR FAIRE ET DEFAIRE LES RELIURES

De 1 700 à 5 500 F, chez ISD, 24 rue de la Gare, 78370 Plaisir et Girard Bureautique, 84 rue de Rennes, 75006 Paris.

## 6 UN SÉCATEUR ÉLECTRIQUE

5 000 F chez Makita, 2 allée des Performances, ZI des Richardets, 93162 Noisy-le-Grand cedex.

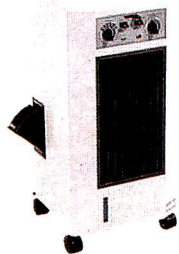


# LES OBJETS DU MOIS

## 5

### UN CLIMATISEUR COMPACT

1 949 F chez SEDAO, 39 rue des Grands-Champs, 75020 Paris.



**1** Les boîtes de construction métallique (souvent appelées Meccano, du nom de l'une des plus anciennes marques) connaissent un succès qui ne se dément pas depuis près d'un demi-siècle. L'un des fabricants, Märklin Metall, vient d'adapter sa gamme aux techniques modernes en remplaçant les alimentations sur piles par des panneaux et des moteurs solaires. Ces panneaux peuvent assurer le fonctionnement des constructions sous la lumière d'une simple lampe de 60 W. Ainsi, en toutes circonstances, pourront démarrer, tourner ou se déplacer le manège, la voiture, l'hélicoptère ou la foreuse construits par l'enfant. Et grâce à une nouvelle boîte, celui-ci pourra en outre construire un robot informatisé (prix : 1 725 F) de 649 pièces animé par 4 moteurs.

**2** Relier un dossier est un moyen de lui assurer une présentation propre et d'éviter les pertes de feuillets. Mais la reliure a cependant un inconvénient : elle ne permet pas de changer ou d'ajouter une feuille. Une machine très simple, aujourd'hui importée, la Paper Welder, élimine cet inconvénient grâce à l'emploi d'une colle thermosoudable qui se liquéfie au contact d'une plaque chauffée. Deux minutes après la mise en place du dossier dans l'appareil, la colle se refroidit et durcit. En la chauffant à nouveau, on peut recommencer l'opération et ainsi changer un ou plusieurs feuillets. Un signal sonore indique la prise de la colle. Cet appareil permet d'assembler jusqu'à 450 feuillets. Plusieurs modèles sont disponibles dont deux plus spécialement destinés aux amateurs.

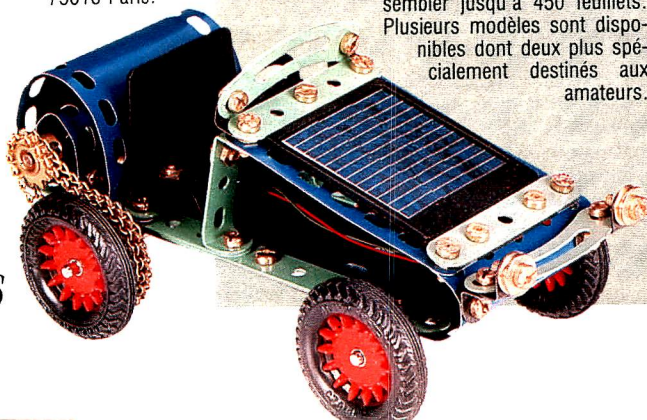
**3** Voici un casque du type colonial, conçu non seulement pour protéger des rayons du soleil, mais aussi pour rafraîchir la tête. A cet effet, il est équipé d'un ventilateur silencieux alimenté par l'énergie solaire grâce à des cellules au silicium. Une alimentation complémentaire par piles permet de maintenir un fonctionnement efficace à l'ombre ou en intérieur peu lumineux.

**4** Le Twin Spécial, de construction française, dispose de 3 roues dont 2 motrices alimentées par 2 moteurs électriques qui permettent les déplacements sur sols durs ou herbeux, ou encore enneigés (vitesse maximale de 6,4 km/h) sans grand risque de dérapage, ce qui destine ce véhicule avant tout aux personnes âgées. Deux batteries lui donnent une autonomie de 4 heures. Le Twin Spécial dispose d'un double système de freinage (moteur et électromagnétique). Pour l'administration, ce tricycle est assimilé à un cycle, mais il n'est pas recommandé de s'en servir sur route. Autres caractéristiques : moteur, 2 x 24 V ; rayon de braquage, 230 cm ; siège pivotant sur 360° ; poids, 93 kg.

**5** Selon la saison et le temps, ce climatiseur, le "Clim", assure la ventilation, l'humidification, le chauffage ou le rafraîchissement de l'air. Cette dernière fonction est provoquée par le passage d'air, produit par un ventilateur, au travers d'un rideau poreux constamment humidifié. L'évaporation abaisse la température sans qu'il soit nécessaire d'utiliser un groupe compresseur frigorigène, comme c'est le cas pour les climatiseurs classiques. Une technique moins coûteuse et qui permet de faire fonctionner l'appareil sans percer des ouvertures destinées à l'évacuation des calories à l'extérieur de la pièce. Clim est monté sur roulettes et se branche sur le secteur. Il est muni d'un programmeur (sur huit heures) et d'un système d'oscillation des volets distributeurs qui assure une répartition homogène de l'air traité. Il comporte également un niveau d'eau visible et un commutateur à trois vitesses. Dimensions : 61 x 33 x 31 cm.

## 1 DES JEUX DE CONSTRUCTION SOLAIRE

A partir de 200 F. Märklin Metall, 2 rue René-Bazin, 75016 Paris.







#### 4 UN TRICYCLE TOUT TERRAIN

Prix : 22 000 F. Poirier SA,  
Usine des Rochers,  
Fondettes,  
37230 Luynes.



7

#### UN DÉTECTEUR DE MICROS ESPIONS

6 800 F chez Scalibur,  
66 Champs-Élysées,  
75008 Paris.

6 La batterie incorporée aux outils du bricoleur est aujourd'hui courante, mais elle limite la puissance et l'autonomie des instruments. D'où l'idée de la firme Makita de réaliser un sécateur, le 4601D, dont la batterie de 14,4 V, puissante et de très grande autonomie, est portée à la ceinture. Maniable, léger (1 kg), l'appareil dispose d'une capacité de coupe de 20 mm sans effort. Il peut réaliser 3 500 coupes de 5 mm ou 3 000 coupes de 15 mm, sans recharge. Le temps de recharge est de 8 heures. La gachette de fonctionnement est équipée d'un verrou de blocage contre toute mise en marche accidentelle. Un disjoncteur de surcharge coupe le contact dès qu'un effort trop important est demandé à l'appareil.

7 Peut-être avez-vous des doutes sur la "discretion" de votre bureau ou de votre appartement ? Vous pouvez alors vous équiper du Détecteur de poche de microphones. Dès qu'il se trouve dans le champ d'un micro-émetteur, cet instrument affiche immédiatement sa fréquence d'émission (de 1 300 Hz à 1,3 GHz) sur un écran à cristaux liquides. Après quoi, il ne sera même pas nécessaire de démonter les moulures ou les cloisons : il suffira de brouiller cette fréquence en émettant un signal plus puissant sur la même longueur d'onde.

DES DISQUETTES NETTOYABLES. 200 F dans les magasins de micro-informatique. Verbatim, filiale de Kodak, vient de commercialiser des disquettes, les Datalife Plus, revêtues d'une couche de téflon. Un programme d'essais a montré que, soumises à du café, à des boissons non alcoolisées, à des doigts enduits de confiture et à du rouge à lèvres, elles ont résisté à la contamination et sauvegardé les données. Il suffit, en cas d'accident, d'extraire la disquette de sa jaquette, de l'essuyer et de la remettre dans une jaquette propre pour retrouver les données. Les disquettes Datalife Plus sont pré-formatées pour les IBM-PC et compatibles. ▲

#### 3 UN CASQUE COLONIAL À VENTILATEUR SOLAIRE

450 F chez SEDAO,  
39 rue des Grands-Champs,  
75020 Paris.





# COLLECTIONNEZ LE SAVOIR AVEC LES RELIURES SCIENCE & VIE

Pratiques et élégantes, voici les reliures SCIENCE & VIE.  
Elles vous permettront de conserver intacte votre collection  
et de la consulter facilement.  
Chaque reliure est conçue pour classer six numéros.

