

SCIENCE & VIE

MENSUEL N° 860

MAI 1989

La fusion
froide,
plus grande
découverte
du siècle

TEMPÈTE
IMPRÉVUE
DANS
LE SOLEIL

Sida : le bilan

Sang : la fin
de la transfusion

M 2578 - 860 - 18,00 F



3792578018002 08600



Ecoutez, c'est Sony. C'est le casque Digital.

En créant la série "CD", SONY a particulièrement étudié les trois éléments essentiels dans l'élaboration d'un casque: la qualité du son, le confort d'écoute et le design. Spécialement conçu pour le son digital, le casque Digital utilise de nouveaux matériaux pour permettre une large reproduction de la bande passante et une profondeur de son inégalable.

Les oreillettes sont larges et ovales ; leur façade en céramique composée maintient parfaitement le diaphragme pour une restitution puissante des basses et délicate des aigus et ce, sans aucune distorsion du son. La série "CD" comprend 3 modèles, le MDR-CD999 (modèle présenté), le MDR-CD777 et le MDR-CD555. SONY en est le créateur.

SONY
le créateur

Où trouver les Casques SONY ? Minitel **36.14**. Code d'accès **SONY**.

SCIENCE & VIE

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUALET
Directeur de la publication : PAUL DUPUY
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
Secrétaire de rédaction : DOMINIQUE LAURENT,
FRANÇOISE SERGENT
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,
JACQUES MARSAL, PIERRE COURBIER,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, DIDIER DUBRANA

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON, FATIMA HADJERASSI

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent:
London W4, 1 HF
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205
2-14-1 Sakuragaoka
Setagaya-Ku - Tokyo 156

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. 40 74 48 48
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY

• SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERAULT
Assisté de : MARIE CRIBIER
téléphone vert : 05 43 42 08 réservé aux dépositaires
Belgique : A.M.P. 1 rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING
Assisté de : CAPUCINE THÉVENOUX

• PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECOR
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45 62 22 22
Directeur de la publicité : PHILIPPE TURCAN
Chef de publicité : FREDERIC PAPIN

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 timbre-poste français ou règlement à votre convenance. Les non-responsables pourront être débarqués automatiquement de 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 1987 SCIENCE & VIE



ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple
1430 FB - 1 an couplé 1910 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 Ixelles 6 - 1060 BRUXELLES

CANADA 1 an simple 40 \$ Can - 1 an couplé 55 \$ Can
PERIODICA INC. C.P. 444, Outremont, P.O. CANADA H2V 4R6

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

USA 1 an couplé 70 \$
International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston - Texas 77209

AUTRES PAYS 1 an simple 271 F - 1 an couple 341 F.

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros

198 F 2 ans : 376 F

1 AN - 12 Numéros

+ 4 Hors Série

258 F 2 ans : 490 F

BULLETIN D'ABONNEMENT

A découper ou recopier et adresser
paient joint, à SCIENCE & VIE
5, rue de La Baume 75008 PARIS

• Veuillez m'abonner pour :

- 1 an 1 an + hors série
 2 ans 2 ans + hors série

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

Ville.....

Pays.....

Profession.....
(facultatif)

• Ci-joint mon règlement de F
par chèque ou mandat-lettre à l'ordre
de Science & Vie-Brad.
Etranger : mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV860



Douze kilos et demi d'or répartis en 550 000 feuilles de 0,2 micromètre d'épaisseur sont en train d'être collées une à une sur le dôme des Invalides. Lever de rideau en juillet. p. 102

Astrologie, numérologie et autres âneries ont aujourd'hui autant sinon plus de valeur que vos diplômes aux yeux des services de recrutement de nombreuses entreprises. p. 111



S O M M A I

SAVOIR

Forum

Une tempête imprévue dans le Soleil
Jean-François Robredo

La fusion froide fera-t-elle mieux que la chaude ?
Bernard Thesnon

Les éboueurs aux ailes blanches
Jean-Marc Pons

L'art de la mémoire
Jacqueline Renaud

La mémoire audiovisuelle de l'eau
Pierre Rossion

Le craquage du sang
Jean-Michel Bader

Sida : ni l'apocalypse, ni le soulagement
Anne Teyssedre

Échos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié



N'ayez pas peur de votre four à micro-ondes. Le risque dû à d'éventuelles fuites est quasi nul. p. 124

Les goélands ont colonisé les villes à cause des dépôts d'ordures. Le recyclage de celles-ci supprimera les nuisances causées par ceux-là. p. 44



POUVOIR

6 Valentin Petrovitch Glouchko, vous connaissez ?
Jean-René Germain **94**

16 Le dernier des batteurs d'or
Gérard Morice **102**

26 Un conteneur de lindane à la mer : moins grave que 300 dans les champs
Jacqueline Denis-Lempereur **106**

44 Les gourous de l'embauche
Vincent Frézal **111**

48 Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice **117**

Des marchés à saisir **122**

57

64

80

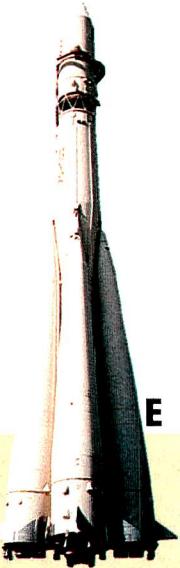
87



Bientôt, ce n'est plus du sang naturel qu'on transfusera, mais des produits de culture ou de synthèse industriels. p. 64

C'est une fusée semblable qui a mis sur orbite le premier Spoutnik. Ses moteurs comme ceux de nombreux autres lanceurs depuis les débuts du programme spatial soviétique sont l'œuvre de V. Glouchko, qui vient de s'éteindre à 81 ans.

p. 94



UTILISER

Micro-ondes ?

Minirisques !

Didier Dubrana 124

Le disque compact
encyclopédique
entre à l'école
Laurent Douek

127

Science & Jeux
*Gilles Cohen, Yves Delaye,
Renaud de La Taille et
Henri-Pierre Penel*

130

Science & Vie a lu pour
vous

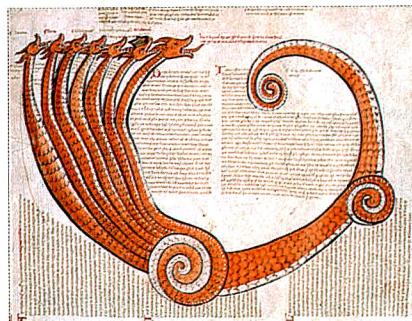
144

Echos de la vie
pratique
*Dirigés par
Roger Bellone*

148

"L'élaboration de la pensée" fait l'objet d'une magnifique exposition à Florence jusqu'à mi-août. Jacqueline Renaud nous en rapporte un premier article, sur les techniques utilisées depuis le Moyen-Age pour développer la mémoire. Suivront deux autres, l'un sur l'anatomie du cerveau de la Renaissance à nos jours, l'autre sur la naissance des neuro-sciences.

p. 48



La fusion atomique est un coûteux espoir : avec les tores tokamak, gigantesques chaudières à produire une petite étincelle, on espérait échapper un jour aux classiques centrales à fission ou à pétrole. Et voici qu'un chimiste anglais produirait de la fusion à froid, à l'aide d'une "batterie de voiture" et de deux électrodes !

p. 26



Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* se trouvent en page 164.

405 "X4". C'EST PLUS FACILE QUAND



HDM



PEUGEOT. UN CONSTRUCTEUR SORT SES GRIFFES.

C'EST DIFFICILE.



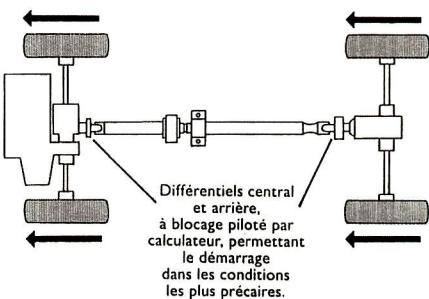
Transmission Intégrale Permanente.

"X4" un petit signe très distinctif qui fait entrer la Peugeot 405 dans la famille des grandes routières à "transmission intégrale permanente". Celles qui, en toutes circonstances, disposent de 4 roues motrices.

Par sa technologie conçue et testée avec succès par Peugeot en compétition automobile, la "transmission intégrale permanente" apporte une motricité optimale et une adhérence exceptionnelle; d'où une très haute sécurité de comportement par tous les temps et sur tous les sols.

Qui dit 405 dit brio : la 405 "X4" est dotée d'un moteur de 1905 cm³ de cylindrée développant une puissance de 110 ch-DIN (81 kW CCE) avec un couple de 16,5 mkg (16 mdan CEE) à bas régime (3000 tr/mn), réparti à 53% vers l'avant et 47% vers l'arrière.

La suspension arrière électro-hydraulique dispose d'une correction d'assiette gérée par calculateur qui assure, quelles que soient la charge et la vitesse, une garde au sol constante. Elle permet même de l'augmenter dans les situations particulièrement difficiles.



Toujours au chapitre de la sécurité active, il faut ajouter 4 freins à disque dont 2 ventilés à l'avant, le dispositif anti-bloquage de roues (ABR) disponible en option et des pneumatiques "Tous Temps".

Que la météo soit à la pluie, à la neige ou au verglas, sur la 405 "X4" sont réunis tous les éléments permettant de partir plus serein.

PEUGEOT 405 UN TALENT FOU!

Modèle présenté : 405 SR "X4" AM.89. Jantes alliage et rétroviseur droit en option.
Consommations UTAC : 6,5 / à 90 km/h, 8,2 / à 120 km/h, 10,5 / en parcours urbain.

FORUM

Tranquillisants, psychothérapie et S.S.

«...Je me suis reconnue telle que j'étais, il y a encore un an, dans l'article qui traite de cette toxicomanie légale qu'est l'assujettissement aux tranquillisants, écrit Mlle P.A., de Nice. Alors que j'avais seize ans, et à la suite d'événements malheureux, mon généraliste d'alors me mit sous (ici, le nom de deux spécialités, un anxiolytique sédatif myorelaxant et un hypnotique), le premier en traitement continu, le second en cas d'insomnie. Souffrant ensuite de gastrites d'origine nerveuse, je dus prendre du (ici, le nom d'un tranquilliant) tout en continuant les traitements précédents. Parfois le (sédatif) ne faisait pas d'effet; j'avalais alors soit du (sédatif) soit du (sédatif) soit du (sédatif). Pour changer du (barbiturique), j'ai même pris de l'(anxiolytique puissant). J'ai passé des nuits horribles, poursuit notre correspondante, qui nous décrit les angoisses bien connues des intoxiqués sur lesquels les psychotropes ne font plus d'effet... J'ai commencé à m'inquiéter quand je me suis sentie dépendante. Autre sujet d'inquiétude, je commençais à perdre la mémoire. Qui plus est, les comprimés n'avaient plus l'effet escompté. J'ai maintenant 23 ans, et cela fait un an et demi que je suis en psychothérapie. J'ai arrêté définitivement tout calmant il y a 7 mois, mais j'en ai encore gardé dans mon sac pendant trois mois, au cas où. Mme Denis-Lempereur a bien raison lorsqu'elle dit qu'"il est plus facile de remplacer le dialogue par la petite

boîte à pilules", mais l'indépendance doit se gagner à tout prix, même si une telle thérapie peut se révéler parfois très difficile. »

Et notre correspondante rappelle que les "petites pilules" sont remboursées par la Sécurité sociale, la psychothérapie, non. Il est certain que cet aspect-là du problème mérite d'être évoqué. La psychothérapie n'est-elle donc pas préférable à l'intoxication ? Mais, par ailleurs, est-il licite que l'Etat subventionne le "dialogue" ?...

Jules Verne et Cousteau

« J'ai été intéressé, mais aussi un peu surpris par l'article sur les scaphandres autonomes paru dans le numéro de mars. "La quasi-totalité des gens" ignoreraient le nom des inventeurs du scaphandre autonome... Cela revient à dire que personne ou presque n'a lu "Vingt mille lieues sous les mers", d'un certain Jules Verne. Car on trouve dans ce livre (pp. 151-152 de l'édition Hachette de 1928) une description assez complète de l'appareil Rouquayrol-Denayrouze utilisé par le Capitaine Nemo. Celui-ci précise même qu'il en a amélioré les performances en portant la pression à "cinquante atmosphères". Il est tout de même probable que le commandant Cousteau, lui, connaît ses classiques... » écrit M.G.M., d'Anduze. Nous le remercions de ses précisions.

Mais il n'en demeure pas moins que sauf les gens du métier, la grande majorité de ceux qui sont appelés à s'intéresser au scaphandre autonome ont généralement oublié la plupart des détails techniques des ouvrages de Jules Verne.

Expertise du Suaire de Turin (suite)

Nous avons reçu des lettres fort longues contestant nos informations sur le Suaire de Turin. Il nous est malheureusement impossible, non seulement de les publier in extenso, mais encore d'en extraire des passages significatifs sans en altérer le sens.

A l'intention particulière de MM.J.A.M. et M.B., de Paris, nous rappelons donc les faits suivants, qui résistent à toutes les arguments spéculatifs :

- Le Suaire de Turin date au plus tôt du XIII^e siècle. L'incendie qui en a altéré des parties n'aurait pu, en aucun cas, de l'avis des experts du CNRS en particulier, modifier les résultats de la datation qui en a été faite au carbone 14. C'est donc un faux.

- La reproduction de l'image en négatif d'un corps humain faite par Giulio Clovio, au XVI^e siècle, démontre indiscutablement que la "révélation" de l'image d'un corps entier en 1898 n'est qu'une illusion due au fait qu'on avait oublié cet aspect de l'œuvre.

- Dès sa première utilisation, le Suaire a été déclaré non authentique par le pape Clément VII. Cela aussi a été oublié.

- Il y a eu dans l'histoire de très nombreux suaires présumés avoir contenu le corps de Jésus. Le Suaire de Turin n'en diffère que parce qu'il a été conservé jusqu'à nos jours.

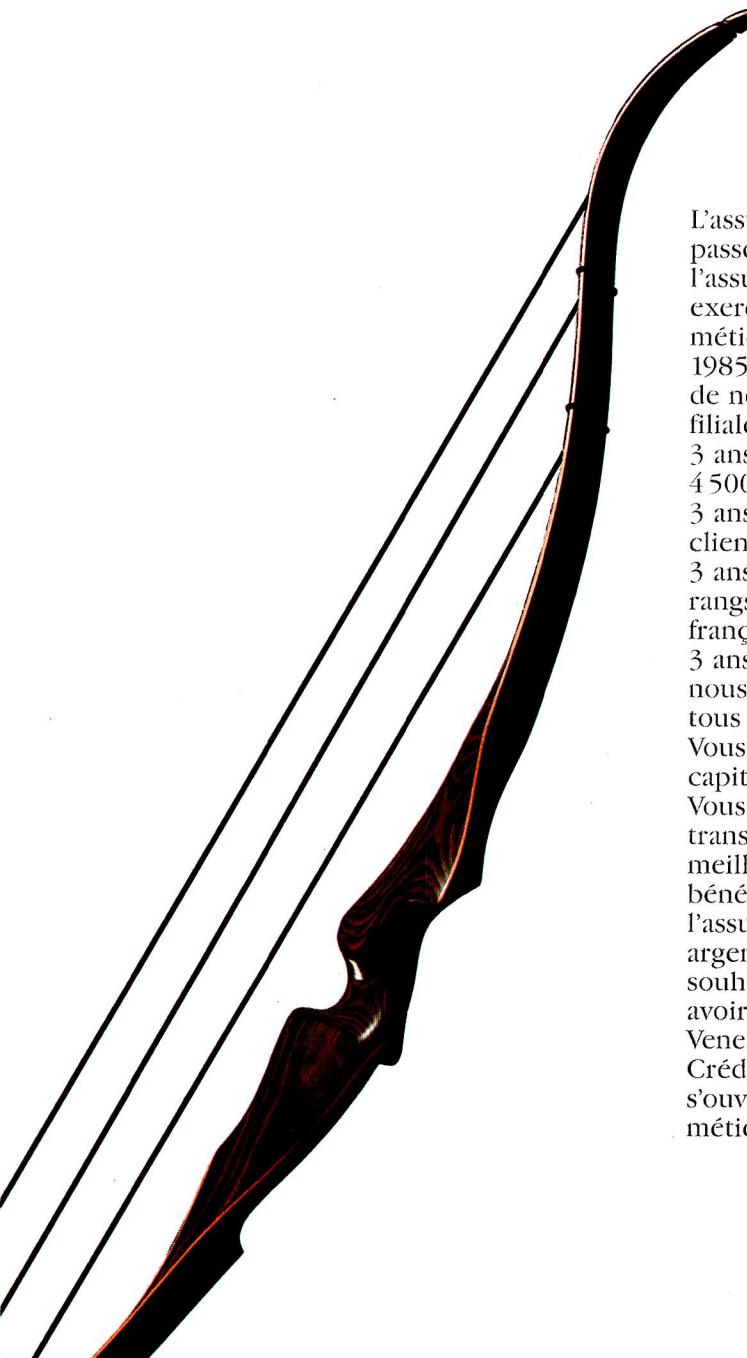
Enfin, les considérations théologiques ne sont pas de notre compétence.

TGV et maths

M.H.P.d'H., de Cluny, estime qu'il faut nous remercier pour notre « excellent résumé de la vie du TGV, mais il ne faut pas penser que le problème de la voie n'a pas été difficile à résoudre. En effet, après les essais de vitesse sur les autoroutes, les géomètres ont adopté le tracé de la courbe en cloître avec une implantation tous les 5 m et un angle po-

Au Crédit Agricole,
nous mettons plusieurs cordes à notre arc,
comme un artiste, avec assurance.

C'est notre 6^e sens.



L'assurance, vertu de l'artiste lorsqu'il passe avec aisance de Roméo à Hamlet, l'assurance, notre force lorsque nous exerçons avec talent, tout nouveau métier de l'argent.

1985 : nous pressentons les besoins futurs de notre clientèle et créons Prédica, filiale d'assurance-vie.

3 ans pour accroître notre réseau de 4 500 spécialistes,

3 ans pour obtenir l'adhésion de 500 000 clients,

3 ans pour nous hisser aux premiers rangs des compagnies d'assurance-vie françaises,

3 ans pour gagner et vous prouver que nous pouvons interpréter avec succès tous les rôles financiers.

Vous cherchez à vous constituer un capital, à le développer ou le diversifier? Vous pensez à préparer votre retraite ou transmettre votre patrimoine dans les meilleures conditions? Vous voulez bénéficier des avantages fiscaux liés à l'assurance-vie? Vous exigez de votre argent une rentabilité régulière? Vous souhaitez être informé en permanence et avoir un conseiller proche de vous?

Venez dans l'une des 10 000 agences du Crédit Agricole et pour vous, le rideau va s'ouvrir sur le leader incontesté des métiers de l'argent.

laire progressif, de même que le rayon, qui varie de 5 000 m à l'infini. De plus, la parabole et la cubique de Matheus ont été, en effet, abandonnées pour des problèmes de friction du bord extérieur des bogies aux grandes vitesses. Il y eut aussi un problème d'implantation des dévers à côté progressive, pour annuler la force centrifuge et sans déport à gauche ou à droite en période de freinage ou d'accélération. Sans l'implantation des cloîtreides, les vitesses de 300 à 400 km/h auraient été impossibles à atteindre sans inconvenients graves.

Le prix Orange...

...de la lettre la plus originale et la plus aimable de ce mois-ci doit être attribué à M.N.P., de Corbeil-Essonnes, qui nous adresse les lignes suivantes :

« Dans votre numéro hors-série n° 166, "200 ans de science", figure, à la p. 206, la reproduction de la couverture du n° 1, en date du 1^{er} avril 1913, de votre estimable revue, qui permet de relever son prix de vente : 1 franc.

« Je me suis amusé à l'estimer en salaire horaire total selon les conceptions de Jean Fourastié, même s'il rappelle que la méthode ne doit pas être extrapolée pour des durées considérables. J'ai obtenu 1/0,345 = 2,8985, soit 2,90 salaires horaires pour 1 franc-or.

« Pour l'actualiser, j'ai utilisé un salaire horaire total correspondant à 140 % du Smic, ce qui m'a donné : 2,9 × 39,87 = 115,62 F au moins. Votre prix actuel de 18 F n'est plus que : 18/39,87 = 0,45 salaire horaire total, soit six fois et demie moins (6,43).

« Sans doute cette notable réduction est-elle, en partie le fruit des progrès réalisés dans la fabrication industrielle de votre revue ; il n'en reste pas moins que mon petit calcul souligne le niveau de votre rapport qualité-prix, qui mérite de bien sincères félicitations.

Félicitations que nous goûtons avec plaisir et gratitude, et pour lesquelles nous remercions publiquement notre correspondant.

Champs électromagnétiques et lignes électriques

Nous sommes dans l'impossibilité de reproduire dans son intégralité la lettre de M.D.D., de Belgique, président d'une association destinée à lutter contre les abus commis en matière d'utilisation des rayonnements électromagnétiques non ionisants. Nous en extrayons les passages suivants : « ...Sachez que je suis parfaitement d'accord avec l'essence de votre réponse (à la lettre d'un lecteur, dans un Forum antérieur) en ce qui concerne les "fables pseudo-scientifiques" qui circulent au sujet de prétendues hypothèses relevant du magnétisme et de l'électromagnétisme. De telles fables sont colportées, le plus souvent, par des charlatans végétant au sein des milieux de la radiesthésie et de sa fille cadette, la "géobiologie", laquelle, malgré sa dénomination pompeuse, n'est rien d'autre qu'une branche de la rhabdomancie... Toutefois, estime notre correspondant, votre réponse, trop schématique, laisse supposer que les rayonnements électromagnétiques non ionisants seraient inoffensifs, puisque je relève la phrase suivante..." La seule inconnue d'ordre électromagnétique qui demeure dans l'environnement urbain est celle des champs créés par les lignes à haute tension. Quand nous serons nous-mêmes mieux informés là-dessus, nous en ferons part à nos lecteurs." Il est étonnant qu'une rédaction telle que la vôtre puisse énoncer de telles choses. Seriez-vous dans l'ignorance la plus complète des documents publiés par l'OMS en ce qui concerne l'ensemble des fréquences non ionisantes et notamment en ce qui concerne les fréquences RF et MO (radiofréquences et micro-ondes) ? Seriez-vous tentés de passer sous silence les remarquables travaux américains, canadiens et soviétiques, qui font l'objet de plusieurs milliers de publications dont la bibliographie figure pourtant dans les documents de l'OMS et dans de nombreuses revues scientifiques et médicales ? »

Notre article sur cette question, dans la Chronique de la recherche, devrait convaincre M.D. que nous sommes au fait de ces travaux. Quand nous écrivons que, lorsque nous en saurons davantage, nous en informerons nos lecteurs, cela signifie simplement que nous attendons d'en savoir davantage, et non que nous sommes sceptiques. Toutefois, ce correspondant exagère le volume des travaux sur la question et semble confondre micro-ondes et champs électromagnétiques créés par les lignes à haute tension. La source des micro-ondes la plus courante est constituée par les radars. L'ennui est qu'aucun des travaux dont parle notre correspondant ne fait internationalement autorité. Les travaux soviétiques sont sujets à caution, et les travaux américains et canadiens, pour ne citer que ceux-là, sont contestés en France par EDF même, fût-ce à tort. Il est simplement temps qu'une commission internationale reprenne les travaux sur les lignes à haute tension et publie des conclusions qui seraient, cette fois, hors de portée des intérêts administratifs.

Rendons à Lemaître...

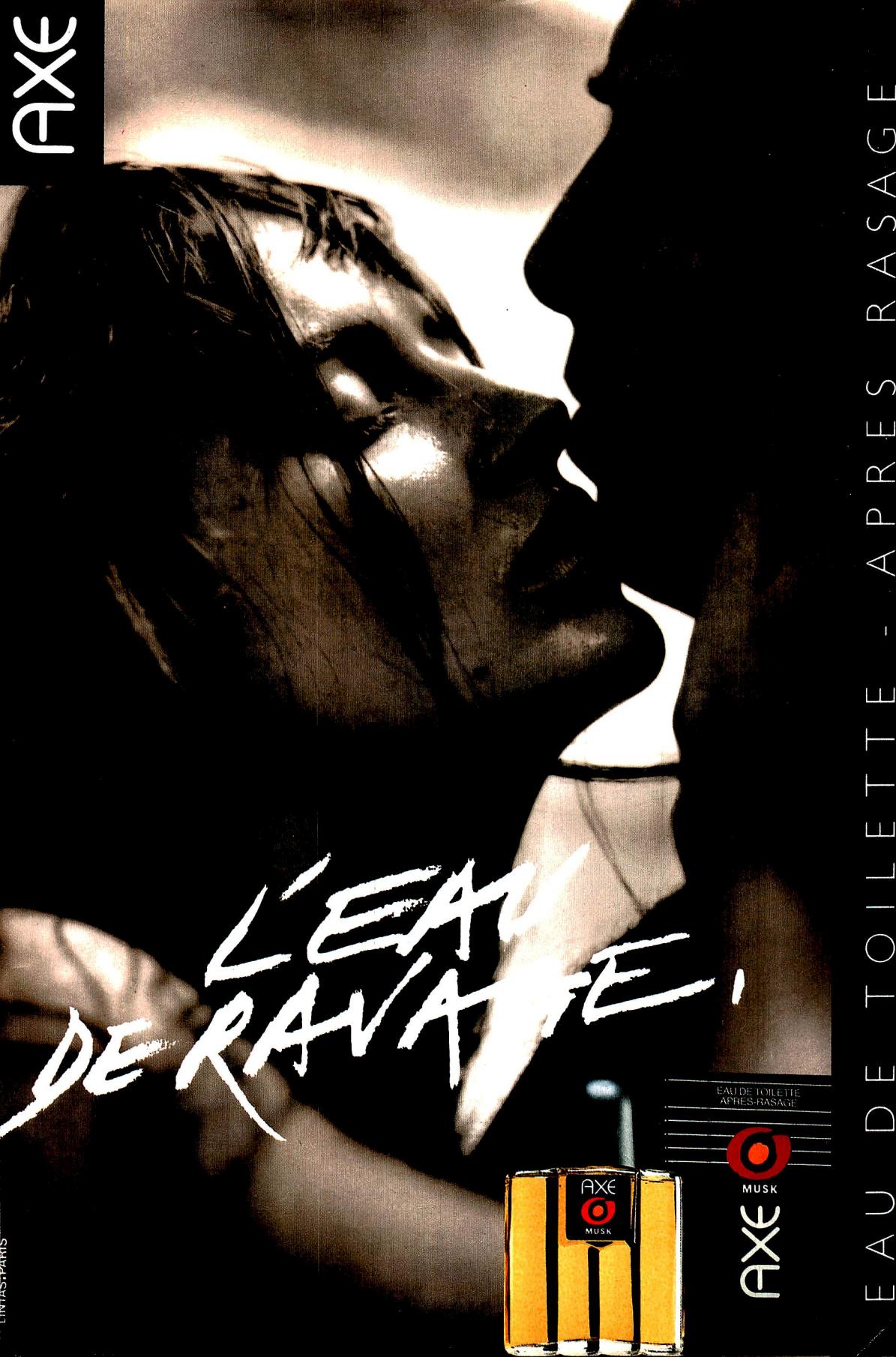
... Ce qui ne revient pas à Fred Hoyle. M.F.D., de Paris, a cent fois raison de s'étonner.

« Dans le Forum de votre numéro de mars, je lis que la thèse du Big Bang fut inventée par Fred Hoyle. Je tombe des nues, ayant appris, au contraire, que Hoyle niait cette thèse et proposait une théorie de la création continue avec un univers stationnaire... »

Une micro-panne d'ordinateur a "sucré" les mots suivants : inventée par Georges Lemaître en 1927, ressuscitée par Martin Ryle en 1961, mais contrebattue par Fred Hoyle, etc. A la relecture, la phrase gardait un sens logique, c'est pourquoi elle a passé par les mailles de notre vigilance.

(suite du texte page 10)

AXE



L'EAU
DE RAVAGE



EAU DE TOILETTE
APRÈS-RASAGE



MUSK

EAU DE TOILETTE - APRÈS RASAGE

Le bruit de la cuiller dans la tasse

Au terme d'une lettre fort élégante, M.T.L., de Charleville-Mézières, nous pose le problème suivant :

« J'ai pris l'habitude de sucer mon café avec du sucre en poudre, et j'ai constaté que le tintement de ma cuiller contre la tasse allait de l'aigu vers le grave au fur et à mesure que le sucre fondait. Pourquoi ? »

La réponse semble évidente : l'épaississement du café par le sucre amortit progressivement les vibrations sonores.

Ce qu'est le Forum

Nous recevons un nombre considérable de demandes d'informations de caractère hautement scientifique, ce qui nous honore. Toutefois, beaucoup d'entre elles n'ont aucun rapport avec les articles que nous publions et, pour y répondre, il faudrait faire des enquêtes de plusieurs heures ou de plusieurs jours, ce qui est incompatible avec notre travail.

Nous sommes donc au regret de ne prendre en considération que les lettres qui traitent d'articles déjà publiés par nous. Nous ne pouvons faire office d'Académie et de Bureau général d'information scientifique de toutes disciplines.

Témoin le cas de M. A. M., de Val-de-Rueil, qui s'impatiente du fait que nous n'avons pas répondu à ses questions de mathématiques, relatives aux lois du hasard. « Voici, écrit-il, les données du problème relatif aux lois du hasard en ce qui concerne les tirages dans lesquels sont systématiquement opposées les deux possibilités pile ou face. Afin qu'aucune cause matérielle n'influence les parties, les tirages s'effectuent scientifiquement à l'aide d'une sphère à loto. Précisons que, pour que le hasard puisse s'exprimer valablement à cette occasion, nous effectuons successive-

ment 300 parties identiques, comprenant chacune 200 tirages. Soit donc un total de $300 \times 200 = 60\,000$ tirages. »

M. A. M. doit quand même connaître assez les maths pour savoir que, pour 60 000 tirages, il y a 260 000 cas possibles. La probabilité d'amener K fois face ou pile en n parties est : $n! / 2^n K! (n - K)$.

Nous serions heureux d'obliger notre correspondant, mais nous n'avons ni le temps de calculer 260 000 nombres, ni l'espace pour les publier !

Pour les mêmes raisons, nous ne pouvons non plus répondre à M. J. V., de Fontaine, qui a été alarmé par la catastrophe survenue le 6 janvier dernier à Valourie, dans la Drôme, à la suite de la crevaison d'un pipe-line par un engin de travaux publics, qui a entraîné le déversement de 300 000 litres d'essence. « Ce qui m'alarme le plus dans cette affaire, écrit notre correspondant, est qu'on ne maîtrise absolument pas la technique du colmatage d'un pipe crevé et qu'il faille seulement et malheureusement attendre que la pression ait totalement chuté dans la conduite pour poser un collier d'étanchéité. »

Or, nous ne pourrions donner notre opinion sur ce point technique qu'après enquête.

M. G. C., d'Annecy, écrit : « Dans le Forum de décembre, sous le titre "Jusqu'où peut-on diluer?", vous indiquez que la dilution n'a de sens physique que par rapport à la limite absolue fixée par le nombre d'Avogadro. Vous donnez la valeur $6,02 \cdot 10^{23}$. En tant qu'électrochimiste, praticien en traitement de surface et, à l'occasion, formateur en galvanoplastie, j'utilise souvent la loi de Faraday :

$P = A/n \times I/F$, où F vaut 96 500 coulombs. F se calcule par la relation : $F = N \times e$, où N est le nombre d'Avogadro et e, la charge de l'électron, $= 1,60 \cdot 10^{-19}$ coulombs. Donc, $N = 96\,500 / 1,60 \cdot 10^{-19} = 6,03 \cdot 10^{23}$.

N signifie que 1 atome-gramme contient N atomes réels, et 1 ion-gramme contient N ions réels. Dans "Chimie générale appliquée", de H. Wahl, le nombre constant désigné comme nombre d'Avogadro est $N = 6,02 \cdot 10^{23}$. J'ai malheureusement un con-

tre-exemple, lu dans "Électricité", de M. Bellier et A. Fournier : "Dans la masse atomique, il y a $N = 6,02 \cdot 10^{23}$ atomes (ou molécules) ; le dépôt d'un équivalent-kilogramme est ainsi obtenu par le passage d'une quantité d'électricité égale à N fois la charge d'un électron, soit : $F = 6,02 \cdot 10^{23} \times 1,60 \cdot 10^{-19} = 96,5 \cdot 10^6$ coulombs.

« Faut-il parler d'un kilofaraday ou d'un kilo N ?

« Je consulte à l'instant le "Handbook of Chemistry and Physics", CRC Press, 1983, qui donne, pour l'électrochimiste, $F = 96\,489 + 2$ coulombs. Pourriez-vous m'éclairer au sujet de ce facteur 1 000 sur le nombre d'Avogadro ? »

Notre correspondant s'étonne, en somme de la différence entre les deux valeurs de N : $6,02 \cdot 10^{23}$ et $6,02 \cdot 10^6$. Elle s'explique bien simplement : dans la première formule, qu'il cite lui-même, il s'agit d'atomes-grammes, dans la seconde, de kilogrammes. Le facteur 10^3 dépend des unités choisies.

Glozel et les Gaulois

« Il est pénible de voir des esprits qui se veulent éclairés s'arrêter encore sur une opinion controversée », nous écrit Mlle E. B., de Vichy, au sujet de Glozel, en nous recommandant de lire des ouvrages évidemment favorables à la thèse qu'on connaît, et qui voudrait que l'écriture fut née justement sur ce site (cf. Forum de février). Nous sommes tout à fait d'accord sur la généralité qu'elle nous rappelle, donc on ne voit pas pourquoi des gens s'obstinent à nier la réalité des examens qui ont permis de conclure que les pseudo-vestiges de Glozel sont, soit récents, soit faux. Après avoir lu un de ces ouvrages, « on est enclin à penser que (...) le gaulois serait l'ancêtre commun de toutes les langues du globe, à moins que les ancêtres des Gaulois n'aient été les détenteurs d'une connaissance qu'ils auraient fait partager universellement », déclare notre correspondante. Nous lui déconseillerions d'exposer à un historien des langues l'hypothèse que le gaulois est



**Bienvenue
dans un monde
de santé,
de progrès,
d'espérance.**



RHÔNE-POULENC

Sérum et vaccins, analgésiques, antibiotiques, anti-cancéreux, cardio-vasculaires, psychotropes, vitamines...
Au travers de sa recherche et de ses laboratoires : Institut Mérieux, Pasteur Vaccins, Diététique et Santé, Nattermann, May & Baker Pharmaceuticals, Pharmuka, R.P. Labo, Roger Bellon, Specia, Théraplix, U.S. Ethicals..., Rhône-Poulenc ouvre de nouveaux espoirs pour prévenir et guérir la maladie.

la langue-mère de toutes les langues du globe ; elle recevrait un accueil plutôt frais.

Nous voudrions rappeler à cette lectrice et au public que l'histoire des Gaulois ne remonte guère au-delà du IX^e siècle avant notre ère, alors que celle de l'Egypte et celle de Sumer remontent à plus de 30 siècles avant notre ère. Prétendre que des populations "proto-celtiques", expression bien vague comme on va le voir, auraient inventé le langage avant tout le monde, en l'occurrence le prétexte du langage de Glozel, et cela au cours du IV^e millénaire, si l'on veut soutenir l'antériorité de Glozel, ne fait que poser la question que voici : dans ce cas, on eût dû trouver des témoignages beaucoup plus nombreux de ce langage, et il eût dû exister vingt ou trente Glozel. Le celtique a bien existé, mais sous la forme de plusieurs idiomes, à partir du II^e millénaire, et il a pris naissance dans la région du Danube. S'il y a eu un langage proto-celtique, hypothèse encore plus inférifiable que celle d'une langue celtique unique, il n'a rien eu à voir avec les Gaulois, comme nous l'avons dit, et il serait plutôt d'origine anatolienne, c'est-à-dire turque.

Toute la fabrication théorique glozélienne ne tient pas le premier examen. La justice, elle, a conclu que les vestiges présentés comme des gravures du Néolithique sont des fabrications matérielles malhonnêtes. Mais intervenant dans cette affaire, M. A. T., de Paulhac, nous adresse une lettre assez déconcertante : « D'abord, je tiens à préciser que je n'ai aucune compétence particulière pour formuler une opinion quelconque à ce sujet, écrit-il avec modestie. Il se trouve seulement que j'en ai beaucoup entendu parler, en particulier par l'ancien conservateur du musée Crozatier du Puy, qui avait suivi la question depuis le début. Selon lui, s'il y a eu des faux manifestes à Glozel, tout n'était pas faux. Ce qui ne prouverait nullement que l'origine de l'écriture soit aryenne ! Selon le Pr Gounot, les tablettes authentiques de Glozel seraient du IV^e siècle après J.-C., et il prétendait que c'était facilement vérifiable, puisque les tablettes sont cuivres (notre correspondant fait donc allusion à la possibilité de da-

tation par thermoluminescence, que nous expliquons en p. 56 de notre n° 857). De toutes façons, la démarche de *Science & Vie* se référant au *Grand Larousse Encyclopédique*, lui-même se référant à un jugement dont les attendus fort anciens ne sont pas exempts de doutes scientifiques, n'est pas conforme à la rigueur dont fait habituellement preuve votre revue.

« Mais cet aspect des choses serait secondaire si, dans une réponse à un lecteur, vous n'aviez fait état de l'aspect politique de l'affaire Glozel. Or, toujours pour le Pr Gounot, conservateur du musée du Puy, l'affaire Glozel s'inscrivait dans la cabale soigneusement orchestrée à l'époque contre Salomon Reinach, conservateur du Louvre, mais aussi juif et auteur d'une histoire des religions qu'on ne lui pardonnait guère dans certains milieux de droite et d'extrême-droite. Toujours suivant le Pr Gounot, Glozel s'inscrivait dans le droit fil de la tiare de Saitapharnès, histoire très obscure dont on ne sait pas encore aujourd'hui s'il s'agit d'une machination ou si l'objet est bien réel (notre correspondant veut sans doute dire : authentique). Quoi qu'il en soit, on s'est servi de la tiare et de Glozel pour éliminer le malheureux Reinach... »

Voilà bien des points à clarifier. Empressons-nous de dire que, lorsque nous parlons de Glozel, nous désignons le site prétendument paléolithique présenté comme berceau de l'écriture entre 15 000 et 8 000 ans avant notre ère. Il y a eu, en effet, un site archéologique authentique à Glozel, mais il est beaucoup plus récent, comme notre correspondant le note lui-même. Il ne fait pas l'objet de contestations.

Nous nous sommes référés au *Grand Larousse encyclopédique* pour indiquer à nos correspondants que nous ne sommes pas les seuls à dénoncer la fausseté de l'hypothèse paléolithique de Glozel. Cette encyclopédie a tout à fait raison de rappeler le jugement de 1927, qui conclut à la fabrication moderne des pseudo-vestiges paléolithiques, fabrication sur laquelle le Pr Gounot, cité par notre correspondant, est d'ailleurs d'accord. Sur ce point, l'opinion des experts

contemporains n'a pas changé : dans notre article "Accusé Glozel, levez-vous !" (n° 745), nous avons cité, entre autres, l'opinion de Mme Denise Bordet, directeur de recherches au CNRS et spécialiste du paléolithique supérieur. Les pièces soi-disant paléolithiques de Glozel sont plus que suspectes : les haches en pierre polie ont été réalisées à la meule, procédé inconnu au magdalénien, période à laquelle elles remonteriaient. Le style des autres objets, soi-disant magdalénien, n'appartient ni au paléolithique, ni au néolithique. Les fameuses tablettes d'argile gravée ont résisté aux essais de déchiffrage.

Pourquoi des gens, pourtant compétents, les adversaires de Glozel, donc, auraient-ils fait preuve d'une telle mauvaise foi en ce qui concerne des vestiges qui étaient loin de les engager personnellement ? Notre correspondant rapporte la thèse selon laquelle ç'aurait été pour faire pièce à Salomon Reinach, sous prétexte qu'il était juif. Mais puisque Reinach défendait indirectement la thèse d'une naissance de l'écriture dans le Bourbonnais (rappelons à notre correspondant que le mot "aryen" a une signification très précise, qui n'est pas opportune ici), il n'y avait guère lieu de lui chercher querelle, fût-on d'extrême-droite ! Reinach s'était simplement trompé, comme il s'était trompé dans la malheureuse affaire de la tiare de Saitapharnès, faux pittoresque fabriqué à Odessa, et qui fut vendu à prix d'or au mathématicien Chasles.

Il n'y a donc rien de neuf dans cette affaire : notre rigueur demeure sans défaut. Une seule question demeure sans réponse, et elle est intéressante pour la petite histoire : qui donc a fabriqué les faux de Glozel, et pourquoi ?...

Des chercheurs désintéressés

M.D.B., de St Aubin-lès-Elbeuf, comme quelques lecteurs ces derniers mois, nous affirme « soutenir formellement la thèse selon laquelle le sida est un virus artificiel. » On se demande alors pourquoi les chercheurs qui l'ont fabriqué ne viennent pas au secours de ceux qui essaient de lui trouver un remède... Car ils feraient fortune. ●



Fleur de Savane

CIGARES CIGARILLOS PETITS CIGARES

IL N'EST PAS
DANS LE
WYOMING.





MAIS IL A RENDEZ- VOUS A OK CORRAL.

*"Merci pour le cadeau. Il est super,
ce chapeau!"*

"C'est ce que portent les vrais cow-boys!"

"Comme moi sur mon cheval."

*"Bigre, un cheval! Et où montes-tu
à cheval?"*

"Dans le salon, malin!"

*"Ah je vois! Parle-moi encore de ce
cheval, bonhomme..."*

Avec AT&T et France Télécom, leaders mondiaux des télécommunications, les lignes entre la France et les Etats-Unis sont ouvertes à tout le monde.

Pour beaucoup moins cher que vous ne le pensez, AT&T et France Télécom peuvent vous rapprocher de ceux qui vous sont proches aux Etats-Unis.



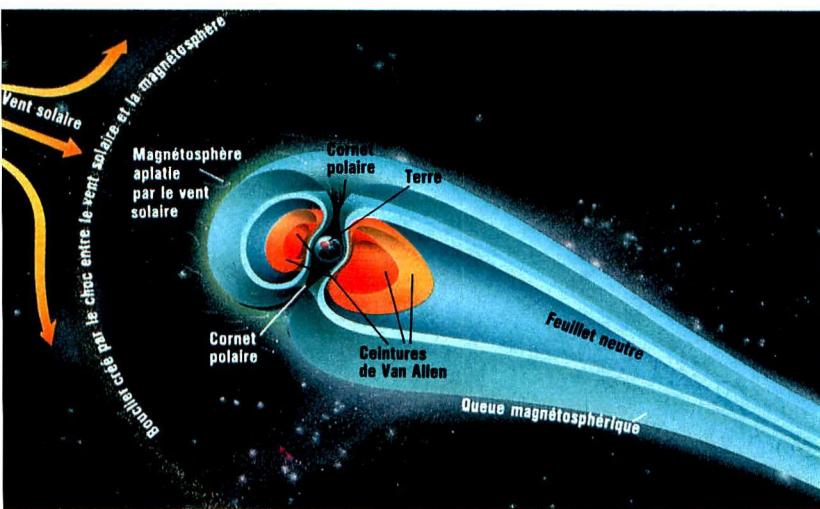
FRANCE
TELECOM



UNE TEMPETE IMPREVUE DANS LE SOLEIL

Ce n'est pas sa mince chemise atmosphérique, ni le bouclier géant de son champ magnétique (ci-dessous) qui peuvent entièrement protéger la Terre des colères cycliques du Soleil. Vue du sud de la France, le 13 mars dernier, cette aurore polaire, où l'oxygène paraît en vert et l'azote en rose, témoigne d'un vent solaire exceptionnellement intense, dû à la plus forte éruption solaire jamais observée de mémoire d'astronome.

PAR JEAN-FRANÇOIS ROBREDO





Dans la soirée du 13 mars 1989, s'est produit un événement exceptionnel : le ciel français s'est littéralement embrasé et de nombreux promeneurs ont pu admirer le voile multicolore qui a illuminé la nuit. Ils assistaient à l'une des plus spectaculaires aurores boréales visibles en Europe depuis une trentaine d'années. Ce phénomène était l'aboutissement d'un événement bien plus considérable encore qui s'était déroulé plusieurs jours auparavant, à quelque 150 millions de kilomètres de la

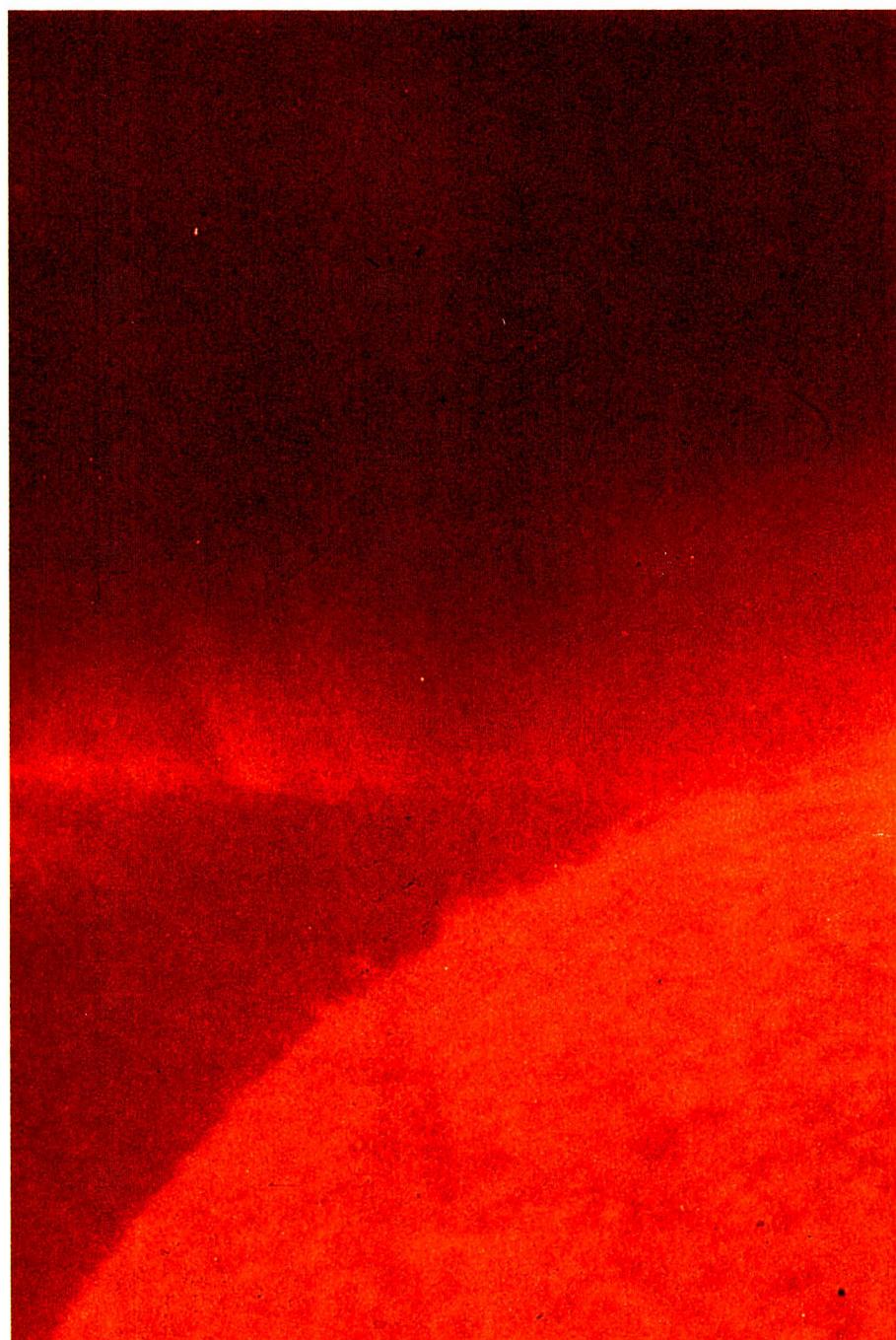
Terre. Une distance qui nous propulse au centre du système solaire, là où trône notre astre du jour, le Soleil. C'est dans un excès de "mauvaise humeur" que ce dernier a déclenché à sa surface une série d'éruptions très puissantes, directement responsables de cette flambée du ciel nocturne.

« Cette série est l'une des plus importantes jamais observées, avec plusieurs éruptions ayant atteint des niveaux historiques d'intensité », déclare Pierre Lantos, astronome à l'observatoire de Paris-Meudon et

UNE FLAMME D'UN MILLION DE KILOMÈTRES

Une éruption solaire est une émission ponctuelle dans l'espace de particules très fortement accélérées et dotées de très hautes énergies. Il arrive que le point où débouche une éruption coïncide avec une protubérance, sorte de bouillonnement local du champ magnétique qui se produit à différents points de la chromosphère : le Soleil crache alors à cet endroit une gigantesque flamme, qui peut aller jusqu'à un million de kilomètres de long, composée de particules de moindre énergie, mais extrêmement spectaculaire lorsqu'on l'observe dans l'ultraviolet (photo ci-contre, prise le 19 décembre 1973 par la station Skylab), longueur d'onde qui correspond le plus à l'énergie des protubérances.

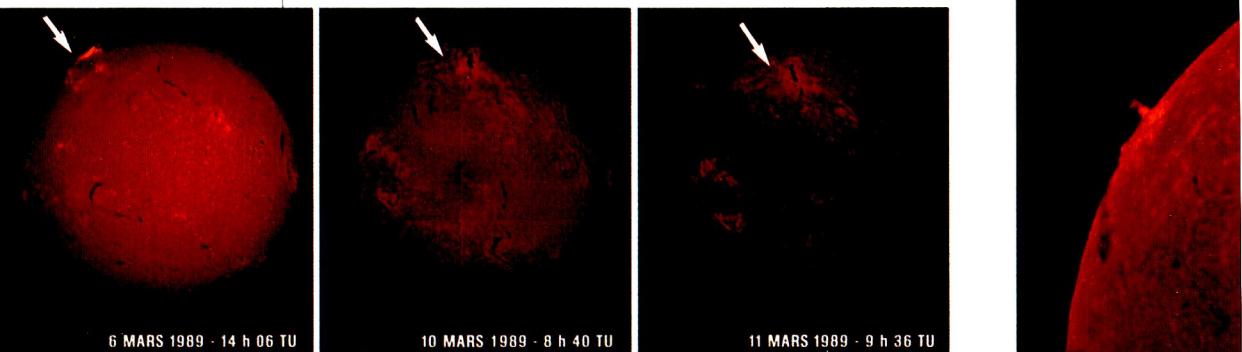
Il faut croire qu'aucun des différents "cratères" des éruptions du 6 au 14 mars (voir photos p. 20) n'a coïncidé avec une protubérance. Ou alors qu'aucun astronome n'a observé le Soleil dans l'ultraviolet tout au long de ces neuf jours, occupés qu'étaient tous les observatoires à surveiller l'astre du jour en émissions hydrogène-alpha, longueur d'onde plus propice à l'enregistrement des éruptions, qui sont quand même les phénomènes aux conséquences les plus fortement ressenties sur notre planète.



responsable du Centre de prévisions des éruptions solaires. Comment alors s'étonner qu'un tel cataclysme à l'échelle du Soleil puisse avoir quelques effets sur notre planète ? Les aurores polaires ne sont d'ailleurs que la partie visible de l'icerberg... et la plus inoffensive. D'autres phénomènes se produisent dans ce cas, comme les coupures de courant intempestives, les perturbations des lignes téléphoniques ou l'arrêt des communications hertziennes à grandes distances (radio, télégraphe, notamment). Si le danger

pour les hommes est très limité, protégés qu'ils sont par l'atmosphère terrestre, il n'en est pas de même pour les astronautes en orbite autour de la Terre ou même, dans une moindre mesure, pour les passagers des avions supersoniques comme le Concorde.

L'histoire ne manque pas d'exemples d'effets néfastes attribués à des éruptions solaires. Ces dernières ne sont d'ailleurs pas les seuls phénomènes solaires qui d'une manière ou d'une autre affectent la Terre. Car, si c'est une banalité de dire que l'influence



L'ACCÈS DE MAUVAISE HUMEUR "FILMÉ" AU RALENTI

Du 6 au 14 mars dernier, le Soleil a connu la plus puissante série d'éruptions jamais observée de mémoire d'astronome. Tous les observatoires solaires du monde ont suivi et enregistré instant après instant cette activité qui a culminé avec la formidable éruption du 13, qui semble ici (**flèche**) se déplacer en raison de la rotation du Soleil. Ces photos, prises en rayonnement hydrogène-alpha, l'émission la plus couramment mesurée lorsqu'on observe ce type de phénomène, ont été faites par l'observatoire de Paris-Meudon pour les 4 premières et par l'observatoire américain de Kitt Peak pour les 2 dernières.

du Soleil sur notre planète est primordiale (pour toutes les activités humaines et en fin de compte pour la vie elle-même), on connaît moins les perturbations périodiques qui, depuis près de cinq milliards d'années, modifient lentement mais sûrement notre cadre de vie.

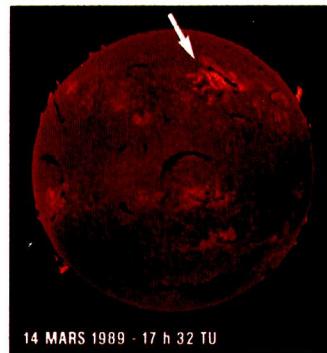
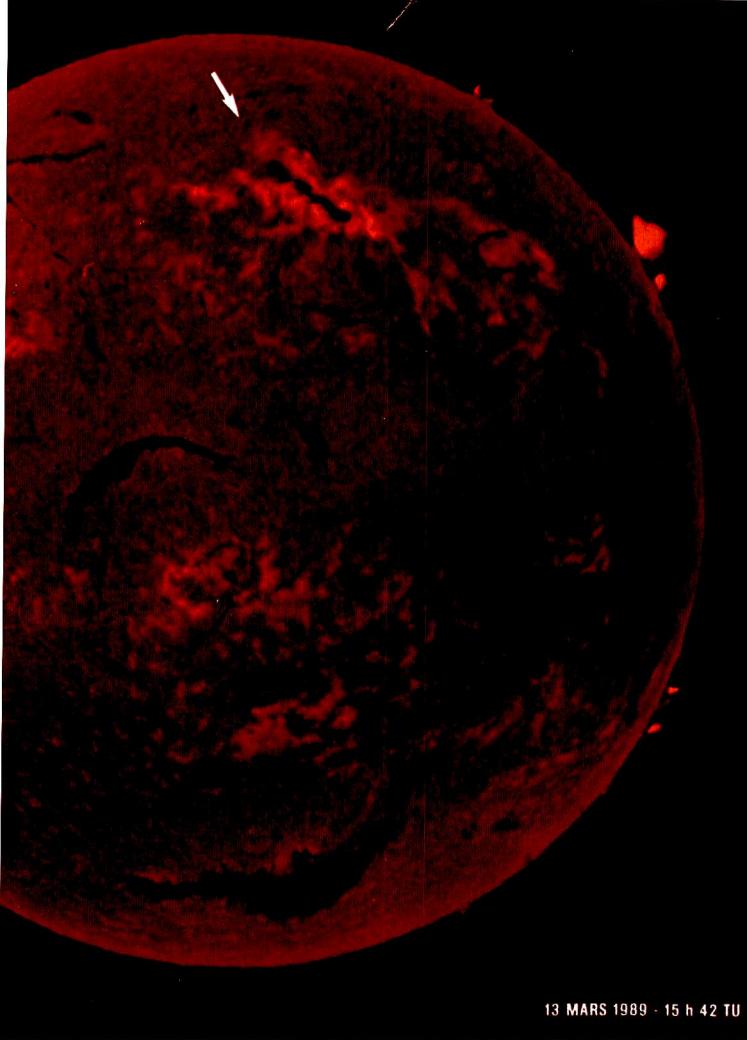
Car malgré son apparence tranquillité, le Soleil mène une vie mouvementée selon un rythme régulier ; c'est pourquoi il peut mériter le nom d'étoile variable. Cette activité cyclique qui s'apparente à un éternel recommencement procède par périodes de 11 ans environ. Tous les astronomes amateurs ont un jour observé la manifestation la plus remarquable de ces cycles : les taches solaires. Celles-ci, remarquées dès l'Antiquité en Orient et confirmées au XVII^e siècle par Galilée, sont la manifestation visible de l'émergence d'un champ magnétique fort à la surface. Pourquoi les a-t-on appelées taches ? Parce que la différence de température entre ces taches (4 500° C) et la surface du Soleil (5 800° C) les fait apparaître plus sombres à l'observateur (*voir dessins p. 22*). On le voit, il n'y a là aucune connotation péjorative comme l'affirmaient les instances religieuses qui, à l'époque de Galilée, considéraient le Soleil d'essence divine et jugeaient le terme tache blasphématoire.

Dès le XVIII^e siècle, une surveillance systématique des taches fut instaurée. Elle confirma la périodicité de 11 ans et en précisa le phénomène. En début de cycle, les taches apparaissent aux moyennes latitudes (+ 40°) dans les deux hémisphères. Au fur et à mesure que le cycle progresse, le lieu d'apparition se déplace vers les latitudes plus proches de l'équateur. Le même scénario se répète tous les 11 ans avec, néanmoins, des niveaux d'intensité différents. Ce phénomène est un effet de l'activité tumultueuse qui

secoue l'intérieur du Soleil. Le nombre des taches solaires est minutieusement comptabilisé depuis plus de 200 ans et montre une périodicité qui oscille en fait entre les valeurs extrêmes de 9 à 14 ans.

Entre les différents maxima, le nombre de taches varie fortement : de 50 à 200, record absolu établi en 1958. En dehors de toute référence astrologique, il est fort probable que les variations de l'astre qui est la source d'énergie de la Terre, aient des répercussions sur certains phénomènes terrestres et pourquoi pas sur la vie des hommes. Ainsi, il semble exister une relation entre le nombre de taches et la croissance des arbres. Des études poussées montrent que les arbres croissent plus vite pendant les années maxima de taches solaires (cette constatation est faite grâce aux cercles annuels visibles dans les troncs des arbres abattus). Certains ont même cru voir une relation entre le nombre des taches et le prix du blé (les épis seraient moins beaux quand les taches sont plus rares) ou encore avec la chasse des trappeurs du grand Nord, qui est plus efficace lors des nuits éclairées par des aurores boréales (plus fréquentes pendant les années de maxima).

Plus fort encore : des intrépides n'ont pas manqué de relier les variations du nombre de taches aux événements politiques. Ainsi, a-t-on remarqué que la révolution française (1789) et la révolution russe (1917) ont eu lieu en plein maxima de taches. Par contre, la révolution américaine (1776) a éclaté en



à la normale, tournait moins vite et était moins lumineux. Toutes ces raisons peuvent, selon ces astronomes, expliquer cette vague de froid. La surveillance systématique des taches solaires reste donc indispensable.

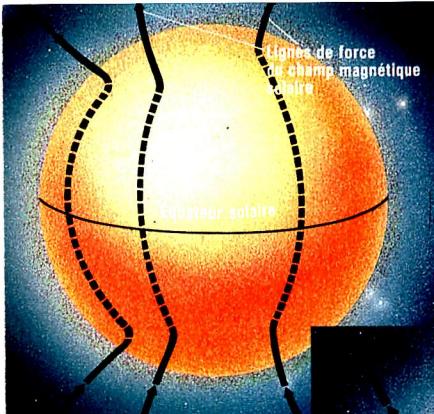
L'autre grand phénomène qui se produit à la surface du Soleil et qu'il faut aussi surveiller, sont les éruptions solaires. Ces émanations sont si puissantes qu'elles peuvent avoir, dans certains cas, des dimensions égales à la distance Terre-Lune (300 000 kilomètres). Le Soleil crache alors littéralement du feu et expulse une grande quantité de particules qui vont bombarder l'environnement terrestre.

Comparées aux modifications lentes, les éruptions constituent des événements ponctuels qui, eux aussi, ont de nombreux effets sur Terre. C'est l'un d'entre eux, l'interruption temporaire de liaisons radio, qui permit à Dellinger, en 1937, d'identifier l'émission de rayons cosmiques correspondant avec des phases d'éruptions solaires. D'autres correspondances furent établies en 1946 et en 1956 (arrivée massive de protons).

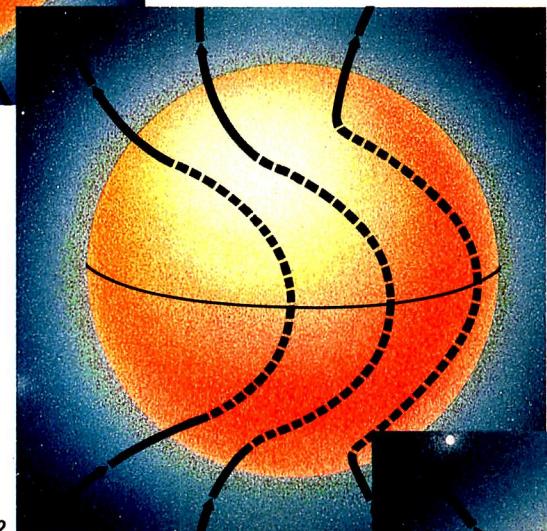
Finalement, c'est avec la radioastronomie et la recherche spatiale, notamment avec *Explorer 6* en 1959 et *Solrad 1* en 1961, que vont être bien observés ces phénomènes. Les éruptions chromosphériques entraînent par définition une augmentation de la brillance, qui se produit pendant quelques minutes dans une aire limitée de la chromosphère l'une des couches du Soleil. Son évolution comporte une phase rapide de croissance (quelques minutes), appelée phase d'éclat, suivie d'une lente décroissance. L'importance d'une éruption dépend à la fois de sa surface et de sa

période de minima. Mais on peut voir des relations de cause à effet dans toute coïncidence. En fait, toutes ces conjectures sont très controversées, et les relations évidentes ne sont pas du tout établies. Reste que les variations du Soleil semblent avoir une influence certaine sur le climat de la Terre en tous cas.

Dans ce domaine des relations Soleil-climat, les chercheurs français sont d'ailleurs très en pointe et une équipe de l'observatoire de Meudon a publié, il y a quelques années, sous la direction d'Elisabeth Ribes, des travaux très intéressants concernant les causes de ce que l'on a appelé le "petit âge glaciaire" qui s'est déroulé entre 1645 et 1715. Les documents de l'époque, notamment ceux de la France de Louis XIV, font état d'une succession d'hivers et d'été très froids avec leurs cortèges de mauvaises récoltes et de famines. Il se pourrait que le Soleil ait tenu un rôle primordial puisque les astronomes de l'époque, Jean-Daniel Cassini, l'abbé Picard et les frères Le Hir, ont signalé la disparition presque totale des taches solaires pendant cette période. On sait aujourd'hui que le Soleil avait alors un diamètre de 2 000 kilomètres supérieur



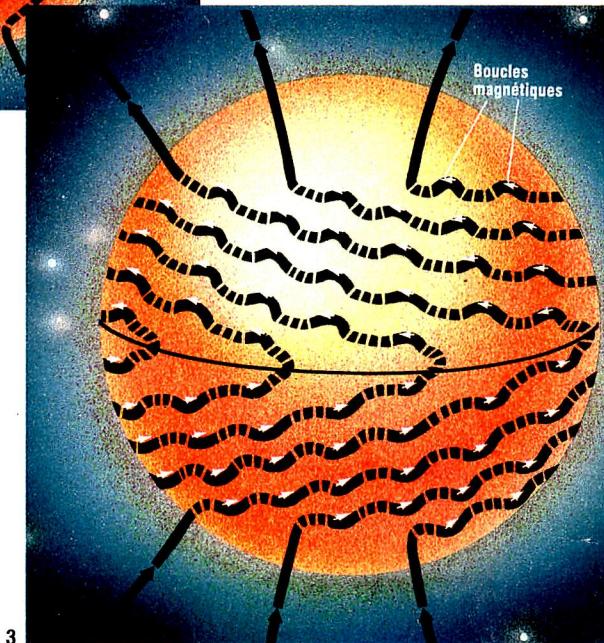
1



2

ONZE ANS DE TIRAILLEMENTS MAGNÉTIQUES

Les éruptions sont une des conséquences des variations dans la géométrie des lignes de force du champ magnétique au sein du Soleil. Ces lignes se forment à l'intérieur de l'astre (traits pointillés sur le dessin 1) par les mouvements du plasma solaire qui possède une très grande conductivité électrique génératrice de champs magnétiques perturbateurs, et se prolongent à l'extérieur (traits pleins). Comme la matière solaire tourne plus vite à ses pôles qu'à son équateur, ces lignes de force se déforment progressivement jusqu'à s'enrouler parallèlement à l'équateur (2). Ce mouvement de vrille finit par faire déborder de la surface solaire des boucles magnétiques (3). Aux deux points où chaque boucle émerge, on observe deux taches sombres (4) de polarité opposée (sombres parce que de température moindre que le reste de la surface). Puis la boucle s'interrompt et les deux taches se rapprochent et finissent par fusionner (5). Dès lors, le champ magnétique (torsade noire) se raccorde sous la surface du Soleil et les lignes de force retrouvent leur géométrie initiale (6). L'ensemble de ce processus de l'activité solaire s'étend sur une durée moyenne de 11 ans.



3

brillance. Statistiquement, la durée moyenne est liée à l'importance de l'éruption : d'une demi-heure à plusieurs heures. Si le nombre d'éruptions dépend de l'activité solaire, la relation avec le nombre de taches n'a pas été bien établie. Ainsi, près de 1 000 éruptions ont été observées en 1974 et 600 en 1976, année de minima des taches. En 1980, année de maxima, plus de 10 000 éruptions ont été comptabilisées et seulement 1 000 en 1985, période de minima.

Pour bien comprendre le phénomène des éruptions et surtout ses effets, il faut étudier les émanations du Soleil en temps "normal", c'est-à-dire ce qu'on appelle le vent solaire. Ce dernier fut découvert en 1951 par l'astrophysicien allemand Ludwig Biermann, alors qu'il tentait d'expliquer l'orientation (toujours opposée au Soleil) de la double queue des comètes. On sait depuis que le vent solaire, responsable de l'orientation de cette queue, s'échappe continuellement et dans toutes les directions de la surface du Soleil.

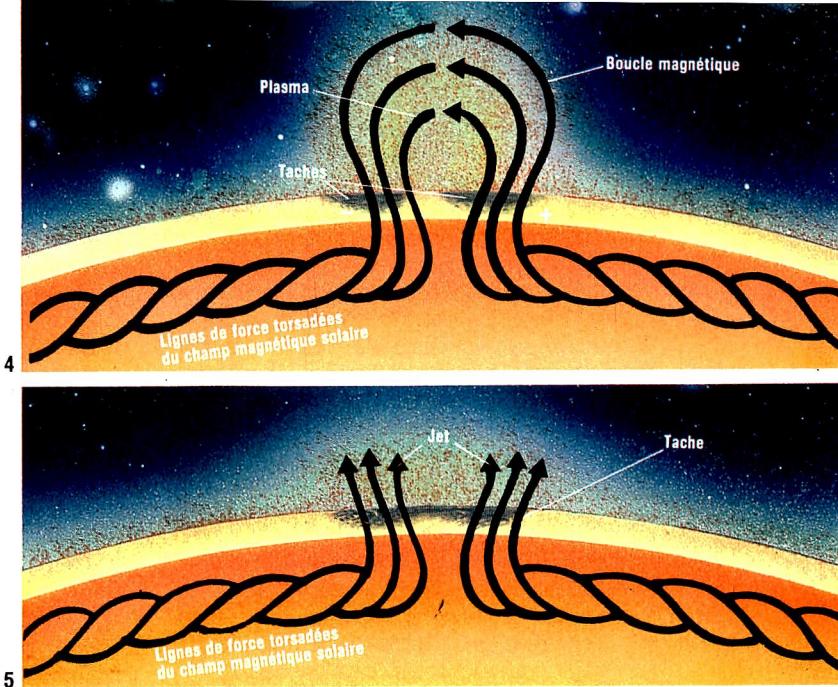
Ce vent qui se transforme parfois en tempête baigne donc l'ensemble du système solaire, et même au-delà, créant une bulle de gaz chaud et ionisé, ou plasma, appelé héliosphère. Ce vent est constitué essentiellement de protons, d'électrons, de noyaux d'hélium et d'une très faible

quantité d'ions d'éléments plus lourds tels que l'oxygène ou le carbone. L'ensemble est éjecté à une vitesse supersonique qu'il conserve environ jusqu'à l'orbite terrestre. Ensuite, il ralentit rapidement pour atteindre 400 km/h. La densité du vent solaire diminue, quant à elle, régulièrement selon l'inverse du carré de la distance au Soleil. De 10^8 particules par cm^3 au niveau de la couronne solaire, la densité n'est

plus que de 10 à son arrivée sur Terre et seulement d'une particule au cm³ à hauteur de Jupiter.

Comment ce vent interagit-il avec l'atmosphère ? Reprenons l'exemple des aurores. Imaginons la Terre suspendue dans l'espace avec sa mince couche atmosphérique. Contre les particules chargées de haute énergie, cette atmosphère est une bien faible protection. Heureusement, le noyau de la Terre induit un important champ magnétique autour d'elle créant ce que l'on nomme les ceintures de Van Allen (*voir dessin p. 16*). Celles-ci vont piéger les particules du vent solaire et empêcher leur arrivée sur Terre. Mais ce bouclier géant n'est pas parfait. Il laisse deux brèches ouvertes au niveau des pôles. En effet, à ces endroits, les lignes de force du champ magnétique convergent en un cornet par lequel le flux de particules solaires s'engouffre.

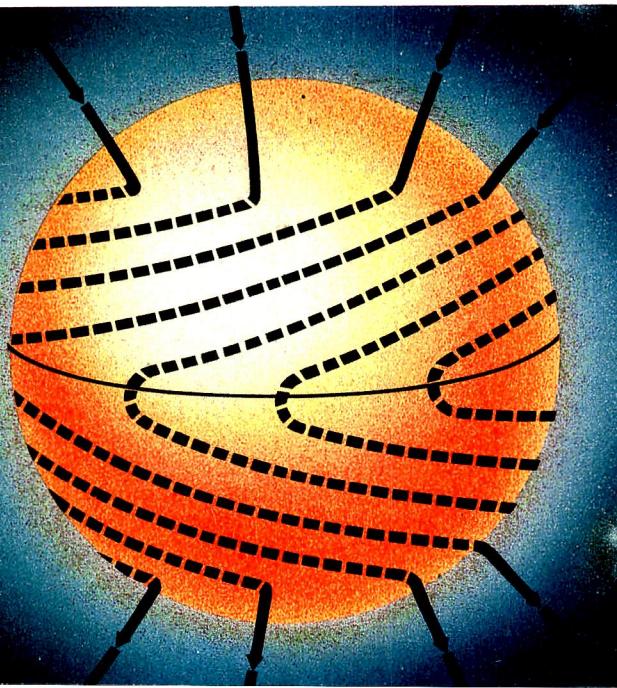
Cette arrivée du vent solaire déstabilise les électrons stockés dans la queue de la magnétosphère et provoque les spectaculaires aurores polaires à des altitudes variant entre 100 et 1 000 km. En effet, les électrons en interagissant avec le milieu voient leur énergie absorbée et réémis sous forme de photons lumineux. Les couleurs varient en fonction des éléments ionisés et vont du vert (oxygène) au rose (azote). Pour parfaire ce spectacle, les couleurs changent constamment pendant les quelques minutes à quelques jours que durent les aurores. De la puissan-



ce du flux dépend le fait que les aurores soient visibles dans des régions de plus en plus éloignées des pôles. Enfin, à chaque aurore boréale (émissaire nord) est associée une aurore australe (émissaire sud).