OFFRE  
SPÉCIALE

**70F** SEULEMENT

Le lot de deux reliures  
au lieu de 90 F.  
Profitez-en vite !



## BON DE COMMANDE

SV 851

à retourner, paiement joint, à Science & Vie,  
5, rue de La Baume, 75008 Paris.

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code postal ..... Ville .....

- Je souhaite recevoir ..... lots de 2 reliures au prix de 70 F. franco. Étranger : 90 F.
- Ci-joint mon règlement de ..... F par chèque à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED.

PROFITEZ  
VITE  
DE  
CETTE  
OFFRE  
SPÉCIALE





## L'HOLOGRAPHIE PREND DU RELIEF

(suite de la page 125)

trames gravé dans un matériau souple opaque (PVC). La matrice est donc réalisée dans une plaque métallique présensibilisée (magnésium, cuivre ou zinc) ressemblant à une plaque photographique, sur laquelle est positionnée la trame. L'exposition sous une source de rayons ultraviolet suffit à durcir la couche photosensible dans les zones non protégées par cette trame. Résultat, tout ce qui n'a pas été insolé est éliminé au développement, le métal restant à nu. Il ne reste qu'à le plonger dans un bain d'acide qui y gravera en creux et en bosses les dessins de la trame. La dernière étape consistera à débarrasser la plaque de l'émulsion préalablement durcie aux ultraviolets.

Sur cette matrice est ensuite pressé à chaud le PVC pour y graver l'empreinte du "réseau de lecture", sur lequel l'image diffractée est imprimée en offset. Mais comme le PVC, contrairement au papier, n'est pas un matériau absorbant, il est préalablement recouvert d'un apprêt transparent dont le couchage est actuellement effectué par sérigraphie (dans un proche avenir on utilisera sans doute la rotogravure, plus économique). La feuille de plastique ainsi préparée est prête à passer dans n'importe quelle machine offset traditionnelle pour devenir le support d'une image en hologravure dont les dimensions peuvent varier de quelques centimètres carrés à 70x102 cm.

D'après Alain Abdelkader, l'hologravure offset est promise à un bel avenir, du fait d'un prix de revient inférieur à celui de tout autre procédé. D'autant que HDI a également mis au point un procédé d'hologravure sur papier ordinaire, supprimant ainsi le PVC et le couchage de l'apprêt sérigraphique. Dans ce cas, après avoir reçu l'impression offset, le papier est recouvert d'une couche de vernis, dans l'épaisseur duquel se fera l'estampage du réseau de lecture, par l'intermédiaire de la "matrice". D'où la possibilité d'effectuer des tirages à très grande vitesse et à moindre coût. Décidement, l'holographie n'a sans doute pas encore dit son dernier mot...

**Alex Kovaleff**

### ADRESSES UTILES

#### Holoconcept

21, rue Béranger  
92100 Boulogne Billancourt  
Tél : (1) 46 05 15 23

#### Hologram Industries

22-24, rue des Oseraies  
93100 Montreuil  
Tél : (1) 48 70 00 99

#### Hologravure Diffusion Internationale (HDI)

25, rue de la Gare  
78370 Plaisir  
Tél : (1) 30 54 79 49



L'entraînement au travail d'équipe sur un matériel performant

Zao Longfist - Image Bank

*Informatique ou Bureautique*

## — UN MÉTIER — EN MOINS DE 6 MOIS

- Un métier qui vous stimule dans un secteur tonique et évolutif.
- Une formation progressive et pratique par un grand constructeur d'ordinateurs sur un matériel de pointe.
- Une aide efficace pour trouver un emploi adapté à vos goûts et à vos capacités.

Taux de placement dès la sortie  
des cours + 95 %.

## Avec CONTROL DATA, c'est possible

pour les candidats  
de niveau bac à bac + 2

Graph' Real

Téléphonez ou retournez vite ce bon



Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Niveau d'études \_\_\_\_\_

#### INSTITUT CONTROL DATA

Etablissement d'Enseignement Privé  
Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris  
Cedex 13 - Tél. : (1) 45.84.15.89  
PARIS - LYON - MARSEILLE  
BORDEAUX - NANTES





## NASA : LA DURE CRISE QUI DURE

(suite de la page 76)

4 milliards, contre 11 milliards pour l'ALS).

Autre exemple de la boulimie des militaires : le NASP (*National AeroSpace Plane*), plus connu sous la dénomination de X-30 ou d'"avion aérospatial". Dans sa version initiale, telle qu'elle a été présentée par Ronald Reagan dans son discours sur l'état de l'Union de 1986, le X-30 était un appareil, mi-avion, mi-navette, capable de voler à la limite supérieure de la stratosphère, à plus de vingt fois la vitesse du son grâce à une propulsion nouvelle utilisant l'oxygène de l'air. Il pouvait servir, soit au transport aérien, reliant Washington à Tokyo en une demi-heure, soit au lancement de satellites. Essentiellement civil au départ, il s'est depuis fortement militarisé. Les responsables de l'US Air Force qui, en 1984, affirmaient n'avoir aucun besoin d'un tel engin dans leur panoplie, ont petit à petit changé d'avis : ils le voient maintenant très bien habillé en bombardier stratégique, en avion de reconnaissance ou en lanceur d'appoint, susceptible de déployer une théorie de satellites militaires dans les premières heures d'un conflit. Conclusion : depuis avril dernier, c'est l'US Air Force qui a pris en main le

programme du X-30. Certes, la NASA est encore dans le coup avec, pour 1988, un budget de 52,5 millions de dollars, mais ce sont les militaires qui ont obtenu la part du lion, avec 183 millions de dollars. Plus du triple ! Si l'on en croit le proverbe américain selon lequel « c'est celui qui paie l'orchestre qui choisit la musique », on ne donne pas cher des choix de la NASA dans l'élaboration de l'"avion aérospatial".

Ainsi l'affaiblissement de la NASA, surtout sensible depuis l'accident de *Challenger*, ne semble pas devoir être passager. Tant au Congrès que dans certains ministères, des partisans farouches de la privatisation de l'espace sont prêts à retirer à la NASA jusqu'à la navette, ne lui laissant que les satellites scientifiques, la conquête de Mars et, à la rigueur, la station spatiale.

D'autre part, la militarisation de la politique spatiale américaine n'est pas nouvelle : le budget spatial militaire a dépassé le budget civil cinq ans avant la catastrophe de 1986. Bien sûr, cette tendance évoluera différemment selon la personnalité du nouveau président. George Bush, qui ne s'est guère manifesté sur la scène spatiale, où pourtant, traditionnellement, le vice-président joue un rôle important, pourrait avoir été plus actif dans la coulisse, c'est-à-dire dans le domaine secret de l'espace militaire. N'est-ce pas lui qui, lors de son bref passage à la tête de la CIA, en 1976-77, a négocié un accord de partage des satellites de reconnaissance avec la Grande-Bretagne ? Quant à son rival démocrate, il ne s'est jamais exprimé sur le sujet, sauf pour critiquer l'Initiative de défense stratégique.

En définitive, l'avenir de la NASA est conditionné par l'argent qu'on lui accordera. Sur ce plan, son actuel administrateur, James Fletcher, ne s'est pas trop mal débrouillé, puisqu'il a réussi à faire passer le budget de l'agence de 8 milliards de dollars en 1987 à 9,5 milliards en 1988. Mais gare au syndrome britannique ! L'escalade des budgets, constante dans tous les programmes spatiaux, après avoir braqué Margaret Thatcher contre l'espace, pourrait très bien provoquer la même réaction de l'autre côté de l'Atlantique. Le dérapage incontrôlé et, semble-t-il, incontrôlable du devis estimatif de la future station spatiale, passé de 8 milliards de dollars en 1984 à 32 milliards aujourd'hui, ou le gâchis manifeste représenté par la mise en sommeil (et sans doute à la casse) du complexe de lancement de navettes de Vandenberg, en Californie, qui a coûté 3 milliards de dollars et n'a jamais servi, ont de quoi décourager les meilleures volontés. A force de donner des verges pour se faire battre, la NASA pourrait bien être réduite à la portion congrue. D'autant que les activités spatiales les plus utiles ou les plus lucratives, comme la télédétection, les télécommunications ou les programmes militaires, peuvent fort aisément se passer d'elle. **Stéphane Chenard**

### DIPLOMES DE LANGUES

anglais allemand espagnol italien

## Visez européen !

Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- o Examens européens de langues
- o Chambre de Commerce Étrangères
- o Université de Cambridge

*Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :*

**LANGUES & AFFAIRES, sce 4789,  
35 rue Collange 92303 Levallois.**

**Tél. : (1) 42.70.81.88**

## L'HOMME A-T-IL VRAIMENT CHANGÉ LE CLIMAT ?

(suite de la page 51)

combinées des terres et des mers montrent sans ambiguïté possible que l'hémisphère austral, le plus océanique, se réchauffe le plus vite.

Quant à ce réchauffement proprement dit, sur lequel repose la conviction des tenants de l'effet de serre, il convient de l'aborder avec prudence. D'abord, faute de données suffisantes : la couverture géographique des relevés de température est incomplète et elle l'était encore bien plus dans le passé. Instruments et techniques de mesure étaient également moins précis. Comment être sûr que la chaleur des sites urbains, par exemple, n'ait jamais modifié les enregistrements ? Car il faut garder en mémoire l'énergie dissipée par le chauffage central, les usines, les centrales énergétiques, les voitures...

Il n'y a donc pas de preuve formelle de l'accroissement de l'effet de serre. C'est un problème de signal et de bruit de fond, écrivait récemment John Maddox, rédacteur en chef de la revue scientifique britannique *Nature*. Plus un signal est important par rapport à l'environnement, plus il en est dissociable. Or, selon Maddox, le signal de l'effet de serre est, à court terme, trop faible pour que « le propriétaire d'un thermomètre, aussi précis soit-il, puisse en déduire les tendances à venir ». Ce qui ne veut pas dire qu'il faille garder les bras croisés.

Là où la température est montée sans doute aucun, c'est dans la communauté scientifique. Les déclarations alarmistes le disputent aux suggestions les plus aventureuses. Deux chercheurs ne viennent-ils pas de proposer que l'on verse une quantité "appropriée" de fer dans les océans, pour stimuler la croissance du phytoplancton et accentuer la consommation océanique de CO<sub>2</sub> par le biais de la photosynthèse ? Plaisante idée que celle de jeter nos vieilles bagnoles à la mer ! Mais pas si folle, car il faut dire que l'océan absorbe déjà des quantités phénoménales de CO<sub>2</sub> par le biais de la photosynthèse : plus de 100 milliards de t/an ! D'autres chercheurs proposent de réduire nos émissions de carbone. Suggestion plutôt pieuse et, en tout cas, délicate à mettre en œuvre, alors que les experts prévoient une augmentation de 8 % de la consommation de carburants fossiles d'ici l'an 2000.

On restreint l'usage des CFC, on songe aussi à freiner la déforestation et à replanter des arbres. Des politiques toutefois très lourdes à mettre en œuvre. En tout état de cause, impossible de dire si l'homme a finalement amorcé un emballement de l'effet de serre. Notre système climatique est trop complexe pour le vérifier avec les moyens actuels de la science, mais aussi trop fragile pour en écarter l'idée. Dans ce contexte, toutes les mesures préventives ne seront pas superflues.

Isabelle Bourdial

EMOTIVITE  
TIMIDITE  
LA SOLUTION

## ETES-VOUS CONCERNE ?

**IL EST TROP FACILE** de constater que le manque d'assurance en soi a toujours des effets contrariaux, voire néfastes.

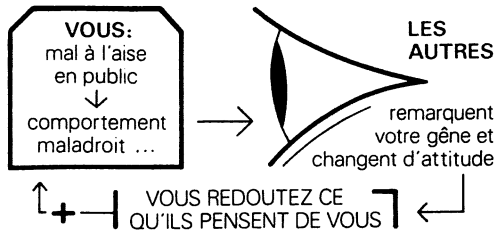
**EVIDEMMENT**, perdre tous ses moyens lors d'un examen ou d'un entretien d'embauche n'a jamais débouché sur un emploi intéressant, quelles que soient les compétences réelles...

**DE MEME**, bafoiiller ou rougir en s'adressant à des collègues, à un(e) ami(e), n'attire pas vraiment les sympathies, ni la confiance, malgré les qualités personnelles...

**MAIS PLUS GÉNÉRALEMENT**, il est toujours gênant de se sentir mal à l'aise avec "LES AUTRES", dans n'importe quelle circonstance.

**OR, CE N'EST PAS EN SE NOYANT** dans des bla-bla de littérature pseudo-médicale, que l'on parvient à briser le processus de la timidité. Ni en imitant l'autruche tout en se répétant : "Je n'ai pas de problème...", comme le préconisent malheureusement certains.

**QUE LES CAUSES** de la timidité soient nombreuses et complexes importe moins que d'en connaître le mécanisme, si toutefois l'on veut la combattre avec succès.



### MAIS QUELLE SOLUTION PRATIQUE ?

Le Centre d'Etude des Comportements appliqués à la Communication a mis au point, sous forme de cassette VIDEO, une méthode simple, logique et d'une efficacité surprenante.

**IL VOUS SUFFIRA** de regarder et d'écouter. Vous apprendrez, par des exemples et exercices concrets, à éviter les maladresses, à vous exprimer avec aisance, à adopter des attitudes positives. Alors, vous perdrez rapidement vos appréhensions et votre entourage réagira désormais de manière tout à fait normale.

Ainsi, vous reprendrez définitivement confiance en vous. Vous serez vraiment à l'aise, quoi qu'il arrive, et l'on vous appréciera enfin à votre juste valeur.

VISIT CARD

### BON D'ESSAI DE 15 JOURS SANS RISQUE

à découper ou recopier et à retourner à :

M.E.D.

18 bis, rue Violet - 75015 PARIS

**OUI**

Je désire vaincre définitivement ma timidité afin d'être bien dans ma peau.

Veuillez me faire parvenir sous emballage discret la cassette vidéo (VHS)

« Attitudes et Comportements positifs »

Je vous règle par Mandat ☐ CCP ☐ Chèque ☐ à l'ordre de M.E.D.

d'un montant de 465 F + 30 F frais de port, soit 495 F.

Si je n'étais pas entièrement satisfait, je n'aurais qu'à vous renvoyer la cassette pour en être remboursé.

NOM : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Signature ►



## LA RÉVOLUTION DES TEXTILES GREFFÉS

(suite de la page 106)

avec l'Institut Pasteur, par exemple, cet organisme mène une série de tests sur des textiles aux propriétés autostériles, bactéricides ou hémostatiques, dont on espère qu'ils trouveront de multiples débouchés dans le domaine médical. Les vêtements du personnel hospitalier et les draps des malades n'auront plus besoin d'être stérilisés. Des chaussettes en tissu greffé avec un agent anticryptogamique éviteront les mycoses des pieds.

Les nouveaux textiles auront des caractéristiques physiques dont beaucoup sont encore insoupçonnables mais dont certaines se laissent déjà entrevoir. Par greffage d'un monomère fluoré, n'importe quelle fibre naturelle ou chimique bénéficiera d'une étanchéité parfaite à l'eau tout en restant perméable à l'air. Ce traitement n'est pas altéré par le lavage car, sous l'effet de la chaleur et des produits de lessive, les greffons fluorés s'écarteront sans se dissocier, permettant à l'eau de pénétrer jusqu'au cœur de la fibre et de la nettoyer en profondeur.

Progrès considérables aussi dans les méthodes de fabrication. Sur un tissu préalablement greffé

avec un monomère basique, la teinture est absorbée pratiquement dans sa totalité, sans laisser de restes polluants.