Mais la course du flux de particules ne s'arrête pas là. C'est d'ailleurs une des questions que se posent les astronomes : à quelle distance peut-on dire qu'il n'y a plus de plasma interplanétaire ? Certainement là où commence le gaz interstellaire qui baigne toute la Galaxie, mais la frontière est difficile à établir. Selon certains calculs, elle pourrait se situer à environ 300 unités astronomiques (1 UA = 150 millions de kilomètres), c'est-à-dire bien au-delà de la dernière planète du système solaire, Pluton (39 UA du Soleil).

Le Soleil dispense ainsi dans la Galaxie une partie de sa masse. La quantité globale de matière éjectée sous forme de vent solaire, représente environ 1 million de tonnes d'hydrogène par seconde. Un chiffre impressionnant mais ridicule à l'échelle du Soleil puisqu'il faudrait à ce rythme plus de 1 000 milliards d'années à notre étoile pour se vider de sa masse. Un scénario improbable pour les spécialistes de la vie des étoiles, qui savent que dans seulement cinq milliards d'années le Soleil commencera à s'éteindre progressivement et, selon l'hypothèse la plus acceptée, se dilater jusqu'à atteindre l'orbite de Pluton et devenir ainsi une "géante rouge". A ce stade, le vent solaire aura presque totalement cessé. Il faut signaler que,



de ce point de vue, notre Soleil est bien timide puisque d'autres étoiles dans l'Univers perdent jusqu'à 1 023 tonnes de matière chaque année, soit un dix-millième de la masse solaire, et que leur vent atteint des vitesses de plusieurs milliers de kilomètres par seconde.

Le vent solaire est bien sûr beaucoup plus dense et violent au moment des éruptions chromosphériques. Celles-ci s'accompagnent d'émissions de particules dans une large gamme de niveaux d'énergie. On peut distinguer trois émissions différentes : le rayonnement électromagnétique X et ultraviolet, les protons et le nuage d'ions et d'électrons que l'on appelle aussi "onde de choc".

Les rayons X et ultraviolets, se propagent à la vitesse de la lumière et nous parviennent donc 8 minutes après avoir quitté le Soleil. Ces particules modifient les couches supérieures de l'atmosphère terrestre, l'ionosphère. Bien que cela se passe bien au-dessus de la surface terrestre, ces phénomènes nous concernent puisque ces couches supérieures sont utilisées pour les communications hertziennes à longue distance. En effet, la communication par signaux radios entre deux stations éloignées implique que les ondes électromagnétiques suivent la courbure terrestre en se réfléchissant alternativement sur le sol et sur les couches ionisées de la haute atmosphère. Des modifications importantes dans l'ionisation de ces couches altèrent la régularité des réflexions, et les programmes émis d'un côté de l'Atlantique ne sont plus reçus de l'autre.

De la même façon, le téléphone et le télégraphe peuvent être considérablement perturbés. Les courants électriques circulant dans l'ionosphère créent des champs magnétiques insolites (orages magnétiques) qui s'ajoutent au champ magnétique terrestre normal. Conséquences : les boussoles s'affolent et, dans les fils et les câbles télégraphiques et téléphoniques, de forts courants induits peuvent se produire et provoquer des dégâts (les fusibles sautent...). Ainsi en 1965 et 1972, des coupures de courant imprévues sont survenues dans la ville de New York. La partie nord du continent américain est plus exposée à ce genre de phénomène car elle est plus proche géographiquement du pôle magnétique par lequel pénètre le plus facilement le flux de particules. De tels événements peuvent néanmoins se produire en Europe si le flux est suffisamment fort pour descendre jusqu'à nos latitudes. Une fois encore, les éruptions du début mars ont provoqué des coupures de courant dans la partie nord du Québec.

Que s'est-il donc passé en ce début mars ? Un flot de particules dû à une série d'éruptions particulièrement fortes, qui se sont déroulées entre le 6 et le 14 mars, a pénétré dans l'atmosphère terrestre. Un événement important puisqu'il faut remonter à 1958 pour lui trouver une intensité équivalente. A ce propos il faut signaler qu'une polémique s'est déjà engagée après les déclarations des spécialistes américains du Centre de prévision solaire de Boulder, au Colora-

do, qui prévoyaient dès décembre dernier de grandes éruptions dans les prochains mois et pour la fin de l'année en cours. Ainsi, selon eux, ce cycle devrait battre tous les records d'activité et d'intensité. En réponse, certains spécialistes français plus modérés affirment que ces conjectures ne sont pas totalement fondées et qu'en tout état de cause les prévisions dans ce domaine sont difficiles et aléatoires. Mais tous reconnaissent le caractère particulièrement important du cycle actuel qui devrait être soit le plus fort, soit le second historiquement observé après celui de 1958. Ce dernier doit d'ailleurs atteindre son maximum au début de l'année prochaine.

Electrons, noyaux lourds et surtout protons constituent la seconde catégorie de particules émises lors des éruptions solaires. Les protons, qui nous parviennent en quelques heures, représentent un véritable danger pour les êtres humains, mais ici encore la couche atmosphérique permet d'empêcher que ces particules ne descendent jusqu'au sol. Par contre, tous les engins spatiaux et leurs occupants éventuels risquent, si leur orbite est haute et passe près des pôles, d'être irradiés avec une intensité égale à celle que recevraient des habitants après une catastrophe nucléaire.

Pendant la période qui nous concerne, la navette spatiale américaine n'était pas sur une orbite trop élevée et ne croisait pas les pôles magnétiques. La station Mir, elle, était plus exposée et il est intéressant d'attendre les conclusions des experts soviétiques sur les dégâts éventuels de cette irradiation. En 1972, durant les éruptions du mois d'août, des mesures avaient été faites et elles montrent que sur des orbites polaires la dose de radiations mesurée pendant quelques minutes seulement pouvait être mortelle pour un organisme humain.

Par contre, il semble déjà acquis que certains satellites automatiques ont subi des conséquences dommageables de ce bombardement de particules. Il peut en effet éroder les panneaux solaires qui, pour des raisons évidentes, ne sont pas protégés du rayonnement solaire. La modification de la densité de l'atmosphère peut aussi freiner et faire chuter de quelques dizaines de mètres par jour les satellites. Il n'y a aucun risque de les voir tomber sur le sol, mais leur durée de vie peut en être considérablement réduite. En ce qui concerne les avions volant à hautes altitudes, des systèmes de détection de particules embarqués à bord signalent un danger éventuel et permettent de diminuer l'altitude en conséquence. Aucune situation de ce type n'a été signalée début mars.

Les aurores boréales (traitées en détail dans S & V n° 796, de janvier 1984, en p. 12) sont le troisième et grand effet de ces éruptions solaires. Mais qui se plaindrait d'une telle conséquence ? Si les prévisions américaines venaient à se confirmer, de nouvelles et fortes arrivées de particules devraient avoir lieu cette année. Alors avant de vous coucher, n'hésitez pas à lever les yeux vers le ciel. **Jean-François Robredo**

Comment, élève moyen, j'ai réussi mieux que d'autres

ou l'histoire d'un petit livre dans une enveloppe blanche

Les cours de Sciences Po se terminaient dans huit jours. Et je sentais déjà l'odeur des Landes où j'allais passer un mois de vacances avec un adorable vieil oncle.

Hélas, je ne devais jamais le revoir vivant. Avec sa barbe blanche aux parfums de résine.

Là-bas, je ne retrouvai que des souvenirs. Et une grande enveloppe blanche. Avec mon prénom dessus. Comme un dernier cadeau.

A l'intérieur, pas un mot. Une simple brochure. Titrée en cinq mot : "Les lois éternelles du succès".

C'était, bien sûr, un message. Mais lequel ? ... Je lus. On y parlait de mémoire (justement mon point faible). Et de façon tellement extraordinaire qu'on se serait cru dans un conte de fées.

En savoir plus. Vérifier. Je pris au hasard un bouquin dans sa riche bibliothèque de vieux toubib. J'ouvris, toujours au hasard. Et je lus, sur les fonctions du foie (!) - comme on me recommandait de la lire -, une page bourrée de mots pour moi parfaitement inconnus.

Jusqu'ici, rien d'extraordinaire. Sauf que, la dernière ligne terminée, je découvris que j'avais toujours la première en tête, et la deuxième, et la suite.

Lisant pour la première fois (et une seule fois) un texte complètement étranger à mes connaissances, je l'avais désormais là, en mémoire, précis à chaque mot près.

Il était tard. Je m'endormis. Dans l'incompréhension. Pourquoi ? Comment ?... Mais, le lendemain, odeur des pins mêlée à celle du café, je devais rendre les armes : rien oublié. Je ne me comprenais plus moi-même.

Et j'ai mis du temps à comprendre l'incompréhensible. Cher vieil oncle qui me récitait sans hésitation des poèmes interminables. Il m'avait fait le plus beau cadeau du monde avec son simple mais fabuleux petit livre confié à une enveloppe blanche.

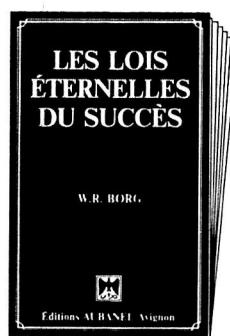
Mémoire, mais aussi maîtrise totale de soi-même, il y avait tout dans ce livre tranquille qu'il avait dû lui-même beaucoup pratiquer.

En fait, rien de magique. Mais l'exploitation jusqu'au bout de ce que chacun de nous porte en lui-même.

Je suis aujourd'hui directeur général d'une très importante entreprise. Pas évident d'en être arrivé là. Sans cet outil, ce message et ce cadeau que je relis encore parfois en y retrouvant l'odeur simple de la nature, des pins, des Landes, confondue avec une réussite que - élève moyen - je n'osais même pas imaginer.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats, priez simplement l'éditeur de vous envoyer "Les Lois Eternelles du Succès" écrit par W.R. Borg comme introduction à sa Méthode. Il est adressé à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 121 - 3, place St-Pierre, 84057 Avignon Cedex.

BON GRATUIT



A remplir en **lettres majuscules** en donnant votre adresse permanente et à retourner à : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 121 - 3, place Saint-Pierre, 84057 Avignon Cedex, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Eternelles du Succès".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

C.P. _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

LA FUSION FROIDE

On croyait jusqu'ici qu'on ne pouvait faire fusionner des atomes qu'en fournissant des températures de plus de 100 millions de degrés (et des milliards de dollars). Un Anglais flegmatique et un Américain bien tranquille prétendent, eux, qu'ils y sont arrivés à température ambiante (et pour quelques sous). S'ils disent vrai – et pour le moment personne n'a pu les contredire –, ils ont vraiment fait la découverte du siècle : ce serait, à terme, la fin du pétrole et des centrales atomiques.*



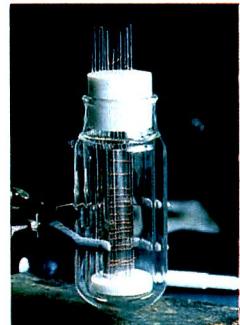
uand, le 23 mars dernier, le *Financial Times*, un quotidien économique britannique, annonça en première page que deux chercheurs, M. Martin Fleischmann, du laboratoire d'électrochimie de l'université de Southampton, et M. Stanley Pons, de l'université de l'Utah (USA), affirmaient avoir obtenu, de façon durable et en quantité appréciable, des réactions de fusion dans une éprouvette pas plus grosse qu'un pot à yaourt, et par simple électrolyse, le monde scientifique balança entre le scepticisme et la stupeur.

N'était-on pas en train de nous refaire le coup de la "mémoire de l'eau" ? Comment ! alors que la domestication de l'énergie de fusion est considérée comme "le plus grand défi jamais lancé à l'intelligence humaine" ; alors que, depuis près de quarante ans, des milliers de physiciens dans le monde s'acharnent, à coups de millions de dollars et à l'aide d'énormes machines, à faire fusionner quelques noyaux d'hydrogène lourd ; alors que, jusqu'ici, les résultats ont été, sinon nuls, du moins fort décevants ; alors que, il y a quelques semaines à peine, le haut commissaire français à l'énergie atomique confessait que "même 2050 est une date peut-être trop optimiste pour le contrôle de la fusion" ; voilà que deux scientifiques, qui ne font même pas partie de l'*establishment* de la physique, puisqu'ils sont électrochimistes, auraient réussi, avec seulement quelques milliers de dollars et un matériel des plus sommaires, à damer le pion aux meilleurs spécialistes de la planète ! De deux choses l'une : ou bien c'est vrai, et ils méritent illico le Nobel ; ou bien c'est faux, et il

PAR BERNARD THESNON

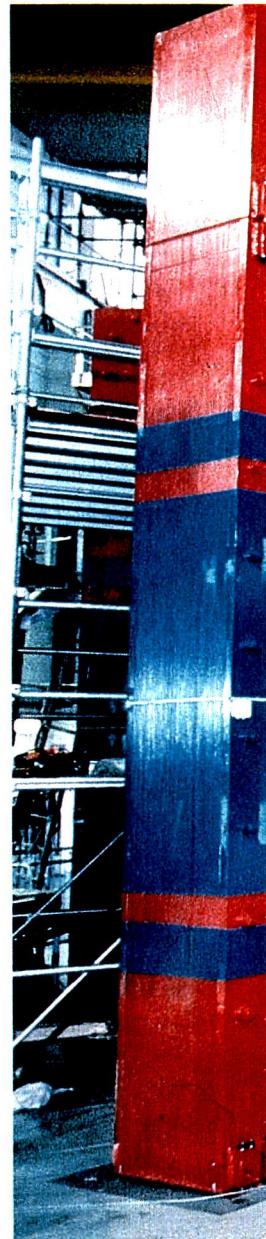
26

(*) Au moment où nous mettons sous presse de nombreux laboratoires dans le monde confirment l'expérience de Fleischmann, notamment à l'université Stanford, en Californie, et à l'ENEA, le CEA italien.



Picture Group/REA

CECI...



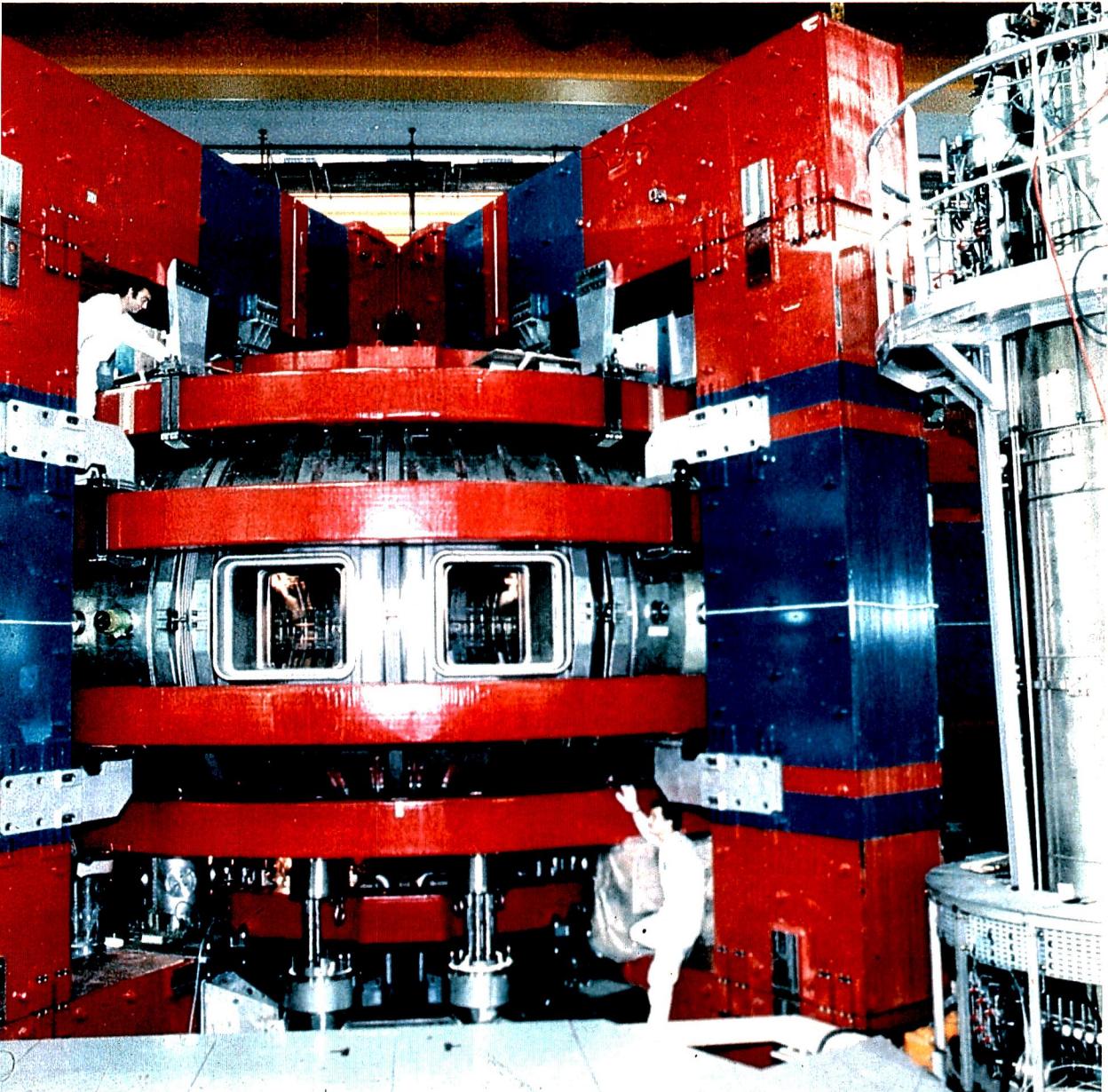
faudra les condamner au pain sec et à l'eau lourde pour imprudence, précipitation et self-publicité de mauvais aloi.

Nous le reconnaîssons volontiers, nous aurions nous-même été enclin au scepticisme si nous n'avions su que M. Fleischmann est un scientifique réputé, dont les compétences et le sérieux n'ont jamais été mis en doute, dont les travaux font autorité dans le monde de l'électrochimie, et qui, de surcroît, est "fellow" de la Société royale des scien-

ces, une distinction qui ne s'accorde pas au premier Benveniste venu. D'ailleurs, il allait très vite apparaître que, non seulement il n'avait pas parlé à la légère, mais que ses propos étaient pris très au sérieux. Qu'en juge :

- Trois jours après la publication de l'article du *Financial Times*, Steven Jones, un physicien de l'université Brigham Young de Provo (Utah), "inventeur" lui-même d'un procédé de fusion froide, confirmait la validité des travaux de Fleischmann.

...FERA-T-IL MIEUX QUE CELA ?



- Le surlendemain, le célèbrissime Edward Teller, le père de la bombe H américaine, déclarait qu'il considérait l'expérience de Fleischmann et Pons comme "extrêmement prometteuse".
- Le 30 mars, deux physiciens hongrois, Gyula Csikai et Tibor Sztarieskai, de la section de physique expérimentale de l'université de Debrecen, assuraient avoir reproduit "la sensationnelle fusion Fleischmann-Pons à température ambiante".
- Le 31 mars, le bouillant Carlo Rubbia, prix Nobel de physique pour la mise en évidence de la force électrofaible, directeur du Centre européen de recherche nucléaire (CERN), invitait Fleischmann à présenter les résultats de ses recherches aux cinq cents physiciens de son établissement.
- Au début du mois d'avril, trois physiciens de l'université du Texas affirmaient avoir refait l'expérience de l'électrochimiste britannique et être parvenus aux mêmes conclusions que lui.
- Le 10 avril, le Dr James Mahaffey, de l'Institut de technologie de Géorgie (USA), annonçait : "Je pense avoir confirmé les résultats de l'expérience de fusion à froid de MM. Fleischmann et Pons."
- Le 12 avril, à Erice, en Sicile, un brillant aréopage composé de quelques-uns des meilleurs physiciens et électrochimistes du monde (il n'y avait, hélas, aucun Français !) auditionnait MM. Fleischmann et Jones, démontrant tout l'intérêt que portait la communauté scientifique à leurs travaux respectifs (voir le compte rendu de cette réunion page 30).
- Le 13 avril, enfin, le physicien soviétique Runar Kuzmin, de l'université de Moscou, révélait qu'avec une équipe de chercheurs de la faculté de Physique, il avait refait une vingtaine de fois l'expérience de Fleischmann et qu'il "était convaincu de sa validité".

Et nous pourrions sans doute encore allonger la liste si nous n'étions, comme l'on dit, dans l'obligation de respecter les impératifs de fabrication du journal.

Si donc la découverte est crédible, comme nous sommes aujourd'hui porté à le croire, elle risque de provoquer de sérieux remous et d'entraîner des révisions déchirantes sur le plan scientifique aussi bien qu'économique. Car il faudra alors abandonner des préjugés qui ont coûté fort cher. On était en effet persuadé jusqu'ici que, pour qu'il y ait fusion, il fallait atteindre des températures de l'ordre de 100 millions de degrés. Pourquoi ? Ici, le rappel de quelques notions fondamentales s'impose.

Il existe deux façons d'obtenir de l'énergie à partir de l'atome : 1^o la fission, qui consiste à faire éclater, en les bombardant avec des neutrons, des noyaux d'atomes lourds (uranium, plutonium) et à récupérer l'énergie de liaison qui maintenait la cohésion des nucléons formant ces noyaux (ce qui se pratique couramment aujourd'hui dans les centrales nucléaires) ; 2^o la fusion, qui consiste à faire

s'agglutiner des noyaux d'atomes légers et à récupérer l'énergie provenant d'une perte de masse. En effet, lorsque deux noyaux légers se fondent en un seul, la masse finale est plus faible que celle des constituants initiaux. Or, on sait, depuis qu'Einstein a énoncé le principe d'équivalence masse-énergie ($E = mc^2$), qu'une perte de masse se traduit par une libération d'énergie.

La quantité d'énergie libérée par la fusion est considérable, bien supérieure à celle qui est produite par la fission. Bien supérieure aussi, ce qui est particulièrement intéressant, à l'énergie nécessaire pour déclencher le processus d'agglutination. Exemple : pour faire fusionner un noyau de deutérium et un noyau de tritium, il faut qu'ils aient ensemble une énergie cinétique de l'ordre de 35 000 électrons-volts (35 keV), alors que l'énergie cinétique des éléments issus de la réaction sera de 17 millions d'électrons-volts (17 MeV) ! 500 fois plus ! Un gain aussi extraordinaire explique pourquoi tant d'hommes et tant d'argent ont été mobilisés depuis tant d'années dans le seul but de maîtriser le processus de la fusion.

L'affaire, il est vrai, n'est pas simple. Pour faire fusionner deux noyaux légers, il faut les rapprocher suffisamment l'un de l'autre pour qu'ils entrent dans le champ attractif de leurs forces nucléaires (les forces qui maintiennent la cohésion de chacun des noyaux). Or, ces forces sont de très courte portée : environ un millionième de milliardième de mètre, soit 10^{-16} m, ce qui représente à peu près le diamètre de ces noyaux. Pour tout dire, il faut parvenir à mettre ces noyaux en contact l'un avec l'autre. Il se combinent alors en un noyau plus lourd, en éjectant soit un proton, soit un neutron.

Mais comment arriver à les faire se toucher ? En les faisant se cogner. Et le meilleur moyen de provoquer ces heurts, c'est de les chauffer. Plus on les chauffera, plus ils seront agités (agitation thermique), et plus ils auront de chances de se rencontrer. Seulement voilà, s'il est relativement facile de chauffer des atomes, et par conséquent d'accroître leur agitation, il est beaucoup plus difficile de les faire se heurter. En effet, au-delà d'une dizaine de milliers de degrés, tout atome perd ses électrons, si bien que, au lieu d'avoir un gaz de molécules ou d'atomes (car, à cette température, tout élément devient gazeux), on a une sorte de "soupe" composée de noyaux, que l'on appelle ions, et d'électrons libres. Cette "soupe" d'atomes dissociés constitue un état particulier de la matière, que les physiciens nomment "plasma".

C'est là précisément que les choses se compliquent. Une loi élémentaire de la physique stipule en effet — vous vous en souvenez sûrement — que les charges de même signe se repoussent, tandis que les charges de signe contraire s'attirent. Or, tous les noyaux ont une charge positive, puisqu'ils renfer-



Un rendez-vous impromptu en Sicile. *Science & Vie* est le seul journal scientifique qui ait été convié à la réunion d'Erice, au Centre international pour la culture scientifique Ettore Majorana, dirigé par le très médiatique professeur Zichichi (ci-contre), physicien émérite. Dans un impressionnant cortège de carabiniers, on remarquait les plus grands noms de la physique nucléaire : MM. Coonin, Benedek, Wilkinson, Taiani, Sarwin, Hahn, Ziegler, Garwin pour les Anglo-saxons ; MM. Ponomarev, spécialiste de la fusion muonique, et V.I. Gerstein, un des maîtres de la physique particulaire, pour les Soviétiques ; MM. Ho (prix Nobel) et Guo, pour les Chinois. Parmi la délégation italienne : MM. Bertin et Vitale, qui refont l'expérience de Steven Jones. Mais de Français, point !

ment un ou plusieurs protons (les neutrons n'ont pas de charge). Ils ont donc naturellement tendance à se repousser, et non pas à se rapprocher, comme il serait souhaitable pour réaliser la fusion.

Cette répulsion, dite "répulsion coulombienne", augmente même d'intensité à mesure que la distance entre les noyaux diminue. Pour que, malgré cela, ils entrent en contact, il n'y a qu'une solution : leur fournir une énergie qui soit supérieure à la force de répulsion. Comment ? En augmentant leur agitation, donc en les chauffant encore davantage.

Les températures qu'il faut atteindre peuvent paraître phénoménales, puisqu'elles se comptent en dizaines de millions de degrés. Toutefois, pour le physicien, elles ne sont pas inaccessibles, car elles ne se mesurent pas avec un thermomètre, mais se ramènent à des niveaux d'énergie. Ainsi une énergie

d'un électron-volt (1 eV) correspond à une température de 11 600° K (degrés Kelvin). En conséquence, pour qu'un plasma atteigne une température de 100 millions de degrés, il faut que les particules qui le composent aient une énergie d'environ 10 000 eV, soit 10 keV.

Pour chauffer un plasma, il faut donc lui fournir de l'énergie. De quelle façon ? Plusieurs techniques ont été expérimentées. On peut, par exemple, amplifier, par interaction électromagnétique, les courants intenses qui circulent à l'intérieur du plasma. Ou bien injecter dans le plasma des atomes fortement accélérés. Ou encore utiliser des micro-ondes. Ou, enfin, comprimer la matière avec un faisceau laser ou des faisceaux de particules.

Mais, pour que se déclenchent des réactions de fusion, il ne suffit pas d'augmenter la température,

IL Y A DEUX FUSIONS FROIDES : FLEISCHMANN CONTRE JONES

M. Martin Fleischmann ouvrit la réunion d'Erice, en exposant son expérience en détail. M. Steven Jones lui succéda. Des deux exposés nous avons retenu qu'il y avait non pas une, mais deux expériences très différentes, dans leur mise en œuvre, mais aussi par leurs résultats.

L'expérience de Fleischmann dégage énormément d'énergie dans tout le volume de l'électrode de palladium. Celle de Steven Jones, en revanche, produit si peu d'énergie qu'on ne peut la mesurer par calorimétrie. De plus, cette énergie apparaît à la surface de l'électrode, plus exactement dans la zone où se déposent les sels métalliques (fer, nickel, titane, palladium), qu'il a mis dans la solution électrolytique. M. Fleischmann n'utiliserait qu'un seul sel, du deutéroxyde de lithium (LiDOD), dont le rôle serait d'ioniser l'eau lourde, et sans doute aussi de fournir un peu de tritium. En effet, le lithium bombardé par des neutrons se décompose en tritium.

Autre différence notable : M. Fleischmann travaille en milieu alcalin, M. Jones en milieu acide. Quant aux suites à donner à leurs expériences, Steven Jones n'envisage que des applications "fondamentales", concernant notamment la géophysique et l'astrophysique, Martin Fleischmann, n'exclut pas, lui, la production d'énergie.

Cependant nombre de mystères subsistent, en particulier sur l'origine

de la chaleur dans la "manip" de Fleischmann. Le dégagement thermique, rappelons-le, est cent fois plus important que ce que pourrait produire n'importe quelle réaction chimique. Ou bien cette chaleur provient d'une réaction de fusion, — mais alors pourquoi y a-t-il un aussi faible dégagement de neutrons ? — ou bien elle provient

pour empêcher le dégagement d'hydrogène et maintenir la pression à l'intérieur du palladium ?

De très nombreux laboratoires à travers le monde sont en train d'essayer de reproduire les deux expériences. Les semaines à venir peuvent réservé des surprises. Après de longues hésitations, le Commissariat à l'énergie



d'un autre phénomène — mais alors lequel ?

Autre question restée sans réponse : quel artifice a imaginé M. Fleischmann

atomique a décidé d'apporter son soutien logistique au CNRS pour refaire l'expérience de M. Fleischmann, qui n'est pas sans risques biologiques.

c'est-à-dire l'énergie cinétique des noyaux, il faut aussi que ces derniers ne soient pas trop dispersés. Il est facile de comprendre, en effet, que les probabilités de collisions seront d'autant plus grandes que le nombre de noyaux par unité de volume sera plus élevé. Le critère de Lawson, du nom du physicien britannique qui l'a établi, indique que pour un mélange deutérium-tritium, par exemple, la densité minimale doit être voisine de 100 000 milliards (10^{14}) de particules par centimètre cube.

Pour obtenir et maintenir une telle densité, il faut "confiner" le plasma, c'est-à-dire le contenir dans un certain volume. Vu les températures atteintes, il ne saurait être question de l'enfermer dans une enceinte matérielle, parce que, d'une part, aucune matière n'y résisterait et que, d'autre part, même si une paroi pouvait supporter de pareilles températures, elle constituerait une source de refroidissement empêchant la réaction de se produire ou de s'auto-entretenir.

Différentes méthodes de confinement sans con-

tact ont été proposées et mises en œuvre. La plus courante de ces méthodes, et de loin, est le confinement magnétique. Grossièrement, le plasma est maintenu en "suspension" à l'intérieur d'une enceinte métallique sous-vide — le plus souvent un tore, c'est-à-dire un gros anneau creux — par un champ magnétique intense. Plongées dans ce champ, les particules ont des trajectoires hélicoïdales qui s'enroulent autour des lignes du champ, lesquelles forment une sorte de couronne à l'intérieur de l'anneau. Les noyaux sont pour ainsi dire piégés et maintenus en lévitation sans jamais toucher les parois du tore.

Ces puissants champs de confinement sont créés par de très gros bobinages disposés autour de l'anneau. D'où des installations de dimensions gigantesques et extrêmement onéreuses. La première de ces machines à configuration torique a été inventée dans les années 50 par le grand physicien soviétique Artsimovitch, qui dirigeait, à l'époque, l'institut Kourtchatov de Moscou. Elle a reçu le nom de



Nous croyons savoir que M. Pierre Lehmann, du CNRS, serait responsable du comptage et de la partie nucléaire, tandis que M. Max Costa, du laboratoire

d'électrochimie de Bellevue, serait le maître d'œuvre du système électrochimique. Nous vous tiendrons au courant dans notre prochain numéro.

tokamak, abréviation de trois mots russes signifiant "courant", "chambre" et "magnétique". Depuis lors, de nombreux tokamaks ont été construits de par le monde : le TFR à Fontenay-aux-Roses ; le "Pétula" à Grenoble ; le TFTR aux Etats-Unis ; le JT-60 au Japon ; le JET, réalisé par la Communauté européenne à Culham (Grande-Bretagne).

Le dernier en date est le grand tokamak à aimants supraconducteurs, Tore Supra, qui vient d'être achevé à Cadarache, dans les Bouches-du-Rhône, pour le compte de l'Institut de recherche fondamentale du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). Grâce aux bobines supraconductrices de Tore Supra, qui assurent un champ permanent, les temps de confinement du plasma peuvent être considérablement allongés (jusqu'à 30 secondes, alors que, dans les autres tokamaks, on ne dépasse guère la seconde), ce qui accroît d'autant les possibilités de réactions de fusion.

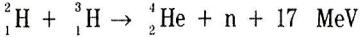
Dernière question par laquelle nous terminerons ce rappel préliminaire de quelques notions théori-

ques et de leurs applications pratiques : pourquoi avoir choisi comme matière première de la fusion deux isotopes de l'hydrogène : le deutérium, dont le noyau est fait d'un proton et d'un neutron, et le tritium, dont le noyau possède un proton et deux neutrons ? La réponse à cette question peut s'articuler en trois points :

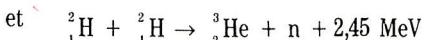
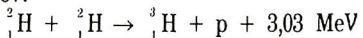
1) Parce que c'est avec ces isotopes de l'hydrogène que la répulsion coulombienne est la moins forte, et donc que les températures exigées pour la vaincre (et donc pour initier des réactions de fusion) sont les moins élevées (environ 100 millions de degrés pour la fusion deutérium-tritium et 400 millions de degrés pour la fusion deutérium-deutérium).

2) Parce que, avec ces isotopes de l'hydrogène, les réactions de fusion sont particulièrement intéressantes sur le plan énergétique. Ainsi la fusion d'un noyau de deutérium et d'un noyau de tritium donne un noyau d'hélium 4 ainsi qu'un neutron et libère

environ 17 MeV, selon la formule suivante (¹) :



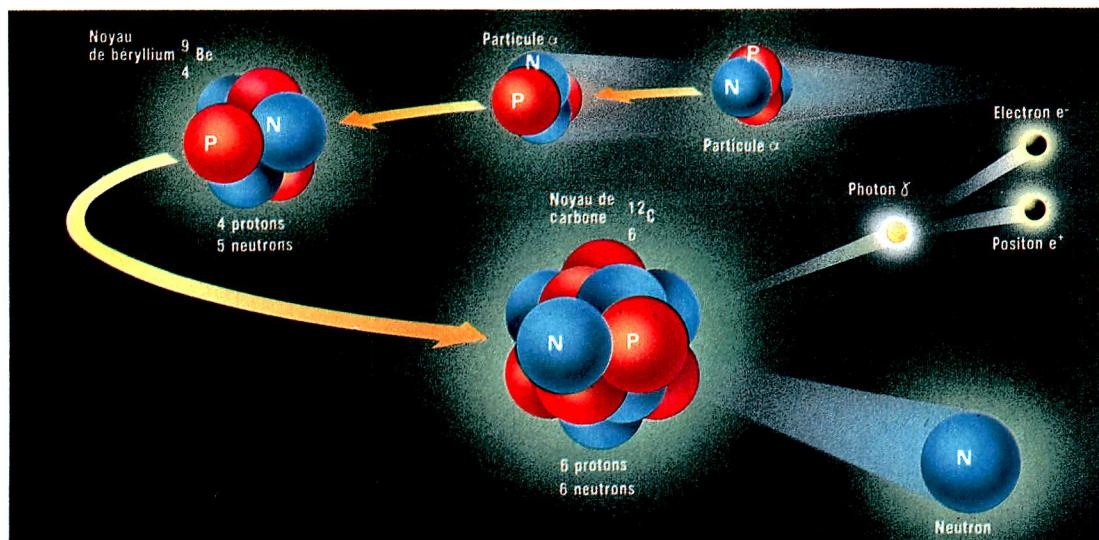
La fusion de deux noyaux de deutérium aboutit, elle, pour moitié, à la création d'un noyau de tritium avec éjection d'un proton et libération de 3,03 MeV et, pour l'autre moitié, à la création d'un noyau d'hélium 3 avec éjection d'un neutron et libération de 2,45 MeV.



Bien que nécessitant une température nettement plus élevée, et malgré un bilan énergétique moins favorable, la fusion deutérium-deutérium a toujours été considérée comme l'objectif ultime. Elle permet en effet de s'affranchir des difficultés inhérentes à la manipulation du tritium, qui est un gaz radioactif (avec une période de 12,3 années).

3) Parce que, enfin, ces isotopes ne sont pas des denrées rares, loin de là. Le deutérium est présent

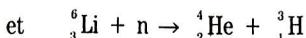
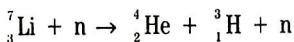
1930 : les premières fusions expérimentales de l'histoire



Le beryllium devient du carbone. En bombardant un noyau de beryllium, qui contient quatre protons et cinq neutrons, avec des particules alpha (c'est-à-dire un noyau d'hélium, soit 2 protons et un neutron), les Joliot-Curie ont constaté que ce noyau a capté une de ces particules. De neuf, le nombre atomique de ce noyau est passé à douze : ils ont obtenu un autre corps chimique, en l'occurrence du carbone.

dans l'eau, à raison d'un noyau pour 6 700 noyaux d'hydrogène. Cela représente 34,4 grammes de deutérium par mètre cube d'eau, soit, d'un point de vue énergétique, l'équivalent de 200 tonnes de pétrole ! Etant donné le volume des océans, on peut dire que le deutérium est un combustible quasi inépuisable, et que la maîtrise de la fusion deutérium-deutérium réglerait définitivement le problème de l'énergie sur la planète.

Le tritium, lui, n'existe pas à l'état naturel, mais il peut être produit à partir d'un métal léger, le lithium, qui est lui-même un mélange de deux isotopes : le lithium 6 (7,42 %) et le lithium 7 (92,58 %). En soumettant ces isotopes à un bombardement neutronique, on obtient de l'hélium 4 et du tritium, selon les réactions suivantes :



Ce mode de production est aujourd'hui parfaitement maîtrisé. Les ressources terrestres de lithium seraient, estime-t-on, capables de fournir de l'énergie à l'humanité pour plusieurs siècles. L'extraction du lithium de l'eau de mer porterait ce potentiel à plusieurs dizaines de millénaires.

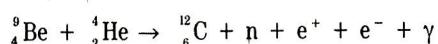
Voilà donc tout ce qu'il convenait de rappeler pour prendre l'exacte mesure de la découverte de Fleischmann et de son collègue américain. En résumé, la fusion "chaude" (ou thermonucléaire), appelée ainsi parce qu'elle n'est réalisable qu'à des tem-

pératures très élevées, soulève des problèmes de physique extraordinairement complexes, qui n'ont pas tous été résolus, nécessite un matériel important et des moyens considérables, et doit encore faire la preuve de sa faisabilité sur la longue durée.

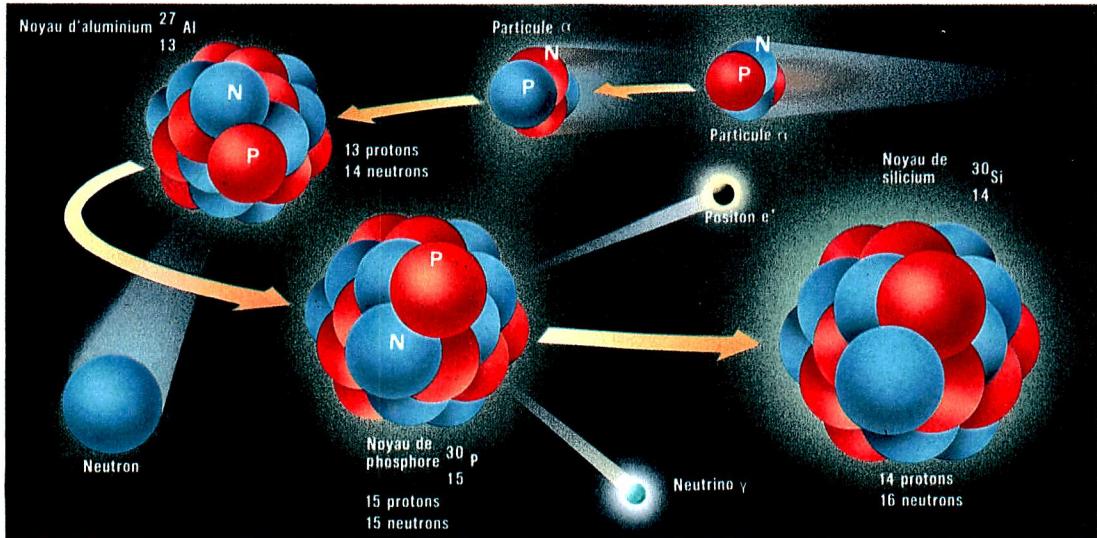
En regard, la fusion "froide" (sans chauffage préalable) de Fleischmann et Pons est d'une simplicité renversante. Au point qu'on se demande pourquoi on n'y a pas pensé plus tôt. Sans doute les physiciens, obnubilés par l'arme thermonucléaire, où la fusion était jadis amorcée par l'explosion d'une bombe A, ont-ils été portés à privilégier la voie "chaude".

Pourtant quelques expériences de fusion "froide" avaient déjà eu lieu dans le passé. Ainsi, dès 1926, la revue scientifique allemande *Die Naturwissenschaften* (Connaissances de la nature) publiait une communication envoyée par deux chercheurs de l'université de Berlin, Fritz Paneth et Kurt Peters, dans laquelle ceux-ci affirmaient avoir converti de l'hydrogène en hélium par catalyse, en présence de palladium (tiens, tiens, déjà le palladium !).

Un peu plus tard, dans le courant des années 30, Frédéric et Irène Joliot-Curie, à la recherche de la radioactivité artificielle, eurent l'idée d'utiliser une source de polonium, un radioélément naturel émetteur de particules alpha (c'est-à-dire de noyaux d'hélium 4), pour "bombarder" une cible de beryllium. Ils obtinrent du carbone, ainsi que des neutrons, des positons, des électrons et des rayons gamma, selon la réaction :



oire, celles de Joliot-Curie



L'aluminium devient du silicium. Ici, c'est de l'aluminium qui est bombardé par des particules alpha. Et ici aussi, il y a création d'un autre corps chimique : du phosphore. Mais celui-ci est instable et se transforme encore pour devenir du silicium. A l'époque, cela ne s'appelait pas encore "fusion". On disait "transmutation". Ce phénomène avait été découvert peu de temps auparavant par Soddy et Rutherford.

Ils renouvelèrent l'expérience avec une cible d'aluminium et obtirent cette fois du silicium, après une transition instable par le phosphore 30. Dans les deux expériences, il y avait sans conteste fusion nucléaire, mais l'intérêt du phénomène en tant que système de production d'énergie ne retint pas l'attention des deux grands physiciens. Il est vrai que leurs préoccupations étaient d'un autre ordre.

Vers la fin des années 40, deux physiciens soviétiques, Andrei Sakharov (le futur père de la bombe H russe) et Ilia Frank imaginèrent un procédé très astucieux pour obtenir la fusion à température ambiante. Il consistait à remplacer l'électron qui gravite autour du noyau de deutérium par une particule qui a exactement les mêmes propriétés, mais qui est deux cents fois plus lourde : le muon (appelé aussi électron lourd). En raison de sa masse, le muon décrit autour du noyau une orbite beaucoup plus petite que l'électron, ce qui permet aux atomes de se rapprocher et de se frôler à une distance voisine de 10^{-13} cm , suffisamment courte pour que s'exercent les forces nucléaires et que les noyaux fusionnent entre eux.

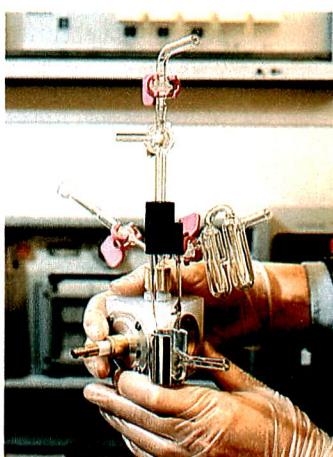
Les Américains ont récemment repris l'idée pour une série d'expériences sur la fusion à basse température. La filière muonique est, à

cet égard, particulièrement intéressante, dans la mesure où, ne nécessitant pas de chauffage préalable, elle permet de se passer des énormes et onéreuses bobines magnétiques destinées à confiner le plasma et à le maintenir à bonne distance des parois de l'enceinte. Avec les muons, plus besoin de plasma, donc plus besoin de monstrueuses machines. Une simple chaudière suffit, reliée à un accélérateur de particules, qui fournit les muons. Quand un noyau de deutérium ou de tritium capte un de ces muons, celui-ci remplace aussitôt l'électron qui gravitait autour dudit noyau.

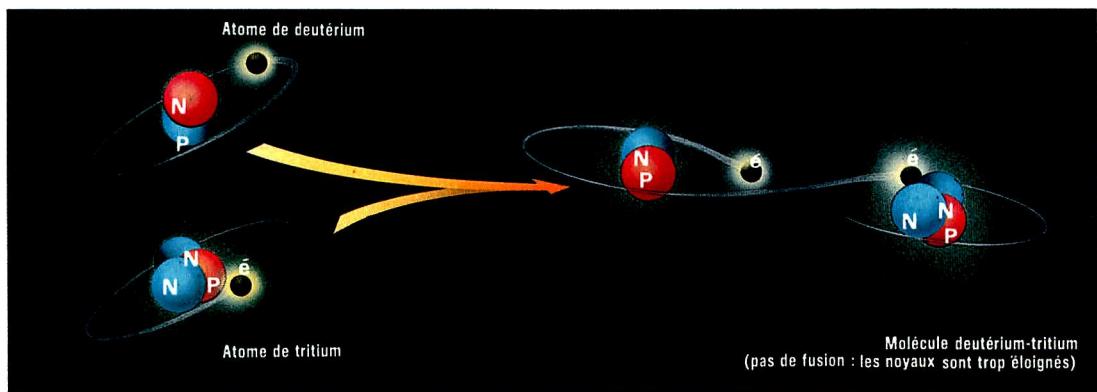
QUI N'A PAS SON EXPERIENCE ?

Tandis que dans le monde entier, des équipes de chercheurs se mobilisaient pour tenter de refaire l'expérience de Fleischmann ou bien celle de Pons, la France est d'abord demeurée passive. A Erice, en Sicile, où le gratin scientifique de l'Ouest et de l'Est était accouru pour auditionner l'inventeur britannique, il n'y avait, en dehors de notre envoyé spécial, aucun Français.

Aussi étions-nous décidés à relever nous-même le défi. Nous avons pris contact avec un grand laboratoire d'électrochimie, trouvé du palladium et fait l'acquisition de deux bonbonnes d'eau lourde. C'est alors que les choses se sont miraculeusement débloquées et que les physiciens français envisagent, à leur tour, de refaire encore une fois l'expérience.



1940 : la fusion "tiède" imaginée par Sakharov



Noyaux trop éloignés, la fusion ne se fait pas. Un atome de deutérium ordinaire se combine avec un atome de tritium ordinaire pour former une molécule deutérium-tritium, comme le font des atomes ordinaires. Et comme pour des atomes ordinaires, les distances entre les noyaux sont trop grandes; ceux-ci ne peuvent se rapprocher à cause des forces de répulsion électriques.

Ce séduisant procédé se heurte malheureusement à deux obstacles majeurs :

1° Les muons, du fait de leur très courte durée de vie, qui n'excède jamais 10^{-6} seconde, ne peuvent catalyser plus de deux ou trois réactions de fusion, ce qui est insuffisant pour entretenir le processus.

2° La production de muons par un accélérateur demandant beaucoup d'énergie, le système en consomme plus qu'il n'en fournit.

Bref, la voie muonique semble, pour l'instant, conduire à une impasse.

Signalons enfin, pour l'anecdote, qu'un chercheur amateur français, polytechnicien de formation, M. Camille Paraire, aurait, dans les années 60, découvert un moyen encore plus simple de réaliser la fusion froide. En plongeant un fil électrique dans une ampoule contenant un mélange de deutérium et de tritium, il serait parvenu à doubler la quantité de tritium initiale. D'ailleurs, une expérience toute récente présente une analogie frappante avec les travaux de M. Paire. Elle est due à une équipe italienne qui vient d'annoncer qu'elle avait refait une des expériences de Steven Jones (différente de celle traitée dans cet article) et qui, en utilisant cette fois du deutérium gazeux, aurait obtenu un important dégagement de neutrons.

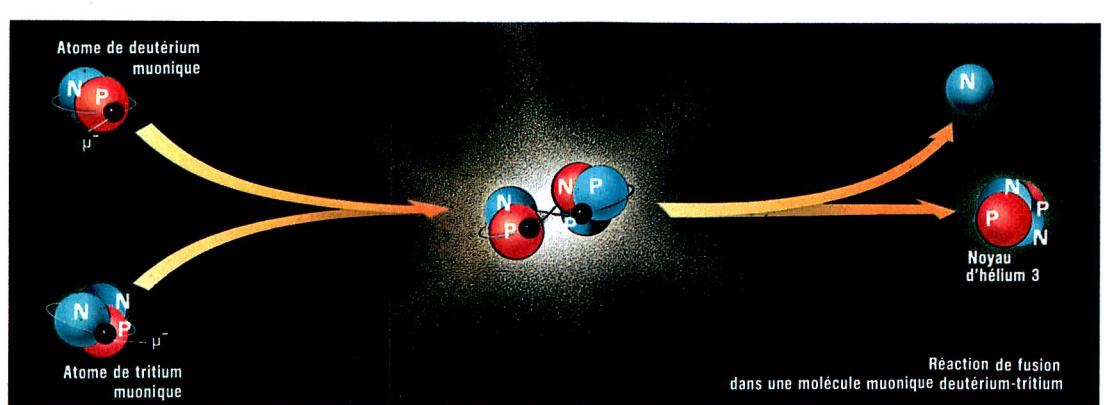
Si, donc, la fusion froide n'est pas une nouveauté, toujours est-il que, jusqu'à Fleischmann et Pons (et Steven Jones ensuite), personne n'avait songé à la chercher du côté de l'électrolyse. Pourtant il ne s'agit pas d'une opération compliquée, réservée à quelques initiés. Quiconque a poursuivi ses études jusqu'au baccalauréat, a eu l'occasion, au moins une fois dans sa vie, d'assister ou de prendre part à une "manip" d'électrolyse. C'est en 1800 que Carlisle et Nicholson découvrirent la décomposition chimique par passage d'un courant électrique dans une masse d'eau acidulée. Trente-deux ans plus tard, Faraday en formula les lois, encore apprises aujourd'hui par tous les lycéens. La recette est enfantine : on prend une batterie de voi-



A Erice, l'URSS était représentée par l'un des plus grands spécialistes mondiaux de la fusion muonique. I.L. Ponomarev (à g.), accompagné de V.I. Gerstein, physicien des particules, le plus renommé après Carlo Rubbia.

ture, ou une grosse pile électrique, ou un chargeur d'accus, bref une source quelconque de courant continu, à laquelle on relie deux fils plongés dans un récipient rempli d'eau additionnée d'un peu d'acide ou de soude. On voit alors se dégager, à la cathode (électrode négative), de l'hydrogène, et, à l'anode (électrode positive), de l'oxygène. Une expérience, on le voit, à la portée de n'importe quel petit chimiste du dimanche.

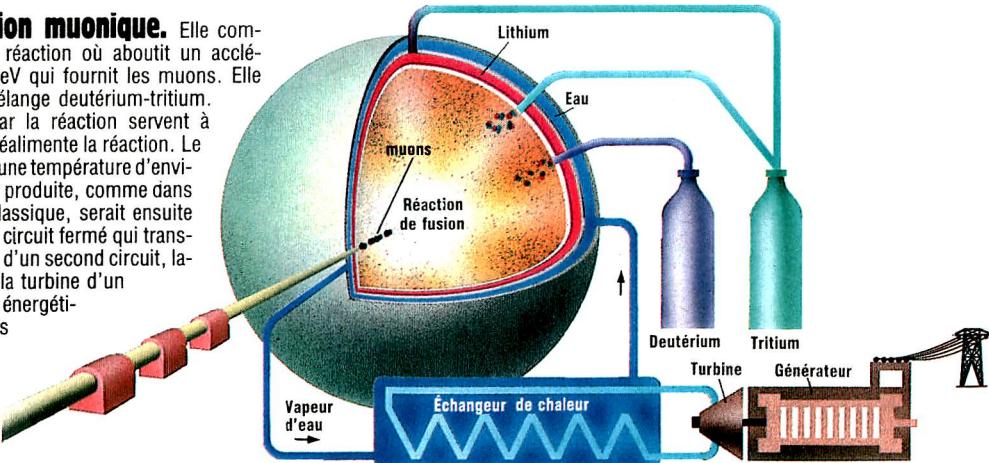
Comment un procédé aussi simple, utilisé quotidiennement par des milliers d'entreprises, a-t-il pu conduire à la fusion nucléaire ? La seule source de renseignements dont nous disposons est le *Journal of Electroanalytical Chemistry*, qui, dans sa dernière livraison (datée de mai 1989), a publié le compte rendu d'expérience de MM. Fleischmann et Pons. La manipulation en elle-même n'a rien de compliqué. Dans un petit récipient rempli d'eau lourde, c'est-à-dire d'eau dans laquelle l'hydrogène a été remplacé par son isotope lourd le deutérium, plongent deux électrodes : l'une en platine (symbole Pt, numéro atomique 78, masse atomique 195,23), vouée au dégâge-



Atomes "diminués", la fusion se fait. Dans une molécule de deutérium-tritium muonique, les distances entre les noyaux sont beaucoup plus petites, car le muon, 200 fois plus lourd que l'électron, a de ce fait une orbite beaucoup plus serrée. Le rapprochement entre les deux noyaux peut donc avoir lieu, et il y a fusion, à température beaucoup plus basse que pour la fusion chaude.

La centrale à fusion muonique. Elle comprend une chambre de réaction où aboutit un accélérateur linéaire de 3.5 MeV qui fournit les muons. Elle est alimentée par un mélange deutérium-tritium. Les neutrons éjectés par la réaction servent à fabriquer du tritium qui réalimente la réaction. Le réacteur fonctionnerait à une température d'environ 1 000°C. (La chaleur produite, comme dans une centrale nucléaire classique, serait ensuite absorbée par de l'eau en circuit fermé qui transformerait en vapeur l'eau d'un second circuit, laquelle irait faire tourner la turbine d'un générateur.) Son bilan énergétique, décevant, n'a jamais permis d'application pratique.

Accélérateur
de
particules



ment de l'oxygène, et donc réceptrice d'électrons ; l'autre en palladium (symbole Pd, numéro atomique 46, masse atomique 106,7), destinée au dégagement de l'hydrogène et donc donneuse d'électrons. C'est avec cet appareillage rudimentaire que Fleischmann et Pons auraient obtenu un dégagement d'énergie thermique beaucoup plus important que la quantité d'énergie électrique fournie pour alimenter la réaction.

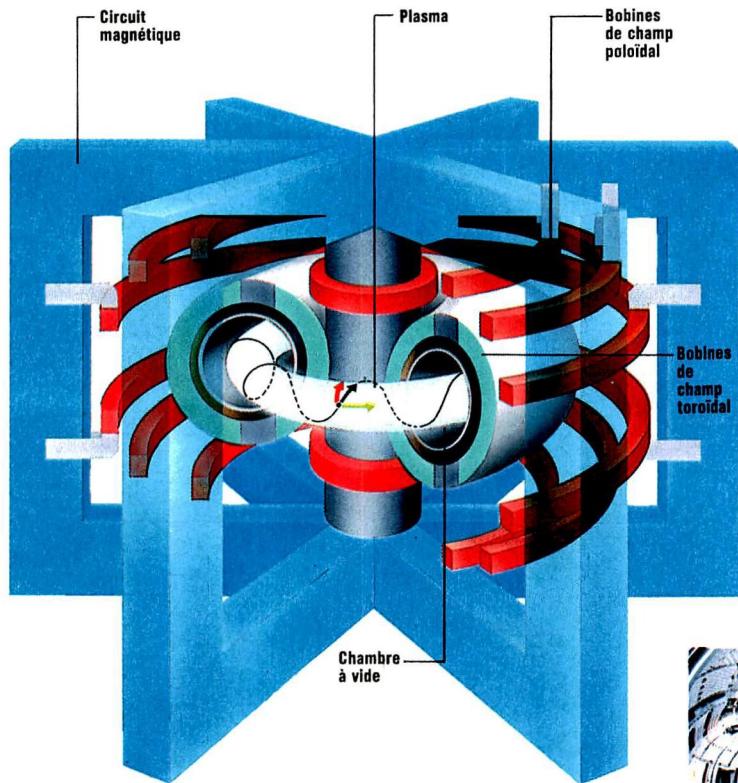
Voilà qui est déjà fort troublant, puisque le principe de conservation de l'énergie est une des bases fondamentales de la physique. Mais il y a plus étonnant encore : les deux électrochimistes assurent en effet qu'ils ont observé une émission de neutrons et de rayons gamma, et constaté la présence de tritium en fin de réaction. Or, tous les éléments intervenant dans l'expérience (eau lourde, platine, palladium, acides et sels du bain) sont des corps parfaitement stables, c'est-à-dire dépourvus de toute radioactivité. Il faut donc bien admettre qu'il s'est passé quelque chose qui a "transmuté", autrement dit transformé dans leur nature chimique,

les éléments initialement présents dans l'éprouvette.

Pour tout physicien averti, le dégagement d'une très grande quantité de chaleur, accompagné d'une émission de neutrons et de la production de tritium radioactif, ne peut provenir que d'une réaction de fusion, c'est-à-dire d'un phénomène qui n'a été observé jusqu'à présent que dans les étoiles, les bombes H, les tokamaks fonctionnant à des températures de plus de 100 millions de degrés, les lasers de puissance et les accélérateurs de particules développant des tensions de plusieurs centaines de milliers de volts. Comment, alors, les énormes énergies nécessaires pour faire fusionner des noyaux de deutérium ont-elles pu apparaître sur des électrodes alimentées par un courant de quelques volts et d'une intensité de quelques millampères ? Devant un tel mystère, on comprend mieux la stupeur et le scepticisme provoqués par l'article du *Financial Times* annonçant la découverte de Fleischmann et de Pons.

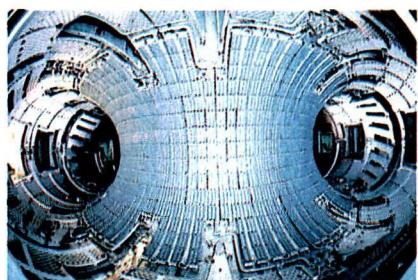
En réalité, aussi curieux que cela puisse paraître, une bonne partie de cette stupeur s'explique par l'i-

Aujourd'hui, des machines fantastiques pour produire de l'énergie



Un réacteur de type tokamak

comme le Tore Supra (ci-contre), est composé de deux sortes de bobines. Les bobines "toroïdales" (en vert), enroulées autour de l'anneau de plasma (tore blanc sur le dessin) créé dans la chambre à vide (photo ci-dessous), induisent un champ dont les lignes de force (trait vert) tournent en suivant le grand diamètre du tore. Le champ toroïdal assure le confinement du plasma. Les bobines "poloïdales" (en rouge), parallèles au plan du tore, induisent un champ aux lignes (trait rouge) qui suivent le petit diamètre du tore. La résultante des deux champs donne des lignes qui s'enroulent en hélice le long du tore (trait noir), ce qui brasse le plasma et évite la séparation entre ses composants négatifs (électrons) et positifs (noyaux), qui ont naturellement tendance à se polariser, les uns s'accumulant dans le haut du tore, les autres dans le bas.



gnorance. L'électrochimie, science qui décrit les phénomènes de l'électrolyse, est généralement méconnue des physiciens, qui la considèrent avec quelque dédain, estimant qu'elle n'a pas grand-chose à leur apporter, et que l'on a tout dit lorsque l'on a parlé de ses applications industrielles (nickelage, plaqueage, piles et batteries électriques). Le seul moment où ils lui accordèrent quelque crédit, c'est lorsqu'elle permit de réaliser les piles à combustibles utilisées dans les programmes spatiaux. Depuis lors, ils la boudent de nouveau, en particulier les grands prêtres de la recherche fondamentale, pour qui toute "manip" qui ne coûte pas plusieurs milliards est sans intérêt. Alors qu'ont-ils à attendre d'une électrolyse à trois francs six sous ?

Grossière erreur ! Car, sous son aspect bon enfant, l'électrochimie est en réalité une science de l'extrême. Nous voulons dire : des conditions extrêmes. Dans un bac d'électrolyse, il se passe des phénomènes inimaginables, que l'on commence seulement à débrouiller. Non pas grâce aux physiciens, mais à cause de la crise pétrolière, qui a poussé certains laboratoires et certains bureaux d'études à se doter de moyens importants pour trouver des énergies de remplacement. On a pu voir à cette occasion des électrochimistes particulièrement brillants se lancer dans une recherche théorique de haut niveau sur l'électrolyse. Martin Fleisch-

mann était de ceux-là.

Ces travaux de pointe ont conduit à constater que les densités d'énergie mises en œuvre dans les réactions électrolytiques étaient extrêmes. Il ne faut pas s'y tromper : une tension de 3 ou 4 volts est, en la circonstance, de la très haute tension, et une puissance de quelques milliwatts une puissance énorme. Pourquoi ? Tout simplement parce que les énergies appliquées aux électrodes se retrouvent concentrées au voisinage immédiat de leur surface, dans la première couche uniforme du liquide qui les baigne, couche dont l'épaisseur est de l'ordre d'un angström, soit un dix millième de micron (*voir dessin p. 39*). Là, les tensions électriques qui se manifestent sont, au sens propre du terme, astronomiques, car elles sont comparables à celles que l'on rencontre dans le cœur de certaines étoiles. Quant aux pressions, elles sont encore plus extraordinaires, puisqu'elles atteignent des valeurs que l'on ne trouve qu'à proximité des effondrements gravitationnels de type "trous noirs".

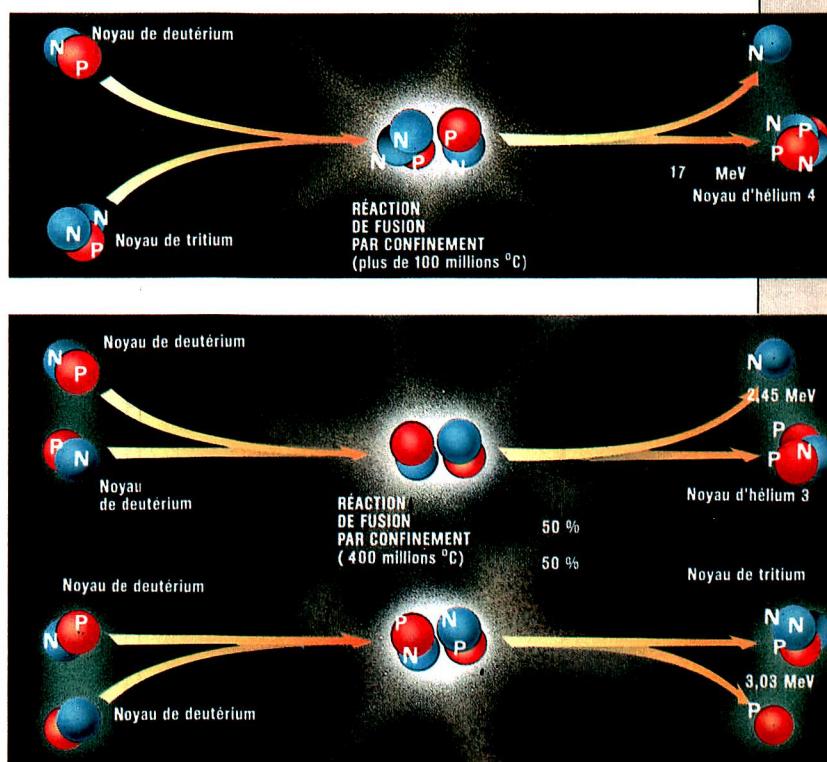
Donnons quelques chiffres. Dans la couche ato-

vire une petite étincelle

Deux variantes de fusion chaude.

Pour la fusion deutérium-tritium, la température requise est d'environ 100 millions de degrés, soit 10 KeV, à une pression de plusieurs centaines d'atmosphères. Ces conditions permettent de vaincre la répulsion électrostatique entre les noyaux. Leur rencontre produit un noyau d'hélium 4. De toutes les réactions connues au monde, c'est celle qui produit le plus d'énergie, 17 MeV.

Pour la fusion deutérium-deutérium, beaucoup plus difficile à réaliser, il faut, pour rapprocher les noyaux, une température d'environ 400 millions de degrés dans les mêmes conditions de pression. Cette réaction produit de l'hélium 3 dans 50 % ces cas et du tritium dans les 50 autres %. La production d'énergie est de 2,45 MeV quand le produit final est de l'hélium 3 et de 3,03 MeV quand c'est du tritium. Cette réaction constitue le but ultime des recherches sur la fusion en tant que production d'énergie, car le deutérium, qui sert de "combustible" existe en quantité pratiquement illimitée. C'est une réaction de cet ordre qui est mise en jeu, mais à froid (ce qui est particulièrement surprenant) dans l'expérience de Fleischmann.



mique "plaquée" contre la surface d'une électrode métallique véhiculant une charge superficielle de un dix millionième de coulomb (²) (c'est une charge minime), le champ électrique est de 100 millions de volts par centimètre. En ce qui concerne les pressions subies par les ions formant cette même couche, elles atteignent 10²⁷ atmosphères (1 atmosphère = 1,033 kg/cm²). Un chiffre (avec 27 zéros !) qui donne le vertige, sauf, bien entendu, aux spécialistes de l'électrolyse.

Pour mieux faire comprendre ce qui se passe, prenons une image : celle d'un stade où doit avoir lieu un concert de Michael Jackson ou une rencontre du Tournoi des cinq nations. Les portes ne sont pas encore ouvertes, mais l'affluence est énorme. C'est ce qui vient de se produire à Sheffield. Les personnes qui occupent le premier rang devant les entrées subissent la poussée de l'immense foule massée derrière eux et qui veut pénétrer dans l'enceinte. Eh bien, c'est à peu près ce qui se produit au voisinage des électrodes. Les atomes acteurs de la réaction électrolytique (ceux du premier rang) subissent la pression des myriades d'autres qui se précipitent pour y participer.

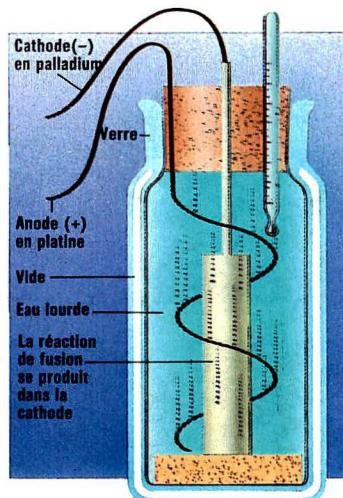
Toutes ces forces — pressions et tensions — peuvent être évaluées avec précision à partir de la loi de Nernst, qui définit le potentiel d'oxydoréduction, c'est-à-dire le rapport entre les atomes interve-

nant effectivement dans la réaction et ceux qui sont susceptibles d'y entrer.

Lorsque l'on sait qu'une simple électrolyse est capable de susciter de tels niveaux d'énergie, on est déjà moins étonné d'apprendre qu'elle peut, en certaines circonstances, "allumer" des réactions de fusion. En effet les forces mises en branle sont largement suffisantes pour vaincre la répulsion électrostatique et favoriser les agglutinations. En théorie du moins. Car, dans la pratique, si l'on atteint bien les pressions évoquées, celles-ci sont extrêmement fugaces. Dès que l'hydrogène commence à se dégager à la cathode, la pression chute brutalement (comme au stade, lorsque les portes s'ouvrent), avant même que des réactions de fusion aient pu s'amorcer. Voilà d'ailleurs pourquoi, jusqu'à maintenant, les électrochimistes n'avaient jamais observé de transmutations sur leurs électrodes.

Le problème posé à Fleischmann était donc de parvenir à inhiber, par un moyen approprié, le dégagement d'hydrogène, afin de maintenir la farinastique pression, et même de l'augmenter. Il eut l'idée, avec Pons, de se servir d'un métal aux propriétés étranges, qui avait déjà attiré l'attention des électrochimistes et des physiciens : le palladium.

De couleur blanche, brillant, le palladium a été découvert en 1803 par Wollaston. Sous-produit du raffinement du platine, il est utilisé en bijouterie dans



L'“éprouvette” de Martin Fleischmann.

L'anode est en platine, la cathode en palladium. C'est dans cette dernière que se produit la réaction de fusion. La double paroi à vide permet l'isolation thermique pour effectuer des mesures précises de dégagement de chaleur. D'après M. Fleischmann, la forme enveloppante de l'anode est nécessaire, ce qui étonne les électrochimistes.

les alliages précieux (or blanc) et comme catalyseur dans les pots d'échappement “propres”. Sa propriété la plus remarquable est le pouvoir qu'il a d'absorber jusqu'à 1 000 fois son propre volume d'hydrogène. Cette curieuse faculté fut remarquée dès le XIX^e siècle par les premiers théoriciens de l'électrolyse, Faraday et Graham. A la veille de la Seconde Guerre mondiale, on expérimenta son comportement vis-à-vis du deutérium : les quantités absorbées étaient les mêmes qu'avec l'hydrogène. Il semble du reste qu'à cette occasion on ait également enregistré des dégagements de chaleur tout à fait insolites, mais, la réaction palladium-hydrogène étant naturellement exothermique, on n'y attacha pas d'importance particulière.

Bien sûr, ce pouvoir d'absorption fut étudié en détail par de nombreux chimistes. Pendant longtemps, il fut attribué au fait que le palladium et l'hydrogène (ou le deutérium) formaient ensemble un composé chimique, plus précisément un hydrure, de formule $Pd_3 H_2$ selon les uns, $Pd_4 H_2$ selon les autres. Des travaux plus récents ont montré qu'il n'en était rien : on n'a pas affaire à un composé chimique, mais à ce qu'il est convenu d'appeler un alliage métallique.

Ce point est capital, car il est la clé qui permet de comprendre l'expérience de Fleischmann. Toute la différence entre un composé et un alliage réside dans les liaisons, c'est-à-dire dans la manière dont sont liées entre elles les couches externes d'électrons des corps en présence. Sans entrer dans de fastidieux détails, disons que, dans un alliage, les liaisons sont beaucoup moins rigides que dans un composé. Ainsi, dans l'alliage palladium-hydrogène, l'atome d'hydrogène (ou de deutérium) est très mollement lié et conserve de ce fait une certaine liberté de mouvement à l'intérieur du maillage constitué par les atomes de palladium.