Mieux, en mélangeant des fibres greffées et non greffées au moment du tissage et en soumettant le tissu très rapidement à un bain de teinture, on obtient des dessins colorés à thèmes répétitifs sans passer par l'étape fastidieuse de l'impression.

Ces nouvelles techniques relègueront un jour le fer à repasser au rayon des accessoires inutilisés. En greffant un élastomère, tel l'acrylate de butyl, monomère doué de propriétés élastiques, on peut en effet susciter dans le textile une sorte de mémoire de forme qui lui permettra de réagir à la manière d'un caoutchouc, le rendant éternellement infroissable. Pour l'instant, cette qualité reste imparfaite car le froid durcit cette matière, mais nul doute que les progrès de la chimie viendront à bout de la difficulté.

En 1900, pour environ 4 000 000 t de fibres naturelles, la production mondiale de fibres artificielles s'élevait à 1 000 t seulement, et bien sûr celle des fibres synthétiques était encore un rêve d'avenir. Il y a quatre ans — derniers chiffres disponibles —, elle était de 16 000 000 t pour les fibres naturelles, de 3 200 000 pour les fibres artificielles et de 12 000 000 pour les fibres synthétiques. Une progression sensationnelle dont on retrouve l'équivalent dans le développement des techniques de fabrication : les machines d'aujourd'hui sont capables de filer en continu des millions de kilomètres de fils sans rupture, à des vitesses qui vont jusqu'à 6 000 mètres à la minute.

Les textiles chimiques ne sont déjà plus des objets uniquement d'habillement et d'ameublement. Leur fonction déborde dans tous les domaines. On trouve des agrotexiles qui protègent les cultures et participent à la confection des silos à grains. Des géotextiles, employés dans le bâtiment et les travaux publics. Des textiles dits techniques, posés en sous-couche, renforcent la surface de roulement des autoroutes, le ballast du TGV et, sur les plans, les voies du futur tunnel sous la Manche. La médecine fait grande consommation de textiles biocompatibles, par exemple sous la forme d'aortes artificielles en téflon et polyester.

Les perspectives ouvertes par les procédés de greffage sont infinies. On peut très bien imaginer des tissus conducteurs d'électricité pour circuits d'ordinateurs, des tissus absorbant les ondes radar, des tissus protecteurs contre les radiations, des tissus caméléons qui changent de couleur sous l'effet de la température ou de l'environnement. Le monde des textiles nous promet décidément des choses étranges.

Laurent Douek



**VIDANGEZ VOUS-MÊME LE MOTEUR DE VOTRE VOITURE  
RAPIDEMENT, PROPREMENT ET COMPLETEMENT !**



de votre bateau, de votre moto, de votre tracteur, etc..  
**POMPECO : une vidange rapide et propre plus complète et plus efficace par le conduit de jauge d'huile moteur.**

**POMPECO : une vidange sécurité**  
 POMPECO testée par l'I.C.A.M. : une technique très sûre et de très haute performance une vis sans fin tourne à 12.000 tours minute en flexion alternée jusqu'à un angle de 80° permet à chacun de résoudre parfaitement ses problèmes de vidange auto, moto, bateau, tracteurs.

**POMPECO : une vidange rapide, facile et propre à réaliser vous-même.**  
 Sans ramper sous votre véhicule, sans vous salir, sans outillage spécial, sans joint à remplacer POMPECO s'installe instantanément dans le conduit, à la place de la jauge d'huile.

En moins de 12 minutes, tranquillement dans votre garage, sur votre parking ou dans la rue, vous procédez vous-même à la vidange de votre moteur en récupérant l'huile dans un récipient approprié pas de saleté, pas de pollution.

**LIVRAISON CONTRE CHEQUE DE 218,80 F  
(195 F. TTC + 23,80 F pour frais de port)**

**A ADRESSER A :**

**CODIV 28, avenue de la République  
93170 BAGNOLET**

## L'EAU LOURDE TRAHIT LE PINARD

(suite de la page 111)

isotopique" des vins français et étrangers.

Cette technique, brevetée à l'échelle internationale, a été adoptée par l'Office international de la vigne et du vin (OIV) pour dépister les éventuelles manipulations. Récemment, une société commerciale d'expertise isotopique, Eurofins, dirigée par Gilles Martin, centralien, informaticien et fils du Pr Martin, a été créée à Nantes, avec l'aide de la Chambre de commerce, des collectivités locales et le soutien du CNRS. Comme on pourrait s'en douter, elle exploite, perfectionne et étend cette technique. Notamment à l'agro-alimentaire, pour lequel il est tout à fait intéressant de pouvoir établir l'origine d'un produit à partir de sa composition en isotopes stables (région de production, origine synthétique ou naturelle, etc.). Pour Gilles Martin, cela représente même un atout culturel, car « la Nature, le temps et la région se retrouvent dans l'identité de la plante dont est issu le produit ».

Forte de toutes ces révélations, l'équipe du Pr Martin essaye même d'étendre cette technique aux produits d'origine animale, grâce à l'étude de leurs acides aminés et leurs graisses. On pourrait ainsi confirmer le label d'origine, préciser qu'un saumon fumé provient du Pacifique plutôt que de la mer du Nord, qu'un foie gras du Périgord n'est pas polonais, ou qu'un escargot de Bourgogne n'a pas vu le jour en Thaïlande.

Quoi qu'il en soit, et qu'il en advienne, l'utilisation la plus retentissante du SNIF-RMN a porté sur les vins. Il y a quelque temps, en effet, notre confrère *Que Choisir* a fait "sniffer" pour son compte une vingtaine de marques de beaujolais. Les résultats, publiés en mars dernier, ont révélé que 11 des vins étaient surchaptalisés (jusqu'à 72 grammes de sucre par litre, soit le double de la quantité autorisée). Ces abus "démontrés" confirment donc ce que soupçonnaient de nombreux dégustateurs et consommateurs : les ajouts créent un déséquilibre qui voile le fruité du vin et, parfois, le rend "lourd".

Le SNIF-RMN ayant été adopté par la Communauté européenne, plusieurs pays sont équipés, ou en train de s'équiper, du matériel nécessaire à ce type de détection (essentiellement un appareil RMN, qui coûte environ 3 millions de francs, un distillateur et un logiciel pour l'exploitation des données). Ce qui permet d'envisager que, dans un proche avenir, le monde de la viticulture, et celui de l'agro-alimentaire en général, va être bouleversé par la présence de quelques atomes de deutérium qui ne devraient pas être là où ils sont...

**Alexandre Dorozynski**

## DÉBUTEZ EN INFORMATIQUE entre 100 000 / 150 000 Annuel

puis évoluez rapidement vers

- Analyste
- Chef de projet
- Ingénieur Informaticien
- Ingénieur technico-commercial

grâce à notre Formation  
de haut niveau

**ANALYSTE D'APPLICATIONS**  
en 18 semaines sur  
gros systèmes IBM-43XX sous VM

niveau **BAC+2 à BAC+6**

Test + Entretiens

**PLACEMENT ASSURÉ**

Prêts d'études

Prochaines Sessions :

3 octobre

28 novembre

Téléphonez : **(1) 48 39 85 68**

ou écrivez à :

**I.S.2.A.**  
**INSTITUT SUPÉRIEUR D'ANALYSE  
D'APPLICATIONS**

**Tour Pariféric**  
**6, rue Emile Reynaud**  
**93306 Aubervilliers**



## LA CULTURE GENERALE

clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.

Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux...

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite., accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4009, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



### BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 4009, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom : .....

Adresse : .....

## DEVEZ-VOUS REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne: faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n°F17 à UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS. Pour la Belgique: 30, rue Louvrex, 4000 Liège - Tél. 041/23.51.10

**BON** pour une documentation gratuite sans engagement et sans frais.

à découper ou à recopier

NOM : .....

PRENOM : .....

ADRESSE : .....