Précisément, ce maillage est organisé selon une

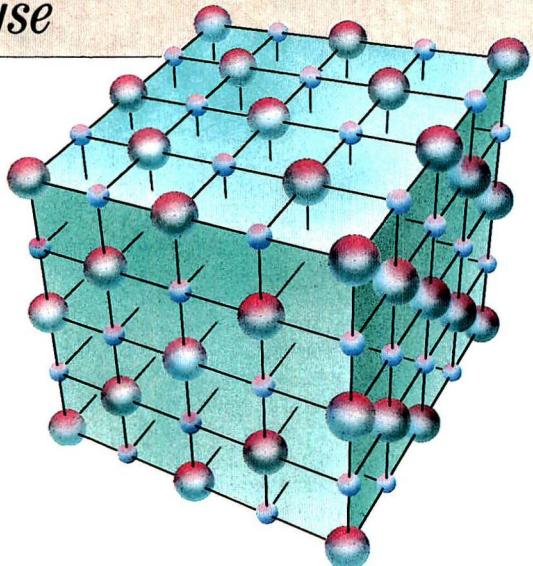
géométrie cubique. Les atomes de palladium forment ce que les spécialistes appellent un “réseau cubique faces centrées”, c'est-à-dire des alignements de cubes où, dans chaque cube, ils occupent les 8 coins et le centre des 6 faces. Les atomes d'hydrogène absorbés s'intègrent dans ce réseau selon la même configuration, mais décalée d'une demi-arête (**ci-contre, à dr.**). Or, si les atomes de palladium sont solidement liés entre eux par de nombreux électrons, les atomes d'hydrogène (ou de deutérium) sont, en revanche, assez faiblement arrimés (n'oublions pas qu'ils ne possèdent qu'un seul électron). Ils peuvent donc, si les circonstances s'y prêtent, se déplacer dans le réseau métallique.

Nous en savons maintenant suffisamment pour tenter de reconstituer ce qui se passe dans l'expérience de Fleischmann. Dans le bain électrolytique, composé pour l'essentiel d'eau lourde additionnée d'une base, les atomes de deutérium sont présents sous forme d'ions, c'est-à-dire de noyaux qui ont perdu leur électron et qui ont par conséquent une charge positive. Dès que le courant est établi dans les électrodes, ces ions se précipitent vers la cathode en palladium, laquelle, étant négative, les attire. C'est la grande ruée, la grande bousculade ! Les noyaux qui ont atteint les premiers la périphérie de la cathode sont violemment poussés à l'intérieur du maillage d'atomes de palladium par la pression qu'exerce sur eux ceux qui les suivent.

Pour pénétrer dans le palladium, ces noyaux vont emprunter les couloirs ouverts entre les alignements d'atomes du métal. Dès leur entrée, ils vont récupérer l'électron qui leur manque (souvenons-nous qu'une cathode est donneuse d'électrons), mais ils vont aussitôt le repérer en le mettant en commun avec le nuage d'électrons du réseau de palladium (chaque atome de palladium possédant 46 électrons, les alignements d'atomes sont comme nimbés d'un nuage électronique. Ce sont en fait ces nuages alignés qui délimitent les couloirs dans lesquels s'engouffrent les noyaux de deutérium).

De nouveau privés de leur électron, les noyaux de deutérium qui ont envahi les couloirs sont redevenus des charges positives. Normalement, ils devraient donc se repousser et non pas fusionner entre eux. Cependant, comme nous venons de le dire, ils se retrouvent dans un environnement fortement négatif, puisque les parois des couloirs sont constituées par les nuages d'électrons du palladium. De sorte que leur potentialité positive est rapidement neutralisée. Les forces de répulsion étant ainsi muselées, rien n'empêche plus deux noyaux de se rapprocher l'un de l'autre jusqu'à la distance critique de 10^{-15} mètre, où ils tombent dans le champ de leurs forces nucléaires respectives, et fusionnent. Bien évidemment, la poussée des autres noyaux qui se pressent dans le couloir facilite grandement ce “rapprochement”.

(suite du texte page 40)



Le secret, c'est l'alliage deutérium-palladium, ou hydrogène-palladium. Dans la structure de cet alliage (dont nous représentons ici un fragment d'un millième de micromètre de côté), les atomes de palladium (grosses sphères sur le dessin ci-contre) sont disposés au sein d'un réseau cubique à faces centrées, c'est-à-dire des alignements de cubes où, dans chaque cube, ils occupent les 8 coins et le centre des 6 faces. Les atomes d'hydrogène, ou de deutérium (petites sphères), adoptent une même configuration, mais décalée d'une demi-arête. Cette disposition des atomes d'hydrogène est très intéressante, dans la mesure où elle est extrêmement dense, 1 000 fois plus que pour l'hydrogène gaz (ce qui correspond pratiquement à un état métallique). C'est déjà une première étape vers le rapprochement des noyaux. (D'ailleurs les spécialistes ont longtemps essayé d'obtenir de l'hydrogène métallique, justement dans le but de réduire les distances entre les noyaux.)

Dans l'électrode en palladium, courant coupé.

Au préalable, Fleischmann a "rempli" de deutérium sa cathode en palladium en la mettant sous tension dans le bain d'eau lourde (contenant du deutérium au lieu d'hydrogène). Cette mise en charge peut durer de quelques jours quand la cathode est mince (1 mm) à trois mois lorsqu'elle est grosse (8 mm).

Quand le courant est coupé, les noyaux de deutérium sont immobiles, alignés dans les "couloirs" du réseau.

Ils sont ionisés, c'est-à-dire qu'ils ont mis chacun leur électron unique en commun avec le réseau électronique global du palladium mais, cet environnement négatif a neutralisé une grande partie de leur potentielité positive.

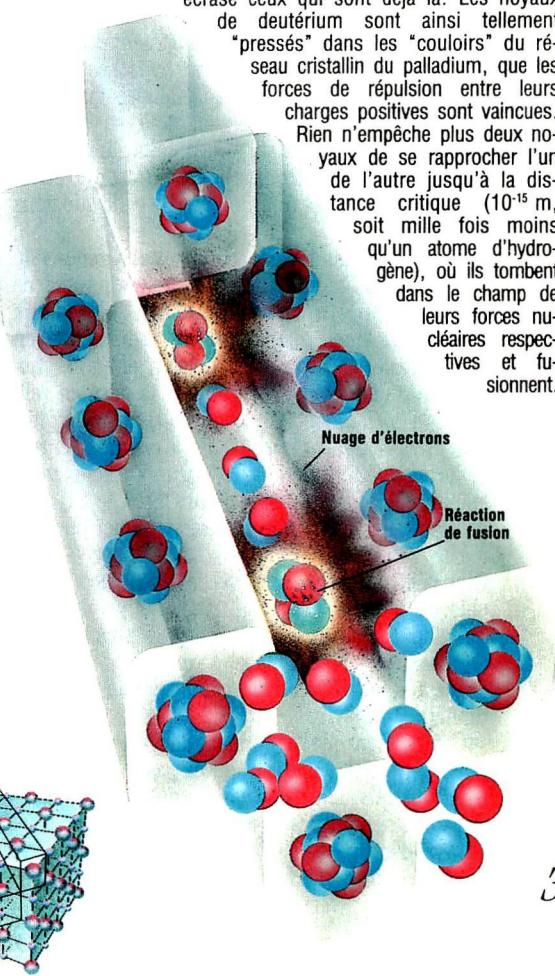
Noyaux de palladium
Noyau de deutérium
Nuage d'électrons

Quand le courant est rétabli, la fusion a lieu.

La concentration d'atomes de deutérium attirés au voisinage immédiat du palladium est telle que les noyaux sont soumis à des pressions énormes (10^{27} atmosphères), exactement comme sur un stade de football anglais où une foule immense précipitée à travers une porte,

écrase ceux qui sont déjà là. Les noyaux de deutérium sont ainsi tellement "pressés" dans les "couloirs" du réseau cristallin du palladium, que les forces de répulsion entre leurs charges positives sont vaincues.

Rien n'empêche plus deux noyaux de se rapprocher l'un de l'autre jusqu'à la distance critique (10^{-15} m, soit mille fois moins qu'un atome d'hydrogène), où ils tombent dans le champ de leurs forces nucléaires respectives et fusionnent.



DU BIG BANG DANS L'EPROUVEtte ?

M. Carlo Rubbia, qui manie volontiers l'humour pachydermique, a déclaré à propos de la découverte de Fleischmann que c'était la première fois qu'un chimiste découvrait un neutron ! Nous lui ferons respectueusement remarquer que c'est aussi la première fois qu'un chimiste en perd autant... En effet l'énergie dégagée au cours de l'expérience correspond approximativement à l'émission de 10^{13} neutrons par seconde, soit un nombre équivalent de réactions de fusion (chaque réaction de fusion libère un neutron). Or, les comptages effectués dans le même temps ne donnent que 40 000 neutrons par seconde. Où sont passés tous les autres ?

Ces neutrons fantômes sont-ils devenus de la soupe de quarks, des nuages de gravitons, de la matière



originelle ou des bosons de Higgs ? L'expérience de Fleischmann, on le voit, est loin d'avoir livré tous ses secrets et pourrait bien déboucher sur des conclusions véritablement révolutionnaires. Dans ce cas, les physiciens risquent d'avoir du pain sur la planche !

Soyons clair : il ne s'agit pas là d'une théorie, mais d'une hypothèse, fondée sur le brillant travail d'une chercheuse du CNRS, Mme Charlotte Hinnen, sur l'alliage palladium-hydrogène (n'utilisant pas de deutérium, elle ne pouvait naturellement pas observer de réactions de fusion). Cette hypothèse a reçu l'approbation de tous les spécialistes que nous avons consultés. Fleischmann, pour sa part, ne donne pas d'interprétation des faits qu'il relate, mais l'on devine entre ses lignes que son explication ne doit pas être très éloignée de celle que nous formulons.

D'ailleurs, dans le scénario que nous venons de décrire, nous aboutissons à ce que les physiciens quantiques appellent un "effet tunnel", c'est-à-dire au franchissement d'une barrière énergétique (en l'occurrence, la force de répulsion entre les noyaux) par un moyen détourné (ici, la mise en veilleuse de la charge positive des noyaux par un puissant environnement négatif). Or, c'est précisément ce terme d'"effet tunnel" que Martin Fleischmann a employé lors de son exposé au CERN le 31 mars dernier. Tout bien réfléchi, l'effet tunnel pourrait même

être l'une des meilleures voies d'accès à la fusion froide, puisque, dans le "montage" imaginé il y a une quarantaine d'années par Sakharov (voir plus haut), et qui consistait, rappelons-le, à remplacer l'électron du deutérium par un muon, on avait aussi un effet tunnel.

Cela dit, pour que l'expérience de Fleischmann soit vraiment concluante, il ne suffit pas qu'il y ait des réactions de fusion, il faut encore que le bilan énergétique de l'opération soit positif. Quel serait en effet l'intérêt d'un procédé, si "élégant" soit-il, qui consommerait plus d'énergie qu'il n'en fournirait ?

Pour apprécier le rendement énergétique d'une réaction de fusion, les physiciens ont un critère : la condition de seuil (*break even* en anglais). Elle impose que l'énergie produite par un système soit juste égale à l'énergie injectée audit système. Eh bien, de ce point de vue également, l'expérience de Fleischmann est tout à fait étonnante. Avec une cathode en palladium d'un millimètre de diamètre, il a obtenu un rendement dépassant de 81 % la limite du *break even*. Avec une cathode de 2 mm, l'excédent est passé à 189 %, et il a atteint 839 % avec une cathode de 4 mm. Rien d'étonnant, dans ces conditions, que la cathode de 8 mm ait fondu ! Dans son compte rendu publié par le *Journal of Electroanalytical Chemistry*, Fleischmann

raconte qu'il a voulu expérimenter une cathode cubique d'un centimètre de côté, mais qu'il s'est vu dans l'obligation de couper le courant en catastrophe, car il était en passe d'atteindre le seuil d'"ignition", le moment où le niveau d'énergie est tel que la réaction s'entretient d'elle-même (comme dans une bombe thermonucléaire) sans qu'il soit besoin de lui fournir le moindre courant électrique. C'est dire l'efficacité du procédé !

D'une manière plus générale, Fleischmann a calculé que, en 100 heures, l'excédent d'énergie produite par rapport à l'énergie consommée s'élévait à 4 mégajoules⁽¹⁾ par centimètre cube d'électrode, ce qui est proprement fabuleux et dépasse de 100 fois la plus énergétique des réactions chimiques connues. Encore ne s'agit-il que d'un début. Fleischmann espère faire mieux la prochaine fois : les 50 mégajoules ne lui semblent pas une chimère.

Si la validité de l'expérience se confirme — honnêtes, MM Fleischmann et Pons ont précisé eux-mêmes qu'il convenait de vérifier leurs résultats —, d'immenses perspectives s'ouvriront tant dans le domaine de la recherche que dans celui des applications. La rapidité avec laquelle ont réagi les milieux scientifiques (sauf en France) et économiques,

(suite du texte page 162)

(1) L'indice supérieur représente le nombre de masse (protons + neutrons) et l'indice inférieur le nombre de charges (protons). Ainsi le deutérium (${}^2_1\text{H}$) a un noyau formé de deux nucléons, dont un proton. Le noyau de tritium (${}^3_1\text{H}$) compte, lui, trois nucléons (2 neutrons et 1 proton); le noyau d'hélium 3 (${}^3_2\text{He}$), trois nucléons également (mais 2 protons et 1 neutron); le noyau d'hélium 4 (${}^4_2\text{He}$) quatre nucléons (2 protons et 2 neutrons).

(2) Un coulomb = la charge électrique transportée en une seconde par un courant continu dont l'intensité est d'un ampère.

(3) 1 mégajoule = 1 million de joules. Unité d'énergie, le joule correspond au travail fourni par une force de 1 newton qui déplace son point d'application de 1 mètre dans sa direction.

LA DIFFERENCE DIGITALE

OBTURATEUR ULTRA-RAPIDE
DE 1/50 SEC. À 1/4000 SEC.



SURIMPRESSION TITRES



INSERTION DATE.



AUTOFOCUS DIGITAL

SURIMPRESSION GRAPHISMES.



CAMESCOPE DIGITAL SUPERFAST 8 MM. VM - D5P

OBTURATEUR ELECTRONIQUE ULTRA-RAPIDE AU 1/4000^E SEC. ET VARIABLE PAR SEQUENCES.
TRES HAUTE QUALITE D'IMAGE 480 000 PIXELS-AUTOFOCUS DIGITAL - AUTO IRIS DIGITAL - ZOOM - MACRO
SURIMPRESSION A MEMOIRE NUMERIQUE DE TITRES ET DE GRAPHISMES EN 5 COULEURS INVERSIBLES
A L'ENREGISTREMENT ET A LA LECTURE

INSERTION DE DATE - AFFICHAGE DES FONCTIONS DANS LE VISEUR - SORTIE VIDEO - POIDS : 1,2 KG
ACCESOIRES FOURNIS : VALISE, BANDOULIERE, BATTERIE 45 MINUTES,
ADAPTATEUR-CHARGEUR, CORDON D'ALIMENTATION, CASSETTE 15 MIN,
KIT D'ENREGISTREMENT DE TITRES.

SANYO

L'INVENTION

IMPORTATEUR EXCLUSIF DIMEL S.A.
7/9 RUE MARYSE BASTIE 93120 Z.I. LA COURNEUVE
TEL: (1) 48 36 16 00, TELEX: 670 322 F, FAX: (1) 48 36 64 30

Comment je me suis débarrassé de mon envie de fumer (en 14 jours) quasiment sans m'en apercevoir

– suite à l'étonnante chose que le Docteur Passebécq donne gratuitement à tous ceux qui veulent arrêter de fumer (*voir ci-dessous*)

J'ai arrêté de fumer il y a maintenant un an et demi et je peux dire que depuis je n'ai jamais été tenté de reprendre une cigarette... Sinéquement, le tabac ne me dit plus rien !

Aujourd'hui que je suis sûr de ne plus recommencer je tiens à vous révéler quelle est l'étonnante chose qui m'a fait perdre mon envie de fumer, en 14 jours, à mon plus grand étonnement, quasiment sans que je m'en aperçoive. *Et sans médicamenteusement.*

J'étais ce que l'on appelle un grand fumeur !

A l'époque j'étais boulanger et je fumais facilement mes deux paquets dans la nuit, je fumais tellement que j'en avais presque perdu le goût et l'odorat, à tel point que ça me gênait dans mon travail. Souvent j'étais fatigué même en me réveillant.

Un jour j'en ai eu assez de ce métier, de cette vie... et j'ai décidé de tout arrêter et de prendre une licence de taxi. J'allais pouvoir enfin vivre le jour, comme tout le monde.

C'est à ce moment là que j'ai voulu arrêter de fumer

Sans rien dire à personne, j'ai commencé à essayer des tas de trucs, pilules, chewing-gums, et même l'acupuncture. Hélas sans grand résultat. J'arrêtais quelquefois une semaine ou deux et je rechutais en fumant encore plus qu'avant !

J'avais beau me dire que c'était du suicide de fumer toute la journée dans mon taxi, c'était plus fort que moi, je grillais presque mes deux cartouches par semaine.

Un jour j'ai eu peur !

Vous imaginez dans quel état j'étais, enfermé toute la journée dans mon taxi, à remplir mon cendrier de mégots, sans parler des clients qui fumaient eux aussi... Pourquoi se seraient-ils gênés ?

J'avais sans arrêt la gorge irritée et tous les matins je toussais à

m'arracher les poumons ! Quand mes amis me prédisaient le pire je répondais par une boutade du style : "Faut bien mourir de quelque chose" mais en moi-même je n'étais pas fier.

Quand un de mes meilleurs amis est mort à l'hôpital d'un cancer (je vous passe les détails) franchement, j'ai eu peur !

J'ai voulu essayer une dernière fois

Un jour j'ai lu dans le journal un article écrit par un médecin qui racontait comment il avait découvert par hasard un moyen étonnant pour arrêter de fumer. Il avait d'abord testé ce traitement sur lui-même, puis il l'a recommandé pour le recommander à toutes les personnes qui veulent arrêter de fumer.

La France était en pleine campagne anti-tabac. En lisant cet article j'ai compris tout de suite qu'il s'agissait d'une réelle découverte et que c'était vraiment autre chose que tout ce que j'avais pu essayer jusqu'alors. J'ai écrit à ce médecin pour en savoir plus... ça devenait une idée fixe, je devais m'arrêter de fumer !

Quelques jours après j'ai reçu la réponse du Docteur Passebécq, puis un traitement sur 14 jours. J'ai tout de suite eu l'impression que pour moi aussi ça allait marcher. C'était simple, facile à suivre et entièrement naturel.

Tout a été très vite !

Le premier jour ça ne m'a pas fait grand chose, j'ai fumé presque autant... et puis au bout de 5 ou 6 jours, je ne suis plus au juste, je me suis aperçu que le soir, le cendrier de mon taxi était presque vide. Je n'avais fumé que sept ou huit cigarettes dans ma journée.

En conduisant, ça ne me disait plus rien de fumer et chez moi un soir je me suis aperçu que j'avais laissé mon paquet dans la boîte à gants. Je ne suis même pas redescendu le chercher...

A la fin de la deuxième semaine non seulement je ne fumais plus mais je ne supportais même plus l'odeur du tabac dans mon taxi. Je l'ai amené à une mai-



"Je fumais depuis l'âge de 12 ans. J'en étais arrivé à deux paquets par jour. Aussi, lorsque ce fameux soir je me suis aperçu que mon paquet de cigarettes était resté plein, j'ai eu du mal à en croire mes yeux. J'avais arrêté de fumer quasiment sans m'en apercevoir, sans médicamenteusement, grâce à l'étonnante découverte du Docteur Passebécq. Et depuis un an et demi, entre moi et la cigarette, c'est "fini" déclare Monsieur Sylvain Rouvet, chauffeur de taxi, 06400 Cannes (Alpes-Maritimes).

son spécialisée qui l'a "désodorisé" à la vapeur et quand je l'ai récupérée la première chose que j'ai faite, c'est d'accrocher un panneau à l'intérieur: "Veuillez vous abstenir de fumer". Pour moi le tabac, c'était bel et bien fini.

A tous mes copains qui m'ont toujours connu la cigarette aux lèvres, j'explique que j'ai arrêté très facilement, et que le seul effort de volonté que j'ai eu à fournir c'est d'écrire au Docteur Passebécq. Et je leur conseille de faire comme moi.

Je me sens presque de nouveau comme quand j'avais 20 ans

Ce que j'appelle "ma guérison" c'est au Docteur Passebécq que je la dois et je dis avec plaisir "ma vie a complètement changé depuis que je ne fume plus!"

Tout d'abord j'ai retrouvé le sommeil, je n'ai plus jamais au réveil ces horribles quintes de toux qui m'arrachaient les poumons. Je me suis remis au sport... Le tennis, la planche à voile... Un vrai bonheur, moi qui n'avais plus goût à rien !

Pour vous aussi ça doit marcher !

A tous ceux qui, comme moi, veulent définitivement arrêter de fumer je dis toujours que ce tra-

tement est extraordinaire parce qu'il permet de s'arrêter progressivement, en laissant à l'organisme le temps de se désintoxiquer jusqu'à ce que le tabac ne soit plus un besoin.

C'est pour cette raison que pendant toute la durée du "traitement" on ne se sent ni nerveux ni angoissé, et on ne risque pas de grossir... (en ce qui me concerne je ne me suis jamais senti aussi calme, aussi détendu. De plus, j'ai perdu les 4 ou 5 kilos que j'avais en trop).

Si j'ai décidé de raconter mon histoire publiquement, c'est parce que je voudrais qu'elle puisse servir à tous ceux qui veulent arrêter de fumer. Ils peuvent y arriver facilement, car pour la première fois voilà un moyen qui fait disparaître l'envie de fumer exactement comme elle est venue, c'est-à-dire sans qu'on s'en aperçoive."

Sylvain Rouvet

Voulez-vous, vous aussi, être débarrassé de votre envie de fumer – sans faire intervenir votre volonté ?

Parmi ces cinq extraits de lettres, laquelle aimeriez-vous avoir écrite vous personnellement.

□ "J'ai commencé à fumer à l'âge de 14 ans. Dix ans plus tard j'achetais 2 cartouches par

semaine. Bien que je n'y croyais pas, quand j'ai eu connaissance de votre traitement j'ai voulu essayer parce que c'était vraiment facile. Aujourd'hui je me dis "Tu étais stupide de ne pas y croire" car ça a marché comme par magie. Grâce à vous j'ai arrêté de fumer sans aucun problème."

Robert F.

□ "Je vis entourée de fumeurs et je croyais qu'il était impossible d'arrêter de fumer quand tout le monde fume autour de vous... Je sais aujourd'hui que c'est faux! Après 12 jours de votre traitement, je me suis définitivement arrêtée de fumer." Michèle C.

□ "Je vous ai contacté pour ma fille qui fumait beaucoup quand elle a été enceinte. J'ai eu peur pour le bébé et je vous ai écrit... Docteur, ça a été formidable. En 8 jours ma fille avait arrêté de fumer... Aujourd'hui mon petit fils est né, il est magnifique et ma fille n'a jamais refumé! Merci." Mme P.

□ "La dernière fois que j'avais arrêté de fumer, j'étais tellement énervée que j'avais des crampes dans les doigts et j'avais pris 5 kg. J'étais tellement mal que j'avais recommencé à fumer. J'ai essayé votre traitement sans trop y croire... en 2 semaines j'étais débarrassée du tabac. Je ne fume plus depuis un an et j'ai retrouvé mon poids normal." Valérie C.

□ "Ma mère fume et j'ai fumé très jeune moi aussi. A 16 ans j'ai commencé à avoir de l'asthme. J'ai quand même continué à fumer. A chaque fois que j'ai essayé d'arrêter, j'ai refumé de plus belle... Avec votre "traitement" ça a marché très vite. Je ne fume plus, mes crises d'asthme ont disparu. Et je n'ai pas grossi." Eric D.

N'essayez surtout pas d'arrêter de fumer seul(e). Ça peut être dangereux

Sylvain Rouvet l'a fort bien compris. Il est inutile et même dangereux d'essayer d'arrêter de fumer brusquement seulement par effort de volonté. Ceci le Docteur Passebecq l'explique scientifiquement :

"Votre organisme que vous avez habitué au tabac pendant des années a besoin de sa dose de "toxiques" (nicotine-goudron). Si vous arrêtez d'un seul coup et seul, il se crée chez vous un véritable manque qui perturbe toutes les fonctions de votre corps. Vous vous sentez nerveux, angoissé, vous dormez mal, vous êtes d'une humeur exécitable. Certaines personnes éprouvent un besoin abnormal de manger et prennent des kilos très difficiles à perdre par la suite."

En ayant recours au traitement du Docteur Passebecq, tout cela ne vous arrivera pas. Vous ne grossirez pas. Vous ne vous sentirez pas frustré. Vous n'aurez pas cette impression désagréable que quelque chose vous manque.

Exactement de la même façon

que vous ne devrez pas vous priver de manger lorsque vous avez faim, vous ne devrez pas vous privier de fumer lorsque vous avez envie de fumer. Sinon votre organisme va être perturbé.

C'est la raison pour laquelle avec le traitement du Docteur



"Je ne me suis jamais senti aussi bien que depuis que je ne fume plus. J'ai même recommencé à faire du sport. Plus jamais je ne voudrais échanger la vie d'un fumeur contre celle que j'ai aujourd'hui." Découvrez ci-contre ce que Sylvain Rouvet a fait pour arrêter de fumer - et que vous pouvez faire vous aussi. De plus, vous pouvez actuellement profiter d'une offre gratuite tout à fait inhabituelle...

Passebecq, vous pouvez continuer à fumer autant que vous le désirez. Votre envie de fumer passe progressivement jusqu'à disparaître totalement en 9 à 14 jours - selon votre température.

Veuillez accepter l'offre vraiment unique (et gratuite) que vous fait ici le Docteur Passebecq :

Dans le cadre d'une campagne nationale destinée à tous ceux qui veulent réussir à ne plus fumer, le Docteur Passebecq associé au Centre de Propagande Santé, a décidé de donner gratuitement une sorte de "prescription" de son fameux traitement. Vous pouvez ainsi expérimenter ce traitement sans risquer un seul centime, et faire disparaître votre envie de fumer - en 9 à 14 jours - sans véritablement faire appel à votre volonté, sans perturber votre organisme. Et sans médicament.

Suivez l'exemple de Sylvain Rouvet et des autres personnes qui ont enfin cessé de fumer. Remplissez et renvoyez tout simplement le bon ci-dessous au Cen-

tre de Propagande Santé.

N'envoyez pas d'argent. Il n'y a rien à payer.

Dans quelques jours vous recevez la "prescription" du Docteur Passebecq. Vous saurez alors exactement ce que vous devez faire et nous pouvons vous assurer qu'en moins de trois semaines vous cesserez complètement de fumer sans mettre votre équilibre en danger.

Comment cela va-t-il se passer pour vous ?

Avec ce traitement qui ne ressemble en rien à tout ce que vous avez pu essayer, vous devez vous débarrasser du tabac très facilement, quasiment sans effort de volonté. Votre envie de fumer disparaîtra progressivement, comme elle est venue, sans même que vous y ayez été aperçue.

Chaque jour vous fumerez un peu moins et au bout de 9 jours (dans certains cas 14 jours) vous vous apercevrez que votre paquet est resté intact dans votre poche. Vous n'avez pas allumé une seule cigarette dans la journée... Vous ne fumerez plus.

Tout s'era très naturellement, sans choc, sans peine, sans nervosité. Et vous vous sentirez tellement mieux une fois libéré du tabac que vous ne risquez pas d'avoir envie de refumer. Cela d'autant plus que ce traitement ne vise pas seulement à vous faire arrêter de fumer, mais sans doute aussi important : à ne plus recommander.

Comme tous ceux qui se sont débarrassés du tabac avec le traitement du Docteur Passebecq vous direz probablement vous aussi "La cigarette ne me dit plus rien et je ne comprends même pas quel plaisir on peut prendre à fumer".

Ne remettez pas à demain. Ne laissez pas échapper une telle opportunité qui peut changer - et même réellement transformer - votre vie... et votre santé.

Remplissez tout de suite le questionnaire ci-contre et renvoyez-le aujourd'hui-même à : Centre de Propagande Santé, 20, rue Condorcet, 75313 Paris Cedex 09. Si vous ne le faites pas pour vous, faites-le au moins pour ceux que vous aimez.

Ne lisez ceci que si vous hésitez à profiter de cette inhabituelle offre gratuite

1. Etes-vous conscient des dangers que vous risquez en fumant ? Comme vous le savez certainement, le tabac est responsable de 98% des cancers du poumon et un grand fumeur sur quatre est menacé par cette terrible maladie. Mais savez-vous que le tabac élimine de votre organisme la vitamine C qui stimule l'activité physique et intellectuelle, entraînant trous de mémoire, difficulté à réfléchir, somnolence.

Et sans doute pire encore : un bébé sur cinq meurt à la naiss-

sance lorsque la mère fume beaucoup pendant la grossesse.

2. Si vous avez déjà tout essayé pour arrêter de fumer, il est probable que vous ne croyez plus à rien. Dans ce cas, pour vous prouver à vous-même que cette fois c'est vraiment différent, renvoyez le bon ci-dessous ne serait-ce que par simple curiosité. Car la "prescription" du Docteur Passebecq vous est envoyée gratuitement. Il n'y a donc pour vous aucun risque de perdre de l'argent.

3. Ne pensez-vous pas que ce serait dommage de continuer à mettre en péril votre santé en fuman ? D'autant plus que c'est facile d'arrêter de fumer avec le traitement du Docteur Passebecq. Car pendant toute la durée du "traitement" vous pouvez continuer à fumer autant que vous voulez. Au bout de 9 jours (maximum 14 jours) vous vous apercevrez que vous n'avez pas touché une cigarette de la journée et que votre envie de fumer a totalement disparu.

4. Lorsque vous ne fumerez plus, vous déborderez d'énergie. Vous vous sentirez non seulement mieux dans votre peau mais en meilleure santé. Vous aurez envie d'entreprendre plein de choses et les gens autour de vous seront sans doute agréablement surpris de votre transformation.

IMPORTANT: En raison de sa nature spéciale cette offre gratuite ne peut être garantie que pendant 12 jours. En postant le bon ci-dessous aujourd'hui même vous êtes sûr de ne pas arriver trop tard et de pouvoir en bénéficier.

GRATUIT pour tous ceux qui fument.

Ce bon est à découper
et à retourner à :
Centre de Propagande Santé
20, rue Condorcet
75313 PARIS Cedex 09

Veuillez S.V.P. indiquer :

Votre âge : _____
Depuis quel âge
fumez-vous? : _____

Combien de cigarettes
par jour? : _____
 blondes brunes

Quel est votre poids actuel? : _____

Oui, votre offre de recevoir gratuitement la "prescription" du Docteur Passebecq pour ne plus fumer m'intéresse. Il est bien entendu que cela ne m'engage absolument pas à acheter quoi que ce soit.

Veuillez me faire parvenir votre envoi sous pli discret, sans marque extérieure.

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

LES EBOUEURS AUX AILES BLANCHES

Les goélands argentés abandonnent les aléas de la pêche et les hasards de la mer pour pulluler sur les dépôts d'ordures qui les nourrissent abondamment en toutes saisons.

Une solution pour limiter leurs effectifs serait de fermer nos décharges.

59 % des aliments consommés par les goélands proviennent de décharges publiques, alors que 41 % seulement sont d'origine naturelle, dont 16 % de milieu agricole : insectes, vers de terre, et 25 % de milieux littoral et marin : poissons, invertébrés. Ce sont les résultats d'une étude portant sur 350 goélands argentés nichant sur l'île de Tréberon, en Bretagne.

Pour parvenir à ces chiffres, les chercheurs du Centre de recherche sur la biologie des populations d'oiseaux (CRBPO) ne se sont pas contentés d'analyser les restes alimentaires (carapaces, os...), contenus dans les pelotes de déjection, ou les



PAR JEAN-MARC PONS

régurgitats obtenus lors du baguage des oiseaux. Grâce à ces bagues colorées (permettant un repérage individuel) dont il ont été munis, l'"histoire" des goélands a pu être déterminée au fil des saisons avec une précision satisfaisante. Du coup, des paramètres relatifs à la reproduction (date et taille des pontes, croissance des poussins...), la démographie (production annuelle en jeunes, taux de survie...), aux déplacements et à la répartition spatiale sur les lieux d'alimentation permettent d'affiner les résultats.

Ainsi, les décharges présentant l'avantage de satisfaire rapidement les besoins énergétiques des oiseaux et, fonctionnant toute l'année, on constate



A Brest, les déchets seront bientôt incinérés (dans l'usine, à gauche sur la photo) et la plus grande décharge de la région sera fermée. Où les goélands, privés de leur principale source d'alimentation, se dirigeront-ils ? Les bagues dont les ornithologues les ont munis permettront de suivre leurs déplacements.

qu'elles suppléent au déficit hivernal et gomment les variations saisonnières de disponibilité alimentaire. Les oiseaux savent en permanence où trouver de la nourriture.

Quelques chiffres montrent bien l'intérêt que les goélands portent aux décharges. En février 1984, 11 000 goélands fréquentaient la décharge de Triel, à l'ouest de Paris ; et en décembre 1973, celle d'Entressen, à côté de Marseille, accueillait en moyenne chaque jour 12 000 goélands et 40 000 mouettes rieuses, autre espèce profitant de l'abondance des déchets d'origine humaine. La décharge de Brest, située à 12 km de l'île de Tréberon, nourrit en période hivernale 30 000 goélands et le nombre de ceux

présents journalierlement dépasse fréquemment 10 000. Un recensement aérien effectué du 18 au 20 décembre 1978 par la Société d'étude et de protection de la nature en Bretagne (SEPNB) entre la baie du Mont-Saint-Michel et l'estuaire de la Loire fournit les estimations suivantes : sur un total de 63 000 à 64 000 goélands recensés, 20 000 à 23 000 se trouvaient sur des décharges, dont 9 000 sur celle de Brest. Autrement dit, 31 % à 37 % ! Pour approxima-

tifs qu'ils soient, ces chiffres n'en sont pas moins révélateurs, d'autant qu'ils constituent des minima.

Il existe deux formes de goélands argentés, considérés depuis peu par les taxinomistes comme deux espèces différentes. Le goéland argenté (*Larus argentatus*) proprement dit, présent sur la façade atlantique, est un oiseau pesant environ 1 kg et d'une envergure moyenne de 1 m 30. Chez l'adulte, les parties inférieures, la tête et le cou sont blancs, tandis que le dos est gris, les pattes roses et le bec, robuste, jaune avec une tache rouge à l'extrémité de la mandibule inférieure. 80 000 couples sont actuellement recensés. Très proche, le goéland leucophée (*Larus cachinnans*), présent sur le littoral méditerranéen, se distingue toutefois du précédent par certains caractères anatomiques (taille et poids légèrement supérieurs, pattes jaunes) et sonores (émissions vocales nettement plus graves). Sa population était évaluée à 22 000 couples en 1983.

Les deux espèces ont connu une évolution démographique similaire au cours du siècle : faibles au début, les effectifs se sont accrus de manière spectaculaire à partir des années vingt, pour atteindre les niveaux élevés d'aujourd'hui. Ce "baby boom" provient, à l'origine, d'un changement d'attitude des hommes à leur égard. Au début du siècle, le goéland argenté est chassé pour le plaisir ou la plumasserie. Par ailleurs les colonies sont régulièrement visitées au moment de la nidification, les œufs étant réputés excellents. La pression humaine est alors si forte que l'espèce est à la limite de la disparition en France. Survient la Première Guerre mondiale, qui, paradoxalement, va être la planche de salut de l'espèce : les chasseurs partis au front, l'hécatombe s'atténue et les prélèvements d'œufs se relâchent quelque peu.

Au cours des décennies suivantes, un changement progressif d'attitude à l'égard de la chasse aboutit à l'arrêt des destructions. La création de réserves naturelles favorise la multiplication des effectifs. Mais c'est l'industrialisation de la pêche et l'augmentation considérable du nombre des décharges d'ordures ménagères, qui, livrant une quantité énorme de nourriture constamment accessible, favoriseront l'explosion démographique. La production en jeunes et les taux de survie sont modifiés. Les effectifs augmentent un peu plus chaque année.

Du coup les sites de reproduction traditionnels de l'espèce sont saturés. Les goélands, à l'étroit sur les îles rocheuses et les falaises, font preuve d'initiative et vont conquérir de nouveaux espaces de nidification en milieu urbain. Certes le phénomène est relativement récent en France : le premier cas rapporté remonte à 1975. Mais aujourd'hui une quinzaine de villes bretonnes et normandes sont concernées.

La colonisation des villes par le goéland argenté

semble être généralisée à l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce : des situations similaires existent en Amérique du Nord et en Angleterre, où la colonisation remonte au début du siècle et concerne actuellement 92 villes.

L'essor démographique du goéland argenté a eu des conséquences parfois négatives sur les activités humaines et le milieu naturel. Il faut toutefois se garder des généralisations abusives qui ont conduit certains à le considérer comme une espèce indésirable. En effet les différentes études sur le rapport des goélands à leur environnement sont souvent contradictoires dans leurs résultats. Non parce qu'elles sont fausses ou mal conduites. Mais plutôt parce qu'elles relèvent de situations particulières, rendant illusoire toute tentative de généralisation. Le goéland n'est pas toujours, loin s'en faut, à l'origine de nuisances. Il n'est pas moins indéniable que la forte densité des populations pose localement des problèmes écologiques qu'il convient de résoudre.

Ainsi, des colonies importantes ont pu détruire le couvert végétal ou en modifier la composition, certaines graminées vivaces indigènes disparaissant au profit de plantes nitrophiles. Pour ce qui est de la faune, ce sont le flamant rose en Méditerranée, le pétrel tempête et surtout les sternes en Bretagne qui ont souffert de l'expansionnisme de l'espèce. Sous la pression des goélands, ces dernières ont fui nombre de colonies du fait d'une activité prédatrice sur les jeunes et d'une mobilisation de l'espace disponible pour la nidification. Cette situation a conduit les responsables de la SEPNB, en concertation avec le ministère de l'Environnement, à mener des campagnes d'éradication scientifiquement contrôlées sur les îlots où les sternes étaient menacées. C'est ainsi qu'en baie de Morlaix, elles ont pu réintégrer un site qu'elles avaient dû abandonner quelques années auparavant.

Quant aux interférences avec les activités humaines, elles sont nombreuses : dans les régions où la mytiliculture se pratique en bouchots, les goélands prélèvent une quantité importante de jeunes moules ; sur les aérodromes, ils perturbent le trafic aérien ; dans les marais salants, ils souillent le sel de leurs fientes et de leurs plumes. Les goélands peuvent aussi polluer les réservoirs d'eau douce qu'ils utilisent comme reposoirs. Enfin, des études réalisées en Angleterre ont montré que cet oiseau est un vecteur potentiel de bactéries responsables de troubles gastro-intestinaux comme les salmonelles (*Salmonella sp.*). Mais aucun cas de transmission à l'homme n'a pu être prouvé.

Evitons donc de conclure trop rapidement au sujet de cet animal. Car à côté de ces nuisances liées au niveau élevé des populations, on peut apprécier son rôle sanitaire sur nos côtes. En effet, ce nettoyeur élimine animaux morts et déchets les plus divers, participant ainsi à la propreté des pla-

ges. Gros consommateur de crabes verts, eux-mêmes prédateurs de coquillages, le goéland argenté exerce aussi une action régulatrice qui favorise les activités aquacoles. De même, ses relations avec les autres oiseaux marins ne sont pas toujours négatives. Il joue parfois le rôle d'espèce pionnière. Lorsqu'il s'installe dans un nouveau site, jusque là inoccupé, sa présence attire d'autres espèces telles que le goéland brun (*Larus marinus*), le grand cormoran ou encore, si le milieu est favorable, le pétrel fulmar et la mouette tridactyle. Phénomène récent, l'accroissement des populations de goélands bruns n'est pas sans conséquences sur le goéland argenté : dans les colonies où les deux espèces sont présentes, le goéland marin, oiseau robuste et prédateur de taille supérieure, prospère aux dépens du goéland argenté en mobilisant l'espace de nidification. De plus, il n'hésite pas à consommer œufs et poussins du goéland argenté.

En ville, les problèmes sont sensiblement différents. Certains reprochent au goéland de salir les toits et de boucher les gouttières. D'autres se plaignent du bruit qu'ils font au printemps : c'est en effet la période de la formation des couples et de l'élevage des poussins, pendant laquelle les animaux manifestent leur présence dès le lever du jour par de puissantes vocalisations, sources de nuisances sonores pour les habitants les plus proches. En fait, là encore il existe des différences dans la manière de considérer le problème. Les citadins éprouvent des sentiments partagés à l'égard des goélands. D'une enquête menée par le Groupe ornithologique normand à propos de la ville de Cherbourg, il ressort que 45 % des habitants se disent incommodés par le bruit, les fientes et les dégradations aux toits et gouttières. Mais 32 % ne se plaignent pas et éprouvent un sentiment de bienveillance à l'égard de ces oiseaux qui, pour eux, animent la cité. Il en est même qui nourrissent régulièrement "leur couple" et suivent avec attention l'élevage de la nichée !

Pareillement, les réactions des autorités locales varient d'une municipalité à l'autre : à Lorient, les pontes sont détruites ; au Havre une opération d'éradication, source de maintes polémiques, a eu lieu en 1986 ; à Cherbourg, les toits et les gouttières endommagés sont réparés, mais les oiseaux laissés tranquilles.

La majorité des villes touchées par le phénomène sont plutôt dans une position d'attente, manquant souvent d'informations sur le nombre et le statut des oiseaux concernés (de passage, installés...). Et si des mesures ponctuelles sont prises pour dissuader les oiseaux de nicher, tout en préservant la

sensibilité du public, personne n'a trouvé la solution miracle. Quoi qu'il en soit, s'ils se multipliaient, les désordres occasionnés entraîneraient des interventions plus radicales. Or, nous l'avons vu, ces désordres sont liés au prodigieux essor démographique de l'espèce.

La solution aux multiples problèmes posés par cet oiseau passe donc par la stabilisation puis la décroissance de l'ensemble des populations françaises et européennes.

Le moyen ? Gérer correctement la masse considérable de déchets produits par notre société de consommation. Aux Etats-Unis, une baisse des effectifs est enregistrée dans les régions du Maine, du Massachusetts et de Rhode Island, où de nouvelles méthodes de pêche et de recyclage des ordures ménagères ont été trouvées. La mise en place d'une politique efficace de traitement des ordures ménagères serait donc préférable à toute action directe sur les oiseaux. A condition qu'elle porte sur l'ensemble des départements où l'espèce est présente, car, pour être opérante, la diminution de l'offre en déchets doit être globale. Or, ne l'oublions pas, les oiseaux possèdent des capacités de déplacement extraordinaires.

En Bretagne, on s'oriente actuellement vers une

Les goélands devront exploiter à nouveau les terres cultivées,
riches en vers de terre et en larves d'insectes, pour trouver leur nourriture, un milieu qu'ils avaient, comme le milieu marin, plutôt abandonné pour les grandes décharges urbaines.



politique de retraitement des déchets. Dans le département du Finistère, deux usines d'incinération, trois de compostage et trois de broyage fonctionnent depuis quelques années. Une usine d'incinération dont le rayon d'action concerne une trentaine de communes doit être implantée à Concarneau. Un projet est à l'étude pour Morlaix et quatre cantons avoisinants. La plus grosse décharge de l'Ouest, à Brest, est en cours de fermeture : les déchets seront désormais incinérés et l'énergie calorifique récupérée servira à chauffer les bâtiments publics. Les répercussions de telles mesures seront plus considérables pour les populations locales dépendantes de la décharge durant la totalité du cycle annuel

(suite du texte page 159)

L'ART DE LA MÉMOIRE

Au Musée d'histoire des sciences de Florence se tient une exposition magnifique sur le thème : "La fabrica del pensiero", l'élaboration de la pensée⁽¹⁾. Nous consacrerons trois articles à cette remarquable présentation, dont le premier porte sur les techniques imaginées, dès l'antiquité, pour développer les procédés de mémorisation.

Le point de départ : les questions que se posaient les clercs et les philosophes du Moyen Age à propos de ce don magique qu'est la mémoire, à une époque où l'on ignorait tout des mécanismes neurophysiologiques du cerveau. L'exposition de Florence nous montre de captivants documents concernant ce problème intellectuel qui, du XII^e au XVII^e siècle surtout, préoccupa les penseurs : comment enrichir la mémoire naturelle de l'homme par des moyens que nous appelons aujourd'hui mnémotechniques, grâce à des procédés d'association mentale.

L'art de la mémoire a déjà ses sources dans la haute antiquité. L'aède de la Grèce primitive était un poète qui chantait les aventures et les exploits des dieux et des héros en s'accompagnant sur une cithare. Il déclamait de longs poèmes, d'immenses épopeées comme l'Iliade et l'Odyssée, que

les générations se transmettaient oralement. Or l'aède ne reproduisait pas mot à mot, littéralement, ce que la tradition lui apprenait ; il reconstituait cet enseignement ancestral, de manière empirique, à l'aide d'éléments qui étaient des trucs astucieux de mémorisation. Des sortes de guides dans le dédale de la mémoire. Les dialogues dans les textes d'Homère sont très importants à cet égard, car ils constituent autant de petites scènes de théâtre qui mobilisent l'imagination. Ces éléments mnémonomiques, ce sont aussi les nombreuses images visuelles qui servent à fixer le souvenir du récit ; le rythme des vers, qui appelle une autre participation sensorielle, celle de l'audition ; la logique du déroulement de l'histoire, qui impose à l'esprit un certain enchaînement obligé des événements.

Perceptions sensorielles, images visuelles, qualité imaginative des scènes animées, logique de la narration, tels sont les outils dont se serviront





Aide-mémoire

des vices et des vertus. Ces images sont dues à Guillaume Peyrant et datent du XIII^e siècle. Elles entendent imprimer dans les mémoires les horribles vices que l'homme doit fuir, et les vertus qu'il doit cultiver. Un cavalier armé s'attaque aux différentes formes de péchés. L'allégorie était parlante à l'époque : la vie du chrétien est un combat. L'image du chevalier sur sa monture, couronnée par un ange tenant une banderole où s'inscrivent les sept béatitudes, est empreinte de symboles facilement mémorisables. Le casque représente l'espérance ; la lance, la persévérance ; le cheval, la docilité et la bonne volonté ; l'épée, la parole de Dieu. La grille face au chevalier et ses emblèmes sacrés, nous montre le système des vices et des vertus. Les sept colombes blanches correspondent aux dons de l'Esprit-Saint. Les monstres, évocateurs de vices particuliers, étaient parfaitement reconnaissables, chacun dans sa ville spécialité, pour les gens de l'époque, à qui les prédateurs répétaient les caractéristiques du Mal sous des formes toujours imagées, en guise d'aide-mémoire.

tous les grands orateurs des siècles suivants pour ordonner leur pensée.

Simonide, poète grec du VI^e siècle avant J.-C., est le premier "professeur de mémoire" qu'ait retenu l'Histoire. Une vocation qui lui fut révélée grâce à un accident. Il dinait en nombreuse compagnie quand quelqu'un l'appela au dehors. Pendant qu'il s'absentait de la table, le toit de la salle du festin s'écroula sur les convives, les écrasant au point de rendre les cadavres méconnaissables. Simonide parvint à retrouver les noms de tous ses commensaux en se souvenant d'abord de ses voisins immédiats, puis des voisins de ceux-ci, et ainsi de suite. Il put de cette façon mettre un visage à chaque place de la grande table. La

L'incroyable "Théâtre de la mémoire" de Giulio Camillo

Le spectateur de cette étrange scénographie était censé pouvoir, après coup, "discourir sur n'importe quel sujet avec autant d'aisance que Cicéron. Tout ce que l'esprit humain est capable de concevoir, on peut, après en avoir fait la synthèse, l'exprimer par certains signes matériels de sorte que le spectateur percevra d'un seul coup d'œil tout ce qui autrement reste caché dans l'esprit humain" (1).

Il s'agit, en somme, d'un logiciel avant la lettre. Il était utilisé pour mémoriser un savoir ésotérique qui n'est plus le nôtre. Mais imaginons que les

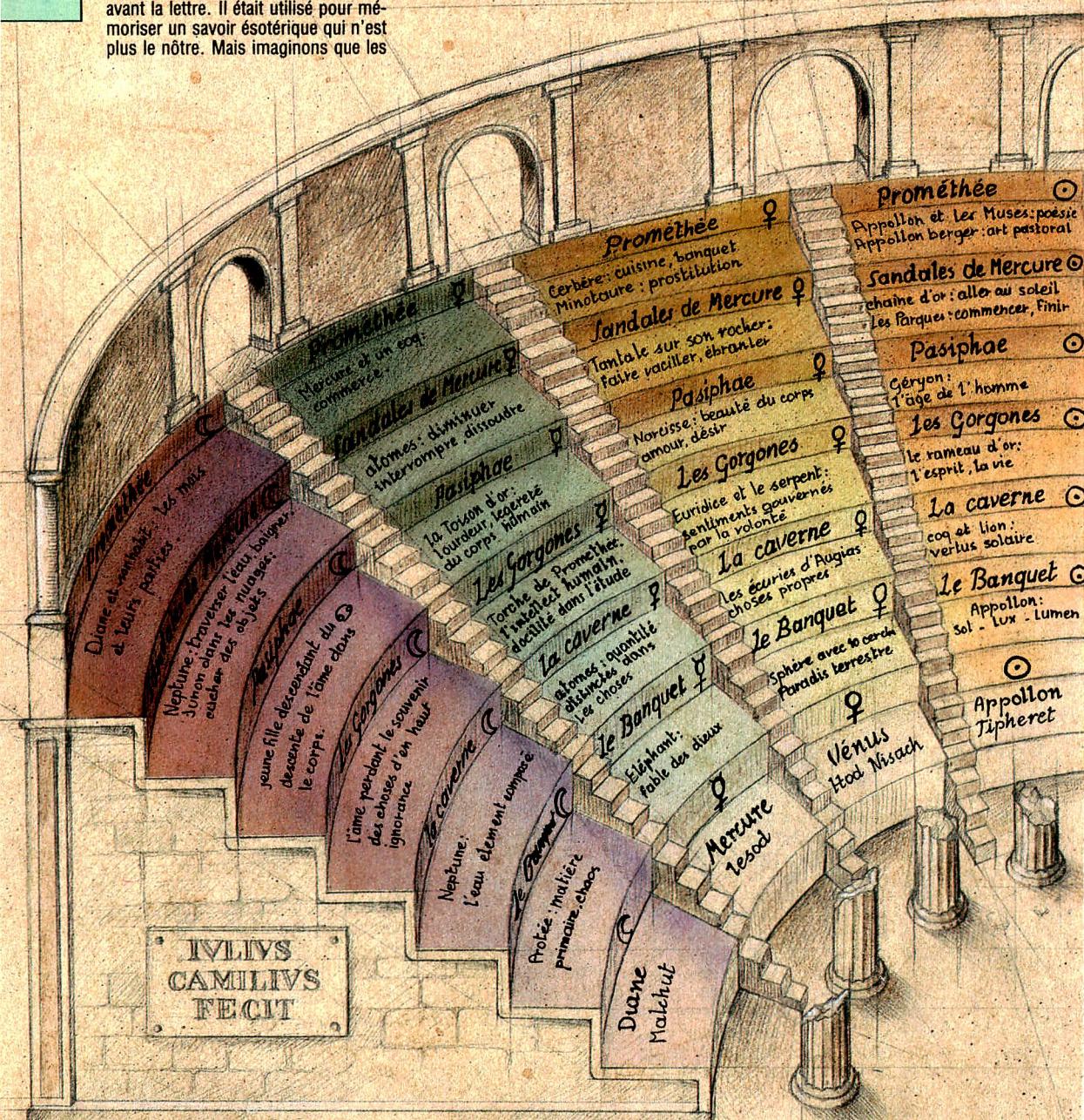
données classées sur les gradins soient des données modernes, et ce théâtre de la mémoire fonctionnerait fort bien pour nous.

Camillo décrit minutieusement son théâtre. Sept degrés ou gradins, divisés en sept travées représentant les sept planètes. Sur les côtés de chacune de ces sept travées s'ouvrent des portes. Le système permet donc, grâce à ces passages verticaux et latéraux, d'établir des liaisons de mémoire

en abscisse et en ordonnée, selon 7×7 bases de classification.

Au bas figurent les sept piliers de la sagesse de Salomon et aussi sept des dix Sephiroth du monde suprême de la cabale, dans lesquels sont contenues les idées de toutes les choses du monde supérieur et inférieur.

Le spectateur peut alors localiser son système de mémoire en fonction des causes premières que sont les Se-



phiroth. A partir de là, il ordonnera sa connaissance en montant les gradins de l'une ou l'autre travée, et en changeant de travée à tel ou tel niveau.

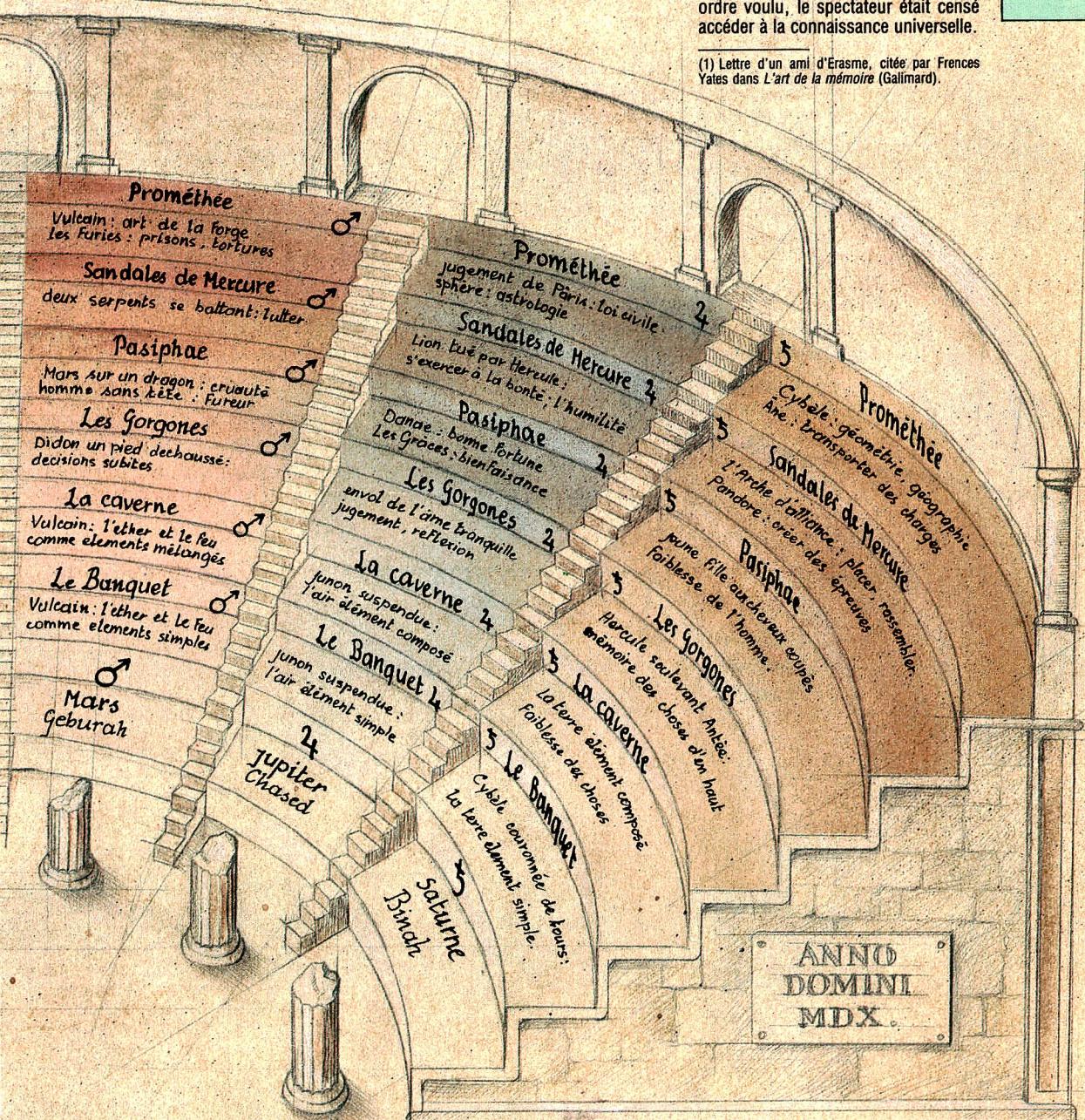
Comme au théâtre où les places d'orchestre sont les plus chères, les gradins du bas sont les plus importants. Le premier degré est sous le signe des planètes et de leur signification ésotérique. Les portes des gradins se distinguent par des images —

non figurées ici — représentant en allégories les stades successifs de la création du monde. Ainsi, au 2^e niveau, l'allusion est au banquet que l'Océan, c'est-à-dire les eaux de la sagesse, offrit aux dieux selon une tradition rapportée par Homère. Dans la cosmogonie de Camillo, c'est le stade où les eaux donnent naissance aux éléments simples. Au degré supérieur, les éléments se mélangent pour deve-

nir composés ; c'est l'allégorie de la grotte. Le 3^e étage est celui de la création de l'esprit humain. La mémo-
risation est libre de suivre ces étages en empruntant le chemin de telle ou telle planète, et selon le thème désiré.

En préparant ce travail, Camillo a accumulé des quantités de petites notes, qu'il a classées dans ces sortes de tiroirs que représentent les cases disposées du bas en haut de ses travées. En retirant ces billets dans un ordre voulu, le spectateur était censé accéder à la connaissance universelle.

(1) Lettre d'un ami d'Erasme, citée par Frances Yates dans *L'art de la mémoire* (Gallimard).



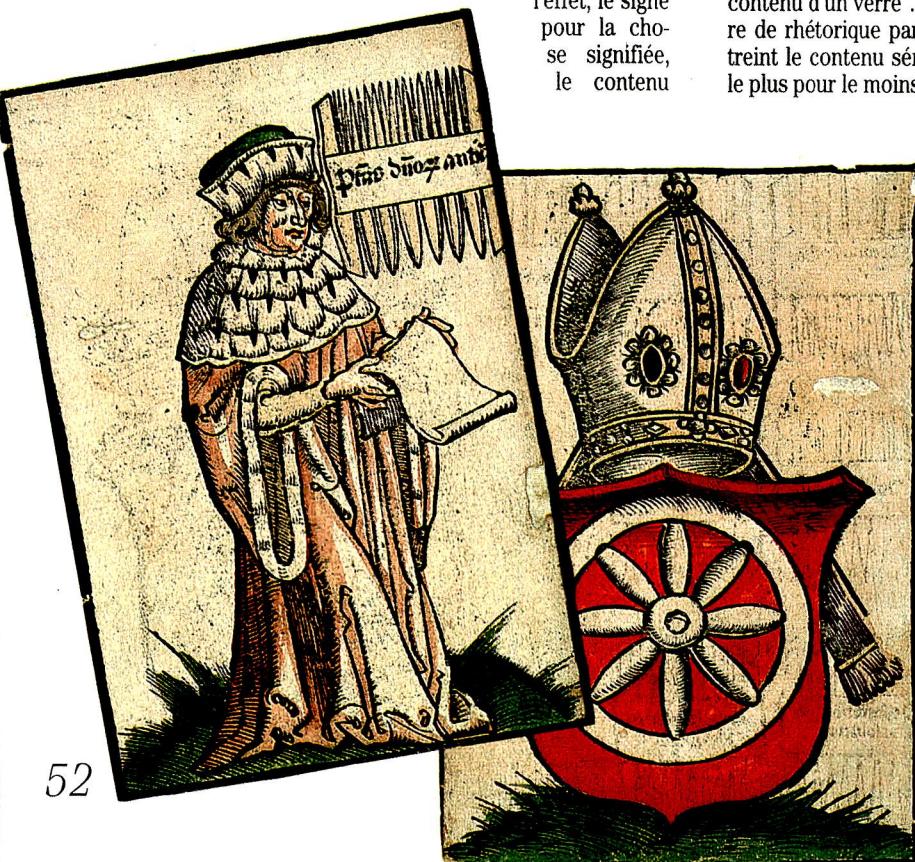
méthode des "lieux", ou "loci", était née. Il eut des disciples, poètes et orateurs, à qui il enseigna l'art de la mémoire grâce aux repères que constituent des lieux familiers — une maison avec sa porte d'entrée, son intérieur, la succession de ses pièces ; à chaque endroit de cette maison, on associe une notion que l'on désire retenir. Le souvenir se fixe alors concrètement aux éléments d'un espace connu. Simonide insista sur le rôle des images dans le processus de mémorisation, affirmant que tout mot peut s'exprimer sous une forme visuelle : « La poésie est un tableau en paroles, et la peinture est de la poésie en images. »

Se construire une vision intérieure pour guider la mémoire, voilà une méthode qu'utiliseront les orateurs pour s'y retrouver dans la complexité d'un discours. L'imagerie mentale s'accorde d'ailleurs parfaitement aux règles de la rhétorique ; pour convaincre par la parole, il faut des images efficaces, "parlantes". Les mêmes images dont se souviendra son auditoire, permettent à l'orateur de conserver le fil de son discours. Outre l'allégorie, la parabole, la métaphore, le bon orateur utilise des procédés de langage qui facilitent la combinaison des images, donc leur mémorisation. La métonymie, par exemple, qui consiste à exprimer un concept au moyen d'un autre concept qui lui est associé par une relation nécessaire :

la cause pour l'effet, le signe pour la chose signifiée, le contenu



pour le contenant. "Boire un verre" est un raccourci plus frappant, mieux mémorable, que "boire le contenu d'un verre". Ou encore la synecdoque, figure de rhétorique par laquelle on élargit ou on restreint le contenu sémantique d'un mot, en prenant le plus pour le moins, la matière pour l'objet, l'espèce



Le jeu de cartes : un cours de droit.

Au début du XV^e siècle, un clerc nommé Thomas Murner, élabora cet artifice ludicomnémotechnique de 121 cartes, qui enseigne l'organisation politique et sa hiérarchie par le jeu. Au verso de chacune figurent les douze plus importantes charges de l'Empire : l'empereur, les sept principaux électeurs, les duchés de Suède, Brunswick, Bavière et Lorraine. Les couleurs font référence à des objets symboliques qui, selon les cartes, sont des grelots, des peignes, des glandes, des coeurs, des couronnes, des baquets, des cloches, des soufflets, etc. Dans l'exemple présenté, la carte portant l'emblème de l'archevêque de Magdebourg (la mitre) "appelle" la carte des peignes. Celle-ci à son tour en appelle une autre, et ainsi de suite. Un livre didactique, décrivant les institutions de l'Empire, est associé à ces cartes



La leçon de logique. L'ange aux cinq scorpions, le diable

ce pour le genre, la partie pour le tout, le singulier pour le pluriel ou inversement. En disant un "fer" pour signifier une épée, par exemple. De telles transformations du langage maintiennent la mémoire en éveil. En outre, la rhétorique apprend à classer les arguments du discours selon un ordre tel qu'ils découlent logiquement les uns des autres.

Les philosophes grecs établirent des lois de combinaison des images, dont la fameuse règle des trois associations d'Aristote : par contiguïté, par ressemblance et par contraire. Une image amène à la mémoire une autre image qui lui est semblable ou opposée, ou qui évoque un objet proche. La pluie fait penser à la douche, par similitude, ou au beau temps, par antithèse, ou encore à l'imperméable, par rapprochement.

Plus tard, Cicéron et les orateurs romains feront de l'art de la mémoire une partie intégrante de la rhétorique, les règles de la mémorisation étant justement celles de la composition du discours.

Les érudits du Moyen Âge s'inspiraient largement des auteurs latins. De Cicéron, ils ont tiré le principe que la première vertu, celle de prudence, repose sur trois qualités : la mémoire, l'intelligence, la prévoyance. Il importait donc à l'homme cultivé d'éduquer sa mémoire à l'aide de son imagination. L'anti-

quité
avait
fait de
l'art de la
mémoire une
discipline de rhé-
torique, le moyen
âge en fit une affaire
d'exercice moral. Selon

les scolastiques, tout concept se subdivise en classes, chaque classe en sous-classes, dont les éléments répondent aux règles d'association formulées par Aristote ; cela fournissait une structure logique sur laquelle il suffisait de poser les images évocatrices des notions abstraites qu'il fallait connaître, donc enregistrer en mémoire. Le moyen âge est peuplé d'images et d'allégories, tant dans l'art religieux que dans les discours des prédicateurs ; c'est le langage métaphorique grâce auquel les clercs enseignent la morale chrétienne au peuple analphabète. Il sert à décrire les délices du paradis,



Le logiciel de l'Evangile selon St Jean.

Ce dessin est tiré d'un livre paru aux environs de 1470, diffusé en Allemagne : *L'Art de mémoriser les éléments importants par les figures des Evangélistes*. L'ouvrage contient quinze illustrations qui forment le pendant visuel de brefs textes écrits, placés en regard de ces planches. Chacun des dessins répond à une architecture graphique particulière, sur laquelle sont situés des symboles, représentations allégoriques du thème à mémoriser. L'architecture est caractéristique de chaque Evangéliste, et correspond à l'image symbolique, connue de tous les gens de l'époque, qui le représente traditionnellement : l'aigle pour Jean, l'ange pour Mathieu, le lion pour Marc, le taureau pour Luc. Pour aider à la mémorisation, l'auteur a numéroté chaque "lieu" de l'image correspondant à l'un des thèmes à retenir. Ici, les différents thèmes sont la trompette, le bocal et les banderoles, évoquant la fête des rameaux (7), le couple nu, signifiant l'adultère (8), un grand œil ouvert, rappelant l'aveugle qui fut guéri par Jean (9), le bâton du bon pasteur (10), un crâne, symbole de la résurrection de Lazare (11).

où conduisent les vertus, et les tourments de l'enfer, où mènent les vices. L'esprit des petites gens ne retient ces belles valeurs que si celles-ci frappent leurs sens par l'imagination. L'Eglise de l'époque développe de véritables moyens mnémotechniques basés sur ce principe ; les notions abstraites s'incarnent dans des images toujours poignantes et saisissantes, mais qui s'inscrivent dans un ensemble parfaitement logique, de façon que chacune de ces

images soit obligatoirement associée à certaines autres, comme une pièce d'un puzzle. Ainsi, le bon chrétien retrouvera dans sa mémoire, et toujours dans l'ordre voulu, tous les éléments de son éducation morale.

La Renaissance perfectionne encore l'art de la mémoire. Certes, l'avènement de l'imprimerie, en substituant l'écrit à la tradition orale, aurait pu réduire l'importance de la mémoire individuelle. Ce ne fut pas le cas ; si l'imprimé était en effet plus accessible que le manuscrit, il n'avait pas alors la diffusion qu'il a de nos jours. Finalement, l'imprimerie en apportant davantage de moyens et en permettant la création de nouvelles images, a contribué à l'essor de l'art de la mémoire. On voit apparaître de véritables méthodes pédagogiques, pour l'enseignement du droit et de la philosophie par exemple, qui s'appuient sur des disciplines mnémotechniques. La réflexion sur les lettres de l'alphabet, leur manipulation pendant l'opération typographique, stimulent l'imagination de certains penseurs : si quelques caractères suffisent, grâce à leurs infinies combinaisons, à former tous les mots de la langue, quelques images de base ne suffiraient-elles pas à exprimer tout le contenu du savoir humain ? Et même, ne parviendraient-elles pas à vaincre la barrière des langues entre les peuples ? A instaurer la compréhension universelle ? On voit à quel point, non pas malgré mais grâce à l'imprimerie, qui transmet des images susceptibles d'être mémorisées, l'art de la mémoire, pendant la Renaissance, prend des envols ambitieux.

Cette "science" connaît à l'époque un immense succès, quasi populaire, non plus seulement parmi les orateurs et les prédicateurs, mais chez les étudiants et dans toutes les professions. Elle inspire l'œuvre des poètes et des écrivains : dans l'enfer de la *Divine comédie* de Dante, les péchés et la déchéance qui en résulte sont "situés" selon des cercles concentriques d'une parfaite logique, permettant au lecteur de visualiser mentalement, et de retenir par une image géométrique, l'essentiel de l'éthique chrétienne de l'époque.

Le XVI^e siècle est l'âge de l'ésotérisme, des sciences occultes, de l'alchimie. La découverte des hiéroglyphes égyptiens et l'intérêt enthousiaste pour ces images mystérieuses, porteuses certainement d'une sagesse extraordinaire du fait même de leur

mystère, donne lieu à toutes sortes de traditions hermétiques. Ce mot vient d'ailleurs du surnom Hermès Trismégiste donné par les Grecs d'Egypte au dieu Thot, fondateur légendaire de la doctrine alchimique, consignée dans les écrits hermétiques.

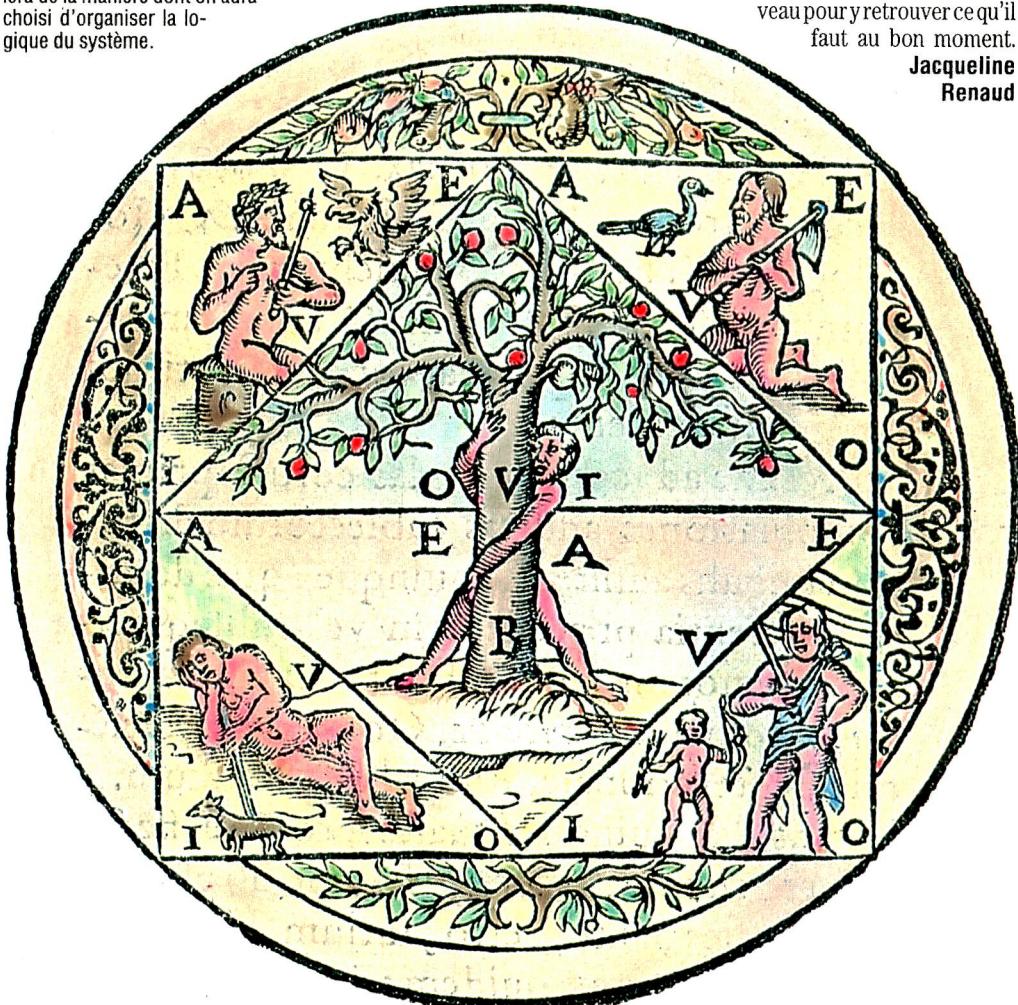
A cela s'ajoutait encore la tradition hébraïque, du moins celle de la cabale, cette herméneutique mystique et allégorique de l'Ancien Testament. Pour les initiés, la vision de l'univers, du cosmos, débordait de le cadre de la cosmogonie hellénique classique ou de la Genèse. On atteignait à une connaissance plus vaste, plus profonde, proche de celle qu'a Dieu lui-même de

L'éénigme mémorative. Giordano Bruno, clerc de la fin du XVI^e siècle, imagina cette composition géométrique qui offre 24 "loci" qu'on peut combiner de très nombreuses façons différentes. On peut se situer par rapport aux éléments naturels (arbre, feu, rocher, source), à des objets variés (autel, échafaud, colonne, statue), aux lettres et aux chiffres, aux points cardinaux, à la position des personnages, aux animaux et leurs attributs. Sur chaque "lieu", on accole un mot, une notion à retenir, et l'ordre des mots ou des idées découlera de la manière dont on aura choisi d'organiser la logique du système.

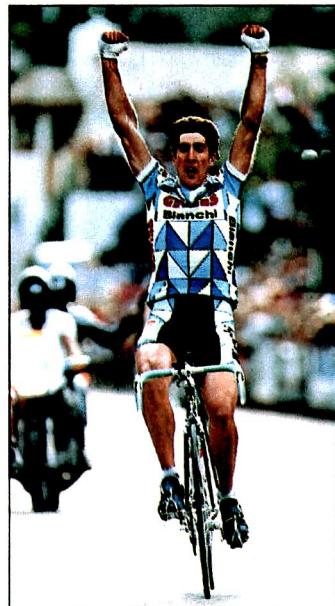
création. Elle ne s'acquiert que grâce à une méthode très élaborée de l'art de la mémoire.

L'homme dont on parle beaucoup à l'époque, à propos de l'art de la mémoire, s'appelle Giulio Camillo. Il est l'ami de François I^r, qui l'invite dans ses châteaux et subventionne ses travaux. Il s'entend à créer autour de lui une enveloppe de mystère, qui nous le cache encore aujourd'hui. Le principal de sa vie fut consacré à la construction d'un "théâtre de la mémoire" (*voir p. 50*), dont il n'a jamais réalisé qu'une maquette en bois, à Venise, et à de nombreux écrits sur ce sujet, dont un énorme livre qui ne fut jamais publié. Avec la mort de l'auteur de cette œuvre inachevée, c'est le déclin de l'art de la mémoire, malgré un dernier embrasement de cette méthode sous une forme très rationalisée, introduite entre autres par Raimond Lulle, un troubadour espagnol ; ses principes de mémorisation, le "lullisme", ont fasciné les grands de son époque. Depuis, l'art de la mémoire est devenu mnémotechnique, plus un gadget, un jeu de pense-bêtes, qu'une manière philosophique de ranger son savoir dans les tiroirs de son cœur pour y retrouver ce qu'il faut au bon moment.

Jacqueline Renaud



La Perfection au Masculin



Le système Gillette Contour Plus® et sa plaquette Lubrastrip® : la douce sensation de la perfection. Perfection de l'objet, perfection du rasage. Pour être et se sentir au mieux. Pour que l'homme soit à sa perfection.



Gillette

La Perfection au Masculin

LA MÉMOIRE AUDIOVISUELLE DE L'EAU



Dans ces tribunaux de lumière que sont certaines émissions TV telles que "Libre et change", la justice audiovisuelle obéit à 5 règles principales. 1^o Elle doit être redresseuse de torts (ce ne serait pas drôle de confirmer les tristes jugements de la société). 2^o Le "prévenu" présentant les qualités requises par le show-biz (beauté physique, bagou ...) aura droit à des égards spéciaux. 3^o Son "délit", c'est-à-dire sa thèse (mémoire de l'eau, instinctothérapie, psychokinèse, etc.) doit autant que possible défier le sens commun. 4^o Toute preuve contraire (statistique, double aveugle, contre-expertise par de réelles compétences) sera proscrite comme antispectacle. 5^o Enfin, cela va de soi, le verdict sera fonction des sympathies du "Président".

Dans l'émission littéraire du 29 mars de Michel Polac sur la chaîne M-6, notre revue a été un peu malmenée. Elle était accusée, entre autres vilenies, de « scientisme », d'« ignorance », d'être l'émanation d'une « clique de rationalistes obtus », etc...

Or, *Science & Vie* n'était pas là pour se défendre. Et ce serait comme mendier un bout de pain à un boulanger que de demander un droit de réponse à une émission TV qui s'appelait justement "droit de réponse" naguère : on ne nous le donnerait sans doute pas. Le malentendu, plus ou moins organisé et entretenu, résidait dans le fait que Michel Rouzé,

invité en tant qu'auteur du remarquable livre *Mieux connaître l'homéopathie* (1), avait écrit il y a près de cinq ans un article sur ce sujet dans notre revue (2), alors qu'il n'y a jamais écrit sur le Dr Benveniste, qu'on lui opposait ce jour-là. Mais l'amalgame était fait. C'est sur ce point et sur *Science & Vie* qu'il fut inlassablement attaqué, lui qui n'a jamais appartenu à notre équipe (3) ; et on ne parla guère de son livre.

Grâce à la télévision, ces accusations, restées sans

(1) Editions La Découverte (voir notre rubrique "Science & Vie a lu pour vous", p. 145).

(2) Voir *Science & Vie* n° 807, décembre 84.

réponse, n'ont sans doute pas manqué d'avoir un certain retentissement médiatique. Et, grâce au talent remarquable du Dr Benveniste (inventeur de la "mémoire de l'eau"), elles ont pu paraître justifiées aux yeux de certains téléspectateurs. Il faut dire avant tout que le Dr Benveniste est doté de deux qualités essentielles pour le show télévisé : il est très beau ; au moins autant que Patrick Sabatier. En second lieu, il a un entraînement dialectique de premier ordre. S'il avait, davantage encore, à défendre l'indéfendable, à prouver le faux contre le vrai, à faire prendre des vessies pour des lanternes, nous gageons qu'il y arriverait. Avec la complicité des années, la première de ces qualités a commencé à déserter — qu'il nous pardonne de le dire — la personne de notre ami Rouzé. Bref, à qualité d'information et à temps de parole égaux, Rouzé était condamné d'avance, dans ce tribunal pour papillons qu'est l'émission de Polac.

Rouzé cherchait désespérément à mettre le débat sur le fond (les bases de l'homéopathie, sujet de son

livre), tandis que Benveniste le coupait brillamment d'un péremptoire : « Et l'aspirine, vous savez comment ça marche ? » Il n'y a que chez Polac que ce genre de

coq-à-l'âne puisse faire son effet. Comme prévu, personne, dans l'assemblée, ne savait comment agit l'aspirine. Pour la raison principale qu'on n'y comptait qu'un seul médecin : le Dr Benveniste lui-même. De là à récuser la personne de l'écrivain, il n'y avait qu'un pas : Michel Rouzé était-il médecin ? A quel titre alors, se permettait-il de juger une découverte d'ordre médical ? Chacun son métier, que Diable ! Remarquons qu'à ce compte-là, le journalisme ne peut pas exister. Celui de Michel Polac pas plus que celui de Rouzé, d'ailleurs. Tout critique d'art se devra dorénavant d'être peintre, tout critique de théâtre, acteur, tout chroniqueur politique, ministre, et Léon Zitrone devra faire mille gracieuses arabesques sur la glace avant de parler de patinage artistique !

D'ailleurs récuser en bloc ses adversaires est un art que pratique avec verve le Dr Benveniste. Dans la classification qu'il propose, par sa lettre ouverte à notre confrère *L'Événement du Jeudi* (*), il indique que le monde de la science est composé de deux parties, dont l'une est essentiellement constituée de lui-même, et l'autre de « cloportes », d'« intelligences réduites », etc... *Science & Vie* fait hélas partie de ces derniers. Mais elle y est en bonne compagnie. Pour commencer, il faut y compter le Pr Jean-Marie Lehn, prix Nobel de Chimie, qui a tenu à nous féliciter pour notre article intitulé "L'événement le plus bête de l'année : la mémoire de l'eau". Rappelons que dans notre numéro de janvier ce même prix Nobel disait de la découverte de Benveniste : « C'est complètement fou, c'est du délire. » Le Pr Lichnerowicz, de

l'Académie des sciences, en disait : « C'est de la publicité pure. » Pour le Pr Pullman, lui aussi, de l'Académie des sciences : « Il y a une faute quelque part. » Le Pr Nozières, du Collège de France, nous déclara, quant à lui : « C'est vraisemblablement un canular expérimental. » Pour le Pr Kahn, de l'hôpital Bichat : « Benveniste s'est manifestement planté. » Quant au Pr Dausset, Prix Nobel de médecine, que Benveniste met constamment en avant pour se faire valoir, il nous a dit textuellement : « C'est très gentil, mais ce n'est pas un honneur pour moi d'être en sa compagnie. »

En fait, l'auteur de *Mieux connaître l'homéopathie* put seulement rappeler que celle-ci repose sur deux dogmes étrangers à la science et qui sont des illustrations parfaites de la pensée magique : le premier est le principe de similitude (une substance sera réputée guérir un mal si, administrée à un individu sain, elle déclenche précisément chez lui les symptômes de ce mal) ; le second soutient que la dilution par étapes successives, non seulement n'affaiblirait pas l'action d'une substance, mais au contraire accroîtrait son pouvoir ! (C'est à ce second dogme, peut-être le plus difficile à "avaler" pour un esprit non perturbé, que la "mémoire de l'eau" apporterait l'appui d'une constatation expérimentale.)

A ce moment, Polac orienta la discussion sur le thème de la "mémoire de l'eau", le seul qu'il avait manifestement envie de traiter, et pour lequel il avait précisément invité le Dr Benveniste (et, pour soutenir ce dernier, un physicien milanais du nom de Giuliano Preparata).

Chacun a pu l'observer depuis longtemps, Polac a un généreux penchant pour le faible contre le fort, pour David contre Goliath, ce qui est on ne peut plus sympathique, mais ce qui, par malheur, dans les thèmes scientifiques, fait pencher la balance audiovisuelle en faveur de l'ignorant contre le savant, en faveur de la magie contre la science. Rouzé n'eut plus qu'à ranger son livre. Aiguillonné par Polac, le physicien italien commença par reprocher aux journaux et aux scientifiques français de ne pas mettre assez d'empressement à accueillir les "nouveautés" (les publications scientifiques n'étant faites, par définition, que de nouveautés, on se demande ce qu'il entendait par là).

Quoi qu'il en soit, on admettait d'emblée que Benveniste avait mis en évidence un fait scientifique nouveau. Pour mieux convaincre les téléspectateurs, Polac précisa même qu'il avait pris le soin de téléphoner dans un laboratoire en Israël, où on lui avait bien confirmé que l'expérience du chercheur français y avait été reproduite. Nous verrons plus loin ce qu'il en est. Quant à Benveniste, lui qui se prend si facilement pour Galilée (ainsi que le rapporte en particulier John Maddox dans la revue *Nature*), il fut souvent, devant la caméra, de la plus charmante modestie : « J'ai fait une manip. Elle a mis en évidence un phénomène nouveau. Je ne le comprends pas moi-

Peut-on guérir avec rien ?

même, je me contente de le constater... » C'est un rôle qui plaît beaucoup au grand public. Uri Geller, autre poulain de Polac, le pratiquait en toute occasion : « Le pouvoir (de tordre les clefs à distance) passe ou ne passe pas par moi... je n'y suis pour rien... je ne me l'explique pas... » Etc.

Remarquons que ces deux découvreurs de deux phénomènes également bouleversants s'expriment comme si l'on s'était contenté de contester *a priori* leurs expériences. Alors que c'est après les avoir refaites qu'on a constaté que les résultats n'étaient pas les mêmes que les leurs. Pour Benveniste, rappelons que le Pr Leynadier⁽⁵⁾, dont la qualification scientifique est on ne peut plus adaptée, a refait plusieurs fois l'expérience et n'a pas trouvé du tout la même chose que Benveniste ; rappelons également que Benveniste a été invité à venir refaire lui-même son expérience à l'hôpital Rothschild dans le laboratoire d'allergologie du Pr Leynadier, lieu tout désigné pour cela, et qu'il n'a pas voulu. Il n'y a que chez Polac que l'on peut, après cela, continuer à jouer au martyr !

« J'ai 500 publications à mon actif », proclama Benveniste devant la caméra médusée. Notre ami Henri Broch, biophysicien à l'université de Nice, s'est amusé à faire le calcul : Benveniste ayant commencé à publier en 1969, cela représente une publication scientifique toutes les deux semaines, sans aucun arrêt, ni vacances, ni pause, pendant 20 ans d'affilée. C'est un record sans doute inégalable ! Son *alter ego*, Galilée, dans toute sa longue vie, n'en a eu que 4 (le pendule, la chute des corps, la loi de la composition des vitesses, la rotation de la Terre autour du Soleil).

Le service de presse de l'INSERM n'a pas pu nous fournir la liste de ces 500 publications, ce qui ne veut d'ailleurs pas dire qu'elles n'ont pas existé. Nous avons aussi fait appel à trois banques internationales de données bibliographiques : Medline, Chemical abstracts et Biosis. La première a répertorié, de 1969 à nos jours, 168 références faisant apparaître le nom de Benveniste, la seconde, pour les mêmes dates, 188, la troisième 259. C'est déjà considérable. Il s'agit, en vrac, de publications, d'*abstracts* (résumés de congrès), de lettres, de notes de synthèse. Avoir son nom sur 200 publications ou plus, c'est certes mieux que rien, mais cela n'a pas le sens que l'on pourrait croire. Plusieurs publications peuvent redire la même chose ou bien ne contenir aucun élément de découverte, ensuite le nom d'un chercheur est souvent ajouté par pure complaisance. Mais empressons-nous de dire que cela est tout aussi vrai pour d'autres que pour notre brillant découvreur.

« La découverte du PAF, c'est moi », a également

(3) Michel Rouzé nous fait l'honneur de nous écrire, à notre demande, des articles particulièrement bien informés, notamment sur les pseudosciences (l'astrologie, la psychokinèse d'Uri Geller, et autres extraterrestres bâtisseurs de pyramides).

(4) 11 au 17 août 1988.

(5) Centre d'allergologie de l'hôpital Rothschild, dirigé par le Pr Dry.

dit Benveniste. Les chercheurs qui connaissent l'histoire de la découverte — sérieuse, celle-là — de ce médiateur de l'allergie (en anglais *Platelet Activating Factor*) ont un avis différent. Les véritables inventeurs du PAF sont le Dr Henson, en 1970, et les Drs Siragian et Osler en 1971. Il n'a pas non plus élucidé la structure du PAF, ce qui fut réalisé par les Dr Hanahan et Pinckard en 1979 (*voir p. 60* la lettre de ce dernier). Avec Henson et Cochrane, en 1972, Benveniste n'a fait que proposer le sigle PAF pour nommer cette substance. La découverte concernant sa structure chimique par Pinckard et Hanahan fut publiée dans *The Journal of Biological Chemistry* du 10 octobre 1979, alors que la même découverte par Benveniste fut publiée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, du 26 novembre 1979, soit 47 jours après. D'ailleurs, veut-on un seul argument ? Est-il imaginable que le nom de l'inventeur du PAF ne figure pas sur la liste des invités officiels au 3^e Congrès international sur le PAF, qui aura lieu à Tokyo, du 9 au 12 mai ? Eh bien, il n'y figure pas.

Qu'aurions nous répondu à Benveniste si nous avions été invités à l'émission (et si Polac nous avait laissé parler) ?

• Au moins ceci : « Docteur, votre expérience n'est reproductible que par votre collaboratrice, Elisabeth Davenas, ou par des chercheurs qu'elle a formés, mais jamais par des scientifiques indépendants. Elle n'a donc aucune valeur scientifique. D'ailleurs, Walter W. Stewart, biologiste et statisticien au National Institute of Health, dépêché dans votre laboratoire par la revue *Nature*, a établi devant vous que l'expérience n'était pas reproductible en aveugle. Et au passage,

vous avez raison de dire
que Stewart est, depuis
peu, fâché avec Maddox,
ce qui ne semble pas
changer beaucoup le
problème. Quant au Pr
Leynadier, qui a refait
(comme on l'a déjà dit) à
notre demande votre
expérience, il a montré
lui aussi que vos résul-

tats étaient irreproductibles. Et c'est à cette même conclusion que sont arrivés les Pr Henry Metzger et Stephen Dreskin du National Institute of Health de Bethesda (Maryland, Etats-Unis).

• Il aurait fallu lui dire encore : « L'allergène avec lequel vous dites avoir observé la dégranulation des basophiles humains est une préparation d'immunoglobulines de chèvre, diluée à 10^{-120} . A ce taux de dilution, il ne reste plus une seule molécule d'immunoglobuline de chèvre. Ce que vous ne contestez pas. Vous en tirez même argument pour affirmer que l'information biologique qui commande la dégranulation a été transmise au solvant, c'est-à-dire aux molécules d'eau. Vous oubliez seulement une chose : à 10^{-120} ,

Tout le monde s'inclinera si l'expérience réussit sous contrôle

non seulement il ne reste plus d'allergène, mais encore l'eau elle-même a été plusieurs fois entièrement renouvelée.»

• Il aurait fallu dire enfin : « Vous prétendez que sous l'action de l'eau pure vos basophiles ont dégranulé. En fait ils se sont tout simplement décolorés, car une dégranulation véritable implique obligatoirement une libération instantanée d'histamine. Or, les dosages de cette substance se sont tous révélés négatifs, même dans votre propre laboratoire comme nous l'ont confirmé trois de vos collaborateurs : Francis Beauvais, Corinne Hiéblot, Claude Burtin. Mlle Hiéblot nous a d'ailleurs spontanément dit en juillet dernier : « S'il y avait eu libération d'histamine, cela aurait été vraiment formidable. » Evidemment, puisque cela aurait été une preuve que l'expérience marchait.

• On aurait pu aussi préciser à Michel Polac, que nous avions eu l'idée, nous aussi, de téléphoner en Israël en février dernier et que le son de cloche y fut bien différent. Nous avons d'abord eu Judith Amara, qui tient maintenant une pharmacie homéopathique à Tel Aviv, sous contrat avec les laboratoires homéopathiques Boiron.

Voici ce qu'elle nous a dit :

«Nous avons fait les expériences en 1987 à l'hôpital Kaplan à Rehovot où Mlle Davenas est venue nous aider. On a observé quelque chose, mais il est possible que ce soit un artefact.» Dans *Nature* du 28 juillet 1988, John Maddox et l'équipe de vérificateurs écrivaient : « Les premiers essais (israéliens) eurent lieu en mars 1987, lors d'une visite à Rehovot du Dr Davenas. Le plus frappant a été l'identification correcte de sept tubes de hautes dilutions sur dix qui lui étaient présentés en aveugle.»

Arrêtons ici la citation pour dire que cela, s'il n'y a

UNE PATERNITÉ CONTESTÉE

« Le PAF (¹), c'est moi », a dit Jacques Benveniste. Tout le monde n'est pas de cet avis. Ni, semble-t-il, les organisateurs du futur congrès de Tokyo sur le PAF (en mai prochain) puisqu'il ne figure pas sur la liste des invités officiels, ni Neal Pinckard, professeur de pathologie et de médecine à l'université du Texas, qui nous a fourni son témoignage dont voici la traduction.

Cher Dr Rossion,

« J'ai reçu aujourd'hui votre demande de renseignements, datée du 16 janvier 1989, sur les circonstances historiques (origine et paternité) du PAF (¹). Que vous le sachiez ou non, vous avez rouvert là un sujet passionnel et controversé ; si vous voulez vraiment clarifier l'histoire du PAF, il y aura du "sang" ! Je suis parfaitement au courant de la prétention qu'a le Dr Benveniste à être le "père" du PAF, de sa croisade infantile pour le faire savoir, et de son espoir d'en obtenir le prix Nobel. Or, rien n'est plus éloigné de la vérité. Et les chercheurs les mieux informés en ce domaine le savent bien. Je pourrais écrire un chapitre de livre sur l'histoire du PAF : le vrai, le faux et les actions probablement frauduleuses. Toujours, mes dires pourraient être considérés comme partiaux, puisque je suis un des acteurs principaux de cette histoire. Vous, cependant, en tant que journaliste, pourriez mener une enquête approfondie, sans parti-pris, afin d'établir une bonne fois la vérité : à savoir que si Benveniste, Henson et Cochrane ont bien inventé le nom "PAF" (*J. Exp. Med.* 136 : 1356, 1972), ce n'est pas le Dr Benveniste qui a découvert ce médiateur chimique (le Dr Henson, *J. Exp. Med.* 131 : 287, 1970 et les Drs Siraganian et Osler, *J. Immunol.* 104 : 1244, 1971, ont ouvert la voie) et Benveniste n'a pas davantage élucidé la structure chimique

du PAF ; c'est le Dr Hanahan et moi-même qui l'avons fait (voir plus loin).

» Ce qui précède n'a pas pour but de donner à entendre que le Dr Benveniste n'a pas apporté de contributions significatives en ce domaine. Au cours des années 1970, il n'y avait que trois laboratoires travaillant sur le PAF : celui du Dr Benveniste, celui du Dr Peter Henson et le mien. Cependant, vers le milieu des années 1970, il était très difficile de publier des articles sur le PAF. Les membres de comités de lecture voulaient savoir ce que c'était, et ne se contentaient pas d'apprendre simplement qu'il s'agissait d'un "facteur" inconnu qui stimulait les plaquettes sanguines de lapins. C'est alors que Peter Henson et moi-même en avons eu assez des assertions du Dr Benveniste selon lesquelles le PAF était un "1-lyso-phosphocholine", ce qui était absurde et gênant. En 1976, je poursuivis donc activement la recherche de la structure du PAF avec mon collègue Donald J. Hanahan, Ph. D., biochimiste des lipides. Vers la fin de 1978 nous avions synthétisé l'AGEPC (1-O-alkyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphocholine), et démontré que cet AGEPC avait des propriétés physicochimiques identiques à celles du PAF dérivé des basophiles de lapin, et qu'il réagissait avec le même récepteur. Notre travail fut accepté pour publication le 30 juillet 1979 et fut publié le 10 octobre 1979 dans une revue très respectée et dotée d'un comité de lecture (²), le *J. Biol. Chem.* 254 : 9355-9358, 1979. Avant sa publication, un ancien collègue (le Dr

pas d'artefact, c'est un succès vraiment remarquable ! Chacun des 10 tubes présentés à Mlle Davenas contenait soit de l'eau pure, soit de l'eau, dite "mémoire", c'est-à-dire de l'eau complètement pure, certes, mais censée avoir gardé en mémoire, le souvenir des molécules d'immunoglobulines de chèvre qui n'y étaient plus. Rappelons que les dilutions étaient extrêmement poussées (jusqu'à 10⁻¹²⁰) et qu'il était par conséquent exclu que l'eau des tubes puisse encore en contenir la plus infime molécule. Bref ! Si l'eau devait contenir quelque chose, ce ne pouvait être que la mémoire

Richard S. Farr m'avait demandé s'il pouvait montrer notre structure du PAF (encore non publiée) à une réunion sur l'allergie en Israël, qui eut lieu, je pense, au mois d'août 1979. Puisque notre manuscrit était "sous presse", nous avons dit au Dr Farr que nous n'avions aucune objection. Le Dr Farr a donc présenté notre structure, mais malheureusement le Dr Benveniste était présent. Lorsque la structure fut montrée, il dit publiquement que c'était bien de voir, enfin, la structure du PAF ; à ce moment, il n'a ni prétendu ni impliqué qu'il aurait également déterminé la même structure. En fait, nous savons maintenant, par des gens qui travaillaient dans son laboratoire au moment de cette réunion, que, sans aucun doute possible, le Dr Benveniste *ne connaissait pas la structure du PAF* ! Néanmoins, après la réunion en Israël, et connaissant maintenant cette structure, le Dr Benveniste retourna rapidement et discrètement à son laboratoire, "détermina indépendamment" la structure du PAF, écrivit un texte succinct et avec peu de données, le soumit (le 19 novembre, 1979) et parvint à le faire publier à peine une semaine plus tard (le 26 novembre 1979, C.R. Acad. Sci., Paris, 289 : 1037-1040, 1979). Par la même occasion, il réclama d'abord la découverte, puis la découverte à lui tout seul. Il ne fit pas état de notre article du J. Biol. Chem. qui avait été publié près de 6 semaines avant la date de la soumission du sien, ni de la présentation de notre structure du PAF en Israël deux mois auparavant.

Immédiatement après notre publication de 1979, qui ne faisait que proposer et non démontrer la structure du PAF, nous avons ultérieurement défini la structure chimique du PAF, d'origine biologique, produit par des basophiles de lapin et démontré qu'elle était identique à la structure que nous avions précédemment proposée (J. Biol. Chem. 255 : 5514, 1980). Si, vers la mi-1979, Jacques avait vraiment connu cette structure, pourquoi n'a-t-il pas fait rapidement l'analyse chimique du vrai PAF syn-



The University of Texas
Health Science Center at San Antonio
7703 Floyd Curl Drive
San Antonio, Texas 78284-7750

(512) 567-4000
(512) 567-4070
January 24, 1989

Department of Pathology

Pierre Rossion, Ph.D.
Scientific and Managing Editor
Science & Vie
Excelsior Publications
5 Rue de La Baum
75415 Paris Cedex 08
FRANCE

Dear Dr. Rossion,

Today I received your letter of inquiry, dated January 16, 1989, regarding historical considerations (origin, circumstances and authorship) of PAF. Whether or not you are aware of this, you have reopened a very controversial and emotional topic, if you really want to clarify the history of PAF in your article, there will be a lot of "blood-letting" in the process. I am han aware of Dr. Benveniste and his childish crusade to be the of PAF and his hopes of being awarded a Nobel Prize for it. I am further from the truth and most informed investigators in PAF aware of this. I could write a book chapter on the truths, falsehoods and likely fraudulence of PAF. However, I am one of the key players. However, - which is that, while "aged, in-depth investigation in this country and perhaps in France, "it's only a matter of time when chickens come home to roost" or "when the wash is hung out to dry." Unfortunately Jacques has not and does not appreciate this reality of life.

Most sincerely yours,

R. Neal Pinckard, Ph.D.
Professor of Pathology
and Medicine

Enclosures: 2

thétisé par des cellules stimulées ? Au vu de ce qui précède, je crois que la réponse est évidente !

Bien sûr, on pourra croire que, dans tout ce que je dis là, je plaide pour ma chapelle. C'est pourquoi, je vous suggère d'examiner vous-même cette affaire de très près. Parlez aux gens qui ont participé à la réunion en Israël où notre structure fut montrée pour la première fois. Parlez (comme je l'ai fait) à ceux qui ont travaillé dans le laboratoire de Jacques pendant la dernière partie des années 1970 et le début des années 1980, et vous en arriverez à la même conclusion sur sa soi-disant "paternité" du PAF : c'est-à-dire qu'elle est totalement illégitime... »

(1) NDLR : Platelet Activating Factor. Il s'agit là d'une découverte réelle. Le PAF, comme l'histamine, est un médiateur chimique de l'allergie. Quand du PAF, comme de l'histamine, est libéré dans le sang, les symptômes de l'allergie apparaissent.

(2) NDLR : Les grandes revues scientifiques internationales, telles que *Science*, *Cell*, *Journal of Experimental Medicine*, etc., etc., sont dotées de comités de lecture (*peer committees*) composés de scientifiques réputés pour leur qualification dans divers domaines, et qui passent au criblé les articles soumis à la rédaction. Seuls les articles originaux et apportant des données nouvelles sont en principe publiés. Le système n'est certes pas infallible, mais dans la plupart des cas il permet la sélection des articles par des critères objectifs, évalués par plusieurs experts.

des immunoglobulines de chèvre.

Les 10 tubes furent alors présentés à Mlle Davenas, selon la méthode, dite "en aveugle", alignés à la queue leu leu devant elle, dans le désordre. Ils étaient évidemment tous semblables. Et pour compliquer encore les choses, elle ignorait le nombre de ceux qui contenaient l'eau pure et de ceux qui renfermaient l'eau "mémoire".

Mlle Davenas fit alors agir le contenu de chacun des 10 tubes sur des basophiles humains, et elle constata que 7 les faisaient dégranuler, alors que les 3 autres étaient sans effet. En dépouillant le code, en

principe secret, permettant d'identifier les tubes, on dut se soumettre à l'évidence : les 7 tubes "gagnants" renfermaient bien l'eau "mémoire", les 3 "perdants", l'eau pure. Le simple hasard ne pouvait pas être la cause d'un "sans faute" aussi parfait !

Nous avons donc téléphoné au Pr Meir Shinitsky, à l'institut Weizmann, en Israël. Voici ce qu'il nous a dit : « En 1987, le Dr Benveniste est venu en Israël présenter ses travaux sur la "mémoire de l'eau". Je suis venu voir. Cela me paraissait tellement étrange que je n'y croyais pas. Le Dr Benveniste nous a alors

dit qu'il allait envoyer son assistante, Mlle Davenas, faire les expériences devant nous, afin que nous puissions juger par nous-mêmes.

» Mlle Davenas resta une semaine en Israël. Les quatre premières expériences qu'elle fit en aveugle ont marché toutes les quatre, sans aucun doute possible. J'étais vraiment surpris, mais très sceptique. Aussi, lors de la cinquième expérience, faite également en aveugle, je suis venu, accompagné d'un biochimiste, le Dr Michaël Deckmann. Après qu'on eut présenté les 10 tubes à Mlle Davenas et que celle-ci eut identifié sans se tromper les 7 "bons" tubes sur les 10, le Dr Deckmann se saisit des 10 tubes et partit les analyser dans son laboratoire. Surprise ! Les 7 tubes contenaient un dépôt d'anti-IgE de chèvre alors qu'on n'aurait dû rien trouver que de l'eau pure, et ces anti-IgE étaient identiques à celles contenues dans la bouteille qui avait servi aux dilutions infinies ! En revanche, dans les 3 tubes témoins, les anti-IgE étaient absents. Manifestement quelqu'un avait mis à notre insu ces anti-IgE dans les 7 tubes. »

« Qui ? » avons-nous demandé. Le Pr Shinitzky n'a pas voulu se prononcer. Il nous a seulement dit : « Pendant tout son séjour à l'hôpital Kaplan, Mlle Davenas était anormalement nerveuse. Elle ne prenait pas ses repas avec les autres et restait souvent seule dans le laboratoire à travailler. »

Nous avons réussi à retrouver, à Bâle, aux laboratoires Hoffmann-Laroche, le Dr Deckmann qui avait analysé les tubes en Israël. Il s'est fait encore plus précis : « L'expérience ne marchait que lorsque Mlle Davenas était là. En revanche, quand on la faisait avec le seul personnel de l'hôpital Kaplan, ça ne marchait jamais. »

C'est tout de même curieux.

Tout cela explique pourquoi *Nature* (27 octobre 88, p. 763) a cru pouvoir parler de "fraude". Il reste en tout cas surprenant que la présence de Mlle Davenas soit toujours garante du succès des expériences, et son absence garante de l'échec. D'ailleurs l'équipe de vérificateurs envoyée par *Nature* au laboratoire de Benveniste a conclu qu'en leur présence, elle n'arrivait pas à reproduire les résultats qu'elle obtient couramment en routine.

C'est ce doute sérieux qui justifiait la présence de l'illustre illusionniste Randi à Clamart (celui-là même qui avait confondu Uri Geller, le célèbre tordeur de cuillers). Car, poursuit Maddox, nous avions « le soupçon que les données avaient été fabriquées par un farceur dans le laboratoire ».

Ce n'est pas la première fois que des soupçons de fraude pèsent sur les expériences de Benveniste. Dans une lettre publiée dans *Science & Vie* (n° 853, octobre 88), Walter Stewart écrivait : « Les livres de notes du laboratoire (de Benveniste), qui étaient remarquablement tenus, montraient un grand nombre d'expériences qui étaient simplement trop belles pour être vraies. Cela n'est pas une opinion, on peut

le démontrer par la statistique. »

Le Pr P.M. Gaylarde, du Royal Free Hospital à Londres, s'est, lui aussi, penché sur les données du laboratoire publiées dans *Nature* (30 juin 88) et il fut si étonné par la perfection d'exécution qu'il en a conclu (dans *Nature* du 4, août 88) : « Je suis convaincu que les données sont artificielles. » Enfin le Dr Bernard Guérin, ancien PDG du laboratoire Stallergènes, nous avait lui aussi manifesté sa surprise (voir *S & V* n° 851, août 88). Tous ces faits troublants expliqueraient peut-être pourquoi Stewart écrivait (dans sa lettre) : « Les expériences effectuées alors que nous étions présents suivaient un schéma simple : quand elles n'étaient pas faites comme il se doit, en aveugle, elles réussissaient ; quand elles étaient faites en aveugle, elles échouaient. » Evidemment, en présence de Randi, maître ès-manipulations, il n'était pas question d'ajouter à la dérobée des immunoglobulines de chèvre dans les tubes !

Donc, en aveugle, ça échoue. Mais comment se fait-il que ça marche en non-aveugle, alors que trois vérificateurs vigilants sont sur place ? Pour l'étrange raison qu'aucun d'eux n'est allergologue : Maddox est journaliste (encore un !), Stewart est biologiste et statisticien et Randi est illusionniste. Certes, ils peuvent constater qu'on n'ajoute rien d'interdit, mais, pour le résultat lui-même (ça dégranule ou ça ne dégranule pas) ils ne peuvent pas juger. Ils doivent croire à ce qu'on leur dit ! Ils enregistrent en confiance ces résultats. Ils ont pensé que ce n'était pas là un grave handicap, car en opérant "en aveugle", il leur était facile de coincer l'expérimentateur, puisque, là, celui-ci ignorant ce qu'il y a dans les tubes qu'on lui soumet, risque de tricher contre lui-même (s'il avait l'intention de tricher).

Tout cela pourrait expliquer pourquoi Benveniste a refusé de relever notre défi en présence de scientifiques avertis.

Revenons à l'émission. Polac y accusa *Science & Vie* d'être fermé à toute idée nouvelle. Bien sûr, nous devons aux milliers de lecteurs qui nous font confiance d'être très vigilant. Cette époque de science est aussi une époque de fausse science. Cependant, nous pensons avoir, au contraire, à maintes reprises manifesté une large ouverture d'esprit aux hypothèses un peu osées. Certaines d'entre elles se sont malheureusement révélées fausses par la suite. Et nous n'en sommes pas plus fiers pour ça. Exemple : nous avons été les premiers à mettre le Dr Benveniste lui-même en vedette, le jour où nous avons exposé sa thèse sur la valeur thérapeutique des œufs de caille contre les allergies respiratoires (*Science & Vie* n° 743, d'août 1979). Il prétendait à l'époque avoir mis en évidence dans cet œuf un principe actif qu'il se proposait d'isoler afin d'en faire un vaccin. L'efficacité de cet hypothétique principe actif ne fut jamais scientifiquement démontrée, et les laboratoires Mérieux abandonnèrent

(suite du texte page 161)

NOUVEAU

UNE OREILLE PARTOUT

TOUT L'ESPIONNAGE ET LE CONTRE-ESPIONNAGE

NOUVEAU

Nous sommes le premier fabricant français d'appareils de surveillance, espionnage et contre-espionnage avec plus de 60.000 appareils sur le marché national et étranger à ce jour. Tous nos appareils sont garantis trois ans pièces et main d'œuvre. Nos émetteurs sont tous réglables par vis de 88 à 115 MHz minimum. Les microphones Electret dont ils sont équipés captent un chuchotement à dix mètres et plus.

EMETTEURS PROFESSIONNELS FM

TX 500 : Emetteur FM fonctionnant sur une pile 9 volts, portée 500 à 1.000 mètres. Qualité de son supérieure, capte chuchotement à 10 mètres. Corps antichoc, interrupteur, antenne amovible. Fréquence de 88 à 115 MHz. Qualité irréprochable. Aisément dissimulable.



**TX 500
650 F**

TX 1000 : Idem, mais surpassant car fonctionne sur deux piles 9 volts. Portée 1.000 à 3.000 mètres.

**TX 1000
950 F**

ESPION TELEPHONIQUE FM

Pas plus grand qu'un morceau de sucre, cet émetteur FM transmet très clairement la conversation des deux interlocuteurs au téléphone.

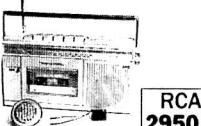
Vous entendrez cette conversation sur votre poste radio FM, vous pourrez l'enregistrer sur radiocassette FM et ce, même en votre absence avec le radio enregistreur automatique Rea ci-dessous. Emet dans un rayon de 300 à 500 mètres, se branche très rapidement (1 à 2 minutes) sur tout type de téléphone, moderne ou ancien. Sans pile, il s'alimente sur le courant du téléphone. Indétectable, invisible sans appareils spécialisés. Excellent moyen de surveillance, très sophistiqué et très fiable. Fréquence réglable de 88 à 115 MHz.



**TRANSTEL
450 F**

RADIOCASSETTE AUTOMATIQUE FM

Se déclenche seul, à distance (300 à 500 m) à chaque utilisation du téléphone. Système indispensable pour enregistrer en votre absence les appels surveillés par les Transtel ou Capitel ci-dessous. Ralenti électroniquement, il enregistre clairement trois à cinq heures de conversations, et s'arrête entre les appels ou en cas de silence prolongé (attente, réflexion, recherche, etc.). Vous avez ainsi cinq heures d'écoute utile. Décalé en fréquence, permet l'écoute en dehors des bandes FM publiques. Pas de risque d'écoute accidentelle. Très sophistiquée. Sur piles ou secteur. Se cache aisément. Fonctionne en silence total.



**RCA
2950 F**

DETECTEUR DE MICROS ESPIONS

Très précis, permet la localisation de micros émetteurs FM ou AM. Discrimination des émissions externes (taxis radios, ambulances, police, avions, etc.) par filtrage sélectif.

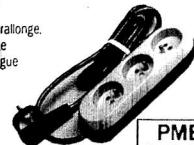
Antenne détectrice, permet par un balayage minutieux de détecter les émetteurs camouflés (gaines de ventilation, parois creuses, prises de courant ou téléphones, lampes, calculatrices, cendriers, radios, attachées-cases, tiroirs, armoires, plinthes, radiateurs, équipements électriques, etc.). Efficace et précis, outil de base des dépisteurs.

**DME
850 F**



PRISE MULTIPLE EMETTRICE FM

Emetteur FM très astucieux banalisé dans une triple prise rallonge, utilisable normalement sur le 220 volts. Très puissant, porte à 3 km. Capte un chuchotement à dix mètres. Ne se distingue pas des autres prises multiples. Indétectable. Emet sur 88 à 115 MHz. Se recourt sur simple poste radio FM ou scanner hors bande. S'allume en permanence sur le 220 volts, c'est l'appareil des surveillances permanentes de bureaux, locaux, magasins, chambres d'enfant, etc.



**PME
450 F**

CAPSULE TELEPHONIQUE FM

Cette capsule ressemble aux capsules normales comme une sœur jumelle, mais elle est modifiée pour transmettre la conversation des deux interlocuteurs comme le Transtel ci-contre.

Son avantage : se monte en quelques secondes. Mais nécessite un téléphone classique.

Caractéristiques idem à celles du Transtel.

**CAPTEL
580 F**



ATTACHE-CASE ENREGISTREUR

Permet d'enregistrer trois heures de conversation par face de cassette, qui s'ouvre ou fermé. Démêllement à la voix : économie de durée. Système invisible, ouvert ou fermé. Très utile pour les V.P., hommes d'affaires, etc. D'indétrouvable dans le cadre de la formation des commerciaux (outil agréé de formation professionnelle). Mode d'emploi avec des utilisations astucieuses, comme s'absenter d'une réunion en laissant l'appareil enregistrer ce qui se dit pendant l'absence (aux toilettes, etc.). Qualité d'enregistrement stupéfiante (amplifiée, filtrée). Mallette qualité supérieure. matériiel idem.



**ACE
3750 F**

DETECTEUR D'ECOUTES TELEPHONIQUES

Appareil très utile car permet de détecter toute écoute, qu'elle soit par émetteur FM, standard* ou bretelle autorisée.

* Certains standards prévoient la possibilité d'écouter discrète par les directeurs, surveillants, etc.

Toute intervention sur le réseau est immédiatement signalée par une lampe témoin d'alerte rouge. Hypersensible. Installation discrète, rapide et aisée. De plus en plus indispensable...



**DET
450 F**

Commandez par téléphone : 91.92.39.39 - 24 h/24 h

par téléc. : 402 440 F

ou achat direct au magasin SCANNER'S® : 31, rue Jean-Martin - 13005 Marseille

Adresssez votre commande à : Laboratoires PRAGMA

B.P. 26

13005 MARSEILLE

BON DE COMMANDE RAPIDE

 (envoi discret et recommandé urgent)

Oui, adressez-moi la commande suivante :

- Je vous joins mon règlement par :
 - chèque
 - mandat
- Envoyez-moi cette commande en contre-remboursement (+ 30 F à payer au facteur).
- Catalogue complet contre 30 F en timbres ou chèque.

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

DESIGNATION	PRIX
FRAIS D'ENVOI	20.00
TOTAL	

LE CRAQUAGE DU SANG

Comme le pétrole, le sang humain est l'enjeu de spéculations boursières. Et comme lui, après des années de gaspillage, où on le transfusait tel quel pour un oui ou pour un non, on le fractionne pour n'employer qu'à bon escient tel ou tel de ses composants.

Certains de ces derniers seront fabriqués par des animaux transgéniques, ou par des plantes bricolées. En attendant, il n'y a pas de petites économies : par exemple, chaque fois que ce sera possible, les futurs opérés mettront un peu de leur propre sang en conserve pour se le transfuser le jour de l'opération. Ainsi, pas de problème de groupe et pas de risques d'inoculer le sida...

Un tissu aussi vital que le sang doit impérativement être remplacé en cas de perte, ou amendé si il y a déficience de l'un de ses composants (*voir dessin p. 66*). C'est le rôle de la transfusion, ou plutôt des transfusions, car il en est de différentes sortes : transfusion de sang complet, transfusion de globules rouges, transfusion de plasma, transfusion de concentré d'albumine, transfusion de facteurs antihémophiliques, etc.

Aujourd'hui, en effet, on sait très bien séparer et conserver les différents éléments qui forment le sang naturel. On pratique même couramment la sélection à la source, c'est-à-dire sur le donneur.

Ainsi la plasmaphérèse, qui consiste à ne prélever que le plasma : sitôt écoulé de la veine du donneur, le sang passe par une centrifugeuse dont la vitesse de rotation est suffisante pour séparer les cellules du plasma, mais limitée pour ne pas endommager les fragiles globules rouges. Le plasma extrait est recueilli dans une poche stérile, et les cellules, après avoir été remises en suspension dans un liquide également stérile, sont réinjectées dans la veine du don-





L'HEMOGLOBINE, PARFAITE MACHINE A RESPIRER

neur. 284 321 dons de plasma ont été collectés de cette façon en 1987, et le Centre national de transfusion sanguine (CNTS) espère porter ce chiffre à 600 000 pour chacune des deux années à venir. Son objectif avoué est d'obtenir à terme, par plasmaphérèse, 20 % du total des produits transfusables.

A l'inverse, la cytaphérèse est l'opération par laquelle on extrait les cellules du donneur (plus spécialement les globules blancs et les plaquettes), en lui restituant son plasma et ses globules rouges. Plus contraignante que la plasmaphérèse (elle immobilise le donneur durant plusieurs heures), la cytaphérèse n'a été pratiquée, en France, que 34 760 fois en 1987, en progression toutefois de 7,56 % sur l'année précédente. Elle ne représente que 1 % du total des prélevements, mais permet de répondre à des besoins très spécifiques. Exemple : certains malades, à la suite de nombreuses transfusions

de plaquettes, sont devenus quasi réfractaires à ce type de cellules. Leur organisme connaît les antigènes d'un grand nombre de sous-groupes sanguins étrangers (qu'il a identifiés à l'occasion de chaque nouvelle transfusion), et leur système immunitaire a élaboré contre eux des anticorps spécifiques. Résultat : chaque fois qu'on leur injecte des plaquettes non sélectionnées, en provenance d'un pool de donneurs anonymes, ils les détruisent. Mais si on ne leur en transfuse pas, ils risquent de mourir d'hémorragies incoercibles. Il faut donc leur trouver des donneurs compatibles, dont les antigènes plaquettaires soient en parfaite conformité avec les leurs. De tels malades sont, bien entendu, des clients tout désignés de la cytaphérèse.

Cependant, malgré le progrès des techniques, l'industrialisation des procédés et des résultats somme toute encourageants, la transfusion classique se trouve dans une situation que l'on peut qualifier de fragile. Elle repose, il est vrai, sur des bases préca-

Parce que nous inhalons et que nous exhalons des gaz, nous croyons le plus souvent que les alvéoles de nos poumons sont les ultimes échangeurs respiratoires.

Or, c'est l'hémoglobine — pigment contenu dans les globules rouges de notre sang vermeil — qui est tout à la fois, le véhicule de transport et la machine échangeuse de ce "souffle vital" vers nos cellules.

Dans chacune de nos hématies (autre terme pour désigner le globule rouge), 280 millions de molécules d'hémoglobine déplient et replient continuellement leurs bras protéiques, un peu comme font les anémones de mer, pour piéger tantôt l'oxygène et le transporter vers nos cellules, tantôt le gaz carbonique pour en débarrasser notre organisme.

Chaque molécule d'hémoglobine (dessin A ci-contre) est faite de quatre chaînes protéiques, deux chaînes alpha (en rose) et deux chaînes bêta (en bleu), chacune d'entre elles s'enroulant autour d'un noyau ferrugineux, l'hème ("plaqué" brune).

Les micro-mouvements continuels des bras, des coudes, des replis de ces quatre chaînes d'acides aminés de l'hémoglobine créent des "vallées" où passent les atomes d'oxygène, de la péri-

phérie de la protéine, vers son centre.

Au cours de ce passage, un atome d'oxygène (O) se trouve dirigé vers le fer (Fe) d'un hème — ici celui d'une chaîne bêta 2 — auquel il se lie. Aussitôt, la liaison chimique entre l'atome de fer de l'hème et l'atome d'azote (N) terminal de l'acide aminé de la chaîne se resserre.

Le plan de l'hème (plaqué brune) pivote alors de 8°, et ce mouvement est transmis au reste de la chaîne bêta 2. De la même manière, sont mises les trois autres chaînes de l'hémoglobine. Et cette ouverture permet de creuser dans la molécule d'hémoglobine une sorte de vallée où passeront plus facilement les atomes d'oxygène.

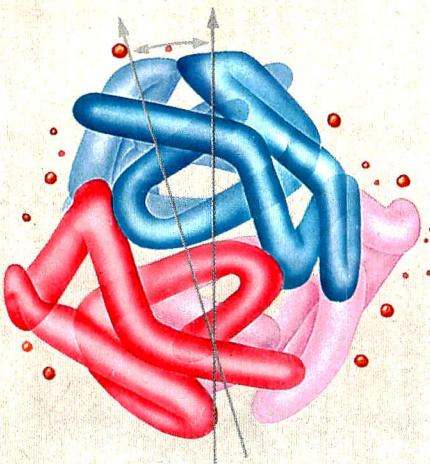
Lorsque les quatre hèmes ont fixé chacun un atome d'oxygène, la molécule "déoxyhémoglobine" (A vue de face, et C vue d'en haut) est devenue "oxyhémoglobine" (B vue de face, et D vue d'en haut).

Cette transformation se passe dans les micro-alvéoles pulmonaires. De là, le sang oxygéné va dans l'organisme, où une transformation analogue de l'hémoglobine lui fait lâcher l'oxygène et capter le gaz carbonique, qu'il relâche dans les poumons pour recapter l'oxygène. Et ainsi de suite à chaque respiration.

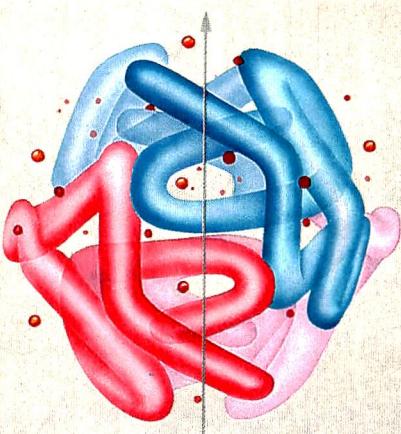
res, puisqu'elle dépend entièrement de la fourniture bénévoile d'un produit qui ne peut pas être conservé indéfiniment. Chaque centre régional de transfusion assurant son propre approvisionnement, il arrive parfois que l'un d'eux soit en rupture de stock. Il doit alors faire appel aux centres voisins ou relancer un volontariat qui a tendance à s'essouffler.

Traditionnellement, c'est dans le sud-est de la France que la pénurie de produits sanguins est la plus préoccupante. Mais bien d'autres régions ne sont pas mieux loties (Lille, Châtellerault, par exemple). D'une manière générale, les dons de sang ont fortement diminué ces dernières années : de 1982 à 1987, ils sont tombés de 4 200 000 à 3 900 000. Selon le Pr Jean-Marc Bidet, président de l'Association pour le développement de la transfusion sanguine, la baisse s'est poursuivie en 1988 : elle a été de plus de 10 % en moyenne et a même frôlé les 20 % en région parisienne.

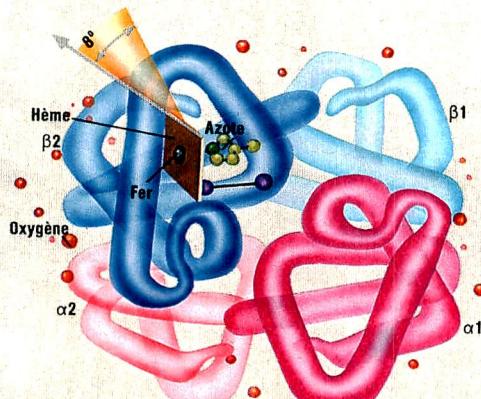
Cela dit, les fluctuations de l'offre ne peuvent



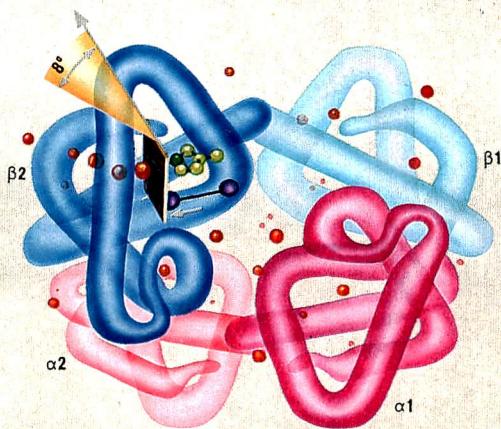
A. Déoxyhémoglobine vue de face



C. Oxyhémoglobine vue de face



B. Déoxyhémoglobine vue d'en haut



D. Oxyhémoglobine vue d'en haut

s'apprécier qu'en fonction de la demande. Or, depuis peu, celle-ci connaît aussi un certain tassement. Il était temps, car, ces dernières années, la France s'était installée dans une surconsommation tout à fait déraisonnable. La transfusion était devenue une pratique si banale qu'à la moindre pâleur on vous injectait une dose de globules rouges comme on vous aurait donné deux comprimés de vitamines.

Anesthésistes et réanimateurs n'ont pas été les derniers à contribuer à cette surconsommation. Partant du principe qu'il vaut mieux prévenir que guérir, ils ont pris l'habitude, dans toute opération un tant soit peu sanglante, de compenser par avance une éventuelle diminution de la masse sanguine par une transfusion. Ce qui est quelquefois nécessaire, mais souvent superflu. Et même s'ils n'injectaient alors que du plasma, de l'albumine ou des globules rouges, la matière première de départ était bien du sang de donneurs.

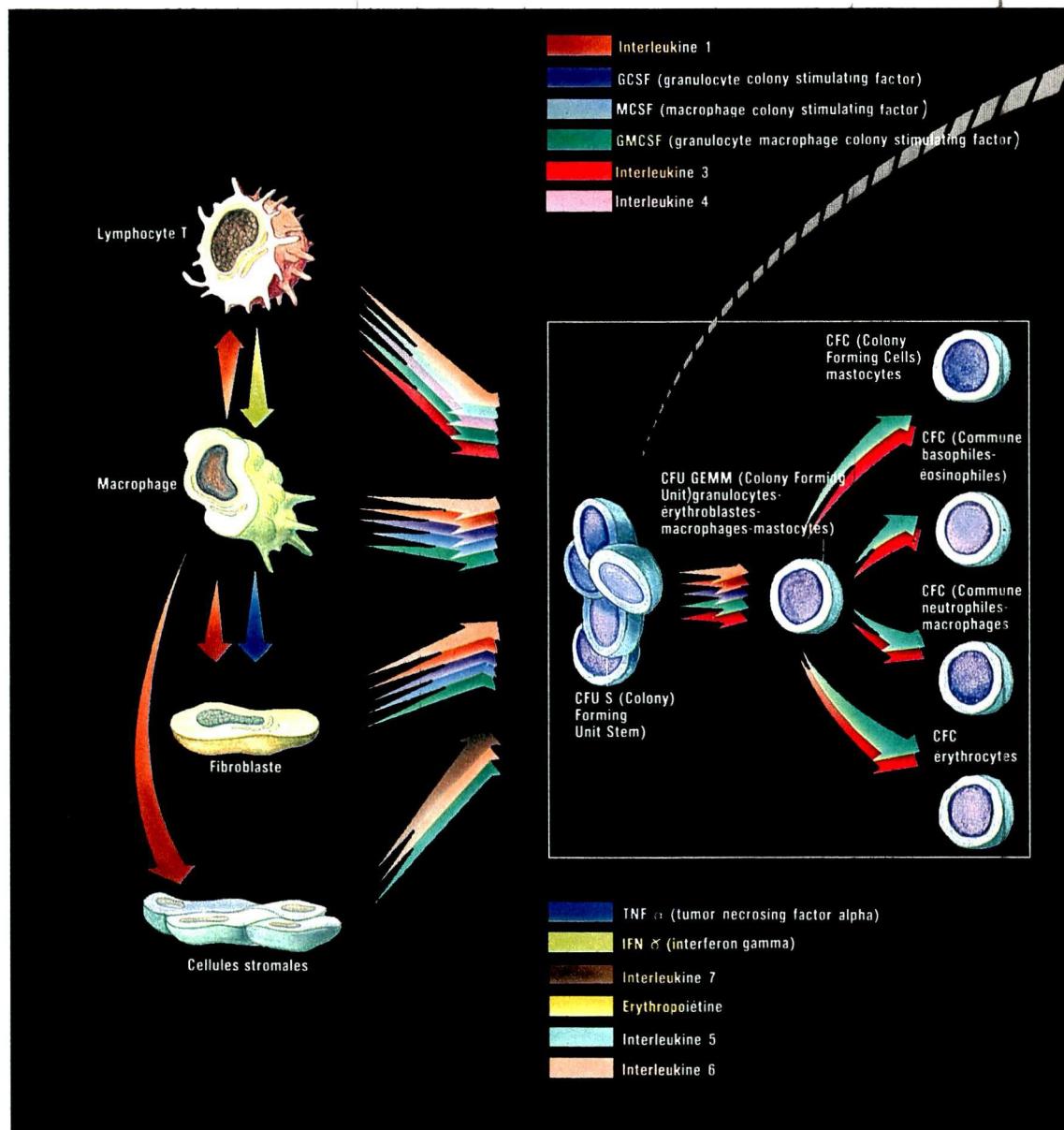
Aujourd'hui, heureusement, cette folle prodigali-

té a tendance à décliner. On y regarde désormais à deux fois avant de faire une transfusion. A cela, deux raisons. En premier lieu, les accidents survenus à la suite d'administrations de sang mal contrôlées ont opportunément rappelé aux médecins que la transfusion n'était pas anodine, mais pouvait transmettre des maladies virales, comme l'hépatite et surtout le sida. « Avec la peur du sida, les praticiens sont devenus plus prudents », confiait récemment M. Michel Garreta, directeur du CNTS. Conséquence : dans les maternités, on ne donne plus de sang aux jeunes mères un peu pâles au lendemain de leurs couches.

D'autre part, la réorganisation comptable des hôpitaux, en faisant apparaître le coût des transfusions, a également mis un frein à la surconsommation. Les patrons ont commencé à économiser le précieux liquide, aidés en cela par de nouvelles techniques de purification. Ainsi, en chirurgie, le sang répandu sur les champs opératoires est main-

(suite du texte page 70)

L'arbre généalogique des cellules sanguines



La moelle osseuse d'un seul d'entre nous est une immense usine chimique où vivent en permanence cent fois plus de cellules en attente que d'humains sur la terre. Et ces cellules se renouvellent constamment, par division. Les générations successives arrivent à maturité en vagues permanentes, nous évitant la pénible aplasie, ou désertification cellulaire de la moelle, avec ses conséquences hémorragiques, infectieuses et anémiques redoutables.

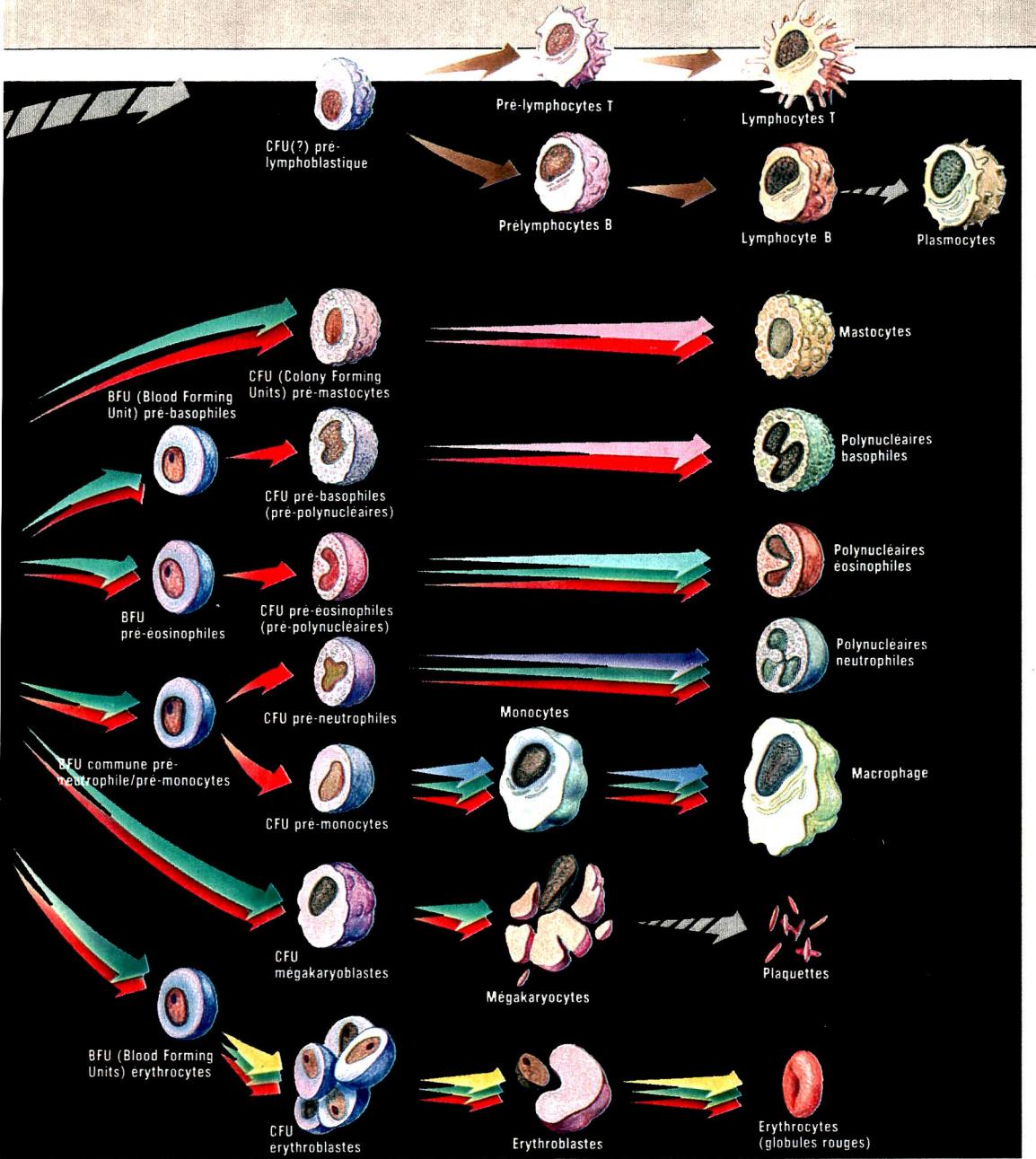
Dans un environnement de cellules de soutien et nourricières de la moelle

rouge, les grands ancêtres cellulaires indifférenciés (*Colony Forming Unit Stem*), dites cellules "souches", tout en se multipliant, vont se différencier par étapes successives sous l'influence de différents facteurs de croissance sécrétés par les cellules elles-mêmes ou par le milieu ambiant.

Le processus exact de cette différenciation est encore très mal connu. Car rien ne permet de distinguer au microscope deux cellules précurseurs destinées à donner deux types différents de cellules-filles. Elles sont trop

immatures et se ressemblent toutes. Ce n'est qu'a posteriori, sur des critères de croissance en présence de stimulants différents, que l'on pourra dire que tel clone cellulaire était bien la grand-mère de futurs globules rouges ou de futures plaquettes.

Les CFU S, ancêtres de tout le processus, donnent naissance à deux "lignées" distinctes : d'une part, les CFU GEMM (*Colony Forming Unit Granulocytes-Erythrocytes-Macrophages-Mastocytes*) et, d'autre part, les CFU prélymphocytaires, ancêtres de la li-



gnée lymphocytaire.

Naturellement, une fois engagées dans une voie donnée, les cellules s'interdisent tout retour en arrière. Elles deviennent progressivement insensibles à certains facteurs stimulants, et au contraire acceptent d'être soudain stimulées par d'autres. Alors que les ancêtres de la moelle ont besoin de tous les facteurs connus pour se différencier, ce n'est plus le cas ensuite.

Ainsi, pour faire "mûrir" la lignée lymphocytaire (qui donne : prélymphocytes, prélymphocytes B et T, lym-

phocytes B et T, plasmocytes), il faut une cytokine, l'interleukine 7 (flèche marron foncé), à laquelle les autres lignées semblent insensibles. De la même manière, le M-CSF, ou *Macrophage-Colony Stimulating Factor* (flèche bleu clair), est spécifique de la lignée monocytaire (CFU prémonocytaire, monocytes, macrophages). Tout comme le G-CSF n'agit plus que sur la lignée des polynucléaires neutrophiles (CFU préneutrophiles et polynucléaires neutrophiles).

Suivons la fin du parcours de deux

lignées jusqu'à leur aboutissement à des cellules matures :

- La lignée mégakaryoblastique : les mégakaryoblastes donnent des mégakaryocytes, qui se fragmentent au sortir de la moelle en plaquettes indispensables à la lutte contre les hémorragies.

- La lignée "rouge" : les BFU E donnent les CFU E, ancêtres des proérythroblastes encore munis d'un noyau, qui se transforment en érythroblastes prêts à expulser leur noyau. Au sortir de la moelle, ils sont devenus des érythrocytes bourrés d'hémoglobine.

tenant aspiré par une petite pompe, filtré par un tamis qui laisse passer les globules rouges mais retient les impuretés et les caillots, puis réinjecté dans une veine du patient au cours même de l'intervention.

En chirurgie cardiaque, la mise en hibernation artificielle (par hypothermie provoquée) entraîne un ralentissement du métabolisme et une diminution de la consommation d'oxygène. On peut alors, en remplacement du sang perdu, se contenter d'"allonger" la masse restante avec des solutés salés ou de l'albumine, et faire ainsi l'économie de globules rouges.

Mais la meilleure manière d'épargner le sang, c'est encore d'en limiter les pertes. Les gastro-entérologues, par exemple, cherchent depuis des années le moyen de stopper les hémorragies de l'œsophage, de l'estomac ou du duodénum, qui tuent, en urgence, environ un malade sur dix. Dernièrement, certains d'entre eux ont proposé d'endiguer les saignements des ulcères de l'estomac en balayant les plaies avec un rayonnement (laser) photoocoagulant, ou bien en injectant dans la muqueuse lésée, à l'aide d'une petite seringue fixée à l'extrémité de l'endoscope, soit de l'adrénaline (qui a la propriété de resserrer les vaisseaux sanguins), soit des produits scléro-gènes (qui obstruent ces mêmes vaisseaux).

L'hémoglobine fabriquée par une luzerne bricolée

Bien sûr, ces intéressantes suggestions ne passionnent que modérément les centres de transfusion, qui, n'étant pas des œuvres charitables, ne peuvent oublier que les hémorragies sont à l'origine d'environ 30 % de la demande en sang rouge. Leur réaction est celle de tout fournisseur qui redoute de voir un marché se fermer devant lui.

Quant à la baisse de l'offre, certains l'attribuent également au sida. En effet, selon un récent sondage, près de 50 % des Français pensent que le don du sang peut être une occasion de transmission de la maladie au donneur. Ce qui, naturellement, est tout à fait absurde, puisque chaque prise de sang est effectuée avec une aiguille stérile, jetée après usage.

Cette explication du moindre empressement des donneurs n'est cependant pas partagée par tout le monde. « Il faut être plus nuancé, nous dit M. Ourabah, responsable de la communication au CNTS ; il n'y a pas une cause, mais plusieurs. Si la peur du sida, toute irrationnelle qu'elle soit, a pu jouer un rôle, il faut également tenir compte du fait que nos centres n'ont pas battu le rappel des bonnes volontés, mais délibérément choisi une certaine stabilisation, afin d'adapter l'offre à la demande. »

Pour que ce tour d'horizon sur l'état actuel de la transfusion en France soit complet, il nous faut encore mentionner une autre méthode, déjà pratiquée aux Etats-Unis et en Australie, et qui connaît chez

nous une faveur croissante : l'autotransfusion. Lorsqu'un patient doit subir une opération programmée à l'avance (donc sans caractère d'urgence) et au cours de laquelle il risque de perdre pas mal de sang, on lui propose, environ un mois avant la date de l'intervention, de se rendre deux ou trois fois, à une semaine d'intervalle, au centre de transfusion le plus proche. Là, on lui prélève à chaque visite entre 300 et 400 millilitres de sang (la règle est de ne pas dépasser 7 millilitres par kilo de poids), lequel, après avoir été traité, est mis dans une poche stérile et conservé dans une armoire frigorifique. Une simple adjonction de fer dans l'alimentation aidera la moelle osseuse du sujet à produire rapidement de nouveaux globules rouges et blancs, ainsi que de nouvelles plaquettes, qui viendront compenser les pertes occasionnées par les ponctions. Selon le spécialiste américain R.G. Cable, on pourrait ainsi, pour chaque opération, soutirer jusqu'à huit fois 400 millilitres de sang.

Le jour de l'opération, en cas de nécessité, on réinjectera au patient son propre sang. Les avantages d'une telle méthode sont évidents : plus de problème de compatibilité entre donneur et receveur ; plus de risque de transmission d'un virus pathogène ; plus de choc transfusionnel. Seule ombre au tableau : le coût financier de l'autotransfusion n'est guère inférieur à celui de la transfusion, car le sang du futur opéré doit subir les mêmes traitements (détermination du groupe sanguin, détection des maladies transmissibles, étiquetage et conservation) que celui d'un donneur anonyme, ne serait-ce que pour pouvoir être délivré à d'autres malades en cas de non-utilisation par son propriétaire.

Malgré cela, l'autotransfusion est en progression constante. Un hématologue britannique, le Dr L.A. Kay, écrivait en 1987 dans le *British Medical Journal* qu'elle pouvait être pratiquée dans 55 % des cas de chirurgie "réglée" (opposée à la chirurgie d'urgence), soit pour le quart environ de tous les actes chirurgicaux exécutés dans un pays. En France, l'objectif du Centre national de transfusion sanguine est d'y consacrer 10 % de son activité.

En résumé, donc, la situation dans notre pays, bien qu'encore fragile, est globalement satisfaisante. Faut-il s'en réjouir ? Certainement pas. Car si nous avons réussi tant bien que mal à assurer le présent, nous ne nous sommes guère souciés de l'avenir. Or, l'avenir, précisément, c'est la fin de la transfusion "traditionnelle" et son remplacement par des techniques nouvelles, issues pour la plupart du génie génétique. Dans quelques années, ce n'est plus du sang naturel que l'on injectera, mais des produits de culture ou de synthèse, aussi efficaces mais moins toxiques, élaborés par l'industrie pharmaceutique et ses filiales biotechnologiques.

Il ne s'agit pas là d'une vision futuriste relevant de la médecine-fiction, mais d'une réalité d'ores et

déjà tangible et qui ne demande qu'à s'épanouir. Ainsi, cela fait plusieurs années déjà que toutes les grandes multinationales de la pharmacie investissent à tour de bras dans ces nouvelles technologies. Rien qu'aux Etats-Unis, plus de 5 milliards de dollars ont été consacrés depuis 1980 à la recherche et au développement de produits sanguins de substitution.