F17

## SUR LE FIL TÊNU DE LA VIE

(suite de la page 97)

après une semaine de ventilation continue) chez environ un tiers des bébés : 28 % des enfants qui en sont victimes décèdent d'asphyxie. Michel Dehan avoue simplement : « Nous sommes encore très ignorants, puisque nous sommes incapables d'empêcher ces accidents... » Tout ceci serait fort décourageant, mais, nous l'avons dit, un nombre de plus en plus grand de prématurés naviguent sans encombre entre ces écueils. L'apparition, et la généralisation, des appareils de mesure de la Po<sup>2</sup> transcutanée, l'amélioration technique des appareils de ventilation, le fait que les médecins ont mieux défini les champs d'application de cette technique ne sont pas étrangers à ces progrès.

Et d'autres améliorations sont à attendre. En atteste le premier essai clinique d'un surfactant artificiel effectué avec succès en avril dernier par dix centres de néonatalogie britanniques. Il semble capable, sinon de remplacer totalement son homologue naturel, du moins de diminuer fortement la gravité des complications dues à la maladie respiratoire. Le produit, ALEC (pour *Artificial Lung Expanding Compound*), est un mélange de lipides complexes doués de propriétés tensioactives et présents naturellement chez l'homme. Il se présente sous la forme de cristaux dilués dans une suspension d'eau salée que les auteurs britanniques de cette première étude ont choisi d'instiller directement dans le pharynx dès la naissance, et si possible avant même la première inspiration. Plus de 300 enfants d'un âge gestationnel compris entre 25 et 29 semaines ont ainsi reçu de l'ALEC : il en résulte que ce produit permet de diminuer la mortalité néonatale de 27 à 14 %, et la fréquence des hémorragies cérébrales de 24 à 16 %.

Le laboratoire Abbott France a lui aussi mis au point un surfactant synthétique, dont les essais sont imminents, et plusieurs autres travaillent dans ce sens. Boeringher Ingelheim a mis au point l'Ambroxol, qui améliore la performance pulmonaire et provoque la synthèse de surfactant naturel par le poumon du bébé. La Bromhexine, un autre stimulant de la maturation pulmonaire, a également fait l'objet d'essais cliniques l'an dernier en RFA et en Italie.

Autre voie de recherche intéressante : l'hélium. Ce gaz, le plus léger de tous, s'avère un « véhicule » gazeux bien plus rapide que l'azote. Le Dr Galpérine, dans une étude préliminaire réalisée à l'hôpital des enfants malades de Bordeaux, a ventilé 17 nourrissons en remplaçant l'azote de l'air par de l'hélium (comme on le fait dans les appareils destinés à la plongée profonde). Les efforts de respiration sont très diminués et l'oxygène mieux distribué dans les alvéoles les plus distales (pour une même concen-

tration d'oxygène dans le mélange, la pression artérielle en oxygène obtenue est meilleure avec le "camion" hélium qu'avec le "camion" azote). Du coup, on peut diminuer les pressions de travail du ventilateur (évitant ainsi les pneumothorax) et "sevrer" plus vite les enfants de la machine. Le problème : évitera-t-on ainsi les bronchodysplasies secondaires liées à la ventilation au long cours ?

Enfin, les modes de ventilation eux-mêmes vont peut-être à nouveau changer : on s'est avisé, il y a une dizaine d'années, qu'il est possible de distribuer des gaz frais au poumon et d'épurer le CO<sub>2</sub> avec de tous petits volumes et des fréquences respiratoires très grandes (on est monté jusqu'à 400 ou 1800 cycles respiratoires par minute). Des pédiatres de l'hôpital Edouard Herriot de Lyon ont même réussi à épurer le CO<sub>2</sub> et oxygéner correctement des prématurés de moins de 1 500 g. Sans provoquer plus de complications pulmonaires ni cérébrales qu'avec la ventilation classique.

Un autre grand progrès technologique de ces cinq dernières années a sans aucun doute été l'apparition des échographes cérébraux dans ces services de réanimation. Jusque-là, pour juger de l'état neurologique de ces petits patients, il fallait se contenter d'estimer leur état clinique à la naissance et d'examiner leurs électroencéphalogrammes, qui peuvent en effet révéler une souffrance cérébrale. Mais pour le Dr David Coulter, neurologue pédiatrique à Boston, il n'existe pas de critères reconnus pour prédire si une souffrance cérébrale ainsi décelée se traduira ou non par des séquelles. Quoi qu'il en soit, les médecins disposent enfin d'un outil de diagnostic pour identifier les nourrissons atteints d'une hémorragie cérébrale et pour déterminer sa gravité.

De nombreux auteurs ont suivi pendant plusieurs années après la période critique le devenir neuropsychologique, sensoriel, social et scolaire d'enfants ayant été victimes de malformations ou de séquelles dues à des accidents cérébraux. Tous s'accordent à reconnaître que les survivants ont globalement une meilleure qualité de vie. Le Dr Michel Dehan a expliqué en 1985 que la mortalité des nouveau-nés prématurés avait diminué des deux tiers en 25 ans, et que le taux de séquelles psychomotrices et sensorielles des survivants avait baissé dans des proportions comparables. Mais ce sont surtout les plus grands (donc les moins prématurés) qui en ont bénéficié : « Si les résultats à moyen terme des plus de 31-32 semaines sont tout à fait remarquables et indiscutés, pour les catégories de poids de naissance et d'âge gestationnel inférieurs, les études publiées ne permettent aucune conclusion fiable. »

C'est douloureux à dire, mais non moins vrai, que ces résultats ont été obtenus au prix d'une euthanasie active. Andrew Whitelaw a été un des premiers à

(suite du texte p. 166)



## ÉCOLE SUPÉRIEURE D'INFORMATIQUE PROFESSIONNELLE

**FORMATION D'INFORMATIENS**  
**Spécialisation grands systèmes**

### Programme 24 semaines

- Initiation Assembleur Z 80.
- Analyse organique et fonctionnelle.
- Assembleur IBM 370.
- COBOL ANS.
- Maîtrise du conversationnel.
- Base de données DL1/VSAM.
- Télétraitement CICS.
- Langage C.
- Oracle/SQL.

### Moyens informatiques

- 2 ordinateurs de 16 mega octets sous VM/CMS, DOS/VSE.
- 90 Terminaux.
- 20 PC 286 2 mega octets.
- Disques magnétiques 26 milliards d'octets.
- VAX 16 mega octets.

**Niveau BAC + 2**  
**Prêts d'études à 100 %**  
**Service placement**

**☎ 45.22.13.17**

Téléphonez ou retournez ce bon pour  
recevoir une documentation

Nom ..... Prénom .....

Adresse .....

Age ..... Niveau d'études .....

**ESIP 78, rue La Condamine**  
**75017 PARIS**



# DEVENEZ

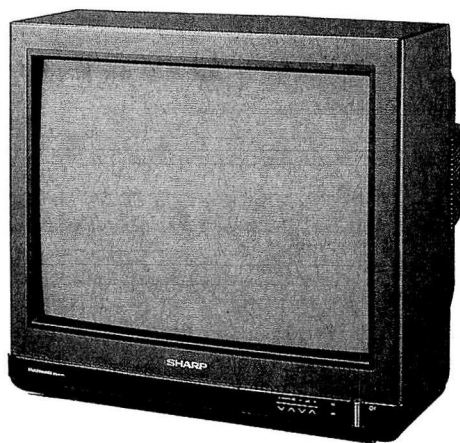


## PHOTOGRAPHE

Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé), vous prépare à ces brillantes carrières : photographe de mode, de publicité, de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv. F1), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris. Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège. Tél. 041/52.60.98

<b>BON</b>	pour recevoir notre brochure gratuite	<input type="checkbox"/>
Nom .....		
Adresse .....		
..... code postal .....		
Ville .....		

**36, 51, 54, 63 et 70 cm :  
Vous n'avez que l'embarras  
du SHARP!**



**SHARP®**  
**une touche de génie**

## SUR LE FIL TÊNU DE LA VIE

(suite de la p. 165)

expliquer ce que croient et font de nombreux pédiatres : il est des circonstances gravissimes où l'on doit permettre à des enfants de mourir sans prolonger inutilement une existence très menacée à court terme, ou dont on sait qu'elle sera une "non-existence", une vie végétative sans aucune communication, aucun échange.