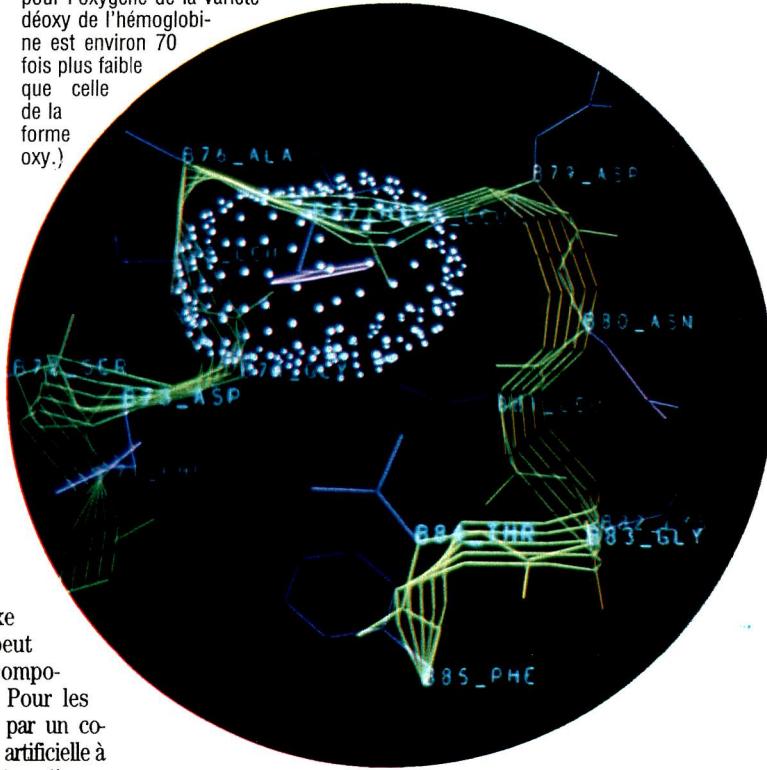
C'est que les perspectives ne manquent pas d'être alléchantes. D'après de récentes estimations, l'ensemble de ces produits représenterait, en l'an 2000, un marché de 19 à 23 milliards de dollars (120 à 144 milliards de francs), une somme colossale si l'on songe qu'elle équivaut aux budgets réunis de nos ministères de l'Intérieur, de la Santé et de la Recherche (plus celui de l'Enseignement supérieur, dans l'hypothèse haute). Le seul secteur de l'albumine de synthèse rapporterait plus de 600 millions de dollars (plus de 3,7 milliards de francs). David Carter, président de Northfield Labs, estime pour sa part que, d'ici à cinq ans, sa compagnie écoulera pour 200 millions de dollars d'hémoglobine de synthèse sur le seul marché américain.

L'hémoglobine est un polymère à quatre chaînes de globines contenu dans les globules rouges, chaque globine enfermant un noyau d'hème qui fixe l'oxygène. L'hémoglobine naturelle ne peut être injectée car elle se dissocie en ses composants et ne peut plus fixer l'oxygène. Pour les transfusions, on cherche à la remplacer par un copolymère d'hémoglobine, une hémoglobine artificielle à 4n chaînes qui, une fois transfusée, resterait entière et donc fonctionnelle. La Northfields Labs vient justement d'obtenir de la FDA (Food and Drug Administration, équivalent du ministère de la Santé aux Etats-Unis) l'autorisation d'essayer sur des malades le copolymère d'hémoglobine mis au point par ses chercheurs.

Mais voyons plutôt, produit par produit, l'état d'avancement des travaux et la place que ces substituts sont appelés à prendre dans la "nouvelle" transfusion.

L'hémoglobine, principal composant des globules rouges, joue un rôle essentiel dans la fourniture de l'oxygène aux cellules de l'organisme. Cette protéine est sans doute, parmi tous les peptides humains, celui qui a été le plus étudié. On connaît depuis plus de vingt-cinq ans la séquence d'acides aminés qui forment sa structure primaire ; depuis dix-neuf ans, la forme spatiale (en trois dimensions) de sa molé-

Le terrain d'atterrissement du DPG. Aujourd'hui les biologistes font des recherches sur l'hémoglobine... sur ordinateur. Les données obtenues par la cristallographie aux rayons X de la molécule d'hémoglobine ont permis de connaître l'énergie et l'orientation spatiale des liaisons chimiques de ses atomes, représentés ici. Cet écran graphique, qui permet de voir toute la molécule, révèle un détail qui échappe au dessin de l'hémoglobine (voir p. 67) : le terrain d'atterrissement du 2-3 diphosphoglycérate (ou DPG) sur le sommet de l'hémoglobine (nuage bleu pâle). Cette petite molécule se loge entre certains radicaux des chaînes de l'hémoglobine, où elle joue le rôle d'un pont additionnel qui renforce la structure rigide de l'hémoglobine déoxy. L'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène est fonction de la liaison entre le 2-3 DPG et la chaîne d'hémoglobine : plus cette chaîne est rigide et moins ses micro-mouvements sont amples et moins l'oxygène peut pénétrer (l'affinité pour l'oxygène de la variété déoxy de l'hémoglobine est environ 70 fois plus faible que celle de la forme oxy.).



cule ; depuis quinze ans, les gènes qui commandent la synthèse de ses constituants. Et l'on sait aujourd'hui faire produire par des bactéries dans lesquelles on a introduit lesdits gènes humains, la totalité de la chaîne bêta (une molécule d'hémoglobine est en effet formée de deux chaînes bêta et deux chaînes alpha, chacune d'entre elles comportant un noyau central ferrugineux, l'hème, qui assure le transport de l'oxygène).

Bientôt, on saura recombiner de la même façon la chaîne alpha, et, si l'on en croit Claude Poyard, directeur de recherche à l'INSERM, on devrait pouvoir, dans un avenir relativement proche, faire fabriquer par des cellules bactériennes ou animales, voire par des souris transgéniques (souris auxquelles on a greffé des gènes humains), de l'hémoglobi-

Les apiculteurs de l'albumine

1



2



3



5



La production d'albumine est une activité industrielle pilotée en chaîne à partir d'une matière première, le sang humain : il s'en consomme 350 tonnes par année dans le monde. Le plasma frais congelé (ou PFC), extrait du sang par les centres collecteurs, est d'abord acheminé par une chaîne du froid (1) jusqu'à centre des Ulis, en région parisienne.

Progressivement réchauffé de -40°C à 0°, dans des locaux de moins en moins froids, le PFC est broyé, écrasé, rendu liquide et réchauffé automatiquement jusqu'à +1,5°C. Ce plasma liquide (il contient à ce stade une phase insoluble qui se présente comme un sorbet)

est alors centrifugé : le culot (ou cryoprecipité), au fond de la centrifugeuse, part dans la chaîne de purification du facteur VIII (antihémorragique, voir l'article), non représentée ici.

Le plasma surnageant est ensuite clarifié dans des cuves (2) : il est débarassé des particules en suspension par passage dans des filtres, sur des résines échangeuses d'ions ou sur des matières absorbantes. Ainsi les éventuelles petites bactéries et les débris cellulaires sont éliminés du liquide. C'est avec ce plasma clair qu'on va enfin "fabriquer" de l'albumine humaine (ou des immunoglobulines pour les sérum antitétaniques, antioreillons, etc.) La récolte de plasma clair abou-

tit dans ces cuves de 3 200 litres (3) où va être fractionné le précieux liquide.

La recette est différente pour chaque protéine recherchée (albumine, immunoglobuline, etc.), et consiste à faire varier la température, le Ph, la concentration en sels et en alcool. Lorsqu'une première protéine a été précipitée, dans notre cas l'albumine, le surnageant plasmatique de la cuve de droite (photo 3) passe dans la cuve du milieu, pour une deuxième précipitation, celle d'une autre protéine.

La première cuve est rincée, et le liquide de rinçage, qui contient l'albumine précipitée, s'en va dans une



4



5



7

tuyauterie... qui aboutit dans une cuve mobile.

Cette cuve (4) est amenée dans le local stérile du filtre-presse, où son contenu se déversera dans un réacteur de filtration. Ainsi l'albumine du précipité sera filtrée définitivement des autres protéines de mêmes caractéristiques physico-chimiques que le fractionnement à l'alcool de l'étape précédente n'aurait pu différencier.

Le filtre-presse contient plusieurs dizaines de cadres entourés de grilles (5) — semblables à ceux que l'on trouve dans les ruches industrielles — et contenant des terres pures absorbantes. Le réacteur est branché sur la

cuvette mobile, où l'on réalise un vide partiel, et le liquide est aspiré dans le réacteur. Là les substances filtrantes des cadres vont absorber uniquement la protéine albumine, et laisser passer le reste du plasma, qui est récupéré en sortie de réacteur. Lorsque l'opération est terminée, les manipulateurs débranchent la cuve vide, laissent entrer l'air dans le réacteur, puis l'ouvrent.

Les cadres de terre rangés les uns contre les autres sont enlevés l'un après l'autre. Avec précaution, on retire (6) la pellicule filtrante (qui ne sert qu'à maintenir la terre) recouvrant la terre dans le cadre sans enlever de terre. Puis, d'un coup sec, l'ouvrier

plaqué le cadre sur un linge ; pour y démolir le pâté de terre. C'est à l'intérieur de cet étrange gâteau (7) que s'est concentrée l'albumine.

L'ensemble est dilué dans de l'alcool au sein d'une cuve de faible capacité. Par un jeu de tuyaux, le liquide passe ensuite dans un réacteur d'ultrafiltration qui sépare définitivement la terre de l'albumine, qui peut enfin être mise en flacons. Ces flacons, après trois semaines de quarantaine à 32°C (pour laisser se développer, afin de les détecter, d'éventuelles colonies bactériennes), passent dans une mireuse : si l'on y voit des volutes suspectes, le lot tout entier est retraité pour le décontaminer.

ne humaine complète, en associant entre elles les chaînes du tétramère (voir plus loin).

Déjà on a réussi à créer en laboratoire une molécule d'hémoglobine hybride composée de deux chaînes bêta de synthèse et de deux chaînes alpha naturelles. Cette hémoglobine "bricolée" fonctionne parfaitement,吸并 relâche l'oxygène à volonté, s'adapte aux variations physico-chimiques auxquelles on la soumet ; bref, elle serait tout à fait capable de répondre aux sollicitations des systèmes qui régulent le corps humain.

Cependant, si prometteuses que soient ces expériences, elles ne doivent pas nous abuser : il reste encore bien du chemin à parcourir et bien des obstacles à franchir. Le premier de ces obstacles est celui de la quantité. Le génie génétique ne permet pas — ou du moins pas encore — la production de masse ; il ne fournit qu'au compte-gouttes. Son domaine de prédilection est donc celui des substances qui, telles les hormones, agissent à dose infinitésimale (souvent inférieure au picogramme, soit au millième de milliardième de gramme). Rien de semblable avec l'hémoglobine. Un millilitre de sang contient approximativement 5 milliards de globules rouges, et chaque globule rouge renferme environ 280 millions de molécules d'hémoglobine !

L'albumine de synthèse : trop chère !

Impossible de faire fabriquer de telles quantités par des cellules bactériennes. Il faudra pour le moins utiliser des cellules de mammifères, en culture intensive ; ou bien des animaux transgéniques, regroupés dans de vastes élevages stériles. Encore n'est-on pas assuré que ces millions de souris que l'on saignera régulièrement pour récupérer l'hémoglobine humaine, supporteront longtemps ce traitement. Perturbées dans leur métabolisme par la greffe de gènes étrangers, éprouvées par les saignées, elles ne feront sans doute pas de vieux os, ce qui nécessitera un renouvellement constant de leurs populations.

D'autres solutions existent, qui méritent d'être explorées. On pourrait, par exemple, tirer parti de la légumineuse produite par certaines plantes (les légumineuses). En greffant aux bactéries qui vivent en symbiose avec les racines de ces plantes des gènes de l'hème humain, on obtiendrait les noyaux ferrugineux propres à l'hémoglobine. Puis, ces bactéries pénétrant à l'intérieur de la plante, les noyaux en question attireraient les chaînes de globine du végétal, lesquelles s'enrouleraient autour d'eux. On aurait alors une hémoglobine hybride, mi-humaine, mi-végétale.

On parle également de la possibilité de greffer directement dans des plantes ou des levures des gènes humains de bêta-globine. Alors, à quand la luzerne ou le lupin transgéniques ?

Le second obstacle est d'ordre pratique et concerne, pourrait-on dire, le mode d'emploi. L'hémoglobine pure, même naturelle, est très difficile à injecter en perfusion, car c'est une substance visqueuse, proche du gel, et qui peut être toxique pour les veines. De plus, lorsqu'elle se dissout dans le plasma sanguin, elle se décompose : les chaînes se séparent les unes des autres et perdent leur noyau d'hème. Du coup, elle ne fixe plus l'oxygène. Elle ne demeure stable qu'à l'intérieur des globules rouges.

Comment remédier à ces inconvénients ? La solution la plus originale consisterait à recourir à la mutagénèse dirigée. Comme on connaît non seulement les gènes qui commandent la production d'hémoglobine, mais aussi la séquence complète des bases qui composent ces gènes, on pourrait remplacer une de ces bases par une autre à un endroit de la séquence qu'il reste à déterminer. Par ce type de mutation ponctuelle, on changerait la nature d'un des acides aminés constituant la protéine, ainsi que la structure spatiale de la molécule. En fin de compte, on pourrait, par essais successifs, obtenir une hémoglobine plus fluide et qui ne se désagrégérait plus dans le plasma.

A défaut d'une solution de ce genre, il faudra trouver à l'hémoglobine de synthèse un "transporteur", c'est-à-dire un support qui la véhicule dans le sang et l'empêche de se dissocier. Certains biologistes préconisent l'emploi de liposomes artificiels, minuscules sacs sphériques faits des mêmes lipides que les membranes cellulaires. Mais ces microbilles sont quelque peu capricieuses : elles s'accrochent parfois aux parois des cellules et déversent leur contenu au hasard ; ou bien elles refusent obstinément de larguer leur cargaison.

Le Pr Vigneron, du centre de transfusion de Nancy, propose pour sa part d'accrocher les molécules d'hémoglobine naturelle à des polymères biocompatibles (de type dextran, qui est un polymère de glucose). Cette association, appelée copolymère, est relativement stable et ne diminue en rien l'efficacité de l'hémoglobine en tant que convoyeur d'oxygène. Autre avantage de cette méthode : les copolymères, ayant un poids moléculaire très élevé, ne "fuient" pas à l'extérieur des vaisseaux — où ils ne joueraient plus leur rôle de transporteur sanguin d'oxygène — et ne seront pas éliminés par le rein. La seule question que l'on se pose à leur sujet concerne leur antigénicité, c'est-à-dire leur tolérance par l'organisme.

Un grand nombre d'industriels semblent s'être ralliés à l'idée du Pr Vigneron. Plus de trente firmes dans le monde travaillent actuellement à la mise au point d'un tel assemblage, et plusieurs d'entre elles seraient proches des essais cliniques.

Signalons enfin que, devant les problèmes posés par la production et l'administration de l'hémoglobine de synthèse, certains laboratoires ont exploré

une autre voie : celle des succédanés de la protéine sanguine. Il s'agit de produits chimiques qui n'ont plus rien à voir avec l'hémoglobine, mais qui, comme elle, sont capables de capter et de relâcher de l'oxygène. Ainsi, on expérimente aujourd'hui une nouvelle génération de perfluorocarbones (¹), la troisième pour être précis. Ces nouveaux composés sont plus solubles que les précédents : ils supportent des concentrations de 35 à 40 %, alors que les anciens s'agrégeaient en micelles, comme une mayonnaise ratée, au-dessus de 20 %. En revanche, ces composés ont trois défauts : ils coûtent cher, ils ne sont pas dénués de toxicité et, surtout, ils sont moins performants que l'hémoglobine. Il faudra donc, en même temps qu'eux, injecter de l'oxygène au patient. Or, au-dessus d'une certaine dose, l'oxygène dissous dans le sang est un poison pour l'homme.

Si tant de chercheurs et tant d'industriels s'intéressent à l'hémoglobine artificielle, c'est que le marché qui s'ouvre devant elle est énorme. Les Américains l'évaluent à quelque 10 milliards de dollars par an, soit 62 milliards de francs. De quoi susciter les convoitises et accélérer les recherches tous azimuts. Une firme comme Baxter-Travenol, spécialisée jusqu'ici dans le matériel médical, n'a pas voulu manquer une pareille aubaine : elle a installé en 1987, dans son centre de Glendale, en Californie, un laboratoire qui expérimente sur l'animal un copolymère d'hémoglobine mis au point par les chercheurs militaires du LARI (Letterman Army Research Institute). Tous les grands de la biotechnologie sont aussi sur les rangs. Adamantech prépare un substitut fluorocarboné pour la resuscitation cardiaque et la cancérologie. QBS travaille sur une hémoglobine injectable et vise le marché de la greffe et du transport d'organes (perfusés avec cette hémoglobine de synthèse, les organes en question continueraient d'être oxygénés et arriveraient à destination en bien meilleur état). Citons encore Synthetic Blood Co, Otisville Biopharm, Du Pont de Nemours... Inutile de chercher, aucune firme française n'est dans la course !

Principale protéine circulante, l'albumine est à la fois un transporteur (produits biologiques, médicaments...) et un régulateur, qui, en retenant l'eau et

les électrolytes, maintient le volume sanguin. En cas d'hémorragie ou de collapsus circulatoire (brusque diminution de la masse circulante), il n'est pas toujours nécessaire de transfuser du sang complet : souvent de l'albumine suffit, que l'on tire du sang des donneurs. Au total, il se consomme actuellement dans le monde plus de 350 tonnes d'albumine par an.

Là encore, on compte sur le génie génétique pour remplacer les donneurs. Depuis 1982, plusieurs firmes cherchent à produire de l'albumine humaine de synthèse. La compagnie Genex est déjà parvenue à en obtenir de petites quantités en greffant dans des bactéries un plasmide (petite molécule d'ADN, in-

À QUOI SERT UNE TRANSFUSION

Le sang se compose d'un liquide, le plasma, dans lequel sont en suspension des cellules spécialisées : les globules rouges ou érythrocytes, les globules blancs et les plaquettes. La quantité totale de sang chez un homme représente à peu près 8 % de son poids. Soit, pour un individu de 70 kg, environ 5,6 kg ou 5,6 litres (la densité du sang étant approximativement de 1,050). Le pourcentage des cellules, par rapport à la masse sanguine, constitue ce que l'on appelle l'hématocrite. Chez un sujet en bonne santé, l'hématocrite est d'environ 45 %. Ce qui donne, toujours pour un homme de 70 kg, un volume total de cellules égal à 2,5 litres et un volume de plasma de 3,1 litres.

Le plasma est un liquide extrêmement complexe, fait d'un grand nombre de substances organiques et inorganiques dissoutes dans de l'eau. Les solutés pondéralement les plus importants sont les protéines, qui représentent environ 78 % de la masse totale du plasma. Parmi ces protéines du plasma, on retrouvera surtout l'albumine et les globulines.

Tous les éléments que nous venons de citer ont un intérêt vital. Que la masse sanguine vienne à diminuer — en cas forte hémorragie, par exemple —, et c'est la pompe cardiaque qui risque de se désamorcer, et la circula-

tion de s'arrêter. Que la concentration en albumine vienne à baisser, et c'est tout l'équilibre osmotique qui est menacé : la pression hydrostatique entre l'intérieur et l'extérieur des capillaires est déséquilibrée, et les petits vaisseaux se mettent à "fuir", provoquant de graves œdèmes dans les poumons, le cerveau ou les reins. Que les globules rouges viennent à manquer, et c'est l'alimentation en oxygène de tous les tissus qui est compromise. Que les globules blancs fassent défaut, et ce sont les défenses contre les infections qui ne sont plus assurées. Qu'il y ait, enfin, pénurie de plaquettes, et le moindre saignement peut tourner à la catastrophe, faute de coagulation.



dépendante du chromosome bactérien) contenant une réplique du gène de l'albumine. Mais elle est talonnée par des concurrents redoutables qui ont nom Genentech, Genetics Institute, Biogen, Cheil Sugar, tous quatre américains, et Delta Biotechnology, filiale d'un groupe britannique de brasseries. Les Français, d'ailleurs, brillent par leur absence, mais, pour une fois, ils n'ont peut-être pas tort. Il se

(1) Polymères de tétrafluoroéthylène qui ont la propriété de fixer l'oxygène.

murmure en effet que ces recherches pourraient ne pas être menées jusqu'au bout, car l'albumine de synthèse reviendrait plus cher que le produit naturel, surtout depuis que l'on a trouvé de nouvelles méthodes pour purifier ce dernier.

Lorsque, le 22 novembre 1984, la revue *Nature* publia, sous la signature de 42 chercheurs, un ensemble de quatre articles révélant, d'une part, la séquence complète des 186 000 bases qui forment le gène responsable de la synthèse du facteur antihémorragique VIII, et décrivant, d'autre part, comment ce gène avait été cloné puis greffé dans une bactérie pour fabriquer en quantité le facteur en question⁽²⁾, le monde scientifique unanime salua l'exploit : la plus grosse protéine humaine connue était enfin décryptée et reproductible à volonté.

Les industriels de la pharmacie et les financiers ne furent pas longs à mesurer la portée de la découverte. Sitôt la nouvelle connue, le cours de l'action Genentech (la firme qui avait commandité les travaux) fit un bond appréciable à Wall Street.

Les facteurs de coagulation artificiels : une question de valeurs boursières

Il faut savoir que, jusqu'à cette date, le facteur VIII, malgré son poids moléculaire élevé, était resté à peu près aussi insaisissable qu'une hormone. Il est vrai que, agissant à dose infime, il n'est présent dans le plasma qu'à l'état de traces. En 1980, il avait fallu à Gordon Vehar 25 000 litres de sang de vache pour en isoler quelques milligrammes. Désormais, tout allait changer. Il devenait enfin possible, grâce à la description détaillée du gène normal, de déterminer et de localiser les mutations responsables de l'absence de cette protéine coagulante chez les sujets hémophiles. De quoi sûrement passionner quelques dizaines de spécialistes. Mais surtout, on allait enfin pouvoir produire du facteur VIII ultra-pur en grande quantité. De quoi réjouir les dizaines de milliers d'hémophiles des cinq continents.

Car, jusqu'alors, seuls les hémophiles des pays riches pouvaient être correctement traités. En

France, par exemple, depuis le début des années 60, les 3 500 sujets atteints de cette affection reçoivent périodiquement des injections de concentré de plasma contenant du facteur VIII. Cette thérapeutique est efficace, redonnant une espérance de vie normale à des malades qui, auparavant, mouraient avant l'âge de 20 ans (leur gène codant pour le facteur antihémorragique VIII étant absent ou défectueux, ils font des hémorragies internes ou externes qui peuvent être fatales). Mais elle nécessite une puissante infrastructure, de nombreux donneurs, un personnel et un matériel qualifiés, bref une organisation de la collecte et de la transformation du sang qu'un pays pauvre ne peut s'offrir.

En plus de son prix de revient très élevé (le coût annuel par malade se situe, en France, entre 40 000 et 70 000 francs), ce mode de traitement n'est pas exempt des risques inhérents à toute transfusion classique, à savoir la transmission du virus du sida ou de l'hépatite. C'est pourquoi, à la suite de Genentech, associée pour l'occasion à une filiale du groupe Bayer (Cutter), d'autres tandems pharmaco-industriels se sont constitués pour exploiter la nouvelle molécule créée de toutes pièces par les biologistes. Citons, entre autres, le couple américain Baxter-Genetics Institute et la "French connection" (eh oui, pour une fois il y a des Français dans la course !), à savoir le tandem Transgène-Centre national de transfusion sanguine.

Les premiers essais cliniques du facteur VIII de synthèse ont eu lieu en 1987, sur un hémophile de 18 ans et un autre de 39 ans. Ils ont été pleinement satisfaisants : la protéine artificielle s'est révélée aussi efficace que le produit naturel, stoppant les saignements en cours et prévenant les hémorragies intempestives. De plus, la molécule synthétique ne semble pas provoquer de réactions immunitaires, alors que le concentré naturel utilisé jusqu'ici entraînait parfois la formation d'anticorps dirigés contre lui et diminuant d'autant son action thérapeutique.

Toutefois il faudra encore quelques années avant que le facteur VIII de synthèse soit commercialisé, car les essais cliniques n'en sont qu'à leur début. Pour le moment, l'association Baxter-Genetics paraît avoir pris une certaine avance, puisqu'elle a déjà entamé l'expérimentation humaine, tandis que Cutter-Genentech vient à peine d'achever les essais sur l'animal, et que Transgène-CNTS travaille toujours sur le chien hémophile. Qui l'emportera ? Nous ne le saurons guère avant 1992-93, quand la commission européenne des produits de haute technologie, qui décide des autorisations de mise sur le marché (AMM), dans la communauté, des médicaments "de pointe", aura rendu son verdict.

En attendant, les hémophiles pourront se rabattre sur de nouveaux concentrés "ultra-purs" de F VIII (le "Monoclate" des laboratoires Meloy-Armour, l'"Hemophil" des laboratoires Baxter-Trave-

(2) L'incorporation d'un gène humain dans le génome d'une bactérie permet d'obtenir des quantités appréciables du produit (ici le facteur VIII) que ce gène permet normalement de fabriquer dans l'organisme. On a recours à ce procédé pour pallier la carence du produit en question chez un patient, carence due à un défaut du gène concerné ou à son absence chez un patient. Dans son principe, le procédé peut être résumé ainsi : d'abord on repère dans un génome humain sain le gène en question ; ensuite on le greffe dans le génome d'une bactérie pour que celle-ci se mette à produire du facteur VIII que l'on pourra ensuite injecter au patient souffrant de la carence. Pour permettre le repérage de ce gène dans le génome humain — première partie du procédé —, il a fallu d'abord le cloner, c'est-à-dire le multiplier à de nombreux exemplaires. Pour ce faire, on découpe l'ensemble des chromosomes d'un individu sain en fragments que l'on répartit dans autant de boîtes de Petri où on les incorpore dans le génome de bactéries, qu'on laisse se multiplier. Dans chaque boîte, on introduit des sondes moléculaires, copies-miroir du gène recherché. Celles-ci s'y accrochent, permettant ainsi de repérer, puis d'isoler, le gène recherché.

nol ou le "Facteur VIII de très haute pureté" du Centre national de transfusion sanguine), obtenus par immunopurification.

La méthode est la suivante : on mélange à du plasma prélevé sur des donneurs de petites billes de gel sur lesquelles on a accroché des anticorps spécifiques du facteur VIII. Par réaction immunitaire naturelle, ces anticorps vont, pour ainsi dire, "à la pêche" des molécules de F VIII présentes dans le plasma et les retiennent en se combinant à elles. Il ne reste plus ensuite qu'à faire passer le plasma dans une colonne de chromatographie : les différents composants y migrant à des vitesses distinctes,

il est relativement aisé d'isoler les billes et leur chargement, et surtout de les débarrasser de toute substance contaminante. Séparé des anticorps, le facteur VIII est alors lyophilisé et chauffé à 60°C, pour inactiver d'éventuels virus qui auraient échappé à la précédente opération. Au bout du compte, c'est près de 50 % de la quantité présente dans le plasma qui est récupérée de cette façon, ce qui est considérable.

Ce concentré "ultra-pur" a été testé en France sur sept malades, avec d'excellents résultats. Sous un très faible volume, il a une activité coagulante remarquable, et, fait curieux, son administration sem-

LA CHARITE BIEN ORDONNEE SUR LA TABLE D'OPERATION

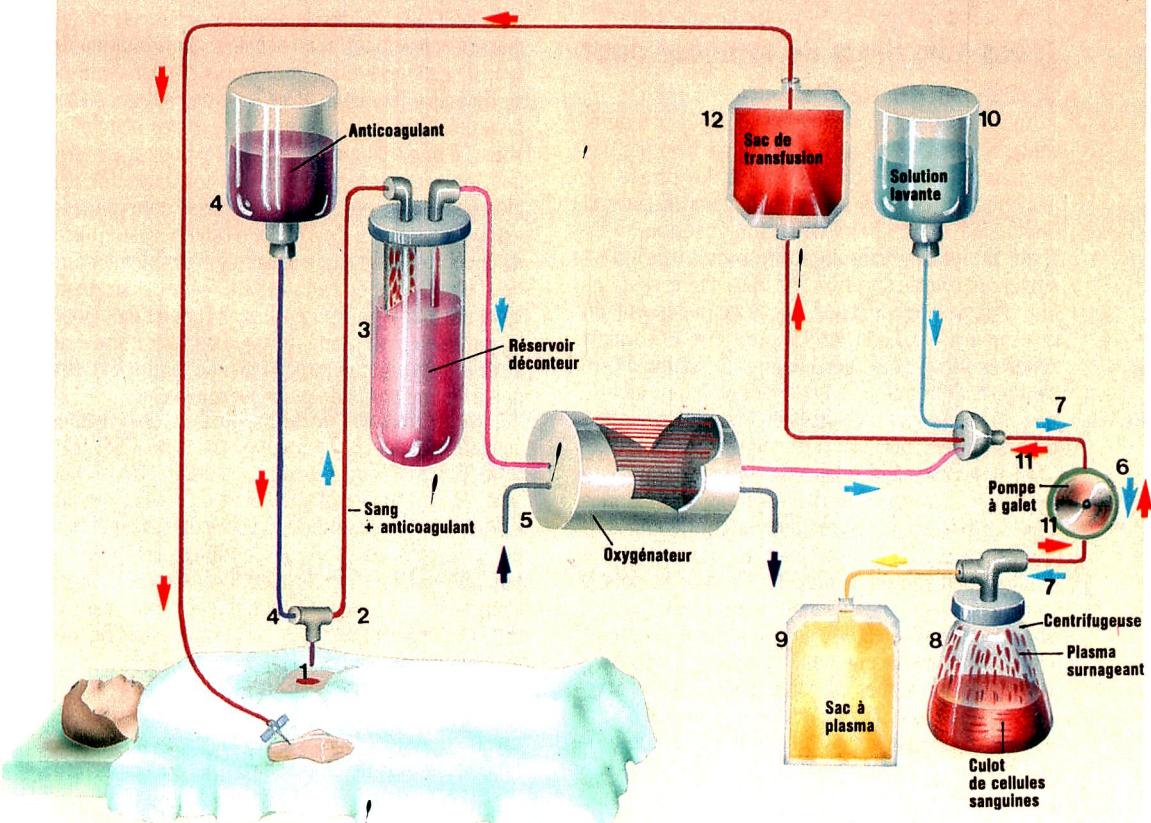
Pour éviter de transfuser le patient lors d'une intervention chirurgicale sanguine, une firme a imaginé le système de récupération suivant. Tout d'abord, le sang perdu dans le champ opératoire (1) est aspiré dans un tuyau (2) qui débouche dans un grand réservoir décanteur (3). Le sang est mêlé à un anticoagulant, pompé en amont du tuyau de l'aspirateur par un circuit distributeur (4).

Du réservoir, le sang passe dans un oxygénateur (5) qui sature en oxygène

l'hémoglobine des globules rouges. De là, il repart dans un tuyau sous l'impulsion d'une pompe à galet (6). Tournant dans un sens (7), celle-ci éjecte le sang dans une centrifugeuse (8) qui va séparer les cellules sanguines du plasma. Après centrifugation, le plasma surnageant est pompé vers un sac de délestage (9). Ensuite un liquide de lavage (10) — qui peut être du sérum physiologique — est envoyé dans le circuit, vers la centrifugeuse,

où il dilue le culot (partie plus lourde contenant les cellules du sang et se déposant dans le bas de l'appareil).

Enfin, la pompe est démarrée en sens inverse (11), et le liquide cellulaire est envoyé dans un sac de transfusion (12). Quand l'équipe médico-chirurgicale le juge utile, elle dispose ainsi d'une réserve immédiate et gratuite du propre sang du patient. On évite ainsi le coût et les risques d'une transfusion classique.



ble avoir amélioré les réactions immunitaires de certains des patients.

Quant au facteur de coagulation IX, dont le manque est responsable de l'hémophilie B (15 % de toutes les hémophilies), il a lui aussi attiré l'attention des biogénéticiens. En 1984, l'European Molecular Biology Organisation, en même temps que la firme française Transgène, en a cloné (reproduit par multiplication) le gène humain. En 1985, des chercheurs du Churchill Hospital, en Grande-Bretagne, ont tiré une copie en ADNc (ADN complémentaire) du gène en question, l'ont introduite dans un plasmide et ont greffé le tout dans une cellule tumorale à multiplication rapide (prélevée sur un rat atteint d'un cancer du foie). Ils ont obtenu ainsi quelques bribes de facteur IX humain. Les Américains, eux, ont réussi à produire des quantités plus importantes en faisant fabriquer la protéine par une culture de cellules provenant de reins de bébés hamsters.

Cependant, malgré ces résultats encourageants, les industriels n'ont pas suivi avec le même empressement que pour le facteur VIII. L'explication ? Elle nous est fournie par ce propos sans ambages de M. De Carita, de Baxter-France : « Il n'y a aucune pénurie de facteur IX en Europe, il y a même des surplus. » Autrement dit, il n'y a pas de marché ; les industriels ne sont donc pas intéressés. Une déclaration qui jettera sans doute un froid dans l'état-major de Transgène, qui envisageait des accords avec Métrieux pour développer cette molécule de synthèse.

Des stimulants de synthèse pour moelle en panne

Aux Etats-Unis, la situation est quelque peu différente. A la suite du procès intenté en 1986 par des communautés d'hémophiles contre des firmes qui avaient mis sur le marché un facteur IX naturel contaminé, la Food and Drug Administration a interdit la commercialisation du produit. Il s'en est suivi une pénurie sévère, et nombre d'interventions chirurgicales prévues sur des hémophiles ont dû être ajournées. Tous les espoirs sont désormais reportés sur le génie génétique et le facteur IX de synthèse. Pour une fois, le moteur de la production ne sera pas l'appât du gain, mais le souci de la santé publique. Cela méritait d'être signalé !

Bien des transfusions ne sont prescrites que pour suppléer un organisme défaillant, qui ne fabrique plus suffisamment de globules rouges (anémies de toutes sortes), de globules blancs ou de plaquettes (malades en aplasie médullaire, c'est-à-dire dont la moelle osseuse est en panne, soit accidentellement, soit à la suite d'une greffe ou d'une chimiothérapie). On pourrait éviter une bonne partie des injections de cellules sanguines de complément si l'on parvenait à en stimuler la production naturelle.

Toutes les cellules sanguines ont une durée de vie limitée (120 jours pour les globules rouges, 8

jours pour les plaquettes, etc.). Elles doivent donc être constamment renouvelées, mission qui incombe à la moelle rouge des os, véritable usine à façonner les cellules du sang. Il y a en permanence dans cette moelle, chez un sujet adulte, 100 fois plus de cellules en attente que d'être humaines sur la Terre !

Le processus de formation des cellules sanguines à l'intérieur de la moelle est extrêmement complexe et n'a pas encore été entièrement élucidé. Disons, pour simplifier, que des cellules "souches", indifférenciées, les CFU-S (*Colony Forming Unit-Stem*), vont, par divisions successives, donner naissance à des générations intermédiaires de plus en plus spécialisées, qui donneront finalement les précurseurs directs des cellules du sang : les CFUe pour les erythrocytes ou globules rouges, les CFUm pour les macrophages ; les CFUeo pour les polynucléaires éosinophiles ; les CFUg pour les polynucléaires neutrophiles ; les CFUbaso pour les basophiles ; les CFUmasto pour les mastocytes et les CFUmeg pour les plaquettes (*voir dessin p. 68*).

Cette différenciation progressive des cellules souches est due en premier lieu à un mécanisme génétique : certains gènes s'expriment chez les unes et restent silencieux chez les autres. Mais elle est également stimulée par des médiateurs chimiques comparables à des hormones. L'un des modes d'expression des gènes est en effet de créer à la surface des cellules des récepteurs spécifiques à telle ou telle molécule. En cas de besoin, un message chimique approprié peut donc accélérer la formation du type de cellules requis. Pour que l'organisme puisse se défendre lui-même et se tirer des situations les plus délicates, il faut que ces messages chimiques soient d'une très grande efficacité. Songez en effet que, lors d'une infection grave, la concentration des globules blancs dans le plasma passe couramment, en quelques jours, de 5 000 à 50 000 par microlitre, ce qui correspond à une production supplémentaire de 200 milliards de cellules ! De même, pour qu'un sujet anémique qui n'a que 8 grammes d'hémoglobine par décilitre de sang retrouve un taux normal de 12 grammes par décilitre, il faut que sa moelle fabrique 9 000 milliards de globules rouges !

Ces "stimulants" de la production des cellules sanguines, appelés hématopoïétines ou CSF (*Colony Stimulating Factors*), et dont l'existence avait été présumée dès le début du siècle, ont fait l'objet d'études poussées au cours de ces vingt dernières années. On en a déjà identifié trois : l'erythropoïétine, qui aide à la formation des futurs globules rouges ; le macrophage-CSF qui favorise la maturation des macrophages, et le granulocyte-CSF qui active celle des polynucléaires neutrophiles.

Mises en culture avec un seul de ces facteurs spécifiques, les colonies de cellules immatures de la moelle ne tardent pas à se changer en population homogène, soit de globules rouges, soit de macro-

phages, soit de neutrophiles. A l'inverse, un "stimulant" comme l'interleukine 3 n'est pas spécifique, mais polyvalent, puisque, utilisé dans les mêmes conditions, il fait éclore des populations composites, comprenant des globules rouges, des macrophages, des basophiles, des mastocytes, etc.

En fait, seule l'érythropoïétine peut être considérée comme une véritable hormone, c'est-à-dire une substance chimique régulatrice dont la sécrétion est elle-même régulée. C'est une glycoprotéine produite par des cellules rénales et circulant dans le sang à la concentration de 0,2 unité internationale par millilitre. Elle accélère la transformation des proérythroblastes en érythroblastes, puis en globules rouges matures.

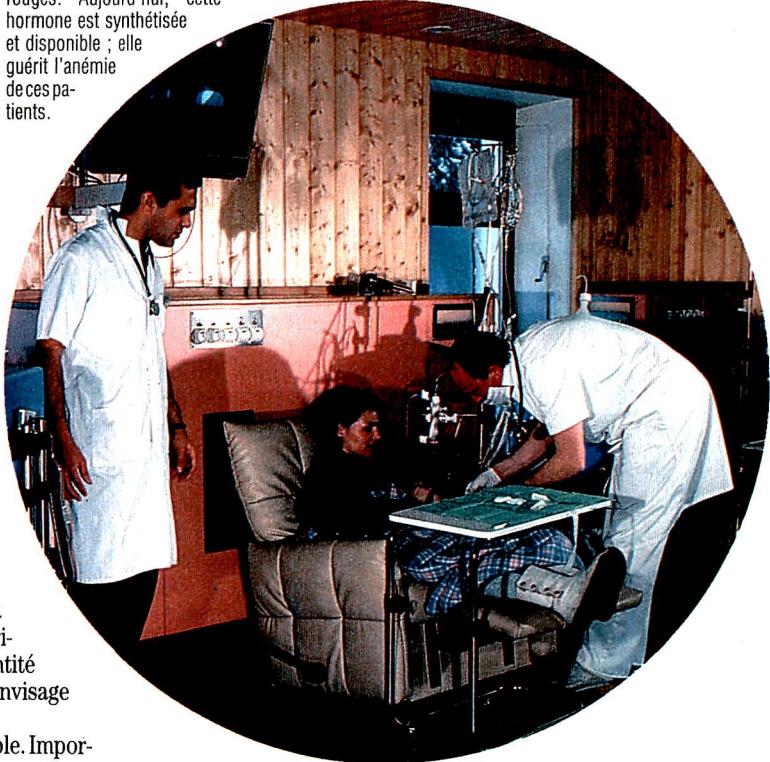
En 1985, les chercheurs de Genetics Institute ont réussi à isoler et à multiplier le gène commandant la fabrication de l'érythropoïétine. Après avoir déterminé la séquence d'acides aminés qui constituent la protéine, ils ont traduit ces acides aminés en langage génétique, c'est-à-dire en codons de trois bases. En mettant ces codons bout à bout, ils ont confectionné une sonde, avec laquelle ils sont allés "à la pêche" du gène de l'érythropoïétine (ils ont mis la sonde en contact avec des fragments d'ADN humain : là où elle s'est fixée, là était le gène).

Ce gène, ils l'ont alors introduit dans une cellule de mammifère. Par chance, la greffe a pris : la cellule manipulée a fabriqué de l'érythropoïétine humaine en quantité suffisamment importante pour que l'on envisage d'industrialiser le procédé.

Aujourd'hui, cette hormone est disponible. Importée d'Amérique, elle est autorisée à la vente en France depuis août 88. Elle a révolutionné le traitement de l'anémie "urémique", une affection qui frappe un certain nombre d'insuffisants rénaux, dont les reins ne sont plus capables de fabriquer de l'érythropoïétine, qui stimule la fabrication des globules rouges dans la moelle osseuse (les estimations varient selon les auteurs, mais l'on peut dire qu'entre 10 et 25 % des dialysés chroniques souffrent d'anémie urémique). Jusqu'ici, ces malades devaient recevoir régulièrement des injections de globules rouges. A présent, l'administration d'érythropoïétine de synthèse a remplacé les transfusions (voir plus haut les risques inhérents à des transfusions répétées). A la satisfaction générale, puisque le médicament permet de rétablir des concentrations d'hémoglobine égales ou presque à la normale.

Le succès de ce nouveau traitement est tel, qu'il a pris de court les autorités de tutelle et déclenché une polémique aussi déplaisante qu'instructive. Au ministère de la Santé, en effet, on s'est soudain aperçu que chaque malade soigné à l'érythropoïétine de synthèse coûtait environ 50 000 francs par an à la Sécurité sociale. Multipliant ce chiffre par le nombre des utilisateurs potentiels (estimé à 18 000, ce qui est nettement exagéré, car s'il y a bien 18 000

Les malades dialysés devaient auparavant être transfusés, car leur rein ne fabrique plus d'érythropoïétine nécessaire à la production de globules rouges. Aujourd'hui, cette hormone est synthétisée et disponible ; elle guérit l'anémie de ces patients.



dialysés

en France, seul un quart d'entre eux, au maximum, souffrent d'anémie urémique), un fonctionnaire zélé a calculé que la dépense totale annuelle risquait d'avoiser les 900 millions de francs.

Avec une logique pour le moins étrange, ces mêmes autorités qui, quelques mois plus tôt, avaient autorisé la commercialisation du produit, décidèrent d'établir immédiatement des quotas régionaux : seuls 10 % des malades d'une même région pourraient désormais bénéficier du médicament. Ce contingentement brutal provoqua un tollé chez les médecins, qui refusèrent d'effectuer un tri parmi leurs patients et jugèrent que l'on portait gravement atteinte à leur liberté de prescription. Devant ces réactions indignées (et parfaitement

SIDA : NI L'APOCALYPSE, NI LE SOULAGEMENT

Les récentes déclarations du Pr Escande assurant que l'épidémie de sida est jugulée ne font sans doute pas le printemps. Il reste à trouver des médicaments et un vaccin, car il y a et il y aura encore des morts, surtout en Afrique. Mais enfin, les épouvantails de la destruction totale de l'humanité sont à reléguer cette fois-ci au placard. Voici un bilan très précis de l'épidémie.

Le Center for Disease Control (CDC) d'Atlanta est un centre d'études épidémiologiques chargé de surveiller la fréquence des maladies dans la population nord-américaine, c'est-à-dire leur nombre total de cas à un instant donné (prévalence) et leur nombre de nouveaux cas par an (incidence). C'est à cet organisme que l'on doit la détection de la nouvelle épidémie de sida, en 1981. A cette date, en effet, les épidémiologistes du CDC constatèrent l'augmentation notable de la fréquence de deux maladies graves, normalement très rares : la pneumocystose, pneumonie due au protozoaire *Pneumocystis carinii* (5 cas diagnostiqués en 8 mois, contre 2 cas pour les huit années précédentes), et le sarcome de Kaposi, tumeur maligne de la peau et des viscères (26 cas déclarés en 30 mois). Malgré leurs caractères bien distincts, ces deux maladies présentaient une caractéristique commune : celle de s'attaquer habituellement aux personnes souffrant d'altérations du système immunitaire induites par certains traitements médicamenteux.

Pourtant, aucun des sujets nouvellement atteints par ces deux maladies n'avait suivi de traitement immunodépresseur. Une première analyse montra que les caractéristiques partagées par tous ces nouveaux malades étaient le sexe (masculin), l'âge (entre 30 et 40 ans), l'homosexualité et la ville de résidence (San Francisco).

Dans les mois qui suivirent, le CDC enregistra l'augmentation de plusieurs autres maladies touchant aussi des organes du système immunitaire :

lymphoadénopathie chronique et lymphome dit non hodgkinien, ainsi que d'autres infections dites opportunistes car, comme la pneumocystose, elles ne touchent que les personnes dont les défenses immunologiques sont affaiblies. On se trouvait donc en présence d'une nouvelle maladie, caractérisée par une dépression du système immunitaire, frappant alors exclusivement de jeunes hommes homosexuels. Elle fut nommée "syndrome d'immunodéficience acquise", ou sida, en 1982.

Deux enquêtes épidémiologiques rétrospectives furent entreprises en 1981 et 1982. La première mit en lumière la multiplicité des partenaires et la fréquence élevée des rapports sexuels chez les sujets atteints. La seconde montra qu'une fraction importante (20 %) des patients avaient eu des relations sexuelles avec d'autres futurs malades du sida (déclarés en 1981 ou 1982) au cours des cinq années précédant la déclaration de leur maladie. Ces deux enquêtes permettaient de tracer les grandes lignes de l'épidémiologie du sida, et notamment :

- son mode de transmission sexuel ;
- sa nature infectieuse, puisque le syndrome ne survient que de plusieurs mois à plusieurs années après le contact sexuel (l'effet de toxine serait immédiat) ;
- sa période d'incubation, 5 à 8 ans ;
- sa contagiosité pendant la période d'incubation,

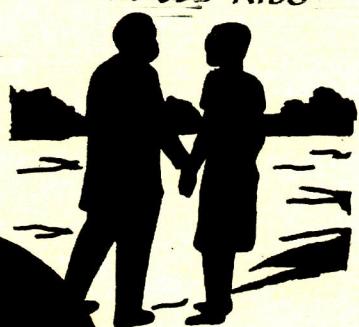


**LE SIDA,
IL NE
PASSERA
PAS
PAR MOI.**



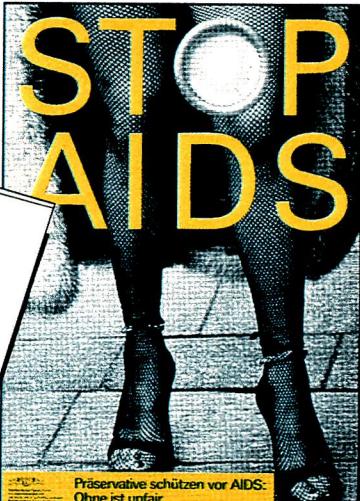
**WEGENDEREZE
EMIKWANO**

Buli Omu
Byateekwa Okumanya
Ku Buhwadde Bwa
SLIM oba AIDS



Sino Biyige
Ame Ate Okuumee
Bo Boyagala

Health Education Division
Ministry of Health
Republic of Uganda
P.O. Box 8, Entebbe



Dans le monde entier, sont
mis sur pied des
programmes de prévention du sida.

OÙ EN EST L'EUROPE ?

AGE	SEXÉ				TOTAL	
	MASCULIN		FÉMININ		Nombre	%
	Nb.	%	Nb.	%		
0 - 11 mois	90	0,5	90	3,9	180	0,9
1 - 4 ans	108	0,6	79	3,4	187	1,0
5 - 9 ans	44	0,3	11	0,5	55	0,3
10 - 12 ans	27	0,2	4	0,2	31	0,2
Inconnu	2	0,0	0	0,0	2	0,0
TOTAL ENFANTS	271	1,6	184	7,9	455	2,4
13 - 14 ans	25	0,1	2	0,1	27	0,1
15 - 19 ans	145	0,9	34	1,5	179	0,9
20 - 29 ans	4 746	28,4	1 167	50,3	5 913	31,0
30 - 39 ans	6 207	37,1	530	22,9	6 737	35,3
40 - 49 ans	3 472	20,7	149	6,4	3 621	19,0
50 - 59 ans	1 306	7,8	118	5,1	1 424	7,5
> 60 ans	506	3,0	129	5,6	635	3,3
Inconnu	62	0,4	5	0,2	67	0,4
TOTAL ADOLESCENTS ET ADULTES	16 469	98,4	2 134	92,1	18 603	97,6
TOTAL GÉNÉRAL	Nombre	16 740	2 318	19 058		
	Pourcentage	87,8 %	12,2 %	100,0 %		

Pendant l'année 1988, le nombre de malades atteints du sida, recensés par l'OMS, a augmenté de 87 %, en Europe (Est et Ouest), pour atteindre 19 058. La catégorie la plus touchée est toujours celle des hommes âgés de 20 à 49 ans.

c'est-à-dire avant l'apparition des premiers symptômes.

Bien vite, il apparut que les rapports homosexuels ne constituaient pas l'unique mode de transmission de la maladie. En effet, dès 1982, des cas en furent diagnostiqués chez des hétérosexuels, hommes et femmes, qui avaient tous reçu une ou plusieurs injections de sang ou d'extraits sanguins au cours des cinq années précédentes : hémophiles, transfusés, mais aussi héroïnomanes partageant leurs seringues. La contamination par voie sanguine était ainsi mise en évidence. Les premiers cas de sida infantile furent diagnostiqués chez des enfants dont les parents appartenaient à l'un de ces groupes à risque, laissant suspecter la contamination *in utero* ou par voie de lactation.

Enfin, des cas de plus en plus nombreux furent décrits, fin 1982, à Haïti et en Afrique centrale ; ils ne s'inscrivaient, pour la plupart, dans aucun des groupes à risque énumérés ci-dessus. En Afrique surtout, où la fréquence de l'homosexualité et de la toxicomanie sont très faibles, la maladie touchait indifféremment hommes, femmes et enfants.

Deux ans après la détection de l'épidémie par le CDC, l'agent du sida a été isolé et identifié par l'équipe de Luc Montagnier à l'Institut Pasteur, et un an plus tard par celle de Robert Gallo au National Cancer Institute (USA). C'est un rétrovirus, ainsi dénommé pour sa capacité à inverser le sens quasi-universel de la transcription des chaînes de nucléotides qui constituent les gènes (de l'ARN vers l'ADN) au moyen d'une enzyme, la transcriptase inverse. Il fut baptisé "virus de l'immunodéficience humaine"

ou VIH (HIV en anglais), en 1984.

Fait considérable pour l'épidémiologie, l'identification du virus a permis la mise au point rapide de divers tests permettant le dépistage de l'infection (voir *Science & Vie*, mars 87). En effet, la pénétration du VIH (comme de tout autre microbe) dans l'organisme déclenche un ensemble de réactions immunologiques comprenant la synthèse d'anticorps spécifiques qui sont faciles à identifier. Ainsi, la contamination par le VIH peut être mise en évidence au cours de la période d'incubation, c'est-à-dire en l'absence de tout symptôme pathologique, grâce à la présence d'anticorps anti-VIH : c'est la base du test de séropositivité. Il faut noter toutefois que l'efficacité de ce test n'est pas immédiate : une période de latence (dite temps de séroconversion) comprise entre 15 jours et 2 mois après la contamination, est nécessaire avant que la présence des anticorps

puisse être détectée dans le sang du séropositif.

On sait aussi, désormais, que les modes de transmission du sida sont très limités : le sperme, le sang et de la mère à son nouveau-né. La probabilité de transmission du virus par voie sexuelle est de l'ordre de 10 à 20 % pour les couples n'utilisant pas de préservatifs. La muqueuse anale étant plus fragile que la muqueuse vaginale, les rapports sexuels anaux présentent un risque plus élevé.

De même, les maladies causant des lésions génitales, telle la syphilis, constituent un facteur facilitant la transmission.

La transmission du VIH est directe et infaillible lors des transfusions de sang ou de produits sanguins contaminés. Cependant, depuis la mise en place des tests de dépistage systématique sur les donneurs de sang, le risque d'infection par transfusion est pratiquement nul dans les pays occidentaux. Les toxicomanes partageant leurs seringues courent, eux, bien plus d'un risque sur deux de se transmettre l'infection. La contamination par vecteur interposé, moustique ou "insecte piqueur" est à éliminer : elle n'a jamais été observée.

L'enfant de mère séropositive est contaminé un peu moins d'une fois sur deux. On ignore encore si la transmission se fait *in utero* par voie sanguine, lors de l'accouchement, ou plus tard au cours de la lactation. En effet, qu'ils soient ou non porteurs du virus, tous les bébés de femmes séropositives sont eux-mêmes séropositifs au cours des premiers mois de leur vie. Ils portent en effet les anticorps de leurs mères, ces derniers traversent la barrière foeto-pla-

centaire, et passent sans obstacle de la circulation sanguine maternelle à celle du fœtus.

Les statistiques effectuées sur l'entourage proche (frères, sœurs, parents, amis) des séropositifs ou victimes du sida ont permis d'écartier d'autres modes éventuels de transmission tels que la salive, les contacts corporels, etc. : le fait de partager quotidiennement les mêmes ustensiles (verres, assiettes, brosses à dents...) pendant des mois ou des années n'a causé la contamination d'un proche dans aucune des familles étudiées. A ce sujet, une certaine confusion est née du fait que des techniques très sensibles ont pu détecter le virus dans les larmes, la salive ou la sueur. Cependant les quantités infimes présentes ne peuvent en aucun cas transmettre l'infection.

Des études récentes tendent à montrer que la période contagieuse, c'est-à-dire la période pendant laquelle une personne contaminée peut transmettre l'infection à ses proches par voie sexuelle notamment, ne couvre pas toute la durée d'incubation du virus (estimée en moyenne de 6 à 8 ans, voire plus loin). Cette période serait limitée aux deux premières années suivant la date de contamination et aux deux années précédant l'apparition du sida. Entre ces deux périodes, les personnes infectées seraient donc nettement moins contagieuses.

La mortalité due au VIH appelle des distinctions plus fines. Tout d'abord, un second virus, structurellement proche du virus américain et centre-africain décrit plus haut, a été découvert en Afrique occidentale en 1985. Il a été baptisé VIH2, tandis que le premier était rebaptisé VIH1.

Ce second virus, fort répandu dans la population d'Afrique occidentale, serait moins pathogène que le VIH1. Mais ce point est extrêmement contesté.

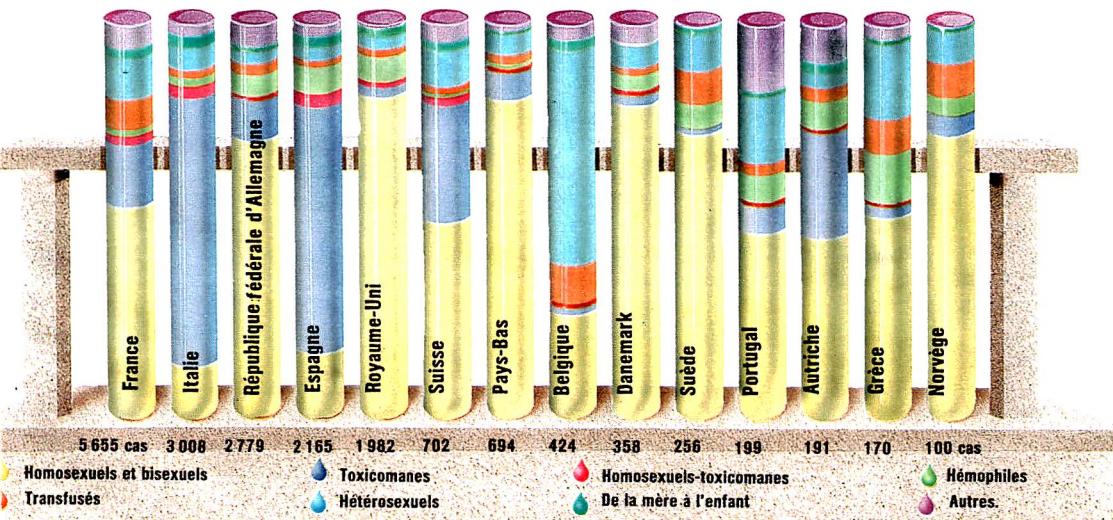
La virulence du VIH1 est mieux connue, mais les statistiques restent grossières, car elles reposent sur l'estimation d'un paramètre très difficile à établir : la date de contamination. Ainsi on peut prédirer que 30 à 75 % des sujets séropositifs seront atteints du sida dans les six ans qui suivent leur contamination par le VIH1. Les premiers cas datant de 1981, il faudra attendre encore quelques années avant d'avoir le recul nécessaire pour déterminer le taux d'apparition de la maladie chez des sujets séropositifs depuis 10 ans : il est probable qu'il sera supérieur à 60 %. La durée d'incubation dépend aussi de l'âge des sujets. Chez les adultes, elle est comprise entre 2 et 15 ans, avec une moyenne estimée à 8 ans. Cette valeur moyenne n'est que de 2 ans environ chez les bébés.

Quant à la mortalité due au syndrome lui-même, on sait d'ores et déjà qu'elle est proche de 100 %, dans l'état actuel des connaissances sur le traitement curatif. Aux Etats-Unis, plus de 90 % des personnes atteintes avant 1984 sont décédées quelques mois à cinq ans après l'apparition des premiers symptômes. La mortalité va certainement régresser dans les années qui viennent grâce aux nouveaux traitements médicaux, mais on ignore dans quelles proportions.

Entre 1982 et 1985, l'épidémie a suivi une progression exponentielle avec une période de doublement de 6 mois : actuellement elle s'est ralentie et le nombre de nouveaux cas double en 10 mois envi-

HOMOSEXUELS AU NORD, TOXICOMANES AU SUD

En Europe de l'Ouest, le sida touche surtout les homosexuels et les toxicomanes. Mais dans des proportions différentes selon les régions. Ainsi, dans les pays méditerranéens, ce sont plutôt les toxicomanes qui sont atteints, et dans le nord de l'Europe, les homosexuels. En Belgique, le grand nombre de malades chez les hétérosexuels peut s'expliquer par les cas recensés chez les Africains venus du Zaïre. Enfin, la France détient un triste record, celui d'être le premier pays d'Europe pour la propagation de la maladie.



ron. Ce net ralentissement est dû à la prise de conscience de la population et aux premiers résultats de la prévention (voir plus loin), mais l'effet d'un accroissement éventuel de la durée moyenne d'incubation du VIH est difficile à évaluer.

L'effectif total des personnes séropositives dans le monde est actuellement estimé à 5 ou 6 millions. Cette valeur est très imprécise, car le calcul de la séroprévalence (effectif des séropositifs) s'appuie sur des extrapolations plus ou moins fiables effectuées à partir des taux de séropositivité observés chez les donneurs de sang. Il faut cependant comprendre que, du fait de leur bonne santé apparente, il est fort difficile d'estimer le nombre des personnes séropositives.

Ces 5 à 6 millions sont, en gros, répartis de la façon suivante : environ 2,5 en Afrique, 2 dans les Amériques (dont les deux tiers aux Etats-Unis), plus de 600 000 en Europe occidentale (dont 250 000 en France) et moins de 100 000 en Océanie. L'Europe orientale, l'Afrique du Nord, l'URSS et l'Asie, encore peu touchées par le virus (VIH1), se partagent quelque 100 000 cas de séropositivité.

Les cas officiellement déclarés sont bien moins nombreux : environ 150 000 pour la population mondiale, depuis le début de la pandémie. Ce chiffre constitue une sous-estimation, du fait des difficultés de recensement des cas dans les régions peu médicalisées. En France, au 1^{er} janvier 1989, il se montait à 5 500 cas adultes (avec 6,8 hommes pour 1 femme), et à 156 cas infantiles (1,8 garçon pour 1 fille). Il existe dans le monde deux types bien distincts de répartition sociale de la maladie.

Le premier type concerne les pays industrialisés : Europe, Amérique, URSS, Océanie. Le taux de séropositivité (ou de maladie déclarée) y est incomparablement plus élevé dans certains groupes que dans le reste de la population. Cela permet de définir ce qu'on appelle donc des groupes à risque. Les deux principaux groupes sont donc les homosexuels masculins et les toxicomanes (89 % des adultes atteints aux Etats-Unis en 1988). Viennent ensuite les hémophiles et les "transfusés" (4 % des adultes, 19 % des enfants dans cette enquête). La fraction restante (7 %) est constituée d'hommes et de femmes hétérosexuels non toxicomanes (pour 4 %) et de personnes dont les "mœurs" sont inconnues (3 %). Ainsi, environ 95 % des cas de sida dans les pays industrialisés sont concentrés au sein de quelques groupes à risque bien définis et minoritaires au sein de la population. En Afrique centrale et occidentale, la répartition est très différente. En dépit de la rareté de l'homosexualité et de la toxicomanie, la prévalence de la maladie est toutefois très élevée : plus de 10 % de la population est contaminée par l'un des deux virus (VIH1 ou VIH2) dans plusieurs pays d'Afrique centrale ou occidentale, contre

0,5 % environ dans la population générale aux Etats-Unis ou en Europe occidentale.

En Afrique, la contamination se fait chez les adultes presque exclusivement par voie hétérosexuelle. Le seul facteur de risque est la multiplicité des partenaires sexuels, aggravée par la fréquence notable des maladies sexuellement transmissibles (ulcérations génitales). En toute logique, les personnes les plus fréquemment contaminées sont les prostituées.

Pourquoi une fréquence si élevée dans la population africaine ? Il semble que l'important exode de la campagne vers la ville, que l'on observe depuis quelques décennies, ait induit un accroissement du nombre moyen de partenaires sexuels par habitant. Il est aussi possible que la multiplicité des partenaires sexuels y soit plus élevée que dans les autres pays du globe. Par ailleurs, la prévalence des autres maladies vénériennes, moins bien soignées que dans les pays riches, facteur aggravant comme on l'a vu, y est assez élevée. Enfin, l'apparition du virus (VIH1) en Afrique semble précéder son introduction aux USA et dans les autres pays industrialisés. L'épidémie y serait donc plus étendue tout simplement parce qu'elle y serait plus ancienne. En effet, l'examen de sérum congélés a permis de détecter le VIH1, en Afrique centrale, dans des flacons datés de 1959 alors que les plus anciens sérum américains contenant ce virus datent de la fin des années 1970. La pandémie africaine aurait donc une vingtaine d'années d'avance.

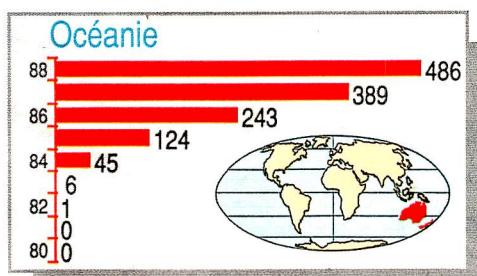
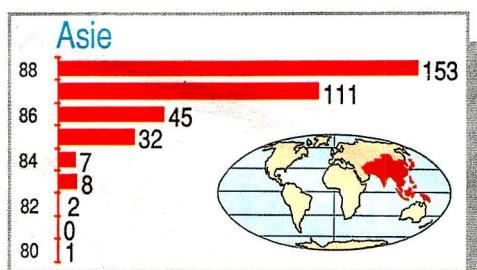
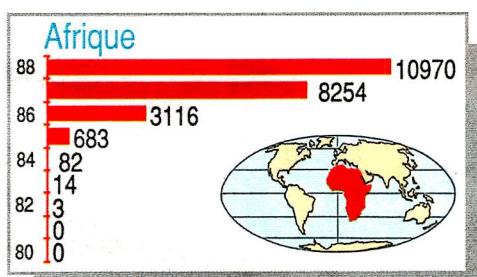
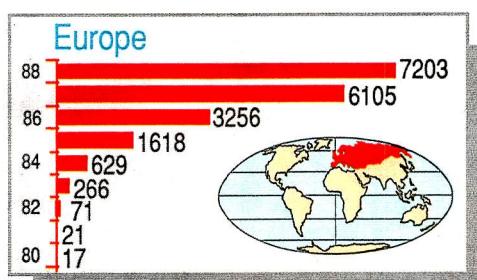
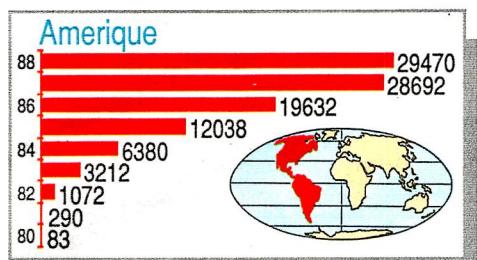
Peut-on prévoir la progression de la pandémie mondiale ? A court terme déjà, les prévisions sont très vagues, bien que le nombre de nouveaux cas dans les prochaines années ne dépende que du nombre actuel de séropositifs. Sachant que 30 à 75 % des personnes séropositives sont effectivement malades six ans après leur contamination, et sachant aussi que l'effectif mondial actuel de séropositifs serait de 5 à 6 millions, au moins 2 à 4 millions de nouveaux cas devraient apparaître au cours des six années à venir.

Mais, à plus long terme, la progression de l'épidémie dépend des succès de la recherche sur le traitement et (surtout) de l'efficacité de la prévention. Trois types de prévention peuvent être distingués, qui sont la vaccination, la suppression du risque de transmission par voie médicale (transfusions) et l'"éducation" de la population. Les recherches sur la vaccination sont nombreuses, et l'on espère qu'elles aboutiront d'ici quelques années.

Les transfusions médicales de sang ou d'extraits sanguins infectés, notamment aux hémophiles, aux opérés ou aux accidentés et aux nouveau-nés, ont causé la contamination de plusieurs millions de personnes dans le monde au début des années 80. Au moins pour les pays industrialisés, cette voie de transmission a été radicalement interrompue, comme nous l'avons dit plus haut, depuis la mise en place des tests obligatoires chez les donneurs de sang en 1985.

COMMENT S'EST PROPAGÉE LA PANDEMIE ?

Quelle que soit la région du monde, le nombre de nouveaux cas de sida, recensés chaque année, croît exponentiellement — ce qui est toutefois "normal" pour une épidémie. Mais le nombre peu élevé de malades en Asie tient à une introduction beaucoup plus tardive de la maladie dans cette région du monde.



Malheureusement, le test actuel de dépistage précoce est trop cher pour les hôpitaux d'Afrique et d'Amérique du Sud. Il faut donc attendre la découverte d'un test moins coûteux pour que la transmission du sida par transfusion disparaîsse également dans les pays pauvres.

Quant à l'influence de l'information de la population sur la progression de l'épidémie, elle est complexe et difficile à prévoir. En Occident, les deux principales recommandations transmises par les médias pour freiner la diffusion du VIH sont l'utilisation de préservatifs lors des rapports sexuels non strictement monogames et l'utilisation de seringues stériles (ou plutôt prohibition du partage des seringues) pour les toxicomanes.

Il semble que la première recommandation soit davantage suivie que la deuxième. Si le comportement des homosexuels (et des hétérosexuels) dans les villes peu touchées par le virus est encore très mal connu, on a pu observer une large mobilisation des homosexuels dans les villes les plus touchées des Etats-Unis (comme New York et San Francisco). Cette réaction a beaucoup freiné l'épidémie dans ces villes.

On ne dispose encore que de peu de données sur les changements éventuels des habitudes des toxicomanes, mais il semble que ce groupe social soit assez différents aux arguments de la prévention.

En Afrique, il s'agit de limiter la propagation du sida par voie sexuelle. Problème : le manque de préservatifs, pour des raisons économiques encore, mais aussi à cause de leur rejet par la population, pour des raisons culturelles. La stratégie actuelle de prévention vise donc à restreindre le "vagabondage sexuel", grâce à des brochures expliquant le mode de transmission et les dangers du sida. Il est encore trop tôt pour en estimer l'efficacité.

En conclusion, nous sommes loin des apocalypses annoncées par certains, mais également éloignés de la fin d'alerte : il faut persuader les populations que le ralentissement de l'épidémie est l'affaire de tous. Nous disposons à cet égard d'un avantage par rapport à d'autres épidémies, telles que le paludisme ou la tuberculose d'antan : c'est que les modes de transmission de la maladie sont limités et contrôlables, sans vecteur animal intermédiaire. Chaque individu séronégatif peut et doit donc prendre en charge sa protection. Les séronégatifs "imprudents" sont tout aussi responsables de l'accroissement de l'épidémie que les séropositifs qui les contaminent. L'information et l'éducation des populations dans les régions à risque constituent donc une priorité. Actuellement, des sociologues étudient le comportement sexuel des populations des pays industrialisés et non industrialisés, afin de fonder des politiques现实的es de prévention sexuelle. Médicaments, vaccins ? Les recherches vont vite, mais il reste impossible de prédire si elles aboutiront avant la fin de ce siècle. **Anne Teyssedre**



OFFREZ A UN HOMME

LES PLUS HAUTES TECHNOLOGIES

ET LA CAPACITÉ

DE LES MAÎTRISER, IL DONNERA

FORCÉMENT

LE MEILLEUR DE LUI-MÊME.

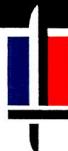
L'Armée de Terre, c'est d'abord trois qualités fondamentales : qualité des hommes et des responsabilités exercées à tous les grades, qualité du style de vie liant étroitement les activités physiques et intellectuelles, qualité des techniques et des matériels.

Avec l'École Nationale des Sous-Officiers d'Active

Nom: _____

Prénom: _____ Age: _____

Niveau d'études: _____



(ENSOA), vous suivrez la filière de formation des cadres et des spécialistes évoluant au contact des technologies. Bacheliers, cette école vous est ouverte à Saint-Maixent. Elle vous préparera à l'exercice des

400 métiers de l'Armée de Terre. Sous-Officier dans l'Armée de Terre vous pourrez vivre fort.

Adresse: _____

Service National effectué OUI NON

**ARMEE DE TERRE
400 MÉTIERS
POUR VIVRE FORT.**

Pour obtenir une documentation sur les carrières de l'Armée de Terre, envoyez ce coupon-réponse au SIRPA TERRE, 231, bd St-Germain, 75007 Paris ou Minitel 3615 Terre.

ECHOS DE LA RECHERCHE

ELECTROMAGNETISME

Champs électromagnétiques et santé : gare aux faits à moitié cuits

L'effet des champs électromagnétiques, faibles ou forts, sur les phénomènes biologiques reste mal connu. Le sensationalisme de certains, la volonté de certains autres de rassurer à tout prix ne contribuent guère à faire avancer les connaissances.

L'an dernier, un quotidien médical jugeait utile de dénoncer des rumeurs alarmistes en interviewant des spécialistes. « Les champs électromagnétiques induits par la proximité de lignes électriques sont très faibles, bien inférieurs au champ magnétique terrestre », déclarait ainsi l'un de ces spécialistes. Il se trouve que celui-ci, le Dr C.Gary, physicien, est à la direction des études et des recherches... EDF ! Il se trouve aussi que certains incidents récents ne confortent pas sa sérénité : témoin celui que nous rapportons dans les Echos de l'industrie de notre numéro de mars ("La paralysie électronique haut de gamme"). Une Citroën CX qui avait stationné 48 h à proximité d'une ligne à haute tension n'a jamais pu redémarrer : la mémoire du système d'injection avait été brouillée. En Suède, le système anti-bloquage de freins ALB a été détriqué par le rayonnement des radars.