Parfois, c'est un bébé de moins de 500 g en état de mort apparente que les transporteurs décident de ne pas réanimer. Parfois, l'enfant très gravement atteint fait l'objet d'une réanimation d'attente en cours de transport, avant que le service de soins intensifs de l'hôpital ne prenne la décision.

Les réanimateurs français ont entamé une réflexion sur ce grave et poignant problème moral, parce qu'ils sont les premiers concernés. Nous ne voulons plus, dit en substance Andrew White-law, créer des retardés mentaux profonds, quadriplégiques, aveugles et secoués de convulsions. « Aurions-nous été capables de prédire ces malheurs au temps où les victimes étaient en soins intensifs, que nous n'aurions certainement pas continué leur réanimation. »

Il reste cependant extrêmement difficile de pronostiquer la survenue de handicaps, et le handicap, ayant une dimension non médicale, sociale et psychologique, ne peut être réduit à une analyse objective. Quel handicap sera "acceptable" et quel autre ne le sera pas ?

Pour l'équipe médicale, il faut donc se garder d'un "eugénisme" frileux (qui interdit de courir le risque du handicap) et se garder de soigner tout malade à n'importe quel prix (comme cela a été le cas aux Etats-Unis, du fait d'une loi ultra-réactionnaire).

Cette décision, les pédiatres français l'assument seuls, contrairement aux Anglo-saxons, et ne font que faire partager à la famille les décisions prises (souvent les nouvelles sont si mauvaises au fil des jours que les parents sont déjà préparés à cette éventualité). L'accompagnement des parents est d'ailleurs un des principes fondamentaux de ce comportement. Mais avant tout, « c'est au respect de l'enfant que nous nous devons. Un enfant malade a droit à une mort respectable et digne. »

La réanimation infantile, qui est née du respect de la vie des enfants et du refus de l'abstention thérapeutique, engendre, on le voit, des interrogations et des contradictions qu'elle cherche à résoudre par elle-même et avec humilité. C'est infiniment respectable.

**Jean-Michel Bader**

## LES CIVILISATIONS D'AVANT LA CIVILISATION

(suite de la page 36)

remonte à environ 6500 ans av. J.-C. Mais de nombreuses fouilles dans des sites plus modestes, datant de quelque 8 000 ou 9 000 ans, semblent confirmer la précocité de l'évolution technique et sociale dans le Croissant fertile :

- A Cayonu, en Turquie orientale, on a mis au jour de nombreux objets de cuivre martelé en forme d'épingles, de pointes, de crochets et de feuilles. Tout un quartier du village était consacré à la fabrication de perles de colliers.
- Non loin de là, à Gritille, on a trouvé des morceaux de fer qui avaient été chauffés, et l'un d'eux travaillé il y a 7500 ans, soit plus de 3000 ans avant le début de l'âge du fer.
- A Beidha, en Jordanie, un atelier était consacré à la fabrication de perles, un autre à la taille de pierre, un troisième à la boucherie.
- A Umm Dabaghia, en Iran du Nord, on a identifié dans des dépôts compartimentés des stocks de billes (vraisemblablement utilisées comme projectiles pour lance-pierres), d'ossements d'animaux et de grattoirs en silex évoquant la présence d'une tannerie.

- A Yarim Tepe et Tell-es-Sawwan, en Irak, il y avait suffisamment de fours à poterie pour assurer une fabrication de masse, sans doute destinée à l'exportation. Des analyses ont révélé d'ailleurs l'existence d'un commerce d'objets en terre cuite dans la région. La distribution d'obsidienne, pierre volcanique pouvant être polie en miroirs ou taillée en lames, était assurée partout dans la région.

La division du travail et le commerce ont sans doute amené certains à s'enrichir et, en conséquence, à établir des hiérarchies sociales et des castes héréditaires. A Boucras, en Syrie, par exemple, on a découvert, près d'un grand dépôt, une "maison de maître" plus grande que les autres. A Tell-es-Sawwan, certaines tombes étaient plus richement décorées. Reste à savoir comment tous ces gens vivaient.

Certes, des sites comportent des dessins muraux ou des peintures qui donnent une idée de l'apparence de nos ancêtres il y a 8 000 à 10 000 ans. Peu de vêtements, car il faisait chaud : des hommes en pagne, d'autres ne portant qu'un collier, un bracelet, une ceinture et un fourreau pour protéger leur sexe ; des femmes en blouse ou avec une brassière et une jupe courte, leurs cheveux en chignon. Mais cela est encore peu.

Cela dit, petit à petit, les archéologues réunissent lentement, mais sûrement, les pièces d'un puzzle qui révélera peut-être plus en détail l'image des civilisations qui ont précédé la civilisation.

Jean Ferrara

vous êtes

# CHAUVE

pourquoi le restez vous ?

## La chirurgie esthétique

**VOUS GARANTIT**  
que par une intervention  
**sûre, efficace**  
**indolore**  
vous retrouverez  
**définitivement**  
**VOS VRAIS**  
**CHEVEUX**

**souples - vivants - naturels**  
s'argentant avec l'âge car plus jamais ils ne tomberont.

**CLINIQUE DU ROND-POINT**  
**DES CHAMPS-ELYSEES**  
(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 envoyées sur demande

NOM .....  
ADRESSE .....  
Tél. ....

**CLINIQUE DU ROND-POINT**  
**DES CHAMPS-ELYSEES**  
**61, AV. FR. D. ROOSEVELT - PARIS 8<sup>e</sup> - 43 59 49 06 / 71 63**

65

**UNE OREILLE PARTOUT!...**  
**MICRO-ESPION TX 2007**

**225F** PRE SPECIAL  
BON A DECOUPER CLOISURE **GARANTIE 1 AN**

**PORTÉE 5 km**  
Un modèle de micro-émetteur donnant par sa puissance Performances améliorables (voir mode d'emploi en français)

Pour les bricoleurs : une véritable radio libre

- **SIMPLE** : réception sur tout poste radio FM, auto-radio, chaîne Hi-Fi, etc. Il suffit de déplacer la fréquence pour trouver une zone libre sur votre radio actuelle en FM.
- **DISCRET** : sans fil, sans branchement, sans antenne extérieure, vous le mettez où vous voulez.
- **PRATIQUE** : petit et léger, fonctionne avec une pile courante de 9 volts jusqu'à 250 h en continu (livré sans pile).
- **UTILE ET EFFICACE** : pour surveiller enfants, commerces, garages, personnes malveillantes, ennemis, malhonnêtes, etc.

Essayez cet appareil (meilleur rapport qualité-prix de cette gamme !). Plus de 30.000 exemplaires vendus à ce jour ! Fournis aux professionnels, détectives, gardienhages, etc.

Bon à renvoyer à : **SCANNER'S - BP 26**  
**13351 MARSEILLE CEDEX 5**  
**Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 F PRAGMA**

**Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h**

☐ Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)  
☐ **MICRO-EMETTEUR TX2007** au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F  
Ci-joint mon règlement par ☐ CCP ☐ chèque bancaire ☐ mandat-lettre, ☐ contre remboursement (+ 25 F).

Nom .....  
Adresse .....  
Code postal : ..... Ville : .....

65



## LE PARATONNERRE ABSOLU

(suite de la p. 82)

ne put être décelé dans l'enceinte même lors d'un coup de foudre de 40 000 A.

En dessinant le LIDS, les ingénieurs avaient appliqué toutes les techniques éprouvées et connues pour atténuer les dommages dus à la foudre ; ces techniques de protection active d'un site ont d'ailleurs été décrites par Perroud et Eybert, du CEN de Grenoble. La tâche était un peu plus ardue encore pour les chercheurs américains qui devaient protéger une installation de petite taille très sensible aux chocs électriques et vulnérable par ses câbles de liaison.