Il faut que ce champ électromagnétique soit plus puissant que celui du champ magnétique terrestre pour avoir provoqué des résultats mécaniques aussi nets. Il semble donc qu'il faille jeter le doute sur le doute même exprimé par le Dr J. Cabanes, interviewé par le même quotidien médical. Celui-ci, en effet, jugeait que la méthodologie de l'étude de Wertheimer et Leeper sur les corrélations entre

les champs électromagnétiques induits par les lignes électriques et les cancers de l'enfant était extrêmement critiquable, de même que l'étude de Savitz sur le même sujet, qui a été utilisée par notre confrère *L'Express*. Or, l'étude de Wertheimer et Leeper a été refaite en Suède, avec des résultats probants. Il est prématûr de conclure que les études sur la question sont globalement négatives. Le Dr. Cabanes, dont nous ne mettons en doute que l'opinion, et non, certes, la compétence, est directeur du Comité d'études médicales EDF.

Les travaux sur les effets des champs électromagnétiques sont très nombreux et, s'ils ne donnent pour le moment aucune raison de conclure que les champs induits par les lignes à haute tension peuvent être responsables de cancers, ils n'en indiquent pas moins qu'ils ont des effets que nous ne pouvons tous évaluer de manière globale.

Ainsi, en 1976, un contrôle médical des électriques de la centrale d'Hydro-Québec, au Canada bien sûr, révéla un changement très net des sexes des enfants nés de ces électriques après leur entrée au service de cette centrale. Avant, les taux des naissances d'enfants mâles et femelles étaient à peu près égaux ; après, il y avait six fois plus de garçons que de filles ! Une étude similaire, effectuée en 1979 en Suède, montra, elle, que le taux

des naissances avait baissé après l'entrée d'électriciens au service d'une centrale et que les tares génétiques avaient passé de 3%, moyenne générale pour la population suédoise, à 8 %. En 1981, W. Thiermann et U.Jarzak, cités par Becker & Selden dans *The body electric*, ont synthétisé des composés organiques dans un champ électromagnétique artificiel ; selon l'orientation du champ, ils ont obtenu des composés dextrygues ou lévogyres.

Si les champs électromagnétiques peuvent détruire l'équipement électronique d'une voiture, tout cela n'est pas absurde. Il serait donc utile qu'une enquête officielle internationale tire finalement au clair une question qui peut déplaire à certains, mais dont la réponse intéressera tout le monde.

G.M.

BOTANIQUE

Les ruses des plantes

Une cypéracée de Malaisie, *Cyperus iria*, dispose d'une substance chimique peu banale pour lutter contre les insectes : elle synthétise, en effet, une hormone juvénile qui maintient indéfiniment les larves d'insectes en l'état. Les larves qui se nourrissent de la plante n'atteignent jamais le stade adulte. Les femelles ne peuvent donc pas pondre...

G.M.

Mangez de l'ail et de l'oignon
et les risques d'avoir un cancer à l'estomac seront moindres, selon des cancérologues américains et chinois. D'après une étude statistique 1 131 Chinois qui n'avaient pas de cancer mangeaient 40 % de plus de ces condiments que les 635 qui souffraient d'un cancer de l'estomac.

ASTROPHYSIQUE

Soleil pas assez chaud : OPA sur les wimps

En 1992, naîtra un centre de recherches tout à fait particulier. Il sera installé à 2 073 m sous terre, dans une mine de nickel située à Sudbury, au Canada. Ce sera un détecteur de neutrinos.

Il comportera un réservoir de 1 000 t d'eau lourde, quantité formidable, destiné à compter les neutrinos solaires. Ce détecteur utilisera des jonctions supraconductrices à effet tunnel, montées sur pas moins d'une tonne de cristaux d'indium, ce qui est également considérable, car l'indium est un métal rare (aussi rare que l'argent). Pourquoi l'indium ? Parce que les neutrinos ont, pour des raisons compliquées, une très grande affinité pour lui. Lorsqu'un neutrino frappe un neutron d'un noyau d'indium, il libère un électron et des rayons gamma. Ces rayons gamma sont faibles, mais toutefois suffisants pour déséquilibrer un ensemble supraconducteur dans les jonctions évoquées plus haut, qui, à 3,7°K voient se former, comme toujours en supraconducteur, des paires d'électrons ; or, les rayons gamma brisent ces paires d'électrons, lesquels deviennent libres et sortent des électrodes supraconductrices par un phénomène dit "effet tunnel". Le courant qui est produit permet d'estimer la quantité d'électrons libérés. La profondeur à laquelle se trouve le détecteur n'a aucune importance : les neutrinos traversent la Terre sans dévier leur trajectoire d'un iota. Mais la profondeur, elle, est garantie de la finesse des résultats. A quelque 2 km sous terre, les effets parasites sont, théoriquement, éliminés.

Cet appareillage compliqué est destiné à vérifier qu'il n'y aurait pas des neutrinos solaires qui se perdent et, en dernier recours, il est destiné à faire avancer l'enquête sur la "masse perdue" de l'Univers.

Quelle que soit la masse totale de l'Univers, et elle est importante, à l'inventaire, on n'en retrouve que 10 %. Où sont donc passés les 90 % restants ?

Quel est donc le rapport entre les neutrinos solaires et la masse perdue de l'Univers ? Il est direct : le Soleil est une bombe thermonucléaire permanente, qui, outre de l'énergie, produit des neutrinos en grande quantité. On a cru pouvoir estimer la quantité de ceux-ci en se basant sur le concept de masse critique. Puis, quand on les a recueillis, on a constaté qu'elle est inférieure aux calculs : il n'y en a que 65 milliards qui frappent chaque centimètre carré de la Terre à chaque seconde. Une misère ! Deux explications possibles à cette insuffisance : ou bien le Soleil ne produit pas tellement de neutrinos, parce qu'il serait moins chaud qu'on l'a cru, ce qui bouleverserait pas mal de théories, ou bien ces neutrinos changent de nature pendant leur parcours du Soleil à la Terre, ce qui serait intéressant à établir, parce que cela aussi chambarderait pas mal de notions de physique.

Parallèlement, quand on s'essaie à évaluer la masse totale de l'Univers, étoiles, planètes, quasars et poussières, sur la base de l'hypothèse d'une explosion initiale, le Big Bang, elle-même basée sur l'hypothèse d'une masse critique, on s'avise qu'il en manque les neuf dixièmes. Il manque donc des neutrinos comme il manque du reste, électrons, protons, neutrons, etc.

Pour expliquer le manque de neutrinos, on recourt à deux hypothèses : la première est que l'importance de la fusion thermonucléaire solaire est moindre que celle qu'on avait calculée, ce qui expliquerait que le Soleil produise donc moins de neutrinos. Pas commode : il faudrait reconsidérer tout le chapitre des masses critiques nécessaires à une explosion. Or, les données expérimentales ne s'accordent pas avec cette hypo-

thèse-là, du moins pour le moment.

La seconde hypothèse est la suivante : on postule actuellement que les neutrinos n'ont pas de masse. Ou, s'ils en ont une, on n'a jamais réussi à la mesurer. Mais il est possible qu'ils en aient une, très petite ; dans ce cas, on pourrait concevoir que les neutrinos manquants se soient désagrégés ou transformés pendant leur parcours vers la Terre.

En faisant appel à la physique quantique, on pourrait imaginer que les neutrinos aient passé d'un état d'énergie à un autre, ce qui feraient que les détecteurs classiques, trop peu sensibles, n'aient pas pu jusqu'ici enregistrer des neutrinos plus faibles. D'où l'importance et la finesse de l'appareillage en cours de construction à Sudbury, qui devraient permettre de détecter des neutrinos de tous niveaux d'énergie.

Si l'on trouve, en effet, plus de neutrinos qu'on n'en avait comptés, on aurait une explication partielle de la masse manquante de l'Univers. Ce seraient, en quelque sorte, des neutrinos exotiques.

Mais peut-être aussi existe-t-il des particules inconnues. John Faulkner, de l'université de Californie, a postulé, avec quelques collègues, qu'il existerait dans l'Univers une autre sorte de matière, qui se stabilisa avant la matière ordinaire. Les particules en auraient formé des sortes de semences autour desquelles la matière ordinaire se serait agrégée, ce qui aurait donné naissance aux galaxies. Ces particules seraient massives, mais, du fait de leur stabilité, interagiraient peu avec les particules ordinaires. Faulkner les appelle wimps (pour Weak Interacting Massive Particles, c'est-à-dire encore, particules massives à interaction faible ou, en français, pmif).

L'idée est d'autant plus séduisante que ces wimps expliqueraient pourquoi le Soleil est apparemment moins chaud que les calculs le laissaient supposer. En effet, du fait de leur faible capacité d'interaction, explique Faulkner, elles seraient d'excellents transporteurs de chaleur. S'il y a des wimps à l'intérieur du Soleil, ils en uniformisent la température, avec tendance aux températures plus basses. Pour Bernard Sadoulet,

également de l'université de Californie, les wimps auraient l'avantage de compléter de façon satisfaisante le catalogue des particules tel qu'il devrait être dans le cadre des théories de supersymétrie. Sa doulet suppose que les wimps seraient un type de particules d'une famille qu'il appelle, lui, les cosmions. Et il s'efforce actuellement de concevoir un détecteur de cosmions, qui fonctionnerait sur le principe des variations de température faibles (à l'aide de thermistors). Les cosmions seraient les éléments constitutifs de ce qu'il est désormais convenu d'appeler de la matière étrange.

Cette matière étrange, dite encore matière de quarks, qui obsède actuellement physiciens et astrophysiciens, est l'Arlésienne de l'Univers. Personne n'en a encore jamais vu et on se demande comment elle serait réellement faite. Tout ce qu'on sait est qu'elle serait totalement stable ou métastable, et qu'elle ne pourrait pas se décomposer sans violer les lois de conservation de l'énergie... Elle serait faite d'"isotopes monstrueux". On entre ici dans des spéculations théoriques vertigineuses, qu'un ouvrage entier suffirait à peine à expliquer de façon à peu près intelligible. Toujours est-il que cette métastabilité expliquerait qu'il est impossible de "voir" la matière étrange, puisqu'elle ne se décompose pas comme les isotopes ordinaires et ne dégage donc aucun rayonnement. D'où un troisième nom qui lui est souvent donné, et qui est celui de matière noire.

Plusieurs laboratoires postulent qu'il doit en tomber de temps en temps sur la Terre et proposent des techniques de "cueillette". En Allemagne, en Israël, en Grande-Bretagne, et aux Etats-Unis, de nombreux savants proposent des méthodes inédites pour capter de la matière étrange.

G.M.

Les épaules rondes, l'effronterie et les idées confuses étaient trois des 39 signes patents auxquels les médecins américains du XIX^e siècle reconnaissaient les hommes pratiquant la masturbation. Extrait du livre de John Kellogg, *The destroying angel*, dont nous rendrons bientôt compte. Le remède inventé par John Harvey Kellogg fut les céréales au petit déjeuner ; il fit en tous cas la fortune de Kellogg.

ARCHEOLOGIE

Un autre mystère pharaonique

Emotion justement suscitée par la découverte de cinq statues, en excellent état de conservation, au temple de Louxor, en Haute-Egypte.



Une émotion qui a quelque peu occulté l'aspect historique de l'affaire. Il va être, en effet, particulièrement délicat de répondre à deux questions. Pourquoi ces statues ont-elles été enterrées, et quand ? Et quelle est donc l'identité véritable de la statue censée représenter le pharaon Horemheb ?

Les cinq statues, enterrées dans la cour d'Aménophis III, sont celles du roi Aménophis III lui-même, du dieu Atoum, de la déesse Hathor et de la déesse Iounit. La statue désignée un peu vite comme étant une représentation d'Horemheb, général qui se haussa au trône après la mort de Toutânkhamon, et qui fut un brillant réformateur du système judiciaire, ne semble pas faire l'unanimité des experts. Le général y semble, en effet, bien jeune et ressemble curieusement à son prédécesseur.

Par ailleurs, un seul personnage de l'époque a eu l'habitude de faire table rase du passé, enterrant à l'occasion les statues de ses prédécesseurs et en faisant effacer les cartouches, et c'est justement Ho-

remheb. On l'imagine mal faisant enterrer une de ses propres statues. On imagine également mal que son successeur, Ramsès, qu'il avait lui-même désigné, l'ait ainsi voué à l'oubli, en compagnie de dieux et de déesses.

On serait tenté d'imaginer que le pharaon Horemheb, qui s'écartait sensiblement de la religion égyptienne et, en particulier, du culte d'Amon restauré par le clergé de Toutânkhamon, après l'hérésie d'Amenophis IV, soit le responsable de ce bizarre ensevelissement de statues. Porté à un certain mysticisme, qui lui faisait préférer à tous les mythes religieux, celui de la survie de l'âme, d'inspiration exclusivement osiriaque, Horemheb aurait pu faire enterrer des dieux et des déesses qui ne convenaient plus à ses croyances propres, notamment la statue d'Aton, dont le culte avait tourné à l'hérésie monothéiste sous Amenophis IV. Comme à son habitude, il y aurait joint les effigies d'Aménophis III, dont l'identité, elle, ne fait pas de doute, et l'autre de Toutânkhamon...

G.M.

ASTRONOMIE

Phobos 2 a disparu du ciel des astronomes

Le 28 mars, l'agence Tass annonçait que le contact était rompu depuis deux jours. Malgré des efforts désespérés, le 6 avril la sentence tombe : l'Agence spatiale soviétique IKI déclare que « Phobos est définitivement perdu ». Cette douloreuse nouvelle touche l'ensemble de la communauté astronautique mondiale. Reste la question : le programme spatial vers Mars va-t-il être remis en question ? Il semble d'ores et déjà acquis que le débarquement humain prévu pour le début du XXI^e siècle sera, dans la meilleure des hypothèses, retardé. Les sondes Mars 94 ne devaient elles pas être construites sur le même modèle que Phobos...

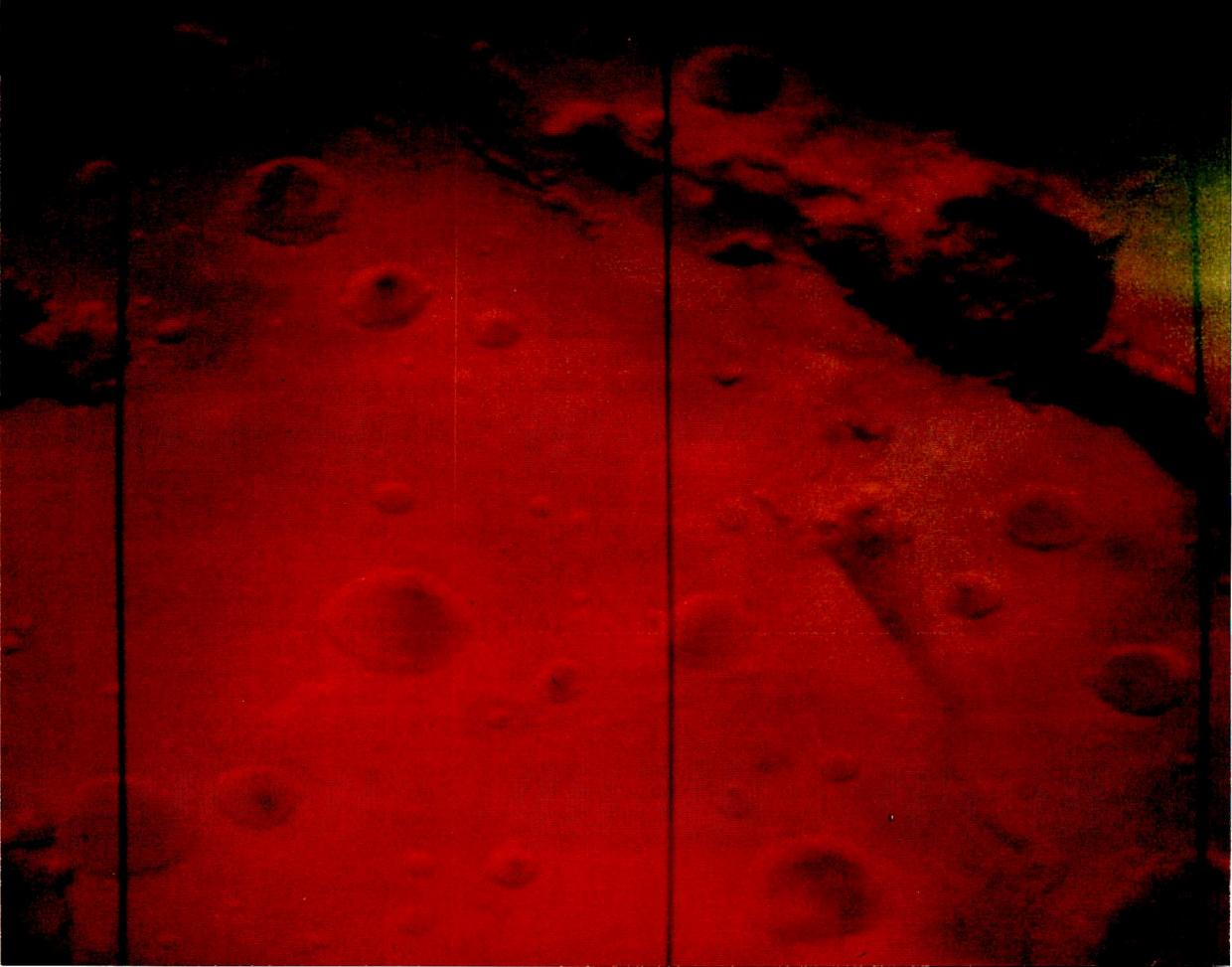
Les sondes jumelles Phobos 1 et

2 lancées en juillet 88 (la première avait déjà été perdue, après une erreur de manipulation au sol, en septembre) avaient pour mission de lancer deux engins sur la surface du plus grand satellite de Mars, Phobos, et d'étudier la planète rouge depuis une orbite proche. Des dizaines d'expériences, des appareillages spécifiques avaient été mis au point par plus de douze pays différents, dont la France.

Faut-il considérer la mission comme un échec total ? Certains experts soviétiques mettent en avant le fait que si la dernière étape n'a pas pu être assurée, il n'en reste pas moins que, depuis son lancement, Phobos a observé avec succès le milieu interplanétaire,

le Soleil et surtout la planète Mars. Nous vous présentons ci-dessous une des dernières images envoyées par la sonde. Il s'agit de prises de vue vidéo et en infrarouge du sol martien qui permettent de distinguer avec une assez bonne précision les températures des différents endroits du relief.

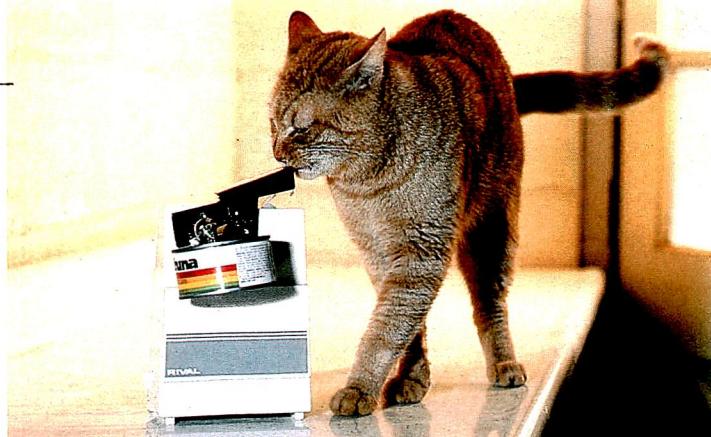
Mais l'air du temps en Union soviétique n'est plus aux satisfecit de façade. Le directeur de l'IKI, Alexandre Douaev, a ainsi indiqué qu'une commission spéciale de scientifiques devra élucider les causes de l'accident. Un bilan précis doit être dressé lors de la réunion du Conseil scientifique international de la mission qui se tiendra à Moscou ce mois-ci. J.-F.R.



Quand le chat des villes tourne au chat des champs

Pour un chat domestique dormant au creux d'un oreiller et repu de boulettes de viande en boîte, l'affaire est entendue : le gîte et le couvert lui sont assurés quotidiennement par son maître. Mais qu'en est-il lorsqu'il se retrouve seul dans une île plantée au milieu de l'océan Indien ? Il se débrouille ! C'est ce qu'ont démontré les scientifiques du CNRS de Villiers-en-Bois (Centre d'étude de biologie des animaux sauvages) en observant les chats de l'île d'Amsterdam.

Cette petite île volcanique



(55 km²), située à mi-chemin entre l'Inde et l'Antarctique (37° 50' S, 77° 35' E) a été peuplée par le chat Haret dans les années quarante, lorsque les colons amenèrent leurs fidèles compagnons. Depuis, les félin sont retournés à l'état sauvage, s'adaptant au milieu d'autant plus facilement qu'ils sont les seuls prédateurs de l'île.

Ils ont construit leurs tanières dans les multiples excavations for-

mées par les coulées de lave, s'accommodant tout d'abord d'un habitat qu'on aurait pu croire hostile.

Cependant, ils n'ont pas colonisé l'ensemble du territoire, mais se sont concentrés sur deux biotopes particuliers où pullulent les proies. Le premier, situé aux abords des hautes falaises d'Estrecasteaux (400 à 700 m) à l'ouest, est peuplé d'oiseaux marins comme le Gorfou sauteur (*Eudyptes chrysocome moseleyi*) ou l'Albatros à bec jaune (*Diomedea chlororhynchos bassi*). Tandis que le second, réparti autour des seules habitations humaines du nord, abonde en souris et en surmulots.

C'est donc "l'appel du ventre" qui a motivé leur installation dans ces lieux. L'analyse de la composition des fèces recueillies par les chercheurs démontre que l'alimentation de base est composée de souris, de surmulots et d'oiseaux (essentiellement les poussins), ce qui n'est pas surprenant. Mais ils se repaissent aussi d'insectes (chenilles), et à l'occasion, de cadavres d'otaries ou de vaches, également ensauvagées.

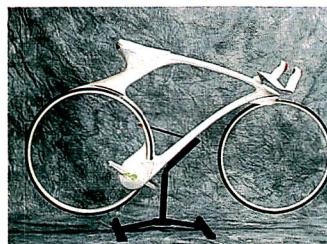
Au total, 51 chats ont été recensés en 1986, ce qui représente une augmentation de 20 individus par rapport à l'année précédente. Les scientifiques s'inquiètent donc de leur prolifération car elle menace les populations d'oiseaux autochtones. Un moyen très simple permettra de limiter la population féline sans qu'il faille en chasser les représentants comme de vulgaires lapins : il suffira de freiner la prolifération des petits rongeurs dont se nourrissent les chats. Ainsi, privés d'une partie de leur alimentation, les prédateurs en subiront le contrecoup par une auto-régulation naturelle du nombre des naissances.

D.D.

Le futur vélo magnétique

Ce prototype pourrait bien être celui d'un vélo commercial à venir. Conçu par les Japonais Makoto Mikiita et Hiroshi Tsuzaki, il se distingue par le mode d'attache des roues : elles sont maintenues par des aimants excentrés, dans une gaine qui devrait, en principe, en assurer à la fois la stabilité et l'entraînement.

G.M.



Souffrez-vous du SBM ?

Une nouvelle pathologie est apparue, c'est le Syndrome des bâtiments malsains. Défini, entre autres, lors d'une récente réunion de l'Association pour la prévention de la pollution atmosphérique, il recouvre aussi bien des infections respiratoires, telles que la légionellose, la rhinite, l'asthme, la maladie du lundi, que des troubles polymorphes, tels l'irritation des voies oculaires, de la muqueuse nasale, avec sentiment de malaise.

Il se pourrait, selon les conclu-

sions de la réunion, que ce syndrome, qui affecterait surtout les travailleurs de bureaux installés dans des immeubles modernes, soit dû au système de ventilation qui commande l'aération de la plupart de ces immeubles. La hauteur, en effet, y interdit une aération par simple ouverture des fenêtres qui, au vingtième ou trentième étage engendrerait des courants d'air très violents. Les travailleurs y respirent donc un air traité, trop sec, trop chaud ou trop froid.

G.M.

"Incroyable... mais faux!"

Alain Cuniot fait partie des Français, heureusement nombreux, immunisés contre les balivernes. Son mérite ne se limite pas à cette vertu intrinsèque ; il leur fait aussi une guerre acharnée...

...constituant une sorte de comité de salubrité mentale, avec ceux qui pensent comme lui, des savants pour la plupart. Sous le titre explicite *Incroyable... mais faux !*, Cuniot publie ces jours-ci un humoristique, mais cruel panorama de l'ânerie à prétentions scientifiques. De cet excellent ouvrage, publié par L'Horizon chimérique, éditeur à Bordeaux, dans la collection Zététique dirigée par Henri Broch, et qui coûtera une centaine de francs, nous extrayons le passage suivant.

« J'avais vu, voici une dizaine d'années, la première version d'un film fantastique, genre dont je suis friand : "Blob". La masse visqueuse, jaillissant sournoisement d'orifices paisibles pour peu à peu envahir les appartements, les rues, en digérant les humains tranquilles, était une aimable et dérangeante

fiction. Je me trouvais dérangé et joyeux. Merveille du merveilleux cinéma. Et voilà qu'aujourd'hui, voyant le deuxième "Blob" j'y trouve un même émerveillement d'amateur et aussi une angoisse réaliste. Eh oui, le Blob est parmi nous ! La matière visqueuse ne vient pas derrière un fauteuil pour happen le téléspectateur, le Blob est dans la télévision. Il est diffusé à France Inter lorsqu'un farfelu bénit par la direction des programmes décide que le destin du Terrien repose sur l'addition de sa date de naissance et des lettres de son prénom. On appelle cela la numérologie.

» Car la matière visqueuse, pour ne pas effrayer, se pare des plumes d'un pseudo-paon à visage scientifique. Les théories les plus vaines, les plus péremptoires, les moins justifiées, se délectent d'un admirable suffixe. Tout devient : "logie". Le riche discours grec (*logos*) devient le slip des joueurs de pippeaux. Numérologie, chirologie, morphopsychologie, parapsychologie et bien sûr, la grand-mère des sciences boîteuses, l'astrologie. Leurs inventeurs et prosélytes s'affublent de titres outranciers, se créent entre eux des instituts ou des universités, fabriquant des diplômes de complaisance aux fins d'impressionner les ignorants capités.

» Nombreux sont les intermédiaires médiatiques qui n'hésitent pas à faire monter la mayonnaise entre de pâles gourous, incultes mais verbeux, et les Français. Je me souviens d'une émission où, pendant une demi-heure, étaient présentés deux fanfarons à qui une présentatrice demandait si leur nouvelle découverte, parfaitement absurde, avait suscité autour d'eux un quelconque intérêt. Ils répondirent : "Non, c'est ça le problème, nous ne sommes que deux". Nul doute qu'après la bénédiction à eux ainsi accordée, le cercle s'est élargi. S'élargissant, d'autres en parlent. En en parlant, la nouvelle découverte absurde devient un fait de société. Devant un fait de socié-

té, d'autres médias permettent, au nom d'une déontologie professionnelle de transmetteurs médiatiques impartiaux, aux deux fanfarons inventeurs d'une nouvelle découverte parfaitement absurde, de l'institutionnaliser. La boucle se referme et tout le monde se trouve garrotté. Lorsque les esprits sereins, les vrais penseurs, les vrais chercheurs scientifiques lèvent alors le doigt en exigeant qu'on les entende, il est déjà trop tard. Le Blob a engoncé tous les esprits.

» On dit alors : "Ce n'est pas nous qui le voulons, c'est le public qui le demande". La stupide complaisance du début fait place à un lâche consensus à la fin.

» Il se trouve que ces penseurs intelligents, ces chercheurs raisonnables, ont tendance alors à se replier. Je les comprends. Je comprends qu'un grand médecin ne veuille plus... se frotter à une grande tisanière promotrice de cuvettes à eau. Je comprends qu'un éminent astronome, au regard de son exploration prestigieuse du cosmos, n'ait plus envie de perdre son temps avec une faiseuse d'horoscopes aux jambes mieux galbées que la pensée. Je comprends qu'un grand biologiste passant sa vie à fouiner avec patience et minutie dans nos patrimoines génétiques se sente mal à l'aise devant un adepte de l'aspect fortuit d'une ligne de front, révélatrice à ses yeux glaucomateux de la personnalité infiniment et fort heureusement autrement complexe du propriétaire. Je comprends qu'un physicien qui investit quotidiennement la prodigieuse nature et en recherche tant bien que mal les lois, s'irrite de la promotion de pâles amateurs qui décident au réveil qu'ils ont découvert une loi révolutionnaire. »

C'est bien pourquoi il appartient aux hommes de bonne raison auxquels un philosophe optimiste attribuait « un bon sens le mieux partagé du monde », de mettre le holà. Et voilà le pourquoi de ce livre ... et d'un festival (voir ci-contre).

DISTINCTION

La première femme à l'Académie des sciences

Fille de physicien, physicienne elle-même et mathématicienne, Yvonne Choquet-Bruhat est la première femme reçue à l'Académie des sciences. Le second volume de son traité sur l'analyse géométrique et la physique, écrit avec la physicienne américaine Cécile De Witt, expose les développements mathématiques récents utilisables par les physiciens.



Un Festival pour en rire

Le festival Science et illusions, qui devait se tenir l'an dernier (sous le titre de Salon de la crédulité), aura lieu cette année du 12 au 21 mai, à l'Espace Glandas d'Ivry-sur-Seine, à proximité du métro Mairie d'Ivry, avec l'appui du ministère de la Recherche et de la Technologie, du ministère de la Culture et de la Communication et du Conseil général du Val-de-Marne.

On pourra y voir se liquéfier le sang dans une ampoule, comme celui de saint Janvier ; assister à des films de guérisons "philippines", par les célèbres charlatans aux mains nues ; assister à des tours magistraux de Gérard Majax... On pourra également s'y informer sur le fin du fin des blurgs, comme l'instinctothérapie, l'acupression, la réflexothérapie et autres coquécigrees, et collectionner des données sur des merveilles telles que la radiesthésie. Celle-ci se fait forte de retrouver des objets métalliques enfouis, comme nous l'affirment d'ailleurs des lecteurs de bonne foi. Tel n'est pas l'avis de la Royal Air Force britannique qui, en 1970, a chargé des radiesthésistes et des employés de retrouver des pièces métalliques enfouies en secret sur un aérodrome désaffecté. Les employés ont retrouvé plus de pièces que les radiesthésistes, par le seul effet du hasard. La visite de ce Festival, organisé courageusement par Alain Cuniot, "Blurgbuster" émérite, est vivement conseillée aux âmes faibles et aux esprits forts.

Mannitol contre ciguatera : celle-ci est une intoxication très grave qui affecte les gens ayant consommé des poissons nourris d'algues toxiques. Celui-là est un sucre banal peu cher, sans effets secondaires, dont l'injection fait disparaître les symptômes de ciguatera en quelques minutes.

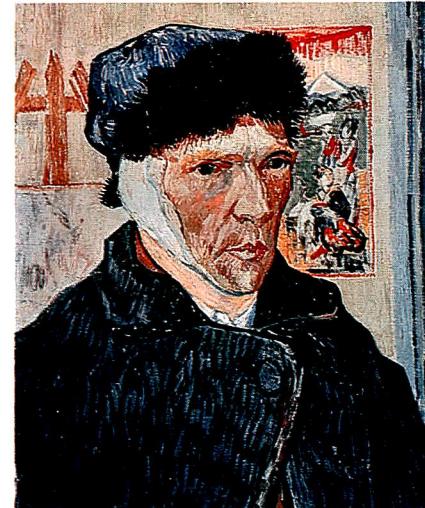
Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Didier Du-brana, Gérald Messadié et Jean François-Robredo.

La thuyone aurait tué Van Gogh

Van Gogh s'est suicidé en juillet 1890. Sa carrière malheureuse expliquerait son geste. Mais tous les artistes malheureux ne se suicident pas et une excellente étude du *Journal of the american medical association* indique qu'une intoxication à la thuyone pourrait avoir aggravé sa dépression.

La thuyone est un terpène dont l'absorption répétée entraîne des troubles gastriques, une stimulation anormale du système nerveux végétatif, des convulsions, des troubles de la conscience et même des lésions irréversibles du cerveau. Son effet est aggravé par le tabac.

Or, Van Gogh a consommé de la thuyone, dans l'absinthe, qui en est très riche (cette boisson fut d'ailleurs interdite en 1922, parce qu'elle rend fou). Il en a absorbé dans les vapeurs de téribenthine, qui en contient et qui est un produit essentiel aux peintres. Il avait même une appétence particulière pour la téribenthine, car juste avant d'entrer à l'asile de Saint-Rémy, le peintre Paul Signac dut intervenir pour l'empêcher d'en boire une bouteille. Il en absorba sous une autre forme, dans le camphre, autre terpène, dont les caractéristiques pharmacodynamiques sont très voisines de celles de la thuyone ;



pour lutter contre l'insomnie, il imprégnait son matelas et son oreiller de camphre.

Outre les effets neurologiques évidents, Van Gogh souffrit de troubles gastriques sérieux.

Ironie du sort, après sa mort, ses amis plantèrent un arbre sur sa tombe. Lorsqu'on exhuma le cercueil, pour réenterre Van Gogh auprès de son frère Théo, on s'visa que les racines de l'arbre l'enlaçaient. C'était un thuya, source abondante de thuyone... **G.M.**

A quelle heure est-on le plus intelligent ?

On en avait l'intuition, une étude de François Testu sur les variations journalières de l'activité intellectuelle et la profondeur du traitement de l'information, publiée par le *Bulletin du groupe d'études des rythmes biologiques*, le confirme : on n'est pas aussi intelligent à toutes les heures de la journée.

L'expérimentation est intéressante. Elle a eu lieu sur 18 étudiants, trois fois par semaine en juin 1986. Quatre fois par jour, à 8 h 30, 11 h 30, 13 h 30 et 17 h 30,

ces sujets ont été soumis à des tests intellectuels de trois types, et l'on a noté le temps mis par chaque sujet à répondre oui ou non par pression sur un bouton.

Or, les résultats statistiques indiquent une progression du niveau de performance le matin, un creux l'après-midi, après le déjeuner et une nouvelle progression dans l'après-midi.

Il se trouve toutefois que, plus les opérations sont complexes, plus le temps de réponse varie. **G.M. ●**

VALENTIN PETROVITCH GLOUCHKO, VOUS CONNNAISSEZ ?

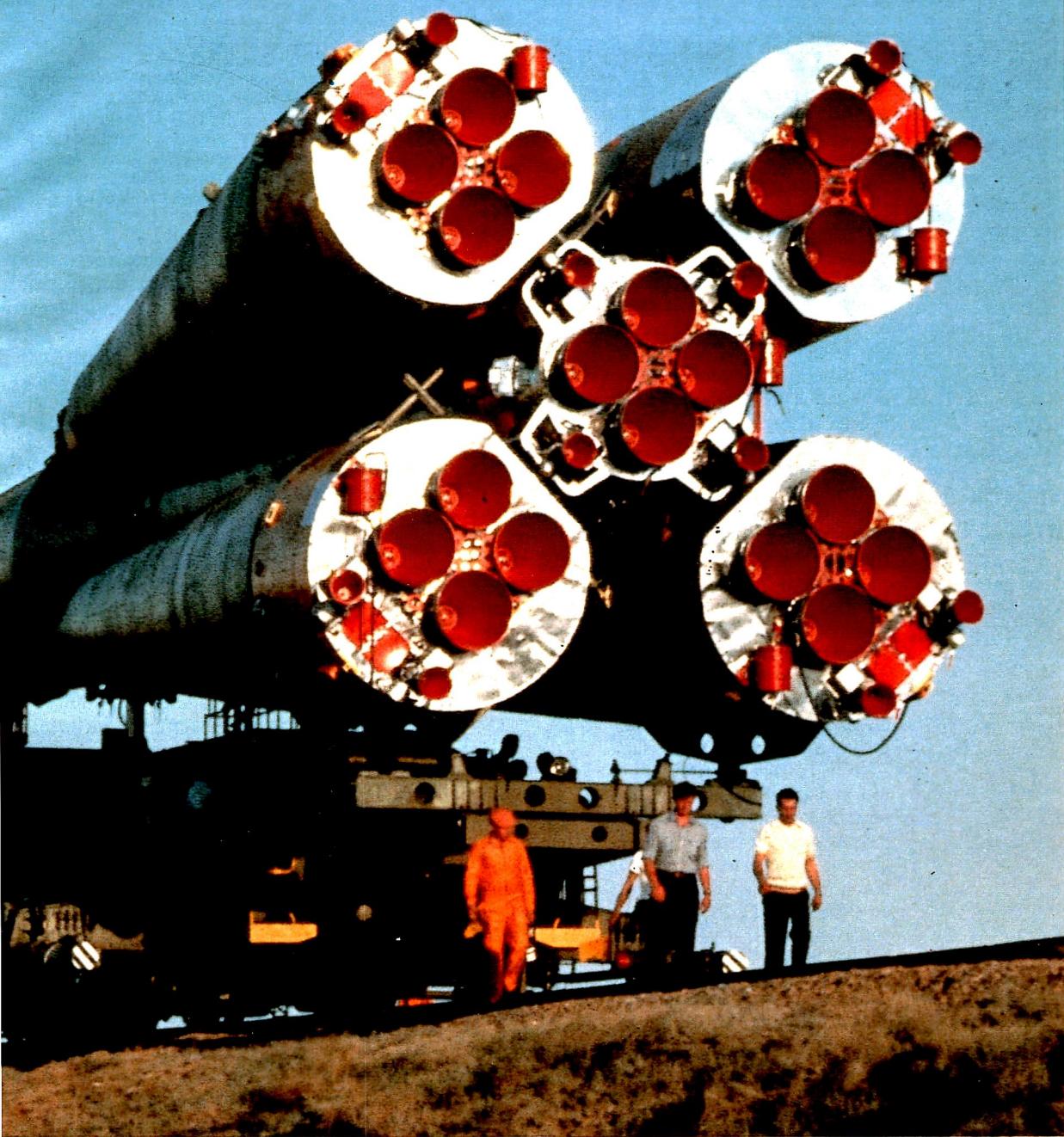
*Un homme meurt à 81 ans
et l'astronautique
sovietique prend le deuil.
La presse occidentale relève
à peine l'événement.
Qui donc est ce Glouchko,
officiellement acclamé
là-bas, et pourtant
quasi ignoré chez nous ?*

PAR JEAN-RENE GERMAIN



Un pionnier de l'astronautique

Glouchko, ici à l'époque de Spoutnik 1, est le père des moteurs-fusées soviétiques. Fort de son expérience, acquise dans les années 30 sur les moteurs à réaction, il eut l'idée de réunir, quatre tuyères alimentées par une seule turbopompe, réalisant ainsi le moteur RD-107 dont fut dotée la fusée R-7 qui satellisa le premier Spoutnik, le 4 octobre 1957. Ses moteurs équipent toujours les fusées Vostok (ci-dessus).



Moscou, 16 janvier 1989. Jamais la Maison de l'armée soviétique n'a vu pareille affluence de hauts dignitaires et de représentants prestigieux du monde de la technologie. Est présent Mikhaïl Gorbatchev lui-même. Ils viennent rendre les derniers honneurs à celui sans qui, peut-être, l'URSS ne serait pas la première puissance mondiale dans l'espace : Glouchko. Cet ingénieur d'origine

ukrainienne compte parmi les pionniers de l'astronautique, avec Robert Goddard, Hermann Oberth, Robert Esnault-Pelterie, Werner von Braun.

Adolescent, il publie son premier article dans les *Izvestia d'Odessa* : il explique comment conquérir la Lune à l'aide d'une fusée du type de celle proposée par l'Américain Goddard (1), et disserte savamment sur l'unité des travaux de Tsiolkovski (2), Esnault-Pelterie et Oberth concernant la propulsion à

réaction, de leur avis à tous le seul moyen de voyager dans l'espace. Alors qu'il est étudiant en physique et en mathématiques à Leningrad, Glouchko élabore un projet de vaisseau interplanétaire, l'*He-lioraketoplan*, propulsé par un moteur à réaction thermoélectrique utilisant l'énergie solaire.

Entré au Laboratoire de dynamique des gaz de Leningrad (GLD en russe), à sa sortie de l'université en 1929, et continuant de travailler son invention, il prouve que la vitesse des gaz d'un métal évaporé grâce à un courant électrique est supérieure à celle des gaz issus d'une réaction chimique. Du coup, il réalise le premier moteur à réaction thermoélectrique au monde, l'*ERD*, dont la poussée reste néanmoins très minime. Aussi décide-t-il de poursuivre dans une autre voie, celle des ergols chimiques liquides, à l'avenir plus prometteur. Les ergols sont les constituants, soit comburants, soit combustibles, des propergols qui assurent l'alimentation des moteurs-fusées.

Le jeune Glouchko bouillonne d'idées. Il est le premier à suggérer des ergols d'utilisation aujourd'hui courante : acide nitrique, solutions de tétr oxyde d'azote, peroxyde d'hydrogène. Il conçoit des tuyères profilées revêtues d'une céramique thermo-isolante à base de dioxyde de zirconium. Il crée une monture à cardan pour orienter le moteur et diriger le vol des fusées. Il préconise l'allumage chimique. Il met au point une pompe d'alimentation fonctionnant avec du gaz soutiré à la chambre de combustion. Son esprit inventif ne connaît pas de limite.

En 1931 — il a vingt-trois ans —, Glouchko soumet au banc d'essai les premiers modèles de sa série de moteurs ORM, sur lesquels il teste des mélanges de tétr oxyde d'azote et de toluène ou d'essence. Il obtient au début 196 newtons de poussée (1 N communique à une masse de 1 kg une accélération de 1 m/s^2). Il passe l'année suivante à perfectionner les techniques d'allumage et la composition des mélanges. En 1933 — il en est déjà à la version 53 de son moteur —, Glouchko expérimente le mélange acide nitrique et kéro sène. Deux de ses moteurs, de 1470 et 2940 N de poussée, subissent avec succès les essais d'Etat. Ce sont les plus puissants de l'époque, ceux de Goddard aux Etats-Unis ne développant que 1283 N de poussée.

En 1932, Glouchko a fait la connaissance de Korolev⁽¹⁾. Une rencontre qui va déterminer l'avenir

(1) Goddard ne lancera sa première fusée à ergols liquides que deux ans plus tard.

(2) Dès 1883, Tsiolkovski affirme que seule la propulsion par réaction permettra les vols dans le cosmos. En 1903, il publie un ouvrage majeur, *Exploration des espaces cosmiques par des engins à réaction*, qui énonce pour la première fois les lois du mouvement des fusées.

(3) L'ingénieur Sergueï Pavlovitch Korolev crée au début des années 30 le Groupe pour l'étude de la propulsion par réaction et lance en 1933 la première fusée soviétique à liquides. Il réalise la première fusée intercontinentale du monde, celle qui met *Spoutnik-1* en orbite. Il a été, jusqu'à sa mort en 1966, le principal constructeur des lanceurs spatiaux soviétiques.

LA PERMANENCE D'UNE IDÉE

Glouchko, 30 ans plus tard, a retenu la même solution technique pour la propulsion du premier étage de la fusée Energia que pour celle de la fusée R-7. Les moteurs des accélérateurs latéraux sont, eux aussi, dotés de 4 chambres de combustion alimentées par une seule turbine. Les caractéristiques du moteur cryogénique du corps central n'ont pas été communiquées par les Soviétiques.

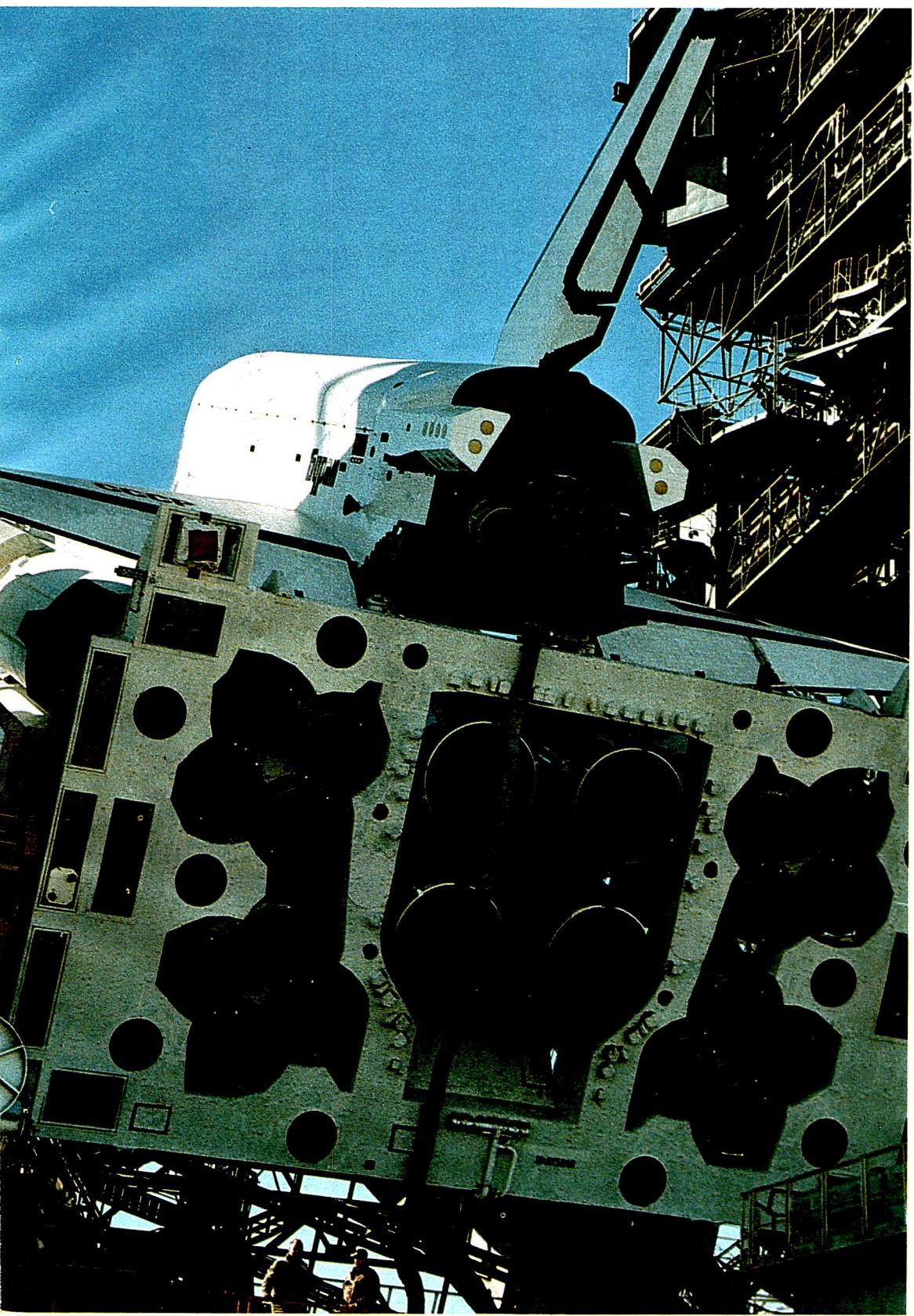
spatial de l'URSS. Leur collaboration restera inébranlable jusqu'à la mort de Korolev en 1966. Leur premier projet commun est l'adaptation du moteur ORM-50 de Glouchko à la fusée GIRD-05.

Après la création en 1933 de l'Institut de recherches scientifiques sur la propulsion à réaction (RNII en russe), décidée par le général Toukhatchevski, alors vice-président du Conseil militaire révolutionnaire, passionné d'armes nouvelles et responsable de la modernisation de l'armée, Glouchko s'installe à Moscou pour diriger les essais d'une nouvelle série de générateurs de gaz pour turbo-pompes, les ORM modèles 53 à 63, capables d'atteindre une pression de 25 atmosphères, un bel exploit pour l'époque.

Développer des moteurs-fusées, c'est bien, mais encore faut-il, comme on dit aujourd'hui, que le produit capte le marché. Pour susciter le besoin, Glouchko donne conférence après conférence sur l'intérêt des fusées dans l'étude de la stratosphère. Il publie des monographies : *Carburants liquides pour moteurs à réaction*, *Les fusées, construction et applications*, cosigné avec l'ingénieur militaire Langemak, créateur entre autres des Katiouchas, les fameuses "orgues de Staline".

Nommé "constructeur principal" au RNII, Glouchko s'attaque à la mise au point du moteur ORM version 65, qui brûle de l'azote et du kéro sène, délivre une poussée de 1715 N, et sera monté sur le planeur à réaction RP-318 et la bombe volante KR-212 construits par Korolev. Ce moteur, le plus achevé de sa génération, peut subir une cinquantaine d'allumages et d'arrêts, et fonctionne pendant 30 minutes. Le 28 février 1940, le pilote V.P. Fedorov s'envole à bord d'un RP-318 équipé d'une variante de l'ORM-65.

Ce que nous savons de Glouchko dans ces années-là, nous l'avons appris grâce à la *glasnost*. Car sous Staline, les biographes soviétiques semblent ne plus connaître l'existence de notre ingénieur à partir de 1938. Dans le cadre des grandes purges, le maréchal Toukhatchevski, fondateur et protecteur du RNII, est inculpé d'intelligence avec l'étranger, arrêté et fusillé. La disgrâce s'étend à l'institut qu'il a créé. Accusés d'être des "ennemis du peuple" par l'ingénieur Kostikov du RNII, quatre dirigeants de ce centre sont appréhendés et interrogés par le NKVD (ancêtre du KGB) : Kleimenov, Korolev, Langemak et Glouchko lui-même.



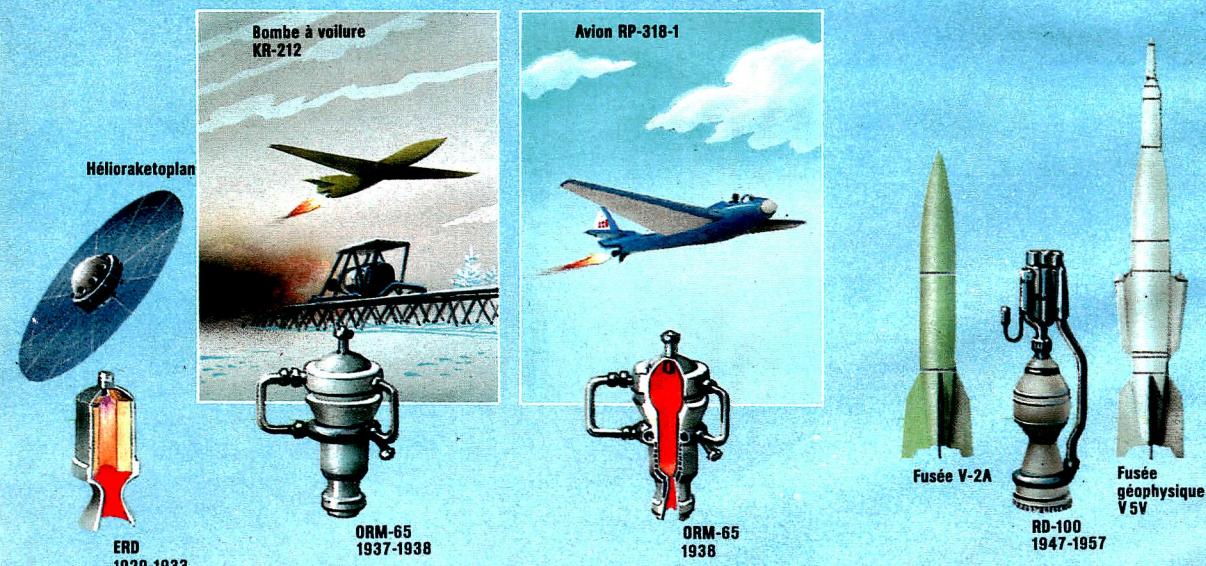
Kleimenov et Langemak, qui viennent de mettre au point les Katiouchas BM-13 grâce auxquelles, en partie, Staline gagnera la guerre, sont exécutés. Kostikov le délateur mensonger, nommé directeur du RNII en récompense de son acte calomnieux, s'attribuera toute sa vie la gloire d'avoir inventé et réalisé les Katiouchas de la victoire. Au moment de leur arrestation, Glouchko et Korolev, en qualité de responsables des essais en vol et de la propulsion, enquêtaient sur les causes de l'explosion accidentelle d'une bombe volante KR-212. Le NKVD vit dans cet accident une preuve supplémentaire de sabotage au sein du RNII.

Korolev fut arrêté le 27 juin 1938 et condamné, le 13 juillet 1939, à huit ans de camp de travail par le collège militaire du Tribunal suprême de l'URSS. On l'envoya rentrer la terre, au goulag Nagaïev dans la Kolyma. Andreï Nikolaïevitch Tupolev, le constructeur d'avions, lui-même accusé de divulgation de secrets d'Etat et de sabotage, arrêté et condamné à cinq ans de travaux forcés, l'en fit sortir en 1941 pour travailler avec lui à Moscou, dans la "charaga" TsKB-29 de Moscou, un de ces bureaux d'études-prisons pour savants, gérés par le NKVD, la Gestapo soviétique de l'époque (*). Korolev sera

libéré — mais non réhabilité — le 27 juin 1944.

L'itinéraire de Glouchko est moins clair. On lui reprochait d'avoir cosigné avec Langemak un ouvrage dans lequel il aurait livré des secrets militaires. Son "cas" fut examiné lors de deux séances du Conseil scientifique et technique du RNII, les 13 et 20 février 1938. Seul à prendre sa défense, un collaborateur extérieur de l'Institut, un certain professeur A.M. Petrov, protesta qu'aucun secret ne figurait dans le livre en question. En dépit de cette intervention lucide et courageuse, Kostikov fit voter par l'ensemble des personnes présentes une motion de défiance envers Glouchko, qui fut arrêté peu après. Au terme de plusieurs mois d'interne-ment, on le retrouve en 1939 à l'usine de moteurs d'avions de Moscou ; tout en restant lui-même sous surveillance, le voilà qui dirige une équipe préposée à la mise au point d'un moteur à réaction liquide de 2940 N de poussée, destiné à l'avion S-100. Cette période de la vie de Glouchko reste enrobée d'ombre. Comment a-t-il été libéré si tôt ? La *glasnost* produira peut-être de nouveaux documents qui nous éclaireront là-dessous. (suite du texte page 100)

(4) L'atmosphère de ces Bureaux d'études spéciaux est remarquablement rendue par Soljenitsyne dans *Le premier cercle*.



LES MOTEURS À RÉACTION DE GLOUCHKO

Du minuscule moteur à réaction électrothermique ERD, mis au point en 1929, à l'énorme complexe Energia-Bourane, capable de mettre 200 tonnes en orbite, Glouchko a réalisé les propulseurs de puissance des premiers étages de tous les lanceurs soviétiques.

Ces travaux ont été effectués, de-

puis 1946, au sein du GDL-OKB (Laboratoire de dynamique des gaz de Lénigrad) et, depuis 1974, dans une nouvelle organisation fondue avec le bureau de construction Korolev.

Le bureau de construction S.A. Kosberg a été chargé de la réalisation des propulseurs des étages supé-

rieurs, et celui de A.M. Isayev a mis au point tous les systèmes de contrôle d'altitude, d'orientation, de manœuvre et de freinage des sondes spatiales, vaisseaux pilotés et stations orbitales. Les principales caractéristiques techniques des propulseurs figurent dans le tableau page 100.

Système
Bourane-Energia

Fusée Proton

RD-219

Fusée R 7

Fusée Cosmos

RD 119

RD-111

RD-253

1961-1965

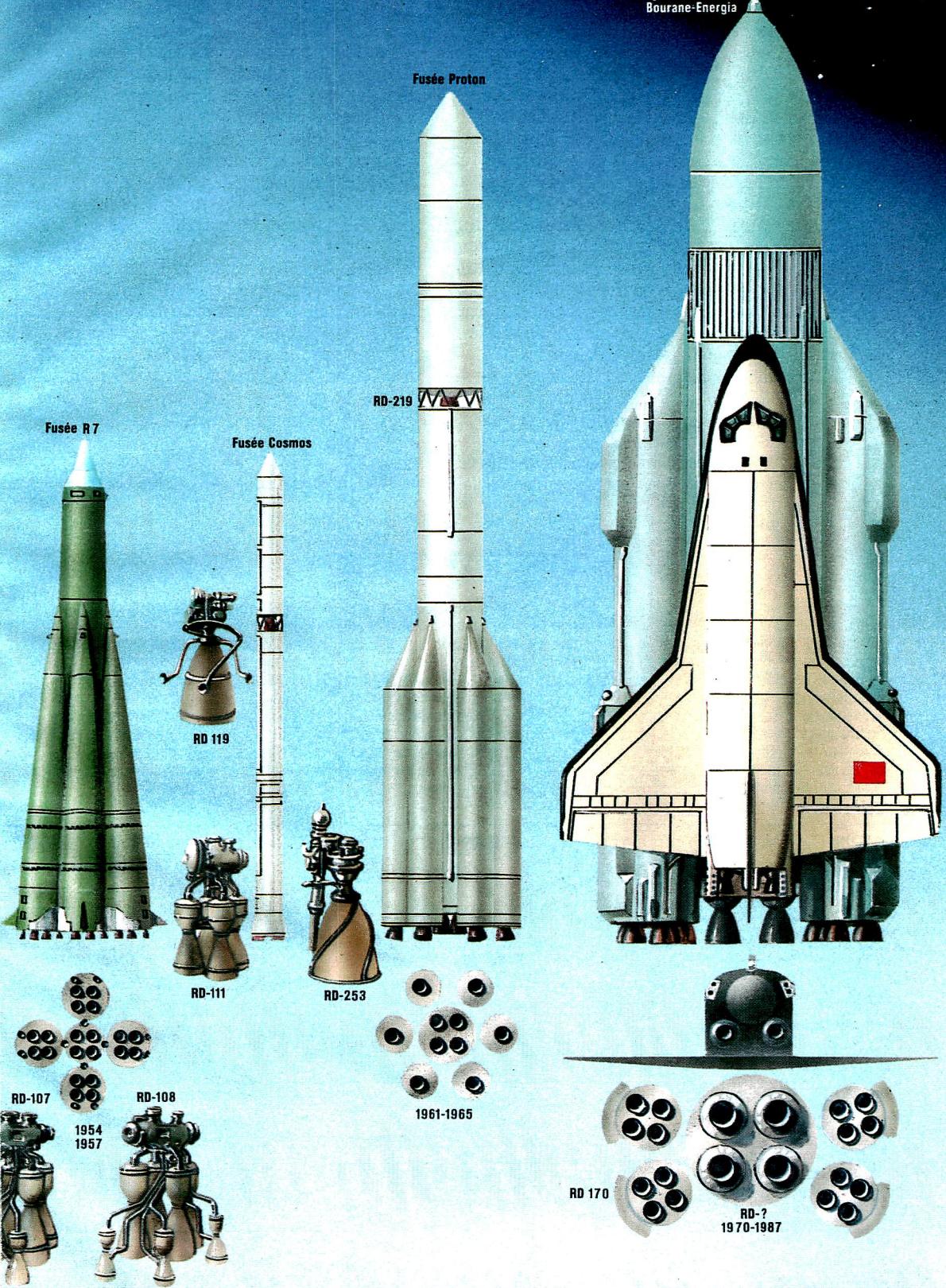
RD-107

1954
1957

RD-108

RD 170

RD-?
1970-1987



L'invasion de l'URSS par les Allemands, le 22 juin 1941, ramène Staline quelque peu à la raison. L'effort de guerre s'accorde mal de l'absence de tant de savants et d'ingénieurs, exilés dans les camps ou travaillant sous la garde des hommes du NKVD. Sans compter ceux qui tombent définitivement devant les pelotons d'exécution. Glouchko est nommé "constructeur principal" d'un bureau d'études à Omsk, où il développe les moteurs d'appoint à réaction de la famille RD, d'une poussée de 2940 à 8820 N, destinés à l'aviation. Peu après, Korolev, Tupolev et toute la charaga TsKB-29 sont transférés à Omsk pour travailler sous les ordres de Glouchko. Le RD-1 passe avec succès sa qualification d'Etat devant la Commission de la défense, en 1943. Deux ans plus tard, ce moteur et ses variantes auront participé à plus de 400 missions opérationnelles, sur une douzaine d'appareils différents.

Au cours de la guerre, Glouchko entre en possession d'informations qui vont définitivement infléchir sa carrière et le faire renouer avec sa passion d'enfance : il va pouvoir enfin se tourner vers l'espace. Le GRU, service de renseignements de l'Armée rouge, a été mis au courant, par des résistants polo-

nais, d'expérimentations conduites par les Allemands à Peenemünde, sur de nouvelles armes secrètes, les V1 et V2⁽⁵⁾ — ces derniers s'avéreront les véritables précurseurs des missiles balistiques modernes. Les résistants vont même procurer à Glouchko un compresseur de réacteur récupéré sur un des engins maudits.

Le 5 juin 1945, les troupes soviétiques occupent les installations de production et d'essais, à Nordhausen et Peenemünde, de ces redoutables "armes de représailles". Mais l'US Army les avait devancées. Les principaux responsables allemands, à commencer par Werner von Braun, le cerveau technique de Peenemünde, ont préféré se rendre aux Américains plutôt qu'aux Soviétiques. Seul Helmut Gröttrup, spécialiste des systèmes de guidage du V2, choisit l'Armée rouge. C'est grâce à ce captif précieux que Glouchko et Korolev remettent en marche une chaîne de production de V2 à Nordhausen ; ils fabriquent une trentaine de ces fusées avant l'été 1946. Les premiers essais de propulsion sont réalisés par les Allemands le 6 septembre 1945,

(5) C'est la signification du V, initiale de *Vergeltungswaffe*.

LA SÉRIE DES MOTEURS RD

Les caractéristiques des principaux moteurs, mis au point au GDL-OKB de 1947 à 1961, sont données ici telles qu'elles figurent dans la dernière édition de l'Encyclopédie soviétique de l'astronautique. Pour mémoire, nous avons aussi mentionné les données fragmentaires, livrées par les Soviétiques, sur les moteurs RD-170 et RD ? qui équipent la fusée géante Energia.

Les poussées sont exprimées en

newton (1 N communique à une masse de 1 kg une accélération de 1 m/s^2). En raison de la pression atmosphérique, la poussée au sol est toujours inférieure à la poussée dans le vide. L'impulsion spécifique constitue la donnée la plus importante. Elle mesure la "qualité" du couple tuyère/propérgols et coïncide avec la vitesse d'éjection des gaz. Plus elle est élevée, meilleure est la performance.

La pression dans la (ou les) chambre de combustion constitue aussi un élément important du rendement thermodynamique du moteur en fonction des ergols utilisés. Elle est exprimée en mégapascal (1 Pa équivaut à une contrainte exercée par une force de 1 N sur une surface de 1 m^2 ; la pression atmosphérique au niveau de la mer est égale à 101 325 Pa soit 0,101325 MPa).

MOTEUR	RD 100	RD 103	RD 107	RD 108	RD 111	RD 119
Poussée (au sol)	267 kNewton	432 kNewton	821 kNewton	745 kNewton	1 407 kNewton	?
Poussée (dans le vide)	307 kNewton	500 kNewton	1 MNewton	941 kNewton	1 628 kNewton	105 kNewton
Impulsion spécifique (dans le vide)	1 990 m/s	2 160 m/s	2 950 m/s	3 090 m/s	3 110 m/s	3 090 m/s
Durée de fonctionnement	65 s	120 s	140 s	320 s	?	260 s
Pression de la chambre de combustion	1,59 MPa	2,39 MPa	5,85 MPa	5,1 MPa	7,85 MPa	7,89 MPa
Nombre de chambres	1	1	4	4	4	1
Ergols	Oxygène liquide Solution d'alcool	Oxygène liquide Solution d'alcool	Oxygène liquide Kérosène	Oxygène liquide Kérosène	Oxygène liquide Kérosène	Oxygène liquide UDMH
Poids	?	?	1 155 kg	1 250 kg	1 480 kg	168 kg
Année de construction	1947-1953	1947-1953	1954-1957	1954-1957	1959-1962	1954-1957
Utilisation	Fusées géophysiques R-1, R-2, R-5M	Fusées géophysiques R-1, R-2, R-5M	1 ^{er} étage Vostok	2 ^{er} étage Vostok	1 ^{er} étage Cosmos	2 ^{er} étage Cosmos

sous la direction de Glouchko. Celui-ci constate que les Soviétiques ne sont pas aussi en retard qu'ils le craignaient en matière de propulsion à réaction. Il demande aux ingénieurs allemands d'accroître la portée de leur fusée, et voyant qu'ils sont arrivés au bout de leurs possibilités, il décide de prendre les choses en main. Avec son vieux collègue Korolev, il modifie la conception du V2 ; il allonge la fusée, pressurise les réservoirs de façon à fournir un soutien mécanique à l'ensemble de la structure, rend indépendante la charge utile pour qu'elle puisse continuer sa trajectoire en vol balistique une fois l'impulsion donnée par l'étage de propulsion.

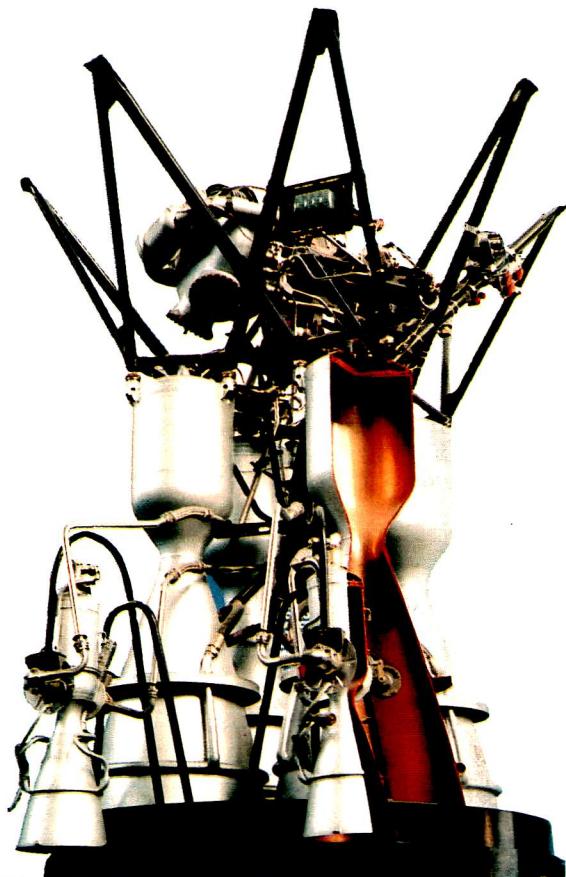
Glouchko comprend qu'on ne peut pas continuer à expérimenter les V2 sur le sol allemand ; il importe de rapatrier toute cette formidable entreprise en Union soviétique. Dans la nuit du 22 au 23 octobre 1946, les ingénieurs et techniciens allemands sont transférés en URSS. L'unité de production des V2 s'installe dans une ancienne usine de matériel de forage au nord-est de Moscou et, pour les moteurs, dans un autre centre près de la capitale, sous l'autorité de Glouchko. On relègue les "otages" allemands dans une île au milieu du lac Seliger, à quelque 300 km de Moscou. Dans cette situation de bannissement, ils ont pour mission de créer un simulateur de trajectoire pour le V2.

Dès lors, les choses vont très vite. Le 14 avril 1947, sous l'impulsion de Staline, est créée une Commission d'étude de faisabilité d'armes nouvelles. Glouchko, directeur depuis 1941 d'un bureau d'études spécialisé dans les moteurs de puissance, prend Korolev comme adjoint. Les deux hommes vont travailler de concert, comme au temps du RNII, l'un dans la conception des moteurs, l'autre dans celle de l'architecture des fusées. Korolev propose la construction d'un missile inspiré d'une ver-

(suite du texte page 156)

LE CHEVAL DE BATAILLE DE L'ASTRONAUTIQUE SOVIÉTIQUE

Le moteur RD-107, dont on voit ici un écorché, est exposé, avec les autres moteurs de Glouchko et la fusée de Korolev, à l'Exposition permanente des réalisations économiques (VDNKh) de Moscou.



RD 170	RD 214	RD 216	RD 219	RD 253	RD ?	RD 301
?	635 kNewton	1 469 kNewton	645 kNewton	1 474 kNewton	?	
7 899 kNewton	730 kNewton	1 728 kNewton	883 kNewton	1 635 kNewton	7 840 kNewton	98,1 kNewton
?	2 590 m/s	2 857 m/s	2 875 m/s	3 100 m/s	?	3 928 m/s
480s	140s	170s	125s	130s	> 480s	750s
?	4,36 MPa	7,35 MPa	7,35 MPa	14,7 MPa	?	11,8 MPa
4	4	2	2	1	4	1
Oxygène Kérosène	Acide nitrique Produit dérivé du kérosène	Acide nitrique UDMH	Oxyde d'azote UDMH	Tétraoxyde d'azote UDMH	Oxygène liquide Hydrogène	Fluor liquide Ammoniaclique
?	645 kg	1 325 kg	665 kg.	1 280 kg	?	?
?	1952-1957	1958-1960	1958-1961	1961-1965	?	1958-1961
Accélérateurs latéraux Energia	1 ^{er} étage Cosmos	1 ^{er} étage Cosmos (variante)	2 nd étage Cosmos	1 ^{er} étage Proton	Corps central Energia	Etages supérieurs de lanceurs

LE DERNIER DES BATTEURS D'OR

*Le dôme des Invalides fait peau neuve.
Une peau de plus de 12 kilos et
demi d'or presque pur, répartis
en 550 000 feuilles de 0,2 micromètre
d'épaisseur, collées une à une.*

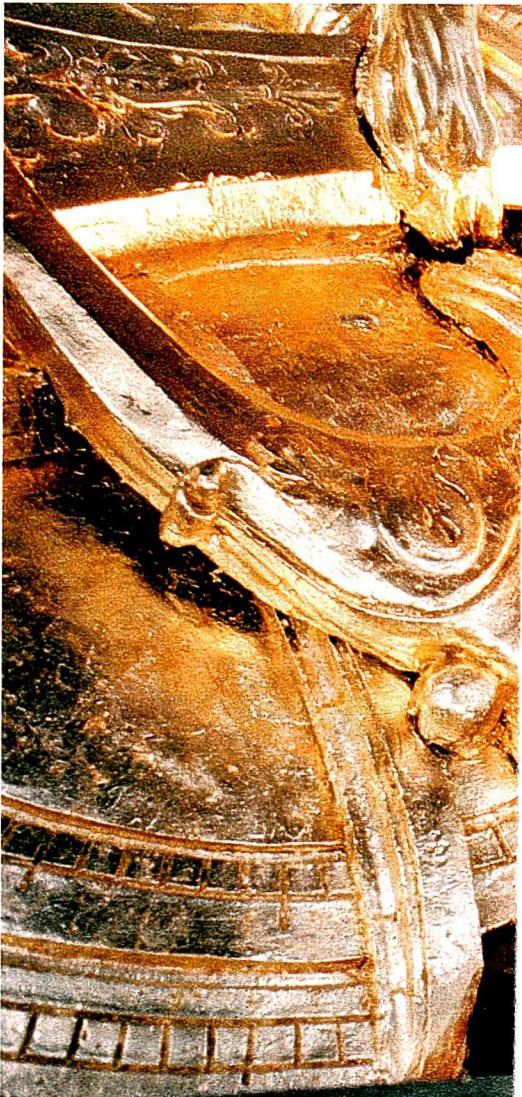


La Maison Dauvet est une minuscule entreprise établie dans le petit village d'Excevenex, sur les bords du Léman. Elle est la seule manufacture en France qui connaisse encore les secrets d'un art plusieurs fois millénaire. Toutes les civilisations antiques, en effet, ont battu l'or en feuilles, pour orner les sarcophages, le corps et le visage des momies, les sculptures et les monuments, les stèles et les plaques funéraires, les manuscrits.