Les tests menés sur le terrain ont prouvé que leur montage LIDS constituait pour le matériel d'essai nucléaire une protection invulnérable aux décharges atmosphériques les plus intenses ; les courants transitoires ont été menés au sol par le blindage des câbles et par l'enveloppe métallique du LIDS. Quant aux courants résiduels qui avaient réussi à franchir ce premier barrage, les limiteurs de transitoires ont été en mesure d'en ramener le voltage à un niveau très bas ne présentant aucun risque.

Pour arriver à ce niveau de sécurité, il faut beaucoup plus que le paratonnerre qui est tout à fait convenable pour une maison, mais pas pour des dispositifs dans lesquels ne doit pas s'insinuer le moindre courant un peu fort. En fait, il faut une sorte de véritable coffre-fort bien relié à la terre qui, grâce à ses dimensions, reste seule à pouvoir résister au choc de la foudre. **Renaud de La Taille**

## POURQUOI Y A-T-IL ENCORE DES COMÈTES ?

(suite de la page 21)

libre à cause des planètes toutes proches ou de l'agitation liée aux passages dans les grands complexes de gaz moléculaire. Sérieusement perturbé, il laisserait échapper ses glaçons qui, soit tomberaient directement vers le Soleil, soit partiraient rejoindre le Nuage d'Oort, loin, très loin à plusieurs dizaines de milliers de u.a.

D'après Cameron, ce disque alimenterait en permanence le Nuage d'Oort, et c'est pourquoi celui-ci ne serait jamais vide. De temps à autre, perturbé à son tour par le passage d'une étoile, ce Nuage d'Oort lâcherait lui aussi des noyaux cométaires en direction du Soleil. Au terme d'un long périple, après avoir donc séjourné dans deux réservoirs, des comètes viendraient exhiber leurs queues dans notre ciel.

Deux preuves, l'une fournie par l'observation, l'autre théorique, sont venues conforter la thèse de Cameron. En 1983, le satellite IRAS, cartographiant le ciel dans l'infrarouge, a capté un rayonnement diffus qui se dégageait d'une source au-delà des planètes. Ce serait probablement une petite "fumée" qui sort du second réservoir plein de poussières.

Plus récemment Martin Duncan, de l'observatoire Lick, Thomas Quinn et Scott Tremaine, de l'Université de Toronto, ont simulé sur ordinateur l'entrée des comètes à l'intérieur du système solaire. En utilisant un modèle mathématique qui tient compte de l'attraction gravitationnelle du Soleil et des quatre planètes géantes, ils ont démontré que la majorité des comètes ne provenait pas du Nuage d'Oort, mais d'un disque plat situé à proximité de l'orbite de Neptune.

Diagnostic des mécaniciens célestes : les deux réservoirs fuient et nous envoient des comètes. Optimistes, les astronomes ne s'attendaient plus à de nouvelles complications. Puis la caméra ultraviolette placée à bord du satellite *Dynamics Explorer* transmet des images inquiétantes. Le haut de notre atmosphère est complètement piqué de taches brunes. Louis Frank de l'Université de l'Iowa, est formel : de toutes petites comètes s'interposent entre la caméra et nous, bloquant la lumière du jour, et percent de petits trous.

Faites entièrement de glace d'eau, ces minicomètes s'introduisent sans problème dans l'atmosphère. N'ayant pas de noyau rocheux, elles n'y font pas d'étincelles et fondent avant de toucher le sol. Elles nous apportent aussi de l'eau, une centaine de tonnes par comète de douze mètres.

Et des comètes de cette taille, il en tomberait 20 à la minute. Une véritable avalanche, qui pourrait être à l'origine des rivières, des fleuves et des océans. Mais pour l'instant seul Louis Frank l'a vu...

**Anna Alter**

## PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

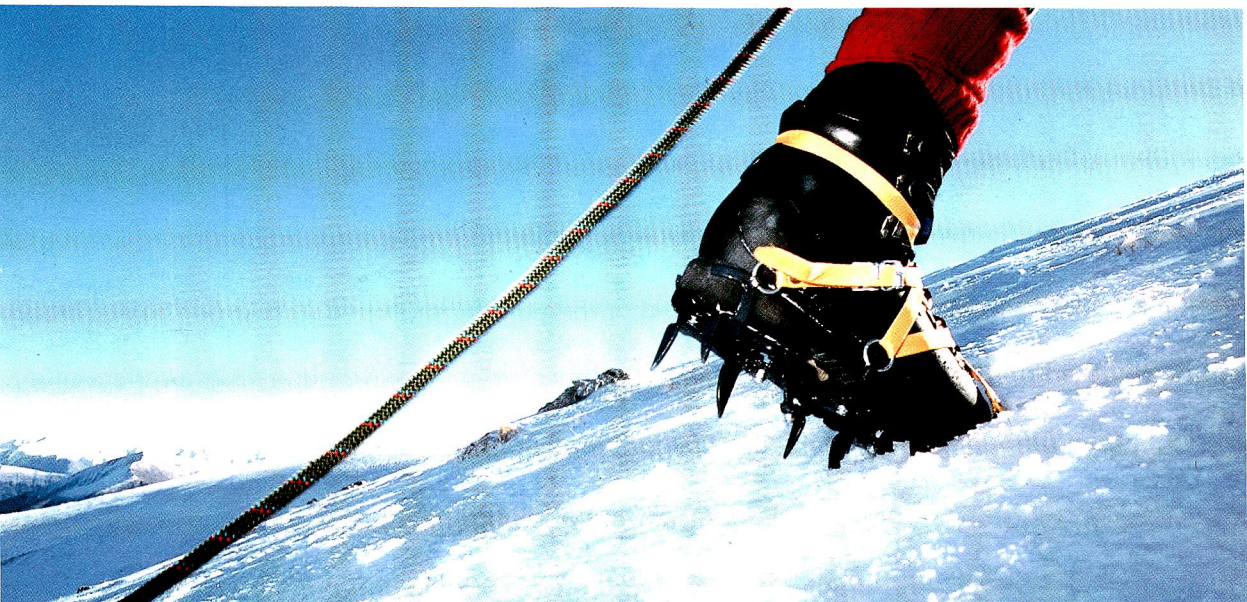
(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

P. 2 : Dr Vic Bradbury/Science Photo Library-Coll. Musée de l'Holographie-Pitch ; p. 3 : Nature-Van Der Meersch-Vic Bradbury-NASA ; p. 13 : Bourdis-Dupuis/Sigma ; p. 16/17 : I. Corrêa ; p. 18/19 : Coll. Galaxie/Contact-Association française d'astronomie-Harvard College Photo Library ; p. 20/21 : I. Corrêa ; p. 22/23 : Dr J-F. Dumon-Rault/Enguerand ; p. 25 : C. Witt ; p. 26/27 : Dr P. Sarraz-J-P. Simon ; p. 31/32 : Van Der Meersch ; p. 34/35 : Tell Abu Hureyra ; p. 36 : A. Meyer ; p. 38 : Nature ; p. 39 : A. Meyer ; p. 40 : D. Hodge ; p. 47 : CNRI ; p. 48/49 : C. Ukin/ REA ; p. 50/51 : A. Meyer ; p. 52 : K. Hanson/Cosmos ; p. 53 L. Lee/Cosmos ; p. 54/55/56/57 : G. Delpit ; p. 59 : Freytag/Zefa ; p. 61 : D.R. ; p. 63 : M. Giraud ; p. 65 : Musée de l'Homme-Destable-Delaplanche ; p. 67 Giraudon ; p. 68/69/71/72/73/75 : NASA ; p. 79 : J-J. Vincent ; p. 81 : Univ. of Calif. L. Livermore. Nat. Lab./US Dept. of Energy-A. Meyer ; p. 85 : Roger-Viollet ; p. 86 : A. Meyer ; p. 88/89/90/91/92/93/94/95 : Th. Morin ; p. 97 : A. Meyer ; p. 98/99 : I. Corrêa-Th. Morin ; p. 101 : I.T.F.-L. Douek ; p. 102 : L. Douek ; p. 103 : Ivaldi/Jerrican ; p. 105 : Aimard ; p. 109/111 : J-G. Marquis ; p. 112/113 : R. Lamoureux ; p. 115/116/117/118/119/120/121 : Papa-D.R.-F. Martin ; p. 122/123 : Conception Holosoft ; p. 124/125 : D.R. ; p. 126/127 : D.R. ; p. 128/129 : L-P. Delplanque-D. Clément/Explorer ; p. 130/131 : L-P. Delplanque ; p. 137 : M. Toscas/Galerie 27 ; p. 138/139/140/141/142/143 : M. Roux-Saget ; p. 144/145 : M. Toscas ; p. 152/153/154/155 : D. R. ; p. 156/157 : Th. Morin - D.R.

Protéger les terres de France, c'est avant tout faire appel à des hommes et des femmes de qualité pour défendre la nation.

# VIVRE FORT

L'Armée de Terre, c'est un style de vie pour être performant, un rôle actif pour être présent, une évolution au cœur des technologies pour être efficace. Pour vivre fort.



Date limite d'inscription  
à la Préparation Militaire Supérieure :  
le 31 Octobre 1988

Elèves Officiers de Réserve (E.O.R.) : la filière de ceux qui veulent vivre autrement leur service national, de ceux qui veulent être responsables. Préparation Militaire Supérieure, peloton préparatoire aux E.O.R. ouvrent l'accès au commandement, aux responsabilités, aux technologies de l'Armée de Terre aussi.

Officier de Réserve, un style de vie, une façon d'être.



**ARMÉE DE TERRE**

S H E R P A

DE TOUTES NOS FORCES

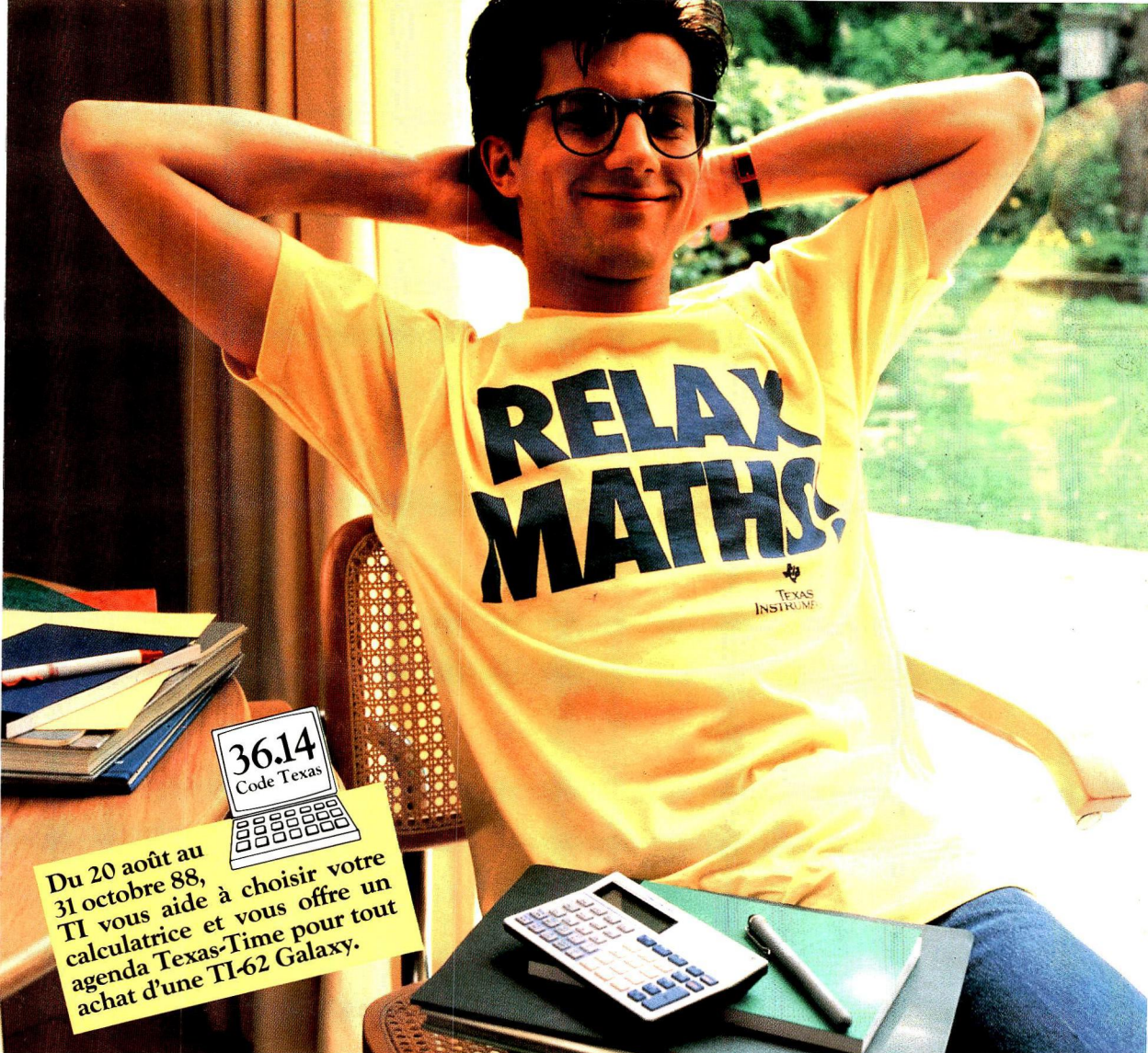
Nom \_\_\_\_\_ Niveau d'Études \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_ Adresse \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Service National effectué OUI ☐ NON ☐

Pour obtenir une documentation sur les carrières de l'Armée de Terre, envoyez ce coupon-réponse au SIRPA TERRE, SV  
231, boulevard Saint-Germain 75007 PARIS





Du 20 août au 31 octobre 88, TI vous aide à choisir votre calculatrice et vous offre un agenda Texas-Time pour tout achat d'une TI-62 Galaxy.

## Question maths, j'ai tout compris !

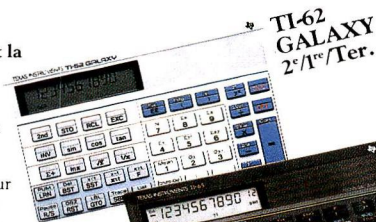
### Calculatrices programmables Texas Instruments : pour comprendre les maths et la programmation.

Les calculatrices Texas Instruments ne se contentent pas de donner des résultats, elles sont conçues pour aider à une meilleure compréhension du raisonnement mathématique et de la logique informatique lors de l'exécution des programmes.

La TI-62 Galaxy, un outil hors du commun pour l'initiation et la pratique de la programmation. Elle possède toutes les fonctions pour apprendre à programmer : labels, branchements conditionnels, boucles...

D'une facilité d'utilisation inégalée, elle permet, grâce à ses fonctions uniques d'édition, de relire et modifier un programme saisi.

Avec Texas Instruments, on a le choix. Chacun peut trouver la calculatrice programmable qui lui convient. Ainsi, pour les plus scientifiques, la TI-65 est un outil idéal. Très puissante, elle est dotée de caractéristiques très performantes. Son chronomètre intégré permet de réaliser des séries expérimentales et de stocker jusqu'à 16 de ces données. Pour simplifier les calculs répétitifs, elle possède 8 constantes de physique et chimie ainsi que 16 conversions métriques.



TI-65  
Classes  
scientifiques



TI-74  
BASICALC  
Prépas et Sup.

En réponse aux nouveaux programmes d'informatique des classes préparatoires scientifiques, Texas Instruments a conçu le TI-74 Basicalc. C'est le seul micro-ordinateur de poche du marché programmable en Basic et en Pascal (module Pascal en option). Sa conception modulaire permet d'y ajouter de nombreux périphériques et d'accroître sa puissance et sa souplesse d'utilisation.

Performantes et simples à programmer, les calculatrices Texas Instruments offrent également un maximum de confort d'utilisation et sont garanties deux ans (échange standard dans votre magasin). Faire équipe avec Texas Instruments, c'est vraiment génial !

Des calculatrices pour des maths plus faciles et une vie plus relax.

**TEXAS INSTRUMENTS**