En Inde, actuellement encore, les pèlerins achètent des feuilles d'or battu, qu'ils appliquent sur les statues pieuses qui, grâce à cette parure votive, résistent aux ravages du temps.

Car l'or, métal "vivant", ne se contente pas d'embellir, il sauvegarde. Inaltérable, insensible aux assauts atmosphériques, aux écarts de température, à l'hygrométrie, et de surcroît résistant à tous les acides, il préserve mieux — et tous comptes faits, il revient moins cher — que la plus robuste des peintures que l'on ait jusqu'ici réussi à mettre au point.

Le dôme des Invalides, dont on redécouvrira l'éclat en juillet, n'avait ainsi pas été redoré depuis plus de cinquante ans. Il le fut la dernière fois en 1937, pour l'Exposition universelle. Le doreur de l'époque semble n'avoir pas tout à fait maîtrisé son métier ; on dit qu'ayant mal posé ses feuilles, il dut les vernir pour assurer leur cohésion, alors que naturellement, du fait de leur extrême finesse, elles adhèrent d'elles-mêmes les unes aux autres. Le vernis empêcha la pellicule d'or de "vivre" et de "respirer" ; les précieuses feuilles se sont fendillées sous les intempéries, aussi bien sur le dôme proprement dit, qui est en plomb, que sur le lanternon, fait de cuivre. Il y a peu de risques que de tels ennuis se produisent cette fois-ci : le doreur, Robert Gohard, a de solides titres de référence, comme la rénovation de la statue de la Liberté et celle du château de Versailles.



Auparavant, le dôme des Invalides n'avait été doré que deux fois : en 1807, lors de l'achèvement du bâtiment commandé par Louis XIV à Mansart et 62 ans plus tard, en 1869. Preuve de la fantastique résistance de l'or et de sa supériorité à toute sorte de peinture.

A vrai dire, le battage de l'or ne s'effectue plus entièrement à la main, comme c'était encore le cas il y a une vingtaine d'années. Et cependant, malgré une partie de mécanisation, ce travail continue d'exiger une extrême qualification de la main-d'œuvre et une précision infinie dans les gestes.

Tout commence par la fonte, à 1 500° C, dans des creusets de 250 grammes. L'or pur est une matière molle qui colle quand on la travaille. Il faut donc recourir à un alliage de consistance plus ferme. A l'or neuf acheté en bourse sont ainsi ajoutés les déchets d'or issus des précédents battages, ainsi que du cuivre

et de l'argent, dans des proportions qui dépendent de la couleur et de la résistance recherchées.

L'alliage élaboré pour les Invalides est dit de qualité "supérieure", celle qui constitue l'essentiel de la production d'un batteur d'or : 980 millièmes d'or pur, 10 millièmes de cuivre, 10 millièmes d'argent. Il titre donc 23,5 carats (1).

Le lingot passe ensuite au laminoir, d'où sort un long ruban d'or de 4 centimètres de largeur et 45 micromètres d'épaisseur (2), qui est enroulé sur lui-même. Aucune rupture du précieux ruban n'est à craindre, l'or présente en effet une très forte résistance à la traction.

On obtient les premières feuilles par une découpe au massicot. Du ruban d'or, un ouvrier tire 96

(1) Unité de titrage de l'or fin contenu dans un alliage, représentant 1/24 de la masse totale.

(2) 1 micromètre = 1/1 000 de millimètre.





feuilles rectangulaires de 4 centimètres de largeur et 9 centimètres de longueur, d'un poids de 2,4 grammes. Au cours des étapes suivantes, on les travaillera toujours ensemble, de façon à assurer une parfaite uniformité de la production.

Intervient alors un second laminage. Par paquets de 48 — la machine ne saurait en accepter plus —, les feuilles d'or sont laminées cette fois dans le sens de leur largeur. Elles en sortent sous la forme de carrés de 9 cm de côté dont l'épaisseur a été réduite à 20 micromètres.

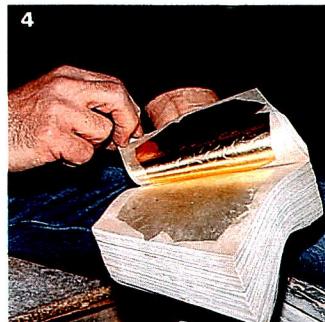
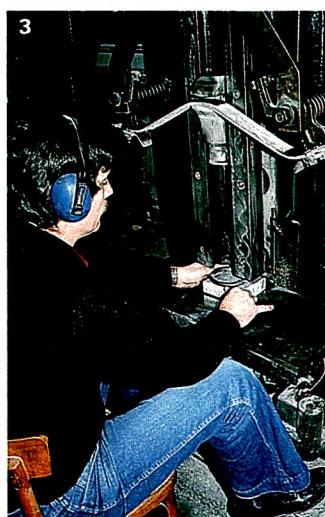
A partir de ce moment, la machine, aussi perfectionnée soit-elle, ne peut plus rien. Le battage proprement dit débute. Place à l'homme. Ou plus exactement, à la femme, seule douée du doigté, de la précision et de la patience nécessaires pour parachever l'œuvre commencée.

Armées de fines pinces en roseau et de couteaux, les "apprêteuses" récupèrent les 96 feuilles d'or sorties du laminoir et débitent chacune en quatre morceaux égaux. Elles taillent ainsi 384 feuilles carrées de 4,5 cm de côté, qu'elles insèrent entre les pages d'un cauchet, épais livret aux dimensions 9 ×

9 cm, fait de pages de papier "animal", à base de cuir, à la texture rugueuse qui permet de dégrossir les feuilles d'or.

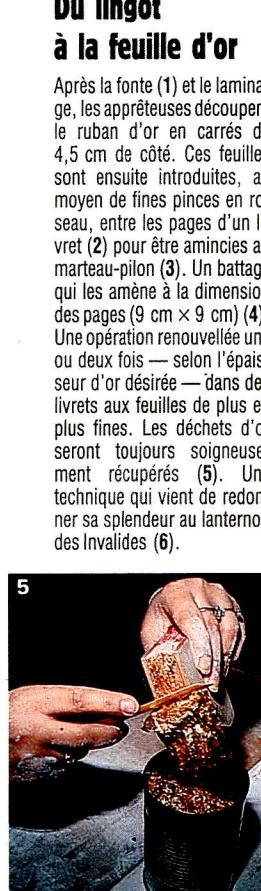
Le cauchet est placé par un ouvrier sous un marteau-pilon qui va le frapper quelque 1 200 à 1 500 fois, à raison de deux coups à la seconde. L'opération est interrompue lorsque l'or affleure sur les bords du cauchet. Les feuilles ont donc retrouvé leur gabarit d'origine — 9 × 9 cm —, mais sont maintenant considérablement amincies ; l'épaisseur de chacune a été ramenée à 5 micromètres. Et leur poids est passé de 2,4 à 0,6 gramme. Un film d'or éthétré, mais que, petit à petit, on va rendre bien plus aérien encore.

Les apprêteuses retranchent tout l'or qui dépasse des pages du cauchet. Elles retirent les feuilles, maintenant bien dimensionnées au carré, les coupent une fois de plus en quartiers, qu'elles placent dans une nouvelle unité d'assemblage, le chaudret — un outil semblable au cauchet, mais où le vélin d'origine



Du lingot à la feuille d'or

Après la fonte (1) et le laminage, les apprêteuses découpent le ruban d'or en carrés de 4,5 cm de côté. Ces feuilles sont ensuite introduites, au moyen de fines pinces en roseau, entre les pages d'un livre (2) pour être amincies au marteau-pilon (3). Un battage qui les amène à la dimension des pages (9 cm × 9 cm) (4). Une opération renouvelée une ou deux fois — selon l'épaisseur d'or désirée — dans des livrets aux feuilles de plus en plus fines. Les déchets d'or seront toujours soigneusement récupérés (5). Une technique qui vient de redonner sa splendeur au lanternon des Invalides (6).



animale, trop grossier, est remplacé par un papier plastique plus fin, qui n'abîme pas le délicat tissu de la feuille d'or ; on utilisait autrefois de la bau-druche, membrane très mince faite avec les intestins du bœuf et du mouton, mais les matières artificielles de la chimie moderne ont détrôné ce produit naturel.

L'ouvrier se trouve donc désormais devant quatre fois 384 feuilles d'or, soit 1 536. Il les bat pendant 45 minutes au total, mais pas de façon continue ; les 1 536 feuilles sont frappées alternativement en deux lots distincts, pour éviter de surchauffer le métal. Les déchets dépassant des pages du chaudret sont rognés une fois de plus, de façon à produire des carrés parfaits de 9 × 9 cm, aux tranches rectilignes.

On est descendu maintenant à 1,25 micromètre d'épaisseur par feuille et à un poids de 15 centigrammes environ.

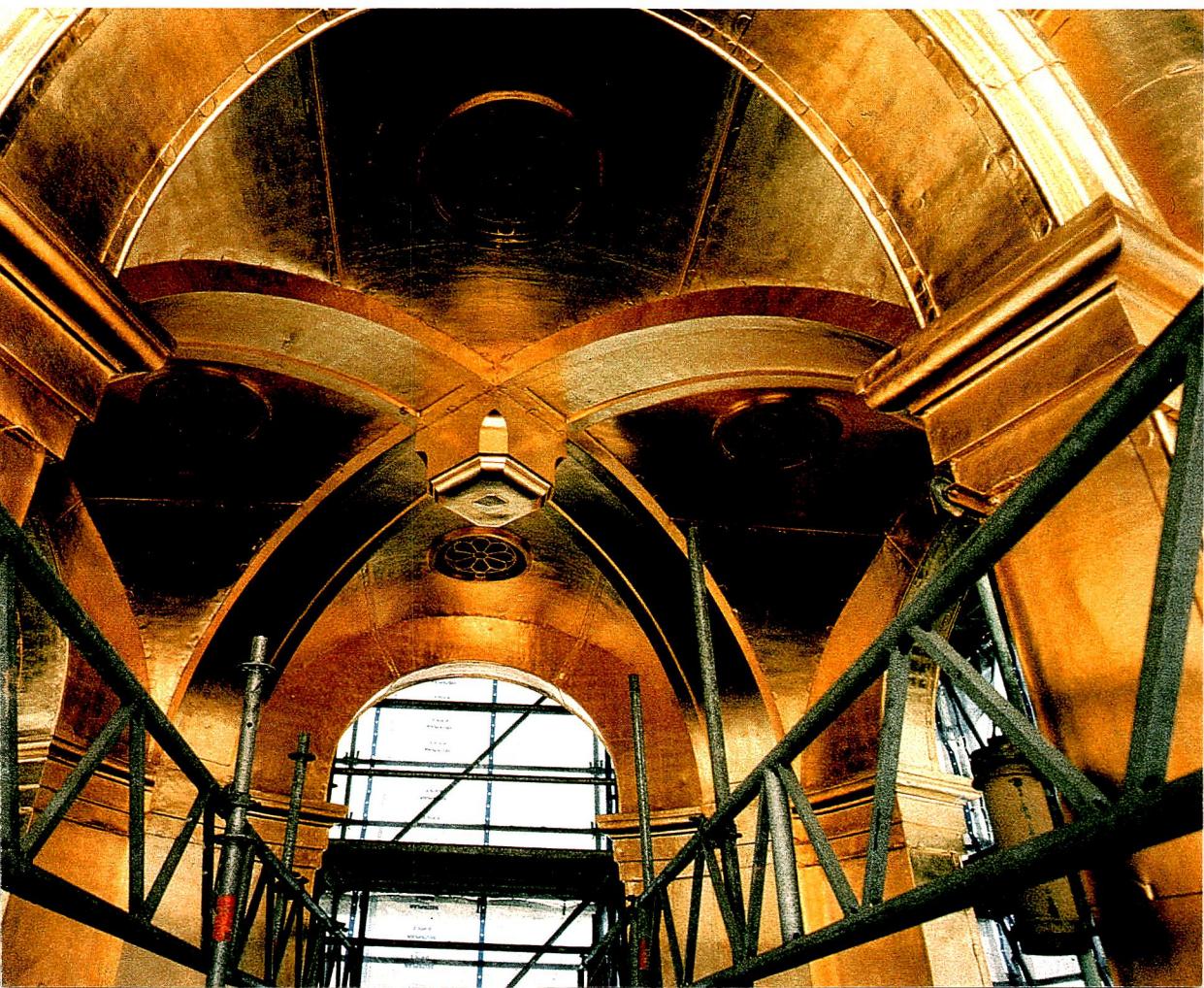
Mais une dernière opération permet de faire beaucoup mieux — beaucoup plus fin — encore. Elle est toujours effectuée par les apprêteuses, qui partagent de nouveau les feuilles en quatre. Parti de

96, on en est maintenant à 6 144 feuilles d'or, qui sont placées dans un ultime dispositif, la moule.

Constituée de pages de plastique plus fines encore que celles du chaudret, la moule est soumise à un battage pendant une ou deux heures par des marteaux-pilons plus légers. Les feuilles d'or subissent quelque 15 000 coups et sont réduites à l'épaisseur de trois dixièmes de micromètre environ.

Entrent alors en action les "videuses". Elles retiennent une à une les feuilles de la moule au moyen de leurs baguettes de roseau. Elles défroissent avec douceur ces milliers de lamelles d'or quasi immatérielles. D'un souffle léger, elles leur redonnent du plat. Elles les glissent soigneusement dans un livret, qu'elles passent pour vérification à une contremaîtrise, laquelle contrôle chacune des feuilles d'or avec la plus grande minutie, rebouche éventuellement un trou avec un prélèvement de déchet — la pellicule d'or est si fine que la "greffe" prend immédiatement. Regroupés par lots de vingt, les livrets

(suite du texte page 164)





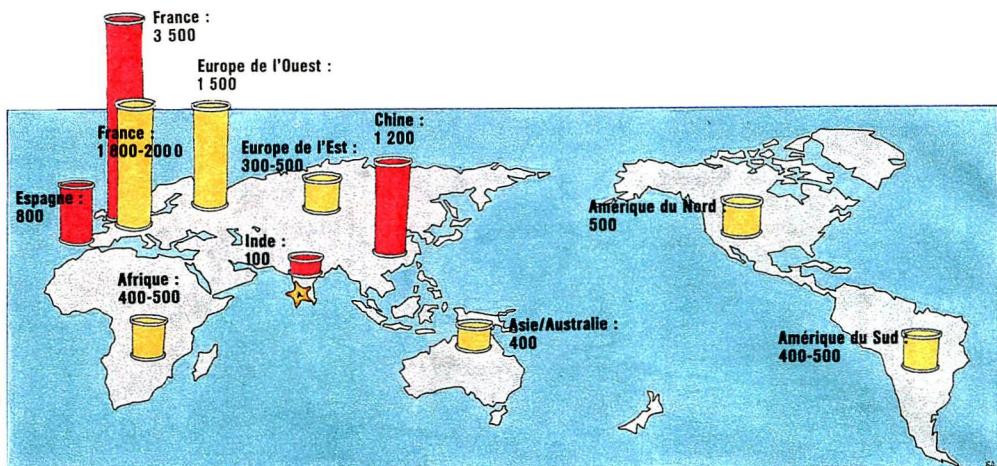
UN CONTENEUR DE LINDANE DANS LA MER : MOINS GRAVE QUE 300 DANS LES CHAMPS

Il a suffi d'un conteneur perdu au fond de la Manche pour qu'on reparle d'un insecticide qui s'était fait oublier depuis vingt ans.

Le lindane, dont la France déverse annuellement sur son sol la valeur de 300 conteneurs analogues à celui qui a coulé, est l'un des rares à avoir échappé à la condamnation qui a frappé, vers les années 70, la famille des composants organo-chlorés.

PAR JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR





Une part considérable des ressources agricoles mondiales se perd chaque année dans l'estomac des centaines de milliards d'insectes qui peuplent la planète. C'est ainsi que disparaît le quart de la production de riz, 10 % de celle de maïs, plus de 15 % de celle de coton, pour ne citer que ces exemples. Face à un fléau d'une telle ampleur, les bouillies, bordelaise ou bourguignonne, à base de sulfate de cuivre, comme les mélanges de soufre et de chaux ou autres mixtures à base de nicotine, font l'effet d'armes dérisoires.

La nécessité de frapper fort s'est trouvée pour la première fois satisfaite avec le DDT, un composé à base de chlore mis au point pendant la campagne du Pacifique et apparu comme insecticide au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Cependant, après en avoir usé de façon immodérée pendant vingt ans — quelque trois millions de tonnes furent déversées sur la planète ! — on s'avisa que le produit présentait des inconvénients graves. Non seulement on découvrit que le DDT s'accumulait dans l'environnement — on en retrouve encore aujourd'hui dans la graisse des ours polaires! — mais on soupçonna qu'il pouvait être cancérogène. Du jour au lendemain, l'insecticide-miracle fut condamné et avec lui toute la famille des organo-chlorés... A l'exception du lindane (¹).

L'histoire du lindane commence en 1825 avec Faraday. En versant du chlore sur du benzène en présence de lumière, le chimiste anglais obtint de l'hexachlorocyclohexane ou HCH, une mixture renfermant plusieurs isomères dont l'un, le gamma-HCH, fut isolé un peu moins d'un siècle plus tard par le chimiste belge Van der Linden auquel la molécule devra son nom. En 1935, des chercheurs américains découvrirent, un peu par hasard, que l'HCH présentait des propriétés insecticides. Enfin, c'est le Français Dupiré, au début des années 40, qui établit que ces propriétés étaient dues précisément à l'isomère gamma. Depuis lors, sans faire trop de bruit, le lindane poursuit sa carrière. Après avoir commencé par utiliser comme insecticide le mélange

Le lindane : qui le produit, qui l'utilise...

La plupart des pays ont arrêté de fabriquer du lindane, mais continuent d'en utiliser. L'Inde, qui en produit peu, synthétise du HCH en grande quantité. Peu coûteux, ce mélange d'où l'on extrait le lindane contient des composés beaucoup plus toxiques.

de HCH tout entier, on prit le parti d'extraire le seul lindane, les autres isomères de l'HCH notamment l'alpha-HCH (60 %) et le bêta-HCH (10 %) étant toxiques et dégradant l'environnement. Précisons ici que le fait de ne pas utiliser ces isomères indésirables ne veut pas nécessairement dire qu'on ne les retrouve pas dans l'environnement. La société Produits Chimiques Ugine-Kuhlmann, aujourd'hui disparue, avait coutume de les déverser par camions entiers dans les gravières de villages alsaciens (voir *Science & Vie* n° 821). Et sous le parking de la société Sandoz à Huningue (Haut-Rhin) qui a racheté le terrain à PCUK, se trouve un trou bourré de 2 000 m³ de lindane.

Pour mériter le nom de lindane, un produit doit comporter au moins 99 % de l'isomère gamma, lequel n'entre dans le mélange d'HCH que dans la proportion de 14 %, c'est-à-dire que 8 à 9 tonnes d'HCH sont nécessaires pour produire une tonne de lindane. Tout le reste est déchet.

La société Rhône-Poulenc, qui est aujourd'hui la seule en France à fabriquer du lindane, a mis au point il y a une vingtaine d'années un procédé de cracking qui a permis de tirer parti de ces déchets dangereux. L'HCH est produit par action du chlore sur le benzène en présence de lumière dans l'usine de Saint-Auban. Acheminé jusqu'à la plate-forme de Pont-de-Claix, il subit un jeu complexe de dissolutions et de cristallisations dans un solvant, jusqu'à ce que le lindane soit isolé. Ensuite, par un procédé de cracking thermique, les molécules indésirables sont converties en trichlorobenzène et en acide chlorhydrique, qui servent à leur tour de matières premières pour d'autres fabrications.

3 500 à 4 000 tonnes de lindane sont ainsi produi-

tes chaque année pour un marché global de 5 000 à 6 000 tonnes. Il convient ici de préciser que si la France est le premier producteur, c'est parce que la plupart des pays qui, au lendemain de la guerre, s'étaient lancés dans la production industrielle de lindane, ont aujourd'hui cessé d'en fabriquer.

Le lindane se caractérise par un très large spectre d'action. On l'emploie surtout pour la protection des sols et des semences contre des parasites souterrains comme les taupins et les vers blancs. Céréales, colza, maïs et betteraves sont plus particulièrement traitées en France par cet insecticide qui s'attaque également aux doryphores, aux pucerons, aux fourmis, aux courtilières, aux noctuelles et autres ravageurs. Il entre enfin dans la composition de nombreux produits utilisés en arboriculture, en culture maraîchère et florale, dans les jardins...

En dehors du domaine agricole, qui représente 80 % de ses utilisations, le lindane est également employé pour protéger les bois contre les termites, capricornes, vrilles et autres insectes dont les galeries finissent par réduire en poussière poutres et meubles. A noter que le lindane, qui n'entre que pour une part infime (de l'ordre de 1 %) dans des mélanges commercialisés sous le nom de Xylophène, AX3, Xylamon, etc. n'est sans doute pas responsable des désagréments parfois sérieux provoqués par ces produits qui contiennent des chlorophénols.

Le lindane fait également merveille contre les parasites comme les poux, gales ou varrons, d'où son emploi dans le traitement des animaux et de leurs locaux d'habitation. En ce qui concerne ces derniers, une interdiction est intervenue en 1969, mais qui est devenue caduque en 1982, en sorte qu'on l'utilise de nouveau, hormis pour les vaches laitières, les veaux en batterie et les poules pondeuses. En revanche, le recours au lindane contre la gale et les poux chez les enfants n'a jamais été remis en question, ce qui, aux yeux d'André Picot, chimiste au CNRS, constitue une grave erreur, d'autant qu'il existe des produits moins toxiques et tout aussi efficaces à base de pyréthrinoïdes.

Compte tenu de ces réserves, le lindane apparaît comme un produit polyvalent, d'un emploi extrêmement simple et efficace à des doses relativement faibles (beaucoup plus faibles en tous cas que pour le DDT : 750 à 1 500 g/hectare en

traitement de sol ; 100 à 300 g/hectare en pulvérisation sur les cultures et 50 à 100 g/hectare seulement en traitement de semences). Enfin, le lindane n'est pas cher : 70 à 75 F le kilo. Faut-il conclure que nous tenons dans le lindane l'insecticide-miracle porteur de tous les espoirs autrefois placés dans le DDT ?

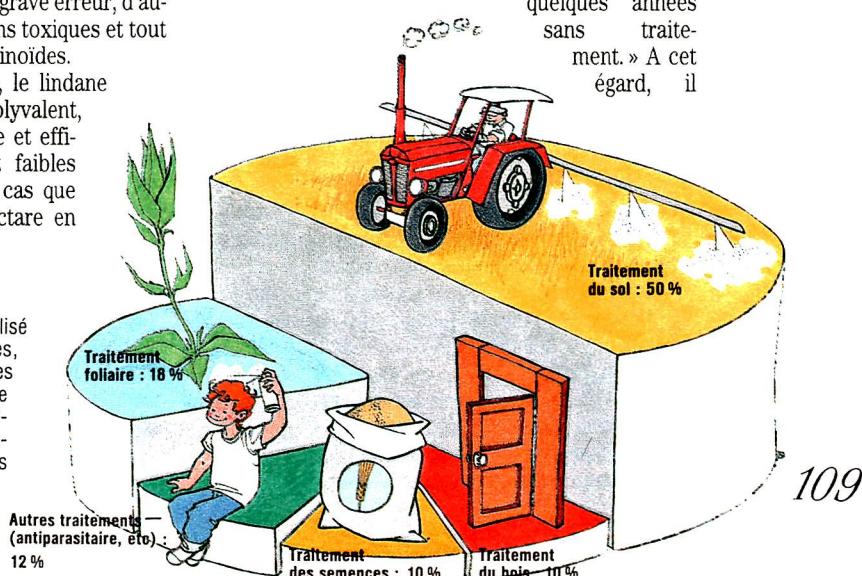
Selon M. Bouguerra, chimiste à la faculté des sciences de Tunis, jamais un produit chimique n'est encore arrivé à éradiquer un insecte. Il cite à juste titre en exemple le paludisme qui, malgré les épandages massifs de DDT à partir des années 50, a fait un retour en force depuis la fin des années 70. C'est que les insectes et, paradoxalement surtout les insectes nuisibles, parviennent en quelques générations à devenir insensibles aux insecticides. Ce phénomène de résistance est d'autant plus grave que certains insectes sont équipés d'un mécanisme physiologique qui leur permet de se défendre contre plusieurs familles de pesticides et de développer ce que les spécialistes appellent une "résistance croisée". De là la nécessité de garder une gamme d'insecticides aussi large que possible.

Cependant, les insectes du sol comme les taupins et les vers blancs, qui représentent une des utilisations du lindane, n'ont pas (ou pas encore ?) développé de résistance. Cela s'explique par leur cycle de reproduction relativement long par rapport à celui des autres insectes puisque respectivement de 5 et 3 ans.

Selon Daniel Demozay, responsable des homologations au sein de Rhône-Poulenc Agrochimie, « il vaut mieux ne pas attendre l'apparition de ce type de phénomènes et pratiquer une alternance de façon préventive ». Et précisément, dans la mesure où le nombre de grandes familles d'insecticides est très limité, trois ou quatre, le lindane devient une pièce maîtresse de cette alternance. « Cette résistance développée par un grand nombre d'insectes, ajoute M. Demozay, ne serait pas définitive et disparaîtrait au bout de quelques années sans traitement. » A cet égard, il

... et pour quels usages ?

Le lindane est principalement utilisé pour le traitement des sols agricoles, notamment contre les taupins et les vers blancs. Alors qu'on le soupçonne d'être promoteur du cancer, on continue toujours, hélas, de le commercialiser pour le traitement des enfants contre les poux.



convient de citer l'exemple du traitement contre les punaises sur les cultures de cacaoyers au Cameroun ou en Côte d'Ivoire, où l'expérience aurait finalement montré que le lindane, après un abandon partiel, restait le meilleur choix quant à la qualité et quant au prix.

Restent les questions touchant à l'environnement et à la toxicité éventuelle du lindane. Le mode d'utilisation des insecticides organo-chlorés, forcément très dispersif, contribue à la pollution de l'environnement. Au moment de la pulvérisation, surtout si elle est effectuée depuis un avion ou un hélicoptère, plus de la moitié des pesticides passe directement dans l'atmosphère. Mais le lindane s'évapore rapidement. Par ailleurs, contrairement à ce qu'on a affirmé lorsque le container a coulé dans la Manche le mois dernier, il est assez soluble dans l'eau, cent fois plus que le DDT par exemple : 10 mg/l dans une eau à 20°C ; un peu moins à mesure que la température décroît : au fond de la Manche, où la température ne dépasse guère 7°C, sa solubilité est de 1 mg/l. De ce fait, il se disperse rapidement dans la biosphère.

Dans le sol, le lindane disparaît beaucoup plus vite que les autres organo-chlorés et notamment le DDT, de six à vingt fois plus tenace. Dans la plupart des sols, la moitié de la quantité de lindane répandu a généralement disparu au bout de quatre mois et même moins dans les pays chauds. Dans l'eau, que ce soit l'eau douce ou l'eau de mer, le lindane est relativement persistant : ainsi, dans l'eau douce à 1 m de profondeur, il faut dix mois pour que la moitié d'une quantité de lindane disparaîsse puis de nouveaux dix mois avant que le quart de la quantité initiale disparaîsse à son tour. A ce rythme, les cinq tonnes perdues dans la Manche ont encore de beaux jours devant elles !

Parmi les animaux, les batraciens et les oiseaux semblent les plus sensibles. Ces derniers, et notamment les rapaces, dont le taux de reproduction est très faible, sont particulièrement menacés en raison des défauts de calcification des coquilles que peuvent entraîner des doses aussi faibles que 5 ppm (parties par million). Autre groupe menacé, les mollusques : pour un coquillage d'eau douce comme la limnée quelques ppm suffisent pour que la moitié des individus exposés disparaîsse. Les poissons sont également sensibles. Une expérience du département de radio-écologie du CEA a montré qu'il suffisait de 1,2 mg de lindane par litre d'eau pour que toutes les anguilles meurent. Encore celles-ci comptent-elles parmi les poissons les plus résistants.

Chez l'homme, le lindane (respiré avec l'air ou ingéré avec l'eau ou les aliments) s'accumule dans les organes et les tissus, quoique beaucoup moins que le DDT. Au contraire de l'isomère alpha de l'HCH qui s'accumule dans la myéline du cerveau, le lindane se concentre de préférence dans les tissus adipeux. Toutefois, sa métabolisation rapide favorise son élimination. Les troubles nerveux, gastro-in-

testinaux, hépatiques, rénaux voire les troubles du myocarde observés dans des cas d'intoxication chronique à de fortes concentrations, n'apparaissent pas lorsque les concentrations maximales admissibles sont respectées (0,5 mg/m³ dans l'air).

Des accidents graves ont parfois été signalés. On rapporte le cas d'un petit Américain de 30 mois mort après avoir été traité contre les poux à l'aide de lindane ainsi que celui d'un enfant du même âge qui a présenté une anémie aplasique (mortelle) à la suite d'une vaporisation de lindane destinée à désinfecter la maison où il vivait. Le lindane peut également déclencher des réactions immunitaires de type allergies précoce caractérisées par la production d'immunoglobulines. Bien que le lindane ne semble pas influencer la reproduction, on a observé parmi les ouvriers employés à sa fabrication, une augmentation du taux sérieux des gonadostimulines hypophysaires traduisant une perturbation de la régulation des hormones sexuelles. Enfin, quelques cas de leucémie et d'anémies aplasiques ont été signalés, surtout chez des individus exposés professionnellement. Au total, s'il est impossible de passer ces différents cas sous silence, il convient cependant de souligner leur caractère exceptionnel. Ils ne signifient pas forcément qu'il y ait de graves problèmes de santé liés au lindane.

Quant au pouvoir mutagène du lindane, les choses sont claires : tous les tests sont négatifs, le lindane n'entraîne pas d'anomalies génétiques susceptibles de se transmettre d'une génération à l'autre. Les conclusions en ce qui concerne son pouvoir cancérogène sont malheureusement moins claires. Le Centre international de recherche sur le cancer a reconnu le lindane (ainsi que l'HCH) cancérogène chez la souris. Au contraire, les représentants de Rhône-Poulenc, se fondant sur le fait qu'il existe généralement une bonne corrélation entre mutagénicité et cancérogénéité ainsi que sur de nombreuses expériences réalisées sur le rat et le chien, nient le pouvoir cancérogène du lindane. Selon André Picot, du CNRS, le lindane, à l'instar des autres organo-chlorés, agit probablement comme un promoteur de cancérogénèse — entendons par là qu'il pourrait favoriser le travail initié par d'autres cancérogènes confirmés.

La dose journalière maximale a été fixée à 0,0125 mg de lindane par kilo de poids corporel. Cette valeur, fixée par l'OMS et la FAO, tient compte d'un facteur de sécurité de 100. Ainsi, selon ces normes, un homme de 80 kilos ne devrait pas ingérer plus d'un mg par jour. Or, on ne trouve guère plus de quelques millièmes de mg par personne et par jour — quelques centièmes de l'avis de certains chercheurs — dans le panier de la ménagère française. Si le lindane est bien un promoteur de cancérogénèse, il n'a pas besoin d'être présent en grande quantité pour frapper.

Jacqueline Denis-Lempereur

(1) Il y a encore sur le marché quelques rares insecticides organo-chlorés, mais seul le lindane reste utilisé à grande échelle.

LES GOUROUS DE L'EMBAUCHE

Depuis quelques années, des cabinets de consultants, des entreprises, des organismes de formation utilisent l'astrologie, la numérologie, la chirologie, la morpho-psychologie et autres fadaises pour recruter, évaluer et promouvoir le personnel et les cadres. Or, il s'agit là d'une forme de racisme autant que d'une pratique illégale, immorale et surtout inefficace. Un conseiller d'entreprise, professeur et membre de jury d'examen dans l'enseignement supérieur la dénonce ici. Dans un prochain numéro nous publierons les noms des sociétés qui ont recours à ces pratiques.

Mariella Madonna, astrologue, fut l'une des premières, en France, à utiliser l'astrologie pour le recrutement. Pour elle, les grands responsables d'entreprise se recrutent parmi les Bélier, les Scorpion, les Capricorne, les Taureau et les Lion. Admirons la précision d'information de cette professionnelle du blurg⁽¹⁾ : Jean-Luc Lagardère, Robert Hersant, Bernard Tapie et Valéry Giscard d'Estaing, entre bien d'autres, sont des Verseau. « J'ai eu le cas d'une Capricorne ascendant Capricorne qui postulait pour un poste de vendeuse dans le prêt-à-porter », déclarait donc Mme Madonna, dans le langage des directeurs de personnel, à l'hebdomadaire *Jours de France*. « Erreur de direction évidente, tranchait-elle. Je l'ai plutôt orientée vers un poste à responsabilité et vers la gestion des affaires, lui préférant une Balance ascendant Vierge : Balance pour le goût de la mode, de l'élégance et de la netteté, Vierge, pour le sens de l'organisation structurée. » On croit rêver.

Mais, hélas, on est éveillé. Le journal *Les Echos*-

Grandes Ecoles de mai 1988 estime que les cabinets utilisateurs d'astrologie se chiffrent par centaines. Par exemple, Danielle Rousseau, fondatrice du cabinet "Les Gémeaux", l'utilise pour recruter des dirigeants et des cadres de haut niveau. A partir du "thème astral", elle dresse un bilan de personnalité pour juger si un homme est bien adapté à son poste de travail et savoir si son caractère sera compatible avec l'équipe en place. Ainsi attribue-t-elle le blocage de l'équipe d'encadrement d'une grande entreprise qui avait fait appel à elle, à un « manque de Lion ».

Ce genre de folie a donc des répercussions directes sur la vie des autres. Qu'un tel consulte son horoscope pour savoir s'il sera augmenté, cela le regarde; mais qu'il puisse aussi refuser leur gagne-pain à d'autres sous prétexte qu'ils sont nés tel jour de tel mois plutôt que tel autre, voilà une tout autre affaire. Ainsi, l'un des étudiants de l'auteur de cet article, titulaire de trois doctorats (gestion d'entre-

¹⁾ Baliverne lamentable à l'usage réservé des gogos.





Astrologie

prise, droit international, communication) et d'un MBA d'une grande université américaine, s'est-il vu refuser un poste parce qu'il est Sagittaire. Né un 20 décembre, son "thème astral" aurait révélé que le peu d'écart entre son anniversaire et les fêtes de Noël le prédisposait à être un esprit dilettante. Les chasses aux sorcières du Moyen Age, c'était aussi beau.

Bernard Duboy est "numérologue". Le principe de la numérologie est aussi simple qu'absurde : noms, prénoms, dates de naissance, transcrits en chiffres selon un barème pré-établi (qui change — bien voyons — en fonction du numérologue !) émettent des vibrations et des palpitations qui influent sur l'hérédité et façonnent notre caractère et notre personnalité... C'est sans doute le message chiffré du nom de certains qui leur permet, et à eux seuls, de conférer une mémoire à l'eau. Bref, l'étude

numérologique définirait les aptitudes professionnelles, les motivations, les tendances comportementales, etc. Ainsi, si, dans votre prénom vous comptez un D et que D = 1, alors vous êtes individualiste, fort, volontaire, conquérant. En un mot, vous vous assumez. Les professions libérales, artistiques et celles qui nécessitent une aptitude au commandement vous sont ouvertes. Si vous avez une lettre qui vaut un 2, vous êtes doux, chaleureux, amical, coopératif. Conciliant, vous aimez travailler en équipe.

Il faut se pincer pour croire que de grandes entreprises réclament les services de Bernard Duboy pour détecter le potentiel des cadres à travers les nombres. C'est pourtant le cas. On peut, si l'on est incrédule, consulter des ouvrages de numérologie. Cette fadaise fait florès. On y apprendra, par exemple, que la santé d'un cadre résulte de son numéro de Sécurité sociale, que le dynamisme d'une entreprise est lié à son numéro de téléphone... Quant aux fournisseurs dont l'adresse commence par un 4, ils s'exposent fort à des risques d'inondations ! Sans doute en 1988 toutes les entreprises nimoises étaient-elles logées à la même enseigne...

Autre merveille de la numérologie : une femme au chômage cherchait du travail. Depuis septembre 1988, sur *France-Inter* — radio nationale, s'il vous plaît —, du lundi au vendredi, un numérologue conseille les auditeurs (savoir si l'exercice de cette activité est bien légal, d'ailleurs). Cette femme téléphone, découragée, et demande de l'aide pour ses recherches. On lui dresse son "thème" et l'on dégagé un jour faste pour ses démarches : mardi 1^{er} novembre ! Un jour férié !

Astrologie, numérologie, la variété des coquetteries qui commencent à commander notre activité



professionnelle nationale ne s'arrête pas là ; il y a aussi la "chirologie". Qu'est-ce donc ? La banale étude des lignes et des formes de la main, pompeusement rebaptisée. Pour Gérard Aussoleil, chirologue, donc, un examen "minutieux", certes, de cinq à dix minutes des lignes de la main permet de déceler le tempérament, le caractère et les aptitudes professionnelles d'un individu. Les lignes "parlent" et indiquent la capacité d'un candidat à s'insérer dans une équipe. Ainsi, un groupe de travail à dominante socialiste aura-t-il intérêt à recruter un candidat dont les lignes de la main tournent vers la gauche, assure un autre chirologue. Même Raymond Devos n'y aurait pas pensé.

Et puis, il y a la morphopsychologie. Si vous souhaitez faire établir votre "caractérogramme morphologique", vous devez fournir au "morphopsychologue" une photo de face et une de profil, oreilles et front dégagés. Celui-ci procédera à l'examen "attentif" de votre visage et fera des corrélations, parfois avec un pied à coulissole, entre ses différentes composantes.

Des oreilles rigoureusement symétriques pourront signifier que vous avez un esprit méthodique et cartésien. Vos narines, si elles ont un diamètre important, indiqueront que vous êtes "dans le vent", car vous savez humer l'air du temps. En revanche, ce front bombé et ces pommettes ne vous prédisposent vraiment pas à être un bon directeur commercial. On en est là.

Frédérique Rollet, "morphopsychologue", donc, s'est fait connaître du public par un ouvrage sur son "art", ce qui lui a valu d'être invitée à "Apostrophes" (et que dit donc la tête de M. Pivot ?) et de tenir une émission régulière sur TF-1. Elle eut ainsi l'occasion d'examiner la tête de Harlem Désir, président de SOS-Racisme, qui se laissa "ausculter" avec une grande complaisance.

Personne ne s'emble s'être avisé que la morphopsychologie est aussi une forme de racisme. Mais qu'importe, de nombreuses entreprises l'utilisent pour recruter et hiérarchiser les cadres.

On peut imaginer qu'avant peu, on verra s'installer, et massivement, des "hémato-psychologues", classant les individus selon leur groupes sanguins. Ainsi, les détenteurs du groupe A seront-ils créatifs, mais individualistes et difficilement intégrables dans une hiérarchie, tandis que le groupe B sera celui des meneurs, et l'O, celui des techniciens et des grands commis. Certaines entreprises, au Japon et aux Etats-Unis, n'hésitent pas à préciser, pour les emplois qu'elles proposent : groupe A (ou B ou O) s'abstenir.

Il est évident qu'on entre dans le domaine du délire et de la charlatanerie officiels. Une très intéressante étude du Conseil de l'ordre des médecins définit le charlatanisme : le charlatan est celui qui « exploite la crédulité du public d'une manière quel-

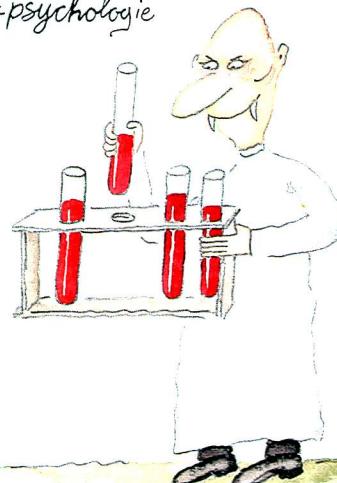
conque, en vantant ses produits, sa science, ses qualités ». Le charlatan trompe son malade ou son client par une conduite inappropriée ; il peut s'agir d'une tromperie sur sa valeur, sa compétence, ses titres ; d'une tromperie sur la véracité ou l'exactitude du diagnostic ; d'une tromperie sur la fiabilité de méthodes scientifiques et thérapeutiques non éprouvées. Tromperies qui, sous toutes leurs formes, négligent délibérément l'intérêt du patient ou du client. Il est très rare que le charlatan médecin trompe le malade inconsciemment ; il s'agit alors d'un illuminé, intimement persuadé de l'efficacité de méthodes non fiables.

Le plus souvent, la tromperie est consciente, effectuée dans un but bien déterminé, essentiellement lucratif. Soulignons que l'incompétence est génératrice de charlatanisme.

Comment ne pas faire de parallèle entre la charlatanerie et les gourous du recrutement, quand on sait que leurs méthodes n'ont aucune chance de produire le moindre résultat positif. Au surplus, elles perpétuent l'idée que nous serions prédisposés, dès la naissance, à occuper tel type de fonction plutôt que tel autre, ce qui nous prive de nos facultés de développement personnel et d'adaptation aux changements, c'est-à-dire, ce qui nous appauvrit. Car réussir suppose une capacité d'adaptation, sans quoi l'on est éliminé de la vie active. Rapelons que 40 % des postes existants vont être supprimés dans les 20 prochaines années. Le système des charlatans tend donc à bloquer l'emploi.

Lors d'un recrutement, la priorité doit être accordée à la compétence du candidat, compétence technique (connaissance des méthodes, techniques, procédés, procédures d'une activité spécifique), humaine (aptitude à travailler efficacement au sein d'un groupe et à se polariser sur les problèmes à résoudre, et non sur les conflits de personnes), conceptuelle (faculté d'avoir une vision systémique de l'entreprise). Encore faut-il pour détecter cette

Hémato-psychologie



compétence, que le recruteur soit lui-même compétent et qu'il ait procédé à une étude de poste, pour savoir qui recruter et selon quels critères, et permettre l'adéquation entre un poste de travail et un homme.

Dans le cas d'un recruteur incompté recevant un candidat compétent, ce dernier n'aura que fort peu de chances d'être retenu, car, comme l'indique le célèbre Pr Peter F. Drucker (auteur de la formule "Tout homme tend à être promu au-delà de son niveau de compétence"), les incomptés se choisissent entre eux.

A cet égard, on ne peut qu'être terrifié de la tendance actuelle, qui consiste à confier le recrutement, voire la direction des ressources humaines à des gens trop jeunes. Citons le cas de ce jeune homme de 25 ans qui, pour son premier emploi, eut à licencier 400 salariés d'une entreprise... Il se retrouva l'année suivante responsable des ressources humaines de cette même entreprise qui comptait 1 250 personnes. Ce fut, pour un grand consultant, l'occasion de déclarer : « Il est l'homme qui convient au poste qui convient. » Etais-ce bien raisonnable de confier une telle responsabilité à quelqu'un d'aussi inexpérimenté ? A moins que cela ne révèle que la gestion des ressources humaines de cette entreprise est tenue en si piètre estime qu'elle ne pourrait être confiée qu'à un débutant.

Autre exemple, celui d'une femme de 30 ans, directrice des ressources humaines d'une entreprise réalisant un chiffre d'affaires annuel de plus de 2 milliards de francs.

Attention ! Il ne s'agit absolument pas ici de racisme anti-jeunes. Mais simplement de bons sens. Car autant on peut être un cadre extrêmement compétent et dynamique à un âge relativement jeune, autant la gestion des ressources humaines d'une entreprise (ce qui inclue le recrutement) est-elle une responsabilité qui implique une parfaite connaissance de la gestion de l'entreprise dans sa totalité et qui nécessite une longue pratique professionnelle.

nelle.

Les exemples sont légion ; ils posent, en réalité, le problème des procédures de recrutement : comment se fait-il donc que les tests de recrutement soient si présents, alors que toutes les recherches entreprises depuis quarante ans par les plus grands chercheurs internationaux ont démontré leur peu d'utilité, leur manque de fiabilité et leur caractère éminemment subjectif ? Le Pr Peter F. Drucker, l'un des plus grands consultants américains, écrit à ce sujet : « Il est douteux que les procédures complexes de sélection des intellectuels sélectionnent réellement qui que ce soit. Nous ne savons rien des combinaisons de personnalité, de caractère et de talent qui sont celles qui interviennent dans le travail intellectuel. En réalité, nous ne savons pas ce qui fait un chef potentiel et nous ignorons comment tester cette qualité, sinon d'après le rendement », c'est-à-dire après coup.

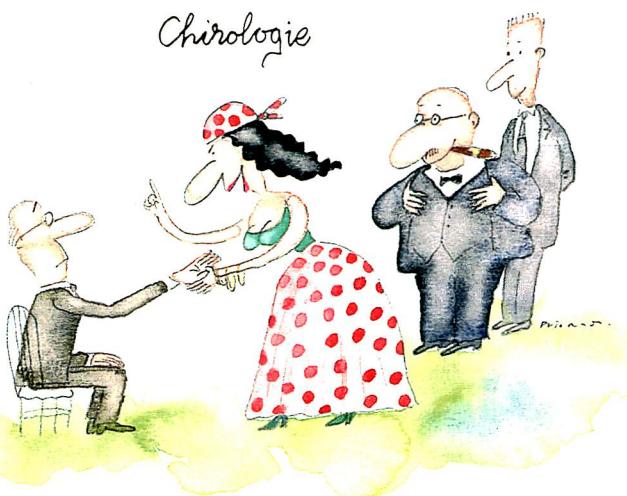
Les recruteurs français ont pensé diminuer les difficultés en utilisant abondamment le test du Q.I. (quotient intellectuel) et la graphologie. Elaboré au début du siècle par Alfred Binet et Theodore Simon, ce test fut destiné à distinguer les enfants et les adultes "normaux" des "anormaux". L'utilisation qu'on en a faite par la suite l'a détourné de ce but. Les défenseurs des tests de Q.I. soutiennent qu'ils évaluent notre niveau intellectuel ; il n'en est rien, pour au moins trois raisons :

- d'abord, les résultats d'un test portant sur le Q.I. peuvent être très différents, selon que le sujet s'y est préparé ou pas ;
- ensuite, comme l'indique l'étude de Berkeley sur la créativité, un sujet au Q.I. élevé n'est pas pour autant capable de penser et d'agir par lui-même ;
- enfin, ce test ne mesure pas les aptitudes du cerveau, mais évalue une performance.

Quant à la graphologie, une idée simple permet de comprendre les réserves qu'on doit lui témoigner : on écrit avec la main, la main est commandée par le bras, qui lui-même est commandé par le cerveau. Or, l'on sait peu de choses du fonctionnement de cet organe. D'ailleurs, les découvertes qu'on fait à ce sujet sont parfois invalidées d'année en année. Ainsi, la conception du cortex "presse-bouton" est-elle devenue périmée en 1986. Ajoutons que l'analyse graphologique ne permet pas de déterminer si le sujet est droitier ou gaucher, qu'elle est impossible à établir si le sujet écrit au feutre, et que l'écriture dépend en plus de l'instrument qu'on utilise. Faut-il s'étonner, dans ces conditions, que les meilleurs graphologues internationaux se soient trompés dans leur diagnostic sur les prétendus carnets de Hitler ? Et que, dans l'"affaire Gregory", les analyses n'aient pu établir le "corbeau" auteur des lettres ? Et c'est avec la graphologie qu'on entendrait décider du droit d'un homme ou d'une femme à gagner sa vie ?

Aux Etats-Unis, en tout cas, les tests de Q.I. ont été

Chirologie



...excellent directeur commercial...
au suivant... !



abandonnés par le monde du travail en 1945 ; quant à la graphologie, son utilisation est bannie du recrutement et on la considère comme une forfaiture. En France, les utilisateurs de l'astrologie, de la numérologie, de la chiromancie et de la morphopsychologie montrent au vu et au su de tous qu'ils ignorent ce qu'est la gestion d'une entreprise. Quant à ceux qui les vendent, ils abusent leurs clients grâce à des arguments fallacieux. Les deux combinés profitent du désespoir des chômeurs et mettent en péril des collectivités entières.

Il est grand temps que les autorités interviennent : non seulement la pratique de la divination est interdite, mais encore l'article 405 du Code pénal précise que « quiconque employant des mesures frauduleuses pour persuader de l'existence de fausses entreprises ou de tout autre événement chimérique, se fera remettre de l'argent et aura de ce fait escroqué la fortune d'autrui sera puni d'un emprisonnement d'un an au moins et de quatre ans au plus ».

Que ceux qui prêchent la tolérance à cet égard veuillent bien considérer que ces méthodes charlatanesques, grotesques et indignes d'un peuple civilisé, consistent à faire une discrimination entre des

individus, entre "bons" et "mauvais" candidats en l'occurrence, en fonction de critères ne présentant pas la moindre base scientifique. Ce n'est pas différent des mensurations du nez et de l'écartement des yeux que les Nazis pratiquaient et qui ne reposaient pas davantage sur des critères scientifiques. Les lignes de la main et les crêtes papillaires de la paume et de la pulpe des doigts forment une configuration déterminée par l'hérédité et très tôt présente dans la vie embryonnaire ; veut-on donc faire croire que le préposé idéal à la comptabilité d'une entreprise et la styliste d'un fabricant de chaises le seraient depuis l'état fœtal ?

De plus, il faut aussi rappeler qu'il n'y a pas de lien, et cela pour des raisons génétiques, entre le visage et le caractère.

Déjà, un contre-courant s'organise et des voix s'élèvent. Saluons l'initiative de l'Institut de la communication sociale et de son président, Michel Le Net, qui ont organisé, le 20 avril dernier, au Sénat, le premier symposium national sur l'éthique en économie et dans l'entreprise. Des personnalités célèbres du monde des affaires et de la science y participaient, en présence du Premier ministre Michel Rocard.

Vincent Frézal

SAVOUREZ LA PREMIERE CLASSE.



Voyager en Première Classe, c'est quitter l'agitation de la vie quotidienne, et savourer une autre atmosphère...

C'est se retrouver dans une ambiance confortable dans une harmonie de couleurs chaudes.

C'est profiter d'un bon moment en consommant un repas à votre place.

En Première Classe SNCF, savourez votre voyage.

SNCF
C'EST POSSIBLE!

ECHOS DE L'INDUSTRIE

ESPRIT D'ENTREPRISE

Les "JO" : seulement une affaire de tourisme ?

Les brochures de présentation des Jeux olympiques d'hiver, qui se tiendront autour d'Albertville en février 1992, le disent : « La Savoie exerce un attrait grandissant sur le monde de la recherche et de l'innovation en Europe. Située au cœur de l'espace Lyon, Grenoble, Genève, Turin, déjà dotée de dix universités, de trente grandes écoles, de deux cents laboratoires de recherche et de plus de mille entreprises à fort potentiel de recherche, la Savoie, qui crée en ce moment un parc technologique "Savoie Technolac" et une nouvelle université sur les rives du lac du Bourget, le plus grand lac naturel de France, est aujourd'hui une terre de technique et d'avenir, un lieu privilégié pour l'implantation d'activités innovatrices. »

Cette « grande affaire nationale » que constituent les JO — selon le mot de Jacques Chirac — va insuffler dans la région 815 millions de francs pour financer les équipements nécessaires aux douze sites olympiques (400 millions de francs apportés par l'Etat sous forme de subvention) et, surtout, 4 milliards de francs d'investissements pour les "infrastructures d'accompagnement" : autoroute, routes, TGV essentiellement, mais aussi hôpitaux, réseaux d'eau et d'assainissement.

Voilà de quoi stimuler le potentiel d'innovation latent dans la région, et lui permettre de naître et de s'exprimer. A quelque quatre ans des Jeux, si l'on en croit les deux enquêtes présentées par l'Observatoire économique des Jeux olympiques, qui a été mis en place pour suivre l'évolution économique en Savoie en liaison avec la préparation de la manifestation, la

situation n'est pourtant pas enthousiasmante, les esprits savoyards ne sont pas portés par un optimisme excessif...

La première de ces études indique que si 80 % des élus locaux estiment que la tenue de "JO" favorisera leur département, 10 % seulement — mais ils représentent 32 % de la population savoyarde — estiment qu'elle aura un impact "important" ou "très important" sur leur commune. Le bénéfice, c'est toujours pour les autres... Pire, parmi les optimistes, le principal effet positif attendu est une augmentation de la fréquentation touristique hiver comme été. La "Savoie olympique", c'est d'abord un argument de vente de la "Savoie blanche". Nous voilà bien loin de l'innovation... D'autant que la deuxième conséquence bénéfique espérée est une simple augmentation de la vente des produits locaux, essentiellement durant la période des Jeux. La création d'activités nouvelles, qui n'est citée de manière significative que par les élus locaux des sites olympiques, se limite pratiquement aux secteurs du commerce, de l'hôtellerie et de la restauration.

La seconde enquête a été menée auprès des agents économiques eux-mêmes, les responsables de tous les établissements de la Région Rhône-Alpes employant plus de 100 personnes et exerçant leur activité dans l'industrie, le commerce ou la banque. Une entreprise sur huit considère que les JO constituent une opportunité de développement — une sur trois en Savoie, une sur seize dans la Loire. Mais cette opportunité n'est guère créative : il s'agit, en premier lieu,



de la fourniture de produits pendant le déroulement de la manifestation ; en second lieu les entreprises comptent bénéficier de la formidable promotion effectuée autour des Jeux et utiliser leur "label" pour promouvoir leurs produits ou services. Ainsi, une entreprise sur cinq seulement envisage de développer de nouveaux produits ou services, essentiellement liés à l'événement, et deux sur huit espèrent un accroissement de la demande au-delà de la période des Jeux. Pour grand nombre des entreprises du secteur "biens de consommation", les JO ne constituent qu'un événement passager qui accroîtra provisoirement la demande. Ainsi en est-il, de façon caricaturale, pour les entreprises agroalimentaires, qui espèrent, avant tout, vendre davantage de salaisons et de fromages en février 1992...

. Si les Jeux ne sauraient être affaire d'argent, ils pourraient être matière à créativité. On en est encore loin.

NUTRITION

Le lait qui fait chanter l'école

Quel est le point commun entre la géographie, un alphabet en forme de chat, les activités à la ferme, une collection d'animaux et la chanson française ? Le lait à l'école.

Dans chaque pays de la Communauté économique européenne, les enfants des écoles maternelles jouent en effet sur ces différents thèmes avec les "briquettes" qui leur apportent chaque matin gratuitement 20 cl de lait, le tiers de la dose journalière conseillée. En France, plus de la moitié des 18 000 écoles maternelles bénéficient maintenant de cette distribution de lait, subventionnée par l'Office national interprofessionnel du lait, sur fonds européens et nationaux (74 centimes par briquette), et par les municipalités (40 centi-

mes environ par briquette). Tetra Pak, multinationale d'origine suédoise, encourage l'opération en renouvelant périodiquement les décors des emballages utilisés par les laiteries.

Le grand principe est d'imprimer les "Tetra Brick" avec 18 décors que les enfants peuvent assembler comme les pièces d'un puzzle. Depuis la rentrée de Pâques, les petits Français ont découvert les textes illustrés de 18 chansons françaises traditionnelles. Et les directrices des écoles participant au programme ont reçu une cassette où sont enregistrées ces chansons.

La qualité du rythme et des voix de cet enregistrement (le nom des artistes n'est malheureusement pas divulgué), effectué aux frais de Tetra Pak, est à signaler d'autant

plus que la cassette ne sera pas vendue dans le commerce.

La participation des écoles au programme du "lait à l'école", démarré en 1977, augmente d'environ 10 % par an. Six personnes y travaillent chez Tetra Pak, mobilisant les mairies, les enseignants, les médecins scolaires... C'est dire combien les intérêts respectifs des industriels, des producteurs de lait et des enfants convergent dans cette affaire. Boire du lait est une bonne habitude alimentaire, où le Français est bon dernier avec 80 litres de lait consommés par an, contre 180 litres pour son frère des pays scandinaves (260 en Finlande).

(Brochure sur "le lait à l'école" et informations complémentaires : Tetra Pak, 5 rue La Boétie, 75008 Paris.)

TEXTILE

Le poids de l'uniforme

Ensemble pantalon et parka marine et jaune ou marine uni, en polyester/laine pour l'hiver et polyester/coton pour l'été, tel est le dernier "look" des postiers, qui changent de tenue cette année. Ils adoptent un nouvel uniforme dessiné par un styliste et discuté avec les membres du personnel : même dans les administrations le phénomène mode joue ; et une mode se propose, elle ne s'impose pas arbitrairement.

Le marché est de taille, plus d'un million de mètres de tissus supplémentaires à fournir d'un coup à un service public qui, bon an mal an, en consomme déjà 2 600 000 pour habiller 150 000 personnes, tous services confondus.

Encore n'est-ce là qu'une faible partie de cette manne que représentent les marchés publics pour les fabricants de fibres textiles. Policiers, gendarmes, CRS, mais aussi pompiers et postiers et encore gardiens de prison, employés de la RATP et de la SNCF, sans oublier les agents techniques d'EDF, cha-

cun porte aujourd'hui l'uniforme. Sans oublier les militaires, qui habillent à eux seuls plus de 800 000 personnes — 558 000 militaires de carrière et 254 000 appelés — et consomment 1 million de mètres de polyester/laine et 4 millions de mètres de polyester/coton par an. Parcours du combattant, entraînement intensif, manœuvres tout terrain, leurs tenues sont en effet mises à rude épreuve...

Au total le marché de l'uniforme — un quasi monopole détenu par Rhône-Poulenc — représente en France 1 200 000 personnes à habiller et 20 000 tonnes de fibres textiles, dont 2 500 en polyester, pour un chiffre d'affaires de 5 milliards de francs — 25 miliards en Europe.

Louvois, qui inventa en quelque sorte l'uniforme en rendant son port obligatoire pour l'infanterie — un ravissant ensemble gris clair agrémenté de chapeaux ronds, simple adaptation militaire des costumes civils —, n'en aurait pas cru ses bilans...



De la neige, par beau temps



Que se passerait-il si, comme cette année, un anticyclone s'établissait des semaines et des mois durant et installait sur la Savoie un ciel irrémédiablement bleu, sans aucune de ces perturbations qui amènent les chutes de neige ? Une catastrophe pour les Jeux olympiques ? Non, tout au contraire, ce serait une véritable bénédiction du ciel...

Jean-Paul Tournier, responsable de la météo au "COJO" (Comité d'organisation des jeux olympiques) explique : « Le principal problème est celui de l'accès, du parking, des déplacements, de la circulation. De ce point de vue, un ciel et des routes dégagés sont ce que nous pouvons rêver de mieux. L'enneigement du site pour les compétitions ne pose aucun problème. Que ce soit par l'utilisation de canons à neige — 50 % de la surface de compétition des sites olympiques seront ainsi traités — ou par le transport héliporté de neige recueillie grâce à de grandes bâches en bas des couloirs d'avalanches ainsi dégagés (***nos photos***), nous maîtrisons parfaitement cette question. »

Les précipitations sont infiniment plus redoutables, au point qu'elles ont incité le COJO à repousser la date d'ouverture des

Fibres optiques en caoutchouc.

3 mm de diamètre, 1 à 3 m de long, comprenant une gaine et un cœur en caoutchouc d'indices de réfraction différents, elles viennent d'être commercialisées par la firme japonaise Bridgestone Corp. Elles véhiculent la lumière de la même manière que les fibres optiques traditionnelles en silice ou en plastique, avec cet avantage que la quantité de lumière transmise varie si elles sont courbées ou soumises à des pressions. Premières applications : les robots, les capteurs et les instruments de mesure.



Jeux du 1^{er} au 8 février. Une étude statistique rétrospective menée par la Météorologie nationale sur les trente dernières années a en effet montré que les plus fortes perturbations atmosphériques survenaient généralement durant la dernière décennie de janvier, avant de revenir en force en mars. Cette étude a accessoirement permis de découvrir un décalage progressif des précipitations : il y a trente ans elles se produisaient principalement aux alentours du 20 février.

La prévision du temps est l'une des clefs du bon déroulement des Jeux. En 1992, trente stations météorologiques automatiques exclusivement liées aux Jeux, auront été installées autour du département, pour un coût de 4 millions de francs. Automatiques parce que situées en altitude, là où l'homme ne peut intervenir, mais où les informations sont particulièrement précieuses. Elles transmettront leurs mesures — température de l'air, vitesse et direction du vent, pression, précipitation, hauteur de



neige, etc. — par satellite. Leur implantation a été prévue de façon à ce qu'elles conservent leur utilité après les compétitions : toutes sont rattachées à des domaines skiables et à des stations de sports d'hiver, qui en bénéficieront ultérieurement. Une douzaine de ces stations sont déjà en place ou en cours d'installation.

Contrôle ultrasonore des matériaux

A l'évidence, il est essentiel de pouvoir vérifier efficacement la résistance des matériaux utilisés dans la construction aéronautique, automobile ou des machines-outils. Depuis une quinzaine d'années, des physiciens de l'université de Vienne (Autriche) utilisent à cet effet les ultrasons pour tester la résistance à la rupture. Aujourd'hui, ces physiciens ont atteint des performances élevées en associant leur technique à l'informatique. Le principe de base reste le même : des ondes ultrasonores d'une fréquence de 20 kHz — qui sont donc à la limite de l'audible puisque l'ouïe humaine peut percevoir des ondes sonores entre 16 hertz et 20 kHz — sont transmises sur un échantillon. L'ordinateur et une caméra vidéo enregistrent combien de temps le matériau résiste à la compression, quand la première fissure se présente et quand il y a désintégration totale de l'échantillon.

Cette méthode a été améliorée, puisqu'un programme d'ordinateur fait varier l'amplitude des ultrasons d'une manière correspondant à l'évolution effective de la sollicitation d'un matériau. De ce fait, il est possible d'économiser beaucoup de temps et d'énergie puisque, à la différence des procédés classiques, tous les essais se font "en accéléré". Un essai de matériau dure une heure, là où plus de 41 jours étaient nécessaires avec les méthodes conventionnelles.

Un porc bien chauffé est plus productif. Chaque fois que l'on augmente de 1° C la température ambiante, on économise 3,3 kg d'aliments durant la période d'engraissement. Cela jusqu'à 20° C. Au-delà, l'économie est cependant encore de 1,4 kg par degré. Des températures élevées favorisent en outre la qualité des viandes et des gras. L'information a été divulguée au cours des dernières "Journées de la recherche porcine".



CASINOS

Rien ne va plus !

Pour les casinos français, la main passe. Traditionnellement tête de file, l'Hexagone est aujourd'hui coiffé par la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie et même... par le Portugal, pour n'occuper qu'une peu glorieuse sixième place. Les gros "pontes", qui faisaient autrefois la fortune des salles feutrées en perdant la leur, ont disparu et ils n'ont pas été relayés par le grand public, saisi d'une timidité paralysante dès qu'il s'agit de franchir l'enceinte d'une salle de jeu. Le Français préfère les jeux d'Etat, de "café du coin", totalement banalisés, aseptisés, déculpabilisés, parfaitement entrés dans les moeurs quotidiennes tant ils ont été "vendus" et promus : loterie, Loto ou autre Tapis vert.

C'est des machines à sous que les casinos attendent par conséquent leur survie. Elles leur apportent quelques fonds mais surtout une nouvelle clientèle qui, une fois entrée, n'hésite pas à se rendre dans les salles où se pratiquent les jeux de table. Mais l'Etat se fait tirer l'oreille. Nombre d'établissements n'ont pas reçu l'autorisation administrative d'installer ces machines ou, comme c'est le cas à Evian ou à Divonne (premier cas-

no de France, grâce à sa proximité immédiate de la Suisse, avec 163 millions de francs de chiffre d'affaires), craignent de se voir retirer pour la raison "officielle" que les machines à sous ne seraient pas "morales". La loi oblige pourtant les casinos à redistribuer 85 % des enjeux effectués sur ces machines, alors qu'en jouant au Loto on ne récupère, globalement, que 51 % de sa mise — 49 % des enjeux vont donc directement remplir les caisses de l'Etat sous la forme de cet impôt volontaire que des millions de personnes se ruent et se bousculent pour acquitter.

La situation est telle que les casinos ne vivent plus aujourd'hui, pratiquement, que de la charité de leur clientèle. A titre d'exemple, celui d'Evian a encaissé, sur l'exercice 1987-1988, 71,8 millions de francs au titre des jeux et... 26,9 millions en pourboires. Quant à ces fameuses machines à sous, si contestées que les directeurs de casinos se sont résolus à publier un livre blanc (*Casinos de France, pour une nouvelle donne*) afin de tirer le signal d'alarme, elles représentent près de 150 000 entrées, contre moins de 60 000 pour les jeux de table classiques.

Ce livre blanc vient d'être déposé dans tous les cabinets ministériels : Premier ministre, ministères de l'Intérieur, des Finances, du Budget, du Tourisme, du Travail, de l'Industrie. Car, par un côté ou par un autre, les jeux touchent tous les secteurs de la vie économique française...



RECHERCHE

Le CNRS en quête d'industries

On voit trop souvent des entrepreneurs étrangers, et en particulier des Japonais, venir faire le tour des laboratoires français, s'inspirer de leurs acquis et les transférer dans leurs entreprises, quand les entreprises françaises demeurent, elles, dans l'ignorance la plus complète des recherches publiques et de leurs résultats. Le directeur du CNRS ne peut être plus clair, il faut désormais « éviter que le bénéfice des efforts consentis par la France pour sa recherche publique ne soit créateur de richesse surtout dans d'autres pays ». Le temps est bien révolu où la valeur des chercheurs se mesurait à leur nombre de publications ou de participations à des colloques internationaux ; il faut maintenant coopérer avec l'industrie et si les entreprises ne vont pas au CNRS, c'est au CNRS d'aller aux entreprises.

Pour accélérer les choses — pour lancer véritablement le mouvement ? — quatre mesures principales viennent d'être décidées.

1. Les chercheurs pourront passer

une année "sabbatique" dans une entreprise (il leur suffit d'avoir 6 mois d'ancienneté), pour enrichir celle-ci de leurs connaissances, mais aussi et surtout pour mieux connaître ses besoins, trouver de nouveaux thèmes de recherche et faire bénéficier le CNRS d'une expérience industrielle.

2. Le CNRS, en liaison avec l'ANVAR, incitera ses chercheurs à créer leurs entreprises, dans le but de valoriser leurs propres recherches. Parce qu'« étant donné le haut potentiel de la recherche publique française, bien des découvertes ne trouvent pas leur niche de développement dans les entreprises existantes. Ne rien faire reviendrait à offrir ces découvertes à des dévelopeurs étrangers ». Somme toute, puisqu'on ne peut amener les entreprises au niveau de la recherche publique, il faut amener les chercheurs publics à créer des entreprises.

3. Le CNRS se fera mieux connaître des PME et PMI, avec lesquelles la collaboration est inexistante. Pour

permettre l'application de cette troisième mesure, seront mobilisés les réseaux des chargés de mission aux relations industrielles (CMI) du CNRS et des délégués régionaux de l'ANVAR. Il s'agit avant tout d'établir des contacts humains, point de départ obligé d'une coopération avec les moyennes entreprises.

4 Enfin, la recherche sera développée dans les grandes écoles, lieu de formation en forte interaction avec les entreprises. Cette dernière mesure, qui vise le long terme, consistera à déléguer au sein des établissements qui le désirent, des directeurs de recherche, dont la présence permettra de constituer un laboratoire afin d'aider ces grandes écoles à fournir aux entreprises des ingénieurs qui soient formés aussi à la recherche. Le besoin est bien là : une récente enquête, menée par la Conférence des grandes écoles, montre en effet que soixante d'entre elles, principalement en province, souhaitent constituer une telle cellule de recherche.

RECHERCHE

Pas plus d'argent, plus de liberté

L'Italien Carlo Rubbia, nouveau patron du CERN pour 5 ans, prix Nobel de physique en 1984 pour la découverte des bosons — avec une équipe de plus de 100 chercheurs — n'y va pas de main morte, ni avec les gouvernements démagogues, ni avec les chercheurs quémandeurs de crédits.

Dans une récente interview à notre confrère *La Tribune de Genève*, il déclare : « Des politiciens ont voulu augmenter le potentiel de certaines sciences en leur consacrant des milliards. Cela n'est que relativement efficace. La science dispose actuellement de ressources décentes. Les vrais chercheurs, ceux qui ont le virus, sont comme les artistes, la nature n'en produit qu'un nombre limité. »

Ce n'est donc pas l'argent qui manque. Par contre, pour ces

"vrais chercheurs" un autre facteur est primordial, et totalement absent, poursuit M. Rubbia. Il s'agit de la liberté.

« Le scientifique, explique-t-il, doit se sentir libre de toute contrainte. On ne peut pas le programmer. Inventer tous les jours n'est pas un métier facile. Le chercheur est un cadeau de la nature, un être fragile. Il est saisi par le doute, le manque de confiance en soi. Il faut lui fournir l'environnement qui lui permette d'exprimer ce qu'il a dans ses entrailles. Il ne faut jamais lui imposer ses tâches. Un chercheur doit être dorloté. »

Voilà qui paraît parfaitement clair. Mais quel gouvernement — même le plus libéral — accepterait d'accorder moins d'importance aux fonds, qu'il contrôle et dont l'octroi justifie en quelque sorte sa

gestion et son existence, pour "miser" sur la confiance et la liberté, qui lui échappent par essence puisqu'il est là pour gérer et qu'il ne peut ni les mesurer, ni les quantifier, ni en rendre compte à ses électeurs ?



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.

LA SERINGUE MAGNETIQUE ANTI-CONTAMINATION

**Quoi**

Le moyen de saisir rapidement, de façon quasi automatique et sans s'exposer aux maladies virales (hépatite B ou Sida), les petits instruments chirurgicaux souillés après une intervention et qui doivent être décontaminés et stérilisés.

Comment

Le "Smic", appareil de saisie magnétique pour instruments chirurgicaux, se présente un peu comme

une seringue. Il est constitué d'un tube central en aluminium ou en fibre de carbone, dont l'extrémité supporte un petit aimant cylindrique, partie active de l'instrument, et d'un second tube qui sert d'enveloppe au premier. Une goupille fixée sur le tube central permet à ce dernier de coulisser dans son enveloppe grâce à deux fentes latérales. L'instrument se manœuvre tout simplement comme une serin-

gue, l'index et le médius sur la goupille, en opposition avec le pouce. Un ressort travaillant en compression sur le tube central maintient l'aimant en position de travail. Tant que les doigts exercent leur pression, il reste sorti, saisit les petits instruments chirurgicaux et permet de les transporter au-dessus du bain désinfectant. Dès que la pression des doigts est relâchée, l'aimant remonte dans sa gaine, l'attraction magnétique disparaît et les instruments tombent dans ce bain.

Marché

Ce principe de saisie magnétique a été conçu et mis au point par deux docteurs en chirurgie dentaire. Ses applications s'adressent à leur profession, mais aussi à toutes les disciplines médicales et paramédicales actuellement traumatisées, à bon ou à mauvais escient, par les risques de propagation des maladies virales.

Pour qui

Les inventeurs sont ouverts à toute proposition industrielle.

AVIATION

Les vieux coucous à la casse

Aurons-nous des avions moins bruyants dans deux ans ? C'est ce que souhaite la Communauté européenne, qui se propose de faire interdire la plupart des avions homologués avant 1977. Il serait ainsi possible de réduire de moitié le bruit sur les aéroports.

Les avions de ligne actuellement en circulation dans le monde se répartissent en trois catégories en ce qui concerne la nuisance sonore

qu'ils occasionnent. Le groupe 1 comprend presque tous les modèles homologués avant 1969, des appareils très bruyants interdits dans la Communauté européenne depuis fin 1987.

Les avions homologués entre 1969 et 1977, seulement un peu moins bruyants que ceux du groupe 1, appartiennent au groupe 2 ; ils sont encore en service dans l'Europe des Douze et compren-

ment, entre autres, plusieurs modèles de DC-9 et de Boeing 727, 737 et 747. L'adoption des propositions de la commission interdirait aux compagnies desservant la Communauté d'ajouter à leur flotte "européenne" des appareils de cette catégorie à partir du 1er novembre 1990. Seuls les avions du groupe 3 — homologués après octobre 1977 — auraient donc droit de cité.

Bientôt la pilule du champion ?

Dans une compétition automobile, la victoire se joue à quelques secondes près. Pas seulement pour les pilotes ni sur le circuit. La course se gagne ou se perd aussi dans les stands où s'activent tous les ingénieurs, mécaniciens et techniciens de l'écurie chargés du ravitaillement, du changement des pneus, des réparations, etc. Pour gagner il faut que tout ce monde connaisse une forme physique et psychique parfaite, dont la clef se trouve principalement dans la quantité mais aussi dans la qualité du sommeil. C'est un domaine encore jamais exploré, du moins dans ce contexte, que sont en train d'étudier les laboratoires Théraplix. Leur objectif affirmé est de réunir un maximum de données afin d'en tirer un enseignement pour les compétitions à venir.

Une expérimentation s'est déroulée l'an dernier avec l'ensemble de l'écurie Larrousse-Calmels, qui a participé à tous les Grands Prix automobiles, sous la responsabilité d'un spécialiste de la médecine sportive, d'un ingénieur bio-médical et de deux chercheurs attachés au CERMA, le Centre d'études et

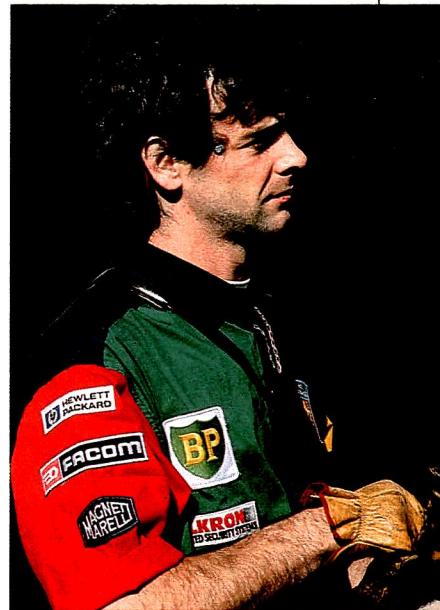
de recherches de médecine aérospatiale, le tout en liaison étroite avec le Pr Arbus, responsable du laboratoire du sommeil de l'université de Toulouse.

Pendant un an, les douze personnes de l'écurie ont rempli un "agenda du sommeil" indiquant, deux jours avant, la veille, le jour même et le lendemain de chaque course, les grandes caractéristiques de leur sommeil : heure d'endormissement et de réveil, déroulement de la nuit, qualité du sommeil. Ont aussi été répertoriés pour chacun son état dans la journée (fatigue, somnolence, irritabilité), sa consommation d'alcool, de café, de thé, de coca-cola et de tabac, la prise de médicaments et/ou de somnifères, les heures des repas...

Ensuite, de véritables analyses biologiques et électrologiques, ont été effectuées sur deux mécaniciens — le plus âgé et le plus jeune — et sur les deux conducteurs de "motor home". Lors de deux Grands Prix (ceux d'Espagne et du Portugal), ces quatre personnes ont été équipées, 24 heures sur 24, d'électrodes enregistrant les activités électriques du cerveau (électro-encéphalogramme, ou EEG) et des globes oculaires (électro-oculogramme). Le Grand Prix du Japon a permis d'étudier un paramètre supplémentaire : celui du décalage horaire. Les phases vigilance-attention et sommeil-récupération ont ainsi pu être parfaitement suivies et objectivement mesurées.

Les résultats sont en cours de dépouillement, notamment dans le laboratoire du Pr Arbus qui, pour mieux interpréter les données biologiques et électrologiques, effectue des analyses et des enregistrements comparatifs auprès de personnes "normales".

On sait déjà cependant, grâce aux questionnaires, que si la qualité du sommeil est généralement bonne, sa durée est, par contre, de loin insuffisante (six heures à six heures et demie en moyenne) pour des personnes qui ont à faire face à un surcroît de travail et à une tension, une sollicitation — sinon une



agression — nerveuses exceptionnelles. Conséquences possibles : une forme moyenne au réveil, des "coups de pompe" dans la journée, un chauffeur qui s'endort une fraction de seconde au volant de son camion, etc.

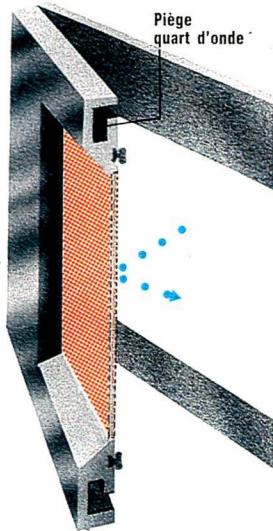
Officiellement, l'expérimentation de Théraplix ne devrait déboucher que sur des conseils pratiques pour une meilleure hygiène de vie ainsi qu'une organisation du travail mieux adaptée. Mais, avec un laboratoire, les pilules ne sont jamais loin... Alors à quand celle qui donnera à chacun de nous la forme des champions — sans être, bien sûr, dopante ?

Le maintien en bonne santé, ce n'est pas l'affaire des médecins, c'est un problème de cadre de vie. C'est du moins ce que considère une écrasante majorité de Français. Les facteurs déterminants pour l'équilibre psychique et physique, estiment-ils à 89 %, sont les conditions de travail, de déplacement, de logement et les loisirs. Le médecin n'intervient qu'en cas de nécessité. Et ils sont 57 % à penser que l'on est mieux soigné si l'on a de l'argent et des relations.

ERRATUM. Dans notre numéro 859, la carte des départements de France (en p. 110) illustrant notre article "Mangez plutôt des œufs bruns" montre la répartition géographique de l'épidémie due à la multiplication de souches de *Salmonella bovismorbillicans* dans les produits laitiers, les pâtisseries, les charcuteries et les viandes mal conservées. Une malencontreuse erreur a rendu cette carte illisible en faisant disparaître les légendes attribuant à chaque couleur le nombre de souches de *Salmonella bovismorbillicans* par million d'habitants isolées pendant le dernier trimestre de 1987. Voici donc ces chiffres : dans les départements coloriés en jaune, on a dénombré de 0 à 4 souches ; dans ceux en orange clair, on en a compté 5 à 10 ; dans ceux en orange foncé, 13 à 17 ; dans ceux en rouge, de 21 à 33 ; en rouge brique, 48 ; en bordeaux foncé, de 74 à 79 ; enfin dans le département en noir, on a isolé 181 souches.

MICRO-ONDES ? MINIRISQUES !

Les ondes électromagnétiques s'échappent parfois des portes des fours ménagers. En dépit d'une rumeur persistante, et qui, elle, passe les portes des maisons, le risque présenté est quasiment nul.



Les Français sont-ils plus conscients que les Américains ou les Japonais du danger des ondes électromagnétiques émises par les fours à micro-ondes ? Ou bien seraient-ils hostiles à un mode de cuisson non traditionnel ? Toujours est-il que ce marché, florissant Outre-Atlantique, démarre à peine en France, après une période pourtant longue, 8 ans, de mise à l'épreuve.

Lorsque la société Philips lança les premiers fours en 1977, les autres constructeurs restèrent dans l'expectative. Beaucoup d'entre eux ont attendu, pour lui emboîter le pas, que Philips "essuyât les plâtres". Et pour cause : en 1981, 24 000 fours seulement ont été vendus en France. Mais sept ans plus tard, c'est plus de 1 600 000 fours qui ont été achetés (soit un taux d'équipement de 17 % pour 1988). On peut espérer mieux, au regard du taux d'équipement de la Grande-Bretagne (38 %).

Les ménagères françaises ont donc consenti à un mariage de raison avec cette nouvelle technologie.

Mais ces perspectives fastes risquent d'être freinées par une rumeur, une de plus : il y aurait danger de fuite d'ondes par les portes des fours. L'alerte est bien réelle puisque certains constructeurs, interrogés là-dessus, se cantonnent à des réponses laconiques... se souvenant que les soupçons sur le risque de se faire cuire la main ou d'"attraper le cancer" dans sa cuisine ont longtemps gelé ce marché. Heureusement,

la majorité d'entre eux, la conscience tranquille, jouent la transparence.

Il faut donc rappeler ce que sont la nature physique des rayonnements émis et la technologie de fonctionnement des fours.

Les micro-ondes font partie de la famille des ondes électromagnétiques, dont le spectre de rayonnement est constitué de six autres types d'ondes : les ondes radioélectriques (radios, télévisions), les infrarouges (appareils de chauffage et de cuisson), la lumière, les ultraviolets (lampes à bronzer), les rayons X (appareils de radiographie) et les rayons gamma (appareils de soins médicaux). Toutes ces catégories d'ondes se déterminent par deux paramètres : la fréquence (nombre d'oscillations par seconde) et la longueur d'onde (distance parcourue pendant la durée d'une oscillation). Aux deux extrémités du spectre, on trouvera donc les radiofréquences de l'ordre du millier de hertz pour des longueurs kilométriques et les rayons gamma de l'ordre de l'exahertz (10^{18} hertz) pour des longueurs d'ondes mesurées en millimètres ou fractions de millimètre.

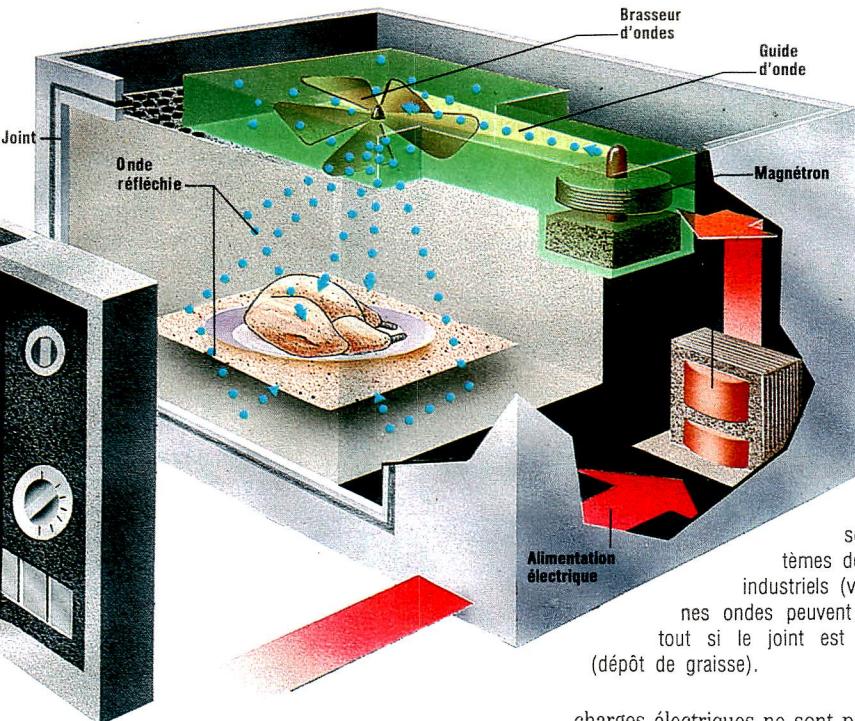
Celle qui nous intéresse est prise entre l'infrarou-

COMMENT LES CONSTRUCTEURS

La plupart des constructeurs utilisent des combinaisons de plusieurs systèmes de sécurité que l'on peut regrouper en deux catégories : les sécurités mécaniques et les sécurités électriques. Contrôlant l'ensemble de l'appareil, ces systèmes se concentrent tout de même en son point stratégique, la porte. Outre les contrôles de résistance à la contrainte, par applica-

tion d'une force sur les bords libres de la porte, des essais d'endurance de ses éléments constitutifs (charnière, joint...) permettent de vérifier l'usure, après un total de 100 000 cycles de fonctionnement.

Cependant, les deux pièges à ondes sont les systèmes les plus efficaces. Le premier est constitué par de la ferrite (Fe_3O_4) noyée dans un joint en plas-



Le trajet des ondes. Le magnétron — uniquement accessible aux techniciens des services après-vente — transforme l'énergie électrique qu'il reçoit en micro-ondes qui seront réparties dans l'ensemble de la cavité du four grâce au brasseur d'ondes. Les ondes atteignent alors l'aliment de différentes façons : soit directement, propulsées par le brasseur d'ondes ; soit indirectement, par réflexion sur les parois, la porte ou le solde de l'enceinte. Malgré les sys-

tèmes de sécurité mis au point par les industriels (voir encadré ci-dessous), certaines ondes peuvent s'échapper par la porte, surtout si le joint est endommagé ou s'il est sale (dépot de graisse).

ge et les radiofréquences, plus exactement à 2 450 Mhz pour une longueur d'onde de 12,2 cm : les deux valeurs caractéristiques de l'onde émise par le cœur du système de chauffage de tous les fours à micro-ondes du monde entier, le magnétron.

Ce générateur convertit l'énergie électrique qu'il reçoit, par l'entremise d'un transformateur branché sur le réseau EDF, en micro-ondes (1). Celles-ci seront alors canalisées par un guide d'onde (conduit métallique dans lequel les ondes rebondissent pour former un faisceau à peu près homogène) qui débouche dans l'enceinte du four ; là, les ondes irradient les aliments et donc, les chauffent (*voir dessin ci-dessus*). Le contact entre l'onde et la nourriture produit, en effet, une transformation de l'énergie électrique véhiculée en énergie mécanique, puis en énergie calorifique.

Cette transformation repose essentiellement sur la polarité de chacune des milliards de molécules d'eau contenues dans les premiers centimètres de l'aliment. En effet, dans cette molécule (H_2O) les

charges électriques ne sont pas uniformément réparties. Il existe un excès de charges négatives au voisinage de l'atome d'oxygène et une charge positive auprès des deux atomes d'hydrogène (molécules dites polaires). Au repos, elles sont orientées dans tous les sens, mais, sous l'effet du champ électrique — un des deux champs de l'onde électromagnétique — elles auront tendance à s'orienter dans la direction de ce dernier. L'irradiation par micro-ondes revient en fait à inverser 2 450 fois par seconde le sens du champ électrique. Les molécules tentent alors de suivre ces vibrations en tournant sur elles-mêmes, à la manière des deux pointes de l'aiguille d'une boussole autour de laquelle on déplacerait un aimant. Résultat, cette agitation désordonnée des molécules échauffe le milieu par des frottements, d'autant plus nombreux qu'elles sont 125 milliards de milliards par millimètre cube d'aliment. L'énergie calorifique ainsi produite sera alors transmise par conduction à l'ensemble de l'aliment.

Cet effet thermique, mis à profit dans la cuisson, peut donc se reproduire sur les tissus biologiques humains imbibés d'eau, comme les muscles (30 à 80 %). Mais il faut savoir qu'à l'intérieur du four, la puissance d'émission est de l'ordre du watt par centimètre carré tandis qu'à l'extérieur de l'enceinte, les fuites accidentelles ne peuvent s'exprimer qu'en dixième de milliwatt par centimètre carré ($0,15 \text{ mW/cm}^2$), compte tenu des systèmes d'isolation des fours.

COMBATTENT LES FUITES

tique (polyéthylène) collé entre la porte et l'enceinte. Ce mélange d'oxyde métallique capte les ondes puis s'agitent à leur contact en dissipant du même coup leur énergie.

Le deuxième est une cavité appelée piège "quart d'onde" dans laquelle, l'onde entrant par la partie supérieure de la porte revient un instant plus tard à son point de départ par réflexion sur

le métal. Au retour, elle se trouvera en opposition de phase avec la suivante provenant du four, et les deux s'annuleront.

Actuellement, les recherches des constructeurs se polarisent sur ces deux astuces afin d'augmenter leur efficacité puisqu'il reste tout de même quelques fuites sur les fours neufs, de l'ordre de $0,15 \text{ mW/cm}^2$.

NATURE DU MILIEU BIOLOGIQUE	FRÉQUENCES D'EXPOSITIONS		RÉSULTATS
	Identique à celle des fours soit 2 450 MHz	Autres	
Microorganismes	oui	9, 4, 17, 70 et 75 GHz	Aucun effet sur le matériel génétique.
Levures	non	4, 9, 17, 73 GHz	Augmentation de 0,5 à 1°C des cellules
Fibroblastes + lymphocytes humains	oui		Aucun effet sur la croissance et la vie des cellules.
Cellules embryonnaires de rat	oui		Aucun effet sur le tissu myocardique de l'embryon de rat.
Enzymes du métabolisme et du catabolisme	oui		Aucun effet sur la biochimie enzymatique cellulaire.
Mitochondries des cellules du foie de rat	oui	3,4 GHz 591 MHz	Aucun effet sur la respiration cellulaire à ces trois fréquences. Modification du taux d'adénosine triphosphate (ATP) dans les mitochondries à 591 MHz.
Cellules de rat	oui	424 GHz	Modification du système immunitaire par une augmentation des lymphocytes B.
Cellules sexuelles d'oies	oui		Aucun effet sur la reproduction.
Tissu cérébral de poulet	non	147 MHz	Modification des mouvements d'entrée et de sortie du calcium, au niveau de la membrane des cellules cérébrales, pouvant entraîner un déséquilibre ionique et moléculaire (glycoprotéines).
Embryon de souris	oui		Aucun effet sur le développement embryonnaire mais on constate une chute du poids du fœtus (10%).
Cœur de rat	oui	3,4 ou 9 GHz	Diminution du rythme cardiaque.
Sang de rat	non	2 880 MHz	Modification de la concentration des ions sodium, potassium et calcium du sérum sanguin.
Yeux de lapins	oui	entre 4 et 75 GHz	Cataracte ?

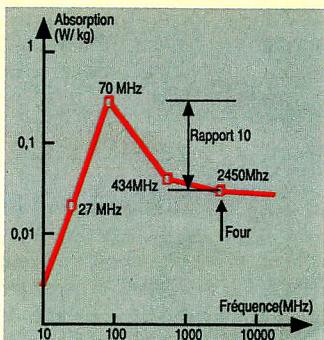
LES EFFETS DES MICRO-ONDES

Les effets biologiques. Ce tableau résume les résultats publiés par 88 publications. Pour toutes ces expériences de laboratoire, les puissances et les temps d'exposition sont largement supérieurs aux conditions rencontrées dans la vie courante. Ainsi, l'embryon de souris, même s'il a été soumis à des micro-ondes dont la fréquence est identique à celle des fours — 2 450 MHz —, a été exposé 3 heures par jour pendant 3 jours à des puissances de 30 mW/cm² alors que les fuites au niveau de la porte d'un four sont 200 fois moins importantes.

L'absorption des micro-ondes par le corps humain varie en fonction de la fréquence d'émission. Pour un homme de 70 kg soumis à une puissance de 1 mW/cm² (contre 0,15 mW/cm² pour les fuites de la porte) elle est maximale — et dangereuse — à 70 MHz, tandis qu'aux fréquences industrielles de 27 MHz, 434 MHz et 2 450 MHz, elle est dix fois moins importante.

Une telle puissance ne peut pas provoquer l'agitation d'un nombre suffisant de molécules d'eau, pour déclencher l'échauffement des tissus biologiques d'une personne se trouvant près du four.

De plus, lors du contact avec la peau, 70 % de la puissance de l'onde incidente résiduelle sont réflé-



reuse — à 70 MHz, tandis qu'aux fréquences industrielles de 27 MHz, 434 MHz et 2 450 MHz, elle est dix fois moins importante.

chis puisqu'il s'agit d'un tissu vivant. On pourrait croire alors que les 30 % restant suivent leur petit bonhomme de chemin pour atteindre des organes vitaux et déclencher d'autres types de symptômes. Là encore, de multiples expériences (²) ont prouvé qu'à la fréquence de 2 450 MHz, la pénétration des tissus ne dépasse pas 0,3 cm, écartant de nouveau tout danger.

Pas d'effet thermique, c'est donc sûr. Les chercheurs ont alors tenté d'évaluer d'autres risques éventuels, plus insidieux, qui intéresseraient l'infrastructure cellulaire ou tissulaire (*voir tableau ci-contre*). Ils ont trouvé que ces tests d'irradiation, pratiqués à faible puissance (inférieure à 10 mW/cm²), ne déclenchent pas d'effet mutagène, ni de troubles enzymatiques. Par contre, des mécanismes physiologiques tels que les échanges ioniques ou la respiration cellulaire peuvent être affectés, sans que l'on puisse toutefois évaluer leurs conséquences sur le fonctionnement des organes. Mais ces troubles biologiques théoriques apparaissent après des temps et à des puissances d'exposition largement supérieurs aux conditions de la vie courante. Surtout, ils n'apparaissent pas aux valeurs autorisées par la norme.

Pour affiner leurs expériences et éviter des extrapolations trop rapides, les biologistes ont fabriqué des modèles humains (les "fantômes"). Ce sont des mannequins qui reconstituent assez fidèlement les propriétés biologiques d'absorption des différents tissus (muscles, os...) que rencontre l'onde électromagnétique. On observe alors que les fréquences facilement absorbées, donc les plus dangereuses, se rencontrent dans une gamme allant de 30 à 400 MHz, avec un pic de risque maximum à 70 MHz. Dans cette fenêtre de fréquences, l'ensemble du corps réagit comme une antenne en captant les ondes, augmentant du même coup l'énergie

absorbée (*voir courbe ci-contre*). Par exemple, à 400 MHz, la tête sera plus atteinte puisque sa taille, comparable à la longueur d'onde d'une telle fréquence, focalisera les rayonnements vers le cerveau, créant des points chauds pouvant endommager le système nerveux.

Là encore, les micro-ondes sont donc dangereux.

LE DISQUE COMPACT ENCYCLOPÉDIQUE ENTRE A L'ÉCOLE

*Plus de livres
à compulsé
dans les bibliothèques scolaires ?
C'est possible en les remplaçant
par des mémoires informatiques
consultables par tous.*

*Une véritable révolution dans
laquelle l'Education
nationale vient de s'engager.*



Grande première au ministère de l'Education nationale. Depuis quelques mois, une bibliothèque de plusieurs centaines de milliers de pages est à la disposition des établissements scolaires sous forme de disques compacts informatiques, les CD-ROM : *Compact Disc-Read Only Memory*, soit mémoire pour lecture seulement, par opposition aux mémoires enregistrables et effaçables. Déjà, plusieurs grands dictionnaires, nos statistiques économiques, le répertoire de notre littérature, un ouvrage de reconnaissance des arbres et un répertoire de dessins industriels sont ainsi disponibles sur CD-ROM à l'usage des enseignants et des élèves. Nous y reviendrons plus en détails. Mais auparavant qu'est le CD-ROM ?

Tout comme le disque compact musical, le CD-ROM montre — vu au microscope — une piste de creux et de plats. Lors de la lecture, ce relief renvoie ou non la lumière émise par un laser, vers un capteur photo-électrique, produisant ainsi une impulsion électrique (correspondant au chiffre 1 du code binaire) ou n'en produisant pas (le 0 du même code). Comme ce code est la base du langage informatique, le CD-ROM apparaît comme une mémoire de stockage des informations pour les ordinateurs. Cependant, sur un CD-ROM, contrairement au disque audio, les bits (les 1 et les 0) ne représentent pas que des sons, mais également des images vidéo fixes ou animées et surtout du texte. Sur ce disque de 12 cm de diamètre, on peut stocker 550 millions

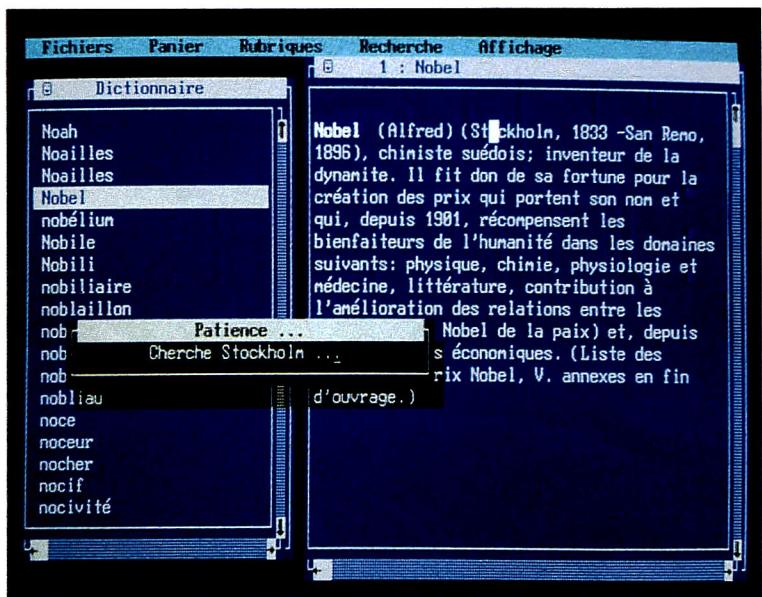
de caractères, soit 250 000 pages de textes. En informatique, cela représente quelque 550 mégaoctets ou Mo (un octet égale 8 bits), alors que les plus performantes des disquettes magnétiques n'acceptent que 1,4 Mo et que les disques durs, autres supports magnétiques utilisés avec les ordinateurs, ne dépassent pas 140 Mo. De plus, comme les informations présentes sur le CD-ROM sont gravées, elles sont donc à l'abri des perturbations magnétiques et électromagnétiques qui endommagent trop fréquemment les disquettes et les disques durs utilisés en informatique.

Mais, ce serait une erreur de considérer le CD-ROM comme un simple moyen de stocker des informations sur une petite surface ; le microfilm sait faire cela depuis longtemps.

En fait, il s'agit surtout de transformer la manière d'accéder à ces informations et tout l'intérêt du CD-ROM, en liaison avec un ordinateur, réside dans ses grandes possibilités de consultations et son interactivité, c'est-à-dire le dialogue qu'il peut engager avec l'utilisateur.

Le progrès est d'importance. Par exemple, lorsqu'on recherche le mot "interférence" dans une encyclopédie, telle que l'*Encyclopædia Universalis* en 20 volumes — excellent ouvrage au demeurant mais pas du tout interactif et qui n'existe pas encore sur CD-ROM — on peut feuilleter alphabétiquement les volumes à la recherche de ce mot. Une fois celui-ci trouvé, on s'aperçoit qu'à la fin de l'article qui lui est consacré, il est fait référence aux

PAR LAURENT DOUEK



La recherche d'une information sur un CD-ROM, tel que le Zyzomis, est simple et rapide. Ainsi, après avoir saisi, par exemple, le mot "Nobel" au clavier, l'article consacré à ce savant apparaît...

mots: cristaux, diffraction de la lumière, mesure, microscopie, etc. Ce sont les corrélats, correspondant à d'autres articles, dans lesquels on retrouvera "interférence". Son explication demande donc des compléments dans les autres volumes de l'encyclopédie. Certes, il est préférable de commencer par consulter le thésaurus, l'index des mots cités avec leurs corrélats. Il n'empêche, on doit toujours consulter plusieurs volumes pour obtenir une information complète.

Si l'ensemble de cette encyclopédie était réuni sur un CD-ROM, grâce à un ordinateur, il suffirait de taper "interférence", puis de préciser dans quel thème on recherche ce mot pour qu'aussitôt apparaisse l'article s'y rapportant. Et si un terme de cet article reste confus, il suffit de le demander au clavier pour que sa définition s'affiche, sans que le premier niveau de recherche ne disparaisse de l'écran. S'agit-il d'une musique de Mozart ? Quelques mesures sortiront alors du haut-parleur relié à l'ordinateur pendant qu'une gravure représentant le célèbre compositeur s'affichera à l'écran. Veut-on voir où se situe une ville dont on vient de consulter l'article ? Sa carte apparaît alors à l'écran.

Bien entendu, une recherche dans le sens inverse est aussi possible : en partant du nom de la ville affiché sur la carte, on arrivera alors à l'article qui lui est consacré.

A vrai dire, ces possibilités de recherche ne viennent pas du CD-ROM, qui n'est qu'une "mémoire", mais du logiciel, cet ensemble d'instructions destinées à l'ordinateur et qui se présentent à l'utilisateur sous la forme de fonctions affichées à l'écran, qu'il suffit d'aller chercher avec un curseur. Cependant,

pour que l'ordinateur puisse accéder à volonté aux informations gravées sur le CD-ROM, un lecteur spécifique est nécessaire : son bras de lecture supportant la diode laser doit pouvoir être télécommandé avec une grande précision.

Revenons au programme de l'Education nationale, consistant à équiper les établissements scolaires de bibliothèques sur CD-ROM. Les premiers disques retenus pour cette opération sont les suivants :

- Le Zyzomis, regroupe le Dictionnaire de notre temps, le Dictionnaire des synonymes et l'Atlas pratique d'Hachette, ce qui représente 150 000 pages. 70 000 entrées, dont 20 000 noms propres y sont répertoriés sous 171 thèmes. Si l'on se sert d'un logiciel de traitement de texte sur ordinateur, on peut récupérer ces données pour les intégrer dans le texte qu'on écrit.

• Le Monde en chiffres édité par Hatier rassemble les statistiques et les résultats économiques de 93 pays sur les 18 dernières années. Ce CD-ROM comprend plus de 200 000 chiffres fournis par le journal *The Economist* et il comporte 128 indicateurs économiques. Son logiciel de commande est disponible à l'écran en cinq langues et permet un accès aux données par pays, par indicateur et par année. Tout comme le précédent, on peut reprendre les données s'affichant à l'écran avec un logiciel de traitement de texte.

• Arbres-expert, édité par Softissimo et Cedrom Technologies, est un "système expert" de reconnaissance des arbres européens. En informatique, un système expert est un ensemble de données géré par l'ordinateur, celui-ci les utilise pour poser des questions à l'utilisateur et aboutir au résultat final, un "portrait-robot" informatique en quelque sorte. Par exemple, avec Arbre-expert, si l'on a trouvé une feuille et que l'on veuille, à partir de cet élément, savoir de quel arbre elle provient, l'ordinateur demandera d'abord de décrire la feuille en affichant plusieurs solutions possibles à l'écran (feuille peu, partiellement, totalement ou non dentée). Ensuite, il demandera la forme de la feuille, puis sa couleur et ainsi de suite pour en arriver à l'affichage d'une photographie à l'écran.

• Lise, comporte 268 000 notices bibliographiques, ce qui représente le catalogue complet de la Bibliothèque publique d'information du Centre Beaubourg à Paris. Chaque notice indique le nom des auteurs et des éventuels traducteurs, les références éditoriales et des mots-clés. La recherche s'effectue par auteur, par titre ou mots inclus dans le titre, par

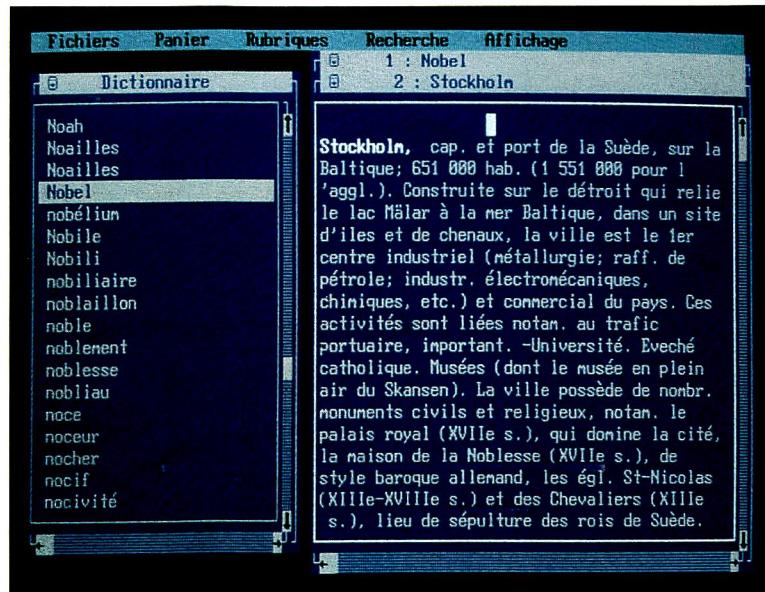
sujet ou par nom des spécialistes ou des auteurs importants d'un domaine donné.

• Bookshelf de Microsoft réunit dix des plus importants ouvrages de référence américains : de l'*American Heritage Dictionary* qui comprend 200 000 définitions au *Business Information Source* contenant plusieurs milliers de références bibliographiques, en passant par "the US zip code directory", les codes postaux américains. Au total, ces informations en anglais représentent plus de 250 000 pages qui peuvent être reprises avec un logiciel de traitement de texte.

• CD Littérature, rassemble la collection Littérature des éditions Nathan d'après Henri Mitterand. Du Moyen Age au XIX^e siècle, 380 auteurs, 1 200 grands textes et 13 genres littéraires y sont répertoriés. La recherche s'effectue grâce à un index thématique, des formes, des techniques et des termes littéraires et philosophiques ou encore des auteurs et des œuvres cités. Plusieurs tableaux, de l'an 888 à 1899, donnent une vue d'ensemble de la littérature.

• La Bibliothèque Norelem constitue un véritable catalogue de pièces pour la conception assistée par ordinateur (CAO). Plus de 15 000 dessins de pièces mécaniques y sont mémorisés et l'on peut les transférer sur un logiciel de dessin technique sur ordinateur. Destinée aux lycées techniques ainsi qu'aux bureaux d'études, cette Bibliothèque réunit une somme d'informations représentant plus de 200 disquettes classiques d'ordinateur.

Incontestablement, l'initiative de l'Education nationale est positive. Elle ne pourra que faciliter les recherches des enseignants comme des élèves. Malheureusement certaines réalisations sont critiquables, donnant l'impression d'avoir été bâclées. Ainsi, le Zyzomis, que nous avons pu essayer, comporte de nombreuses lacunes, tant dans son logiciel de commande que dans son contenu. Par exemple, dans le premier cas, après avoir demandé la signification de Nobel, il est possible de sélectionner le mot Stockholm (**photo page ci-contre**) et de voir sa définition apparaître (**photo ci-dessus**). Par contre, à ce stade de recherche, le logiciel n'acceptera pas San Remo, la ville où est mort Nobel, parce qu'elle se compose de deux mots. Il faudra revenir au point de départ et écrire le nom de la ville pour plus de précision. En ce qui concerne la cartographie, il s'agit de cartes imprimées dans le Dictionnaire de notre temps qui ont été numérisées. Si leurs dessins et leurs mises en couleurs suffisent



• Si, ensuite, on désire des renseignements sur l'un des mots de ce texte, disons Stockholm, il suffit de le sélectionner pour accéder aux indications le concernant, le premier niveau de recherche (ici Nobel) restant toujours consultable.

pour une édition imprimée, le résultat n'est guère agréable sur un écran d'ordinateur et, si l'on demande une ville, aucun clignotement de l'affichage ou autre moyen de visualisation ne viendra la signaler sur l'écran. De plus, nombre de cartes sont absentes : si l'Afghanistan existe bien, on ne trouve nulle trace de la France entière ! Ce CD-ROM incomplet et mal conçu a pourtant été vendu à plus de mille exemplaires aux établissements scolaires. Une nouvelle version corrigée est en préparation, mais aucun échange n'est prévu.

Le Monde en chiffres appelle un autre genre de réserves. S'agissant d'un recueil chiffré de diverses activités, les données qu'il présente seront très vite obsolètes et l'Education nationale n'a prévu aucun abonnement pour de futures et régulières mises à jour. C'est ainsi que les élèves en classe de troisième apprennent dans leur livre de géographie, vieux de six ans, que la France produit 30 % de son électricité grâce à l'énergie nucléaire, alors que ce chiffre est aujourd'hui de 70 %. Pourtant, de l'avis de nombreux spécialistes, la mise à jour et le pressage d'un CD-ROM est moins onéreuse que l'impression d'un livre. Il est dommage de ne pas profiter de ce support d'avenir pour présenter des données précises et actuelles aux collégiens.

Toutefois, il ne s'agit pour le moment que d'une expérience portant sur 650 lecteurs installés dans les écoles. On peut donc espérer que ces défauts de jeunesse seront corrigés. Peut-être même un jour chaque foyer pourra-t-il s'équiper d'un micro-ordinateur et de son lecteur de CD-ROM. Alors, les parents autant que les élèves disposeront d'une bibliothèque à domicile.

Laurent Douek

SCIENCE JEUX

La pompe à galets

PHYSIQUE AMUSANTE

La première mission assignée à une pompe a été de remplacer l'homme (un esclave qui n'allait jamais assez vite) qui tirait des seaux d'eau du fond d'un puits. Trouver un système qui aspire directement le liquide et le ramène en continu à la surface a constitué un trait de génie au même titre que la roue ou la poudre à canon.

C'est d'ailleurs le principe de la pompe qui a inspiré une des premières lois fondamentales de la physique expérimentale qui s'énonce ainsi : "la nature a horreur du vide".

Cet énoncé fait sourire aujourd'hui car il venait surtout combler un vide de compréhension, mais il avait le défaut de ne pouvoir être mis en équations. Ce sont les fontainiers de Venise qui permirent, par une découverte tout à fait fortuite, de préciser la loi : voulant pomper l'eau d'une citerne qui se trouvait une douzaine de mètres plus bas pour alimenter les bassins d'un palais, ils eurent la surprise de voir que l'eau qu'on tirait avec une pompe à piston refusait de venir jusqu'à eux.

Pour être précis, en tirant le piston dans le cylindre, ils faisaient bien monter l'eau peu à peu dans la canalisation verticale ; mais elle ne s'élève guère au delà de 8 ou 9 mètres. Passé cet écart, le piston ne semblait plus aspirer que du vide.

Des expériences plus précises montrèrent que la meilleure pompe, parfaitement étanche, ne pou-

vait pas aspirer l'eau au delà d'une distance verticale de 10 mètres entre le piston et la surface du bassin. D'où un nouvel énoncé de la loi : "en ce qui concerne l'eau, la nature a horreur du vide jusqu'à 10 mètres de dénivellation ; au delà elle s'en accommode fort bien".

Quand les physiciens répétèrent les expériences avec d'autres fluides que l'eau, ils eurent la désagréable surprise de constater que "l'horreur du vide" variait avec le liquide : l'eau pouvait être tirée jusqu'à 10 m, mais le mercure, 13 fois plus dense, ne montait pas à plus de 0,76 m. Moralité, la nature se moque pas mal du vide, et en réalité c'est le poids de l'atmosphère qui pousse le liquide dans le cylindre quand on tire le piston. Mais le poids de l'atmosphère est limité : environ 10 newtons par colonne d'air verticale de 1 cm² de section.

10 newtons, c'est le poids d'une colonne (1 cm²) d'eau de 10 m de haut, d'une colonne de mercure de 0,76 cm, et ainsi de suite selon la densité du liquide. Tout se passe comme avec une balance : une fois que les 10 m d'eau équilibrivent le poids de l'atmosphère, on peut pla-

cer autant de mètres de vide au dessus que voulu. Ces découvertes concernant la pression atmosphérique amenèrent les fontainiers à une conclusion pratique : pour monter l'eau au-delà de 10 m, il ne faut plus la tirer mais la pousser.

La pompe aspirante-foulante résolvait le problème : premier temps, le piston placé à ras de l'eau aspire à travers un clapet mobile ; deuxième temps, quand on repousse le piston, le clapet se ferme et on refoule le liquide vers le haut - un autre clapet du même genre l'empêche de redescendre quand on reprend le cycle. Reste seulement à pousser assez fort sur le piston pour envoyer l'eau à la hauteur voulue - il faut 1 daN/cm² (environ 1 kg-force par 1 cm²) par cran de 10 m.

La pompe à piston, genre pompe à vélo, représente l'exemple le plus simple du procédé ; elle offre l'avantage d'être quasi statique (qu'on tire le piston à l'allure d'un escargot ou d'un zèbre, on déplacera le même volume de liquide) mais l'inconvénient d'être discontinue, tout comme le moteur à piston qui en découle directement.

Pour aller plus vite, et surtout avoir un débit continu, on a inventé quantité d'autres systèmes : pompes à engrenages, à palettes, à chaîne, à vis, à excentrique, pompes centrifuges ou axiales, et ainsi de suite. Certaines, comme la pompe à engrenages, sont encore quasi-statiques (même au ralenti le plus lent la pompe aspire) alors que d'autres comme les pompes centrifuges sont dynamiques : au ralenti, elles ne pompent rien du tout, et leur rendement s'élève avec la vitesse.

Il existe toutefois des applications pour lesquelles aucune de ces pompes ne convient, en particulier quand le liquide doit circuler en circuit vraiment fermé : un piston n'est jamais totalement étanche, pas plus qu'un palier d'engrenage ou de turbine. De plus, le piston ou l'engrenage nécessite un lubrifiant qui sera en contact avec le fluide à pomper, ce qui est à éviter absolument dans certains cas.

Or, pour certaines applications médicales ou chimiques, le fluide doit circuler sans aucun risque de fuite, aussi minime soit-elle, et sans aucun contact avec une huile quelconque. Il faudrait pour ainsi

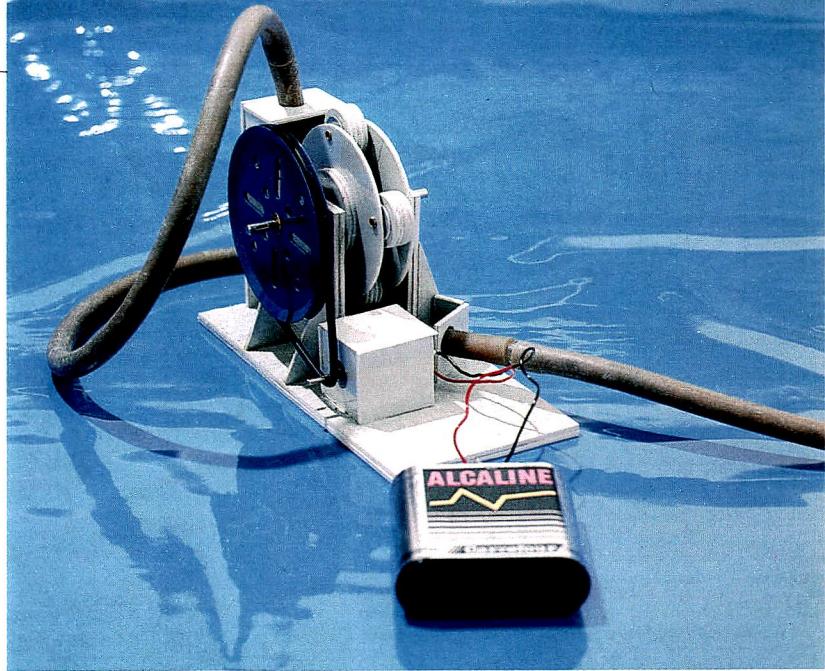
dire que le fluide soit tiré, ou poussé, à travers les canalisations par une force immatérielle, genre attraction magnétique.

A priori le problème semblait insoluble, car toutes les pompes classiques comportent toujours des pièces coulissantes ou tournantes qui constituent autant de points de fuite et de graissage. Une solution relativement simple dans sa conception existe pourtant : la pompe à doigts ou à galets. Le principe de cet engin s'inspire de ce que les physiologistes appellent les contractions péristaltiques et que nous mettons en œuvre chaque fois que nous avalons une gorgée d'eau ou une bouchée de nourriture. Ce n'est pas en effet la pesanteur qui fait avancer le bol alimentaire : ce sont les contractions coordonnées de l'œsophage — s'il n'en était pas ainsi, les cosmonautes auraient de sérieuses difficultés pour s'alimenter, et personne ne pourrait boire couché. Nous allons voir comment reconstituer ce processus sans faire appel à un dispositif aussi complexe que celui mis en œuvre chaque fois qu'on boit un verre d'eau.

Le principe consiste à provoquer le mouvement d'une veine liquide contenue dans un tuyau souple en la poussant littéralement à l'aide de compressions successives provoquées par des galets. Pour y parvenir, un tuyau en caoutchouc (latex) est disposé suivant un coude en forme de quart de cercle. Les galets, au nombre de quatre, sont fixés entre deux flasques concentriques au quart de cercle et mûs par un moteur. Ils roulement contre le tuyau en l'écrasant à chaque passage : ainsi est engendrée une suite de pressions qui se propagent dans un seul sens et entraînent la veine liquide.

La seule difficulté réside dans le réglage des points de contact ; si la pression est insuffisante, rien ne se produit ; si elle est trop forte, le système coince ou le tuyau s'use très vite. Pour réaliser notre pompe à galets, nous avons employé la méthode Hobbystyrène de Pierre Courbier, laquelle se prête particulièrement bien à ce genre de montage.

Toutes les pièces sont découpées dans du polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur ; les nombreux disques sont obtenus en utilisant la



méthode du compas de découpe largement décrite dans cette rubrique, et dans l'ouvrage *La physique amusante*. Les pièces annexes, tuyau de laiton 4 mm, tuyau latex 10 mm, poulie à gorge Meccano et autres sont à acheter séparément.

Le rotor propulseur à galets est illustré *figures 1 & 2*. Les quatre galets sont composés chacun de 4 disques de 21 mm collés les uns sur les autres et percés en leur centre d'un trou de 4 mm. On commencera donc par tracer, marquer, découper et percer les 16 disques nécessaires (pièces A₁ à A₁₆).

On les réunira 4 par 4 sur une tige filetée de 4 mm de diamètre et on les serrera fortement entre deux écrous. La tige sera ensuite prise dans les mors d'une perceuse et on "tournera" chaque galet en le râclant très légèrement sur son périmètre avec la lame d'un cutter ; il faut veiller à ne pas trop modifier le diamètre. Ceci fait, on desserrerà les écrous et on assemblera le tout par collage avec une légère couche de trichloréthylène passée entre les disques ; on les serrera à nouveau et on laissera sécher.

On les disposerà ensuite sur leur axe — *figure 1* — en veillant à ce qu'ils tournent sans frottement (goutte d'huile). Les deux flasques — pièces B₁, B₂ et C₁, C₂ — seront construits selon le même principe. On les percera de cinq trous de 4 mm en respectant un tracé très précis — *figures 1 & 2*. L'assem-

blage se fera par collage (cyanocrylate) des axes des galets (tiges d'acier ou de laiton diamètre 4 mm, longueur 17 mm) sur les flasques en n'oubliant pas d'interposer des rondelles entre les galets et les flasques afin de faciliter leur libre rotation.

L'axe du rotor propulseur (tige d'acier ou de laiton, diamètre 4 mm, longueur 80 mm) doit être solidaire des flasques et donc être soigneusement collé (cyanocrylate toujours) en le laissant dépasser de 20 mm d'un côté. Ce faisant, on contrôlera à nouveau la libre rotation des galets.

Les paliers sont illustrés *figu-re 3* ; il n'y a aucune difficulté pour assembler les pièces qui constituent les supports de ces paliers du rotor. Chacun est constitué de deux rectangles (D₁ à D₄) assemblés par collage et maintenus verticaux par deux équerres (E₁ à E₄). Le support du tuyau, *figures 4 & 5*, est constitué par cinq pièces F₁ à F₅ (les quarts de cercle) découpées et assemblées par collage.

Il faut en effet que le tuyau de caoutchouc d'un diamètre de 10 mm repose sur ce berceau et y soit solidement fixé avec une colle cyanocrylate. Quatre de ces pièces seront tracées et découpées selon le principe illustré *figure 4*. Une cinquième devra l'être sur une autre feuille de polystyrène ; là également les cotés devront être respectées. Lorsque tout sera ter-

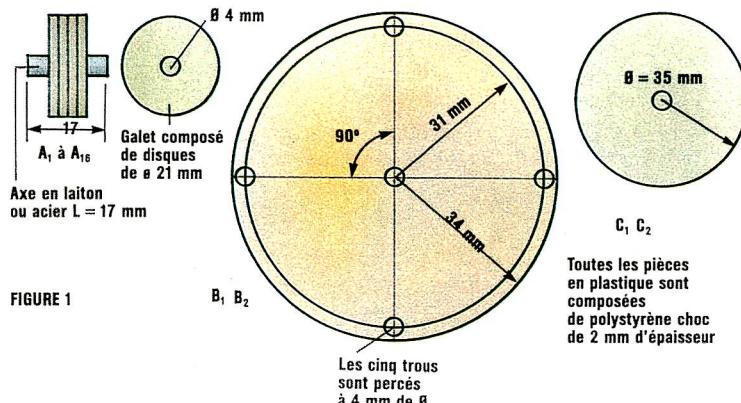


FIGURE 1

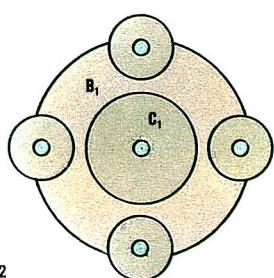
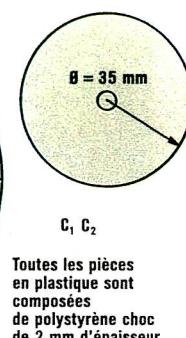


FIGURE 2

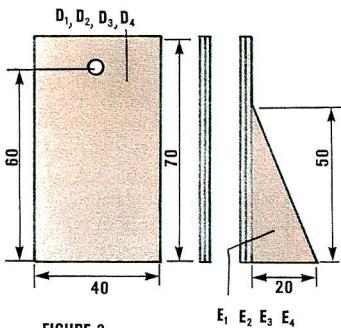
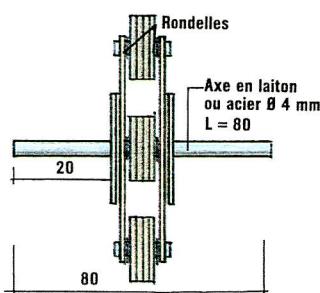


FIGURE 3

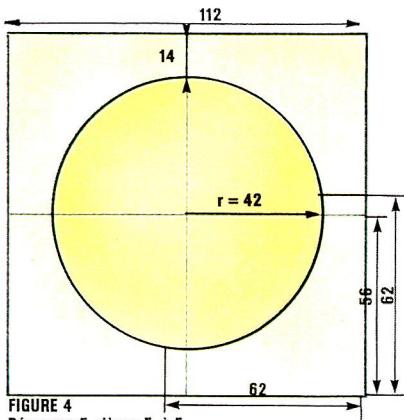


FIGURE 4
Découper 5 pièces F₁ à F₅

miné, on disposera d'une pièce ayant la forme représentée *figure 5*. Les tranches en seront soigneusement poncées afin de ne laisser aucune aspérité pouvant abîmer le tuyau qui va être soumis à des écrasements successifs.

Le socle, *figure 6*, est composé de deux rectangles (pièces G₁, G₂) superposés et collés. On y tracerai les emplacements de collage des deux supports de paliers ; les autres emplacements de collage sont donnés sur cette figure à titre indicatif car ils sont destinés à être fixés ultérieurement au moment des réglages.

coter de ce diamètre (cela existe, P. Courbier en a trouvé). Le même problème existe pour l'entrée, *figure 8*, et a été résolu selon le même principe.

Il n'est pas nécessaire d'utiliser un moteur pour actionner cette pompe : une manivelle solidement installée sur deux paliers peut faire l'affaire. Toutefois, nous avons préféré employer un moteur Mabuchi RM36 qui est suffisant (tout juste) pour animer notre modèle. Alimenté sous 6 volts, il consomme beaucoup — plus de 1 ampère — ce qui rendra son alimentation coûteuse si on emploie des piles.

De toute façon nos modèles, qui fonctionnent parfaitement à titre de manipulation expérimentale, ne sont pas destinés à un emploi intensif. Si l'on souhaitait fabriquer une pompe destinée à un jet d'eau ou à toute autre application nécessitant un usage permanent, d'autres techniques de fabrication impliquant, entre autres, un outillage plus complexe devraient intervenir.

Mais si l'on se contente de rester dans le domaine qui est le nôtre, la pompe pourra être de temps en temps alimentée par un jeu de grosses piles ; une autre solution consiste à utiliser un transformateur relié au secteur et capable de fournir une douzaine de watts (ceux des trains électriques peuvent en général convenir).

Donc, en ce qui concerne le modèle présenté, nous fixons le moteur sur le socle — *figure 9* — en l'entourant de pièces en plastique (M₁, M₂, N & O). La pièce O est percée en son centre d'un trou de 10 mm qui enserre l'épaulement circulaire existant sur ce moteur ; elle en est rendue solidaire par collage à la colle cyanocrylate.

L'axe du moteur attaque directement une courroie qui passera sur une poulie à gorge Meccano de 76 mm de diamètre lié au rotor ; on peut aussi fabriquer une poulie de ce type en superposant 4 disques de polystyrène dont les deux extrêmes débordent un peu et forment la gorge. La courroie qui relie le moteur à la poulie peut venir aussi du Meccano, ou être prise dans un lot de bracelets caoutchouc de papeterie ; en ce dernier cas, il faut la changer souvent car ces bracelets manquent de résistance.

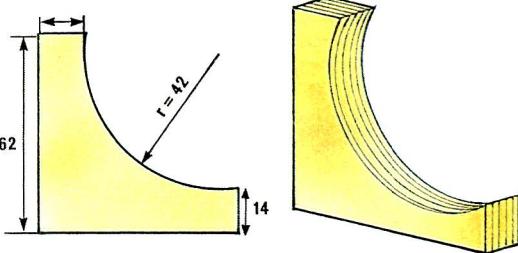


FIGURE 5
pièces F₁ à F₅

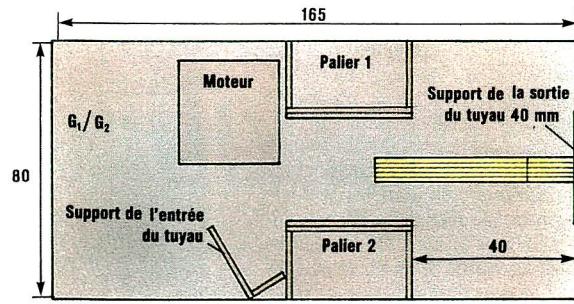


FIGURE 6 Emplacements de collage sur le socle

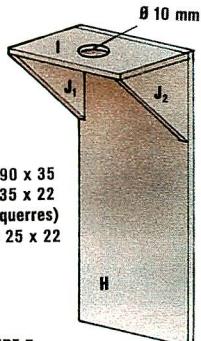


FIGURE 7

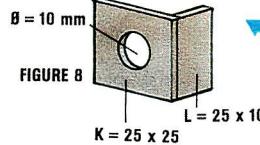


FIGURE 8

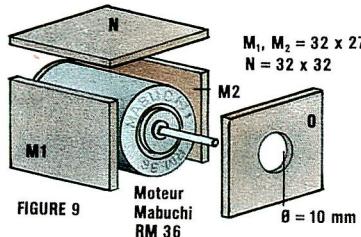


FIGURE 9

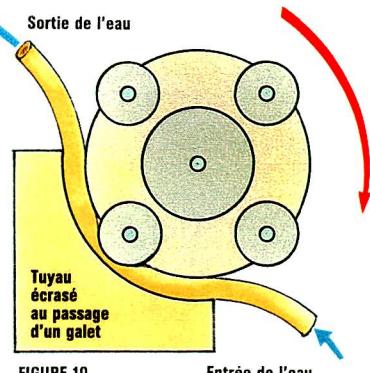


FIGURE 10

La figure 10 montre comment disposer les éléments actifs de la pompe. Le tuyau en caoutchouc de 10 mm doit impérativement être souple, et seul le latex blond a cette qualité ; les pharmaciens ont en général ce genre de tuyau. Par contre, les tuyaux en plastique sont à proscrire absolument.

Le morceau de tuyau, d'une longueur de 180 mm, sera collé (cyanocrylate) sur son support. La quantité de colle doit être juste suffisante pour immobiliser le tuyau ; tout excès pourrait dissoudre le

latex et diminuer sa résistance.

On collera les deux supports de paliers à l'emplacement indiqué figure 6 après avoir installé le rotor à galets, sans oublier les deux rondelles, et on s'assurera de sa libre rotation - goutte d'huile sur les paliers. Après séchage, on installera le moteur, la poulie et la courroie. Là encore, on s'assurera du parfait fonctionnement du mécanisme. C'est alors que l'on apportera le tuyau fixé à son support.

C'est ici que commence le réglage, partie délicate de la fabrication

de cette pompe à galets. Pour y parvenir commodément, le mieux consiste à brancher les deux extrémités du tuyau actif aux deux autres tuyaux d'arrivée et de sortie, et à les faire déboucher dans deux récipients. Pour tester le système en action, on amorcera en aspirant légèrement l'eau par le tuyau de sortie, et on mettra au contact à la main le support de tuyau contre les galets en rotation.

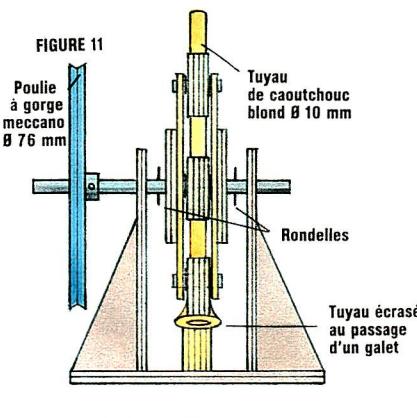


FIGURE 12
Raccord

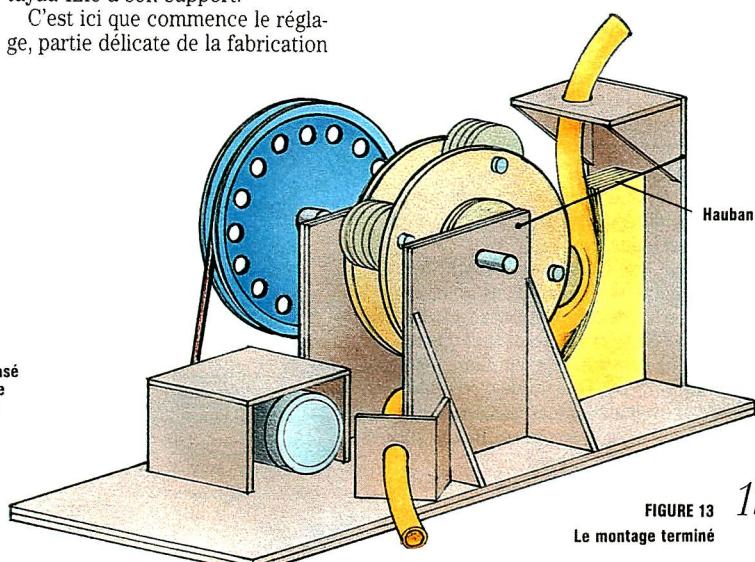


FIGURE 13
Le montage terminé

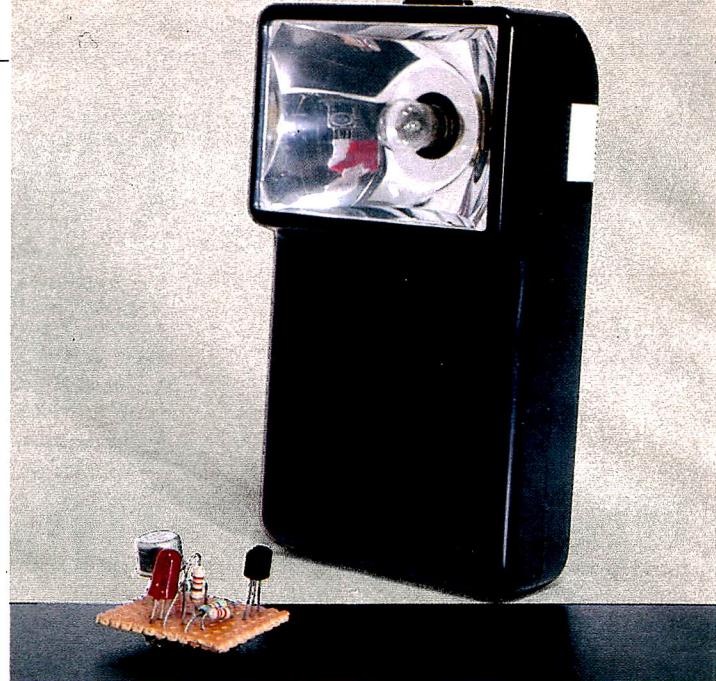
Immédiatement, une résistance se fera sentir, mais on trouvera une position dans laquelle l'eau commencera à circuler à travers le tuyau — on fera attention aux coudes que pourraient faire les tuyaux à l'entrée et à la sortie. On repérera la position du support sur le socle et on la marquera afin de pouvoir le coller — il aura été préalablement assemblé par collage au support de sortie du tuyau représenté *figure 7*.

Pendant le collage, le support doit être immobilisé avec des morceaux de ruban adhésif ; en effet, le tuyau de caoutchouc comprimé a tendance à repousser le socle et, sans cette précaution, tout serait à refaire. Pour éviter les déformations dues à la souplesse du plastique, nous avons trouvé avantage à relier les supports de paliers par un fil de cuivre qui joue le rôle de hauban (voir *figure 13*) et maintient en place le support correctement lors de la rotation qui produit obligatoirement des à coups lors du passage des galets comprimant le tube.

Après un séchage d'environ un quart d'heure, on relancera le moteur et on pourra alors profiter de la mobilité provisoire offerte par l'assemblage du polystyrène à la colle Uhu-Plast. En effet, le collage reste encore pâteux et permet de légers déplacements dont l'efficacité sera contrôlée par les modifications du débit. Cela fait, on mettra un filet de colle sur le périmètre de la jonction du support avec le socle, on immobilisera à nouveau avec du ruban adhésif et on laissera sécher au moins deux heures. Nos essais ont montré que, bien réglée et quoique réalisée avec des moyens aussi sommaires, notre pompe pouvait éléver l'eau à une hauteur d'au moins 40 cm. En améliorant le dispositif, on obtiendrait sans trop de difficultés des hauteurs bien supérieures.

Précisons enfin que ce type de pompe est utilisé dans l'industrie chimique et en médecine pour les systèmes de circulation en circuit fermé. Notre montage ne fait que reproduire un principe appliqué pour faire circuler des fluides sensibles qui ne doivent en aucun cas être contaminés par l'environnement, ou l'inverse.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier



Un éclairage de secours

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Quoi de plus désagréable que d'avoir à chercher à tâtons une bougie ou une lampe de poche à la suite d'une coupure de courant. Notre petit montage, un éclairage de secours, vous permettra de résoudre ce problème.

Le principe de son fonctionnement est simple : tant que le courant du secteur est présent sur l'installation électrique, la lampe de secours restera éteinte ; elle s'allumera, par contre, dès qu'une coupure de courant se produira, pour s'éteindre de nouveau dès

son rétablissement. Partant de cette base, passons à l'étude de cette lampe.

En fait, nous en réaliserons le câblage dans un boîtier de lampe de poche, modifié pour l'occasion. Afin que le montage puisse être "oublié" dans le lieu qu'il éclairera en cas de panne, nous le munirons de trois petites batteries au cadmium-nickel et d'un adaptateur secteur. Tant que ce dernier sera présent, la charge des batteries sera maintenue. Si besoin est, celles-ci seront même rechargeées.

Cette opération sera assurée par le courant provenant de l'adaptateur secteur, limité en intensité par la présence de la résistance R_1 . Notons que la présence de la diode électroluminescente permet de visualiser en permanence la présence du secteur et du courant de charge appliqués aux batteries. L'ampoule est, quant à elle, commandée par l'intermédiaire de deux transistors.

Lorsque le secteur est présent, T_1 se trouve saturé en raison du courant qui lui fournit R_3 . La base de T_2 se trouve donc à un potentiel proche du 0 volt. Ce qui équivaut à dire qu'aucun courant ne traverse l'ampoule ; elle est donc éteinte. In-

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, 2052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

versement, lorsque le secteur disparaît, le courant provenant des batteries ne peut plus parvenir jusqu'à R_3 , en raison de la présence de la diode électroluminescente qui fonctionne alors comme une simple diode. La base de T_1 n'est donc plus alimentée, et T_1 se bloque. Par voie de conséquence, la base de T_2 est alimentée en courant et T_2 se trouve saturé ; le courant provenant des batteries traversera l'ampoule ; elle s'allumera.

Dès la réapparition du courant, nous nous retrouverons dans la situation décrite précédemment et l'ampoule s'éteindra à nouveau. Il s'agit donc bien là du type de fonctionnement souhaité.

La réalisation de cette lampe de secours, vu le nombre limité de composants employé, est extrêmement simple. Il s'agit donc d'un montage tout particulièrement destiné aux débutants en électronique et il devrait donc répondre aux souhaits exprimés par le très abondant courrier de lecteurs que nous recevons. Il faudra cependant prendre soin de bien respecter le brochage des transistors ainsi que la polarité de la diode électroluminescente. Rappelons que la patte la plus longue de celle-ci devra être connectée au point commun à R_3 , R_4 , et à la fiche de l'adaptateur secteur.

Il faudra modifier quelque peu le boîtier de la lampe de poche. En premier lieu, afin de gagner la place nécessaire pour la plaque électronique, on le débarrassera des lamelles conductrices faisant office d'interrupteur et de contacts de pile. De même il sera nécessaire de pratiquer deux trous : l'un destiné à laisser dépasser la diode électroluminescente, l'autre à recevoir l'embase femelle de la fiche du bloc secteur.

Il faudra de plus veiller à ce qu'aucun contact parasite ne s'établisse entre l'un des composants de la plaque électronique et la fiche ou le réflecteur, souvent métallique. Si le moindre doute subsiste, la fiche sera isolée par une bande adhésive ou, plus simplement, par n'importe quelle feuille de plastique souple.

Le test et la mise en service du montage sont également très simples. Le câblage terminé, les batteries seront mises en place. L'ampoule devra s'allumer aussitôt. L'a-

IMPLANTATION DES COMPOSANTS

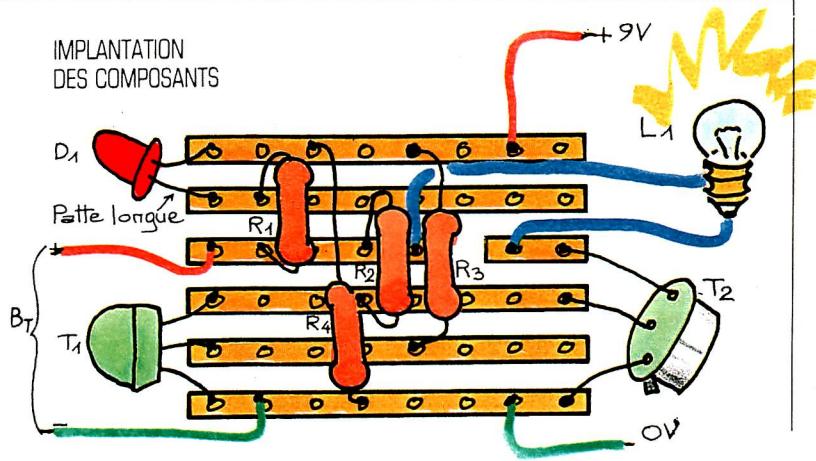
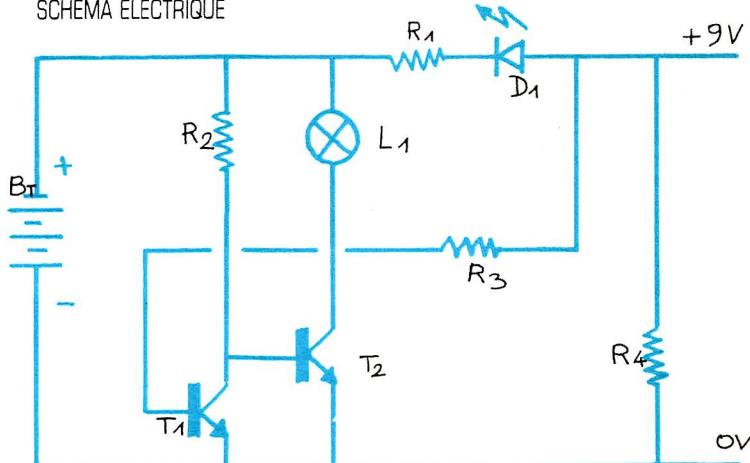


SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

$R_1 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)

$R_2 = 2,2$ kilohms (rouge, rouge, rouge, or)

$R_3 = 22$ kilohms (rouge, rouge, orange, or)

$R_4 = 22$ kilohms (rouge, rouge, orange, or)

$T_1 = 2N\ 3904$ ou équivalent
 $T_2 = 2N\ 1711$

$D_1 =$ Diode électroluminescente

$L_1 =$ ampoule pour lampe de poche

$B_1 = 3$ batteries CdNi 1,2 volts-500 mA/heure montées en série

Une lampe de poche en plastique

Un adaptateur secteur 9 volts

daptateur secteur sera alors connecté. On vérifiera que sa mise sous tension provoque bien l'extinction de l'ampoule, qui devra se rallumer dès qu'il sera débranché. Si tel est le cas, le montage est prêt à être placé à poste fixe.

Précisons, pour terminer que, après décharge des batteries, il faut environ 10 heures pour que notre montage retrouve son autonomie normale. Cette dernière sera d'une heure, une durée largement suffisante dans la majeure partie des cas de pannes de courant.

Enfin si une coupure de courant de longue durée — pour un départ en vacances par exemple —, est prévue, il sera bon de retirer purement et simplement les batteries de leur logement. Une trop grande décharge de celles-ci risquerait, en effet, de nuire à leur durée de vie.

Henri-Pierre Penel

La zone circumpolaire

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Point n'est besoin d'être un grand astronome pour savoir qu'en raison de la rotation de la Terre, toutes les étoiles ne sont pas visibles tous les soirs. Toutes... ou presque, car l'observateur attentif aura remarqué qu'il y a certaines constellations visibles tout au long de l'année, en un lieu donné. C'est ce qu'on appelle les constellations circumpolaires.

La zone circumpolaire. Si, par la pensée, nous prolongeons l'axe de rotation de la Terre, il perce la voûte céleste en un point qui est le pôle céleste Nord, dans l'hémisphère boréal, et le pôle céleste Sud, dans l'hémisphère austral. Depuis la France, comme de tous les points du globe situés dans l'hémisphère boréal, seul le pôle céleste Nord est visible.

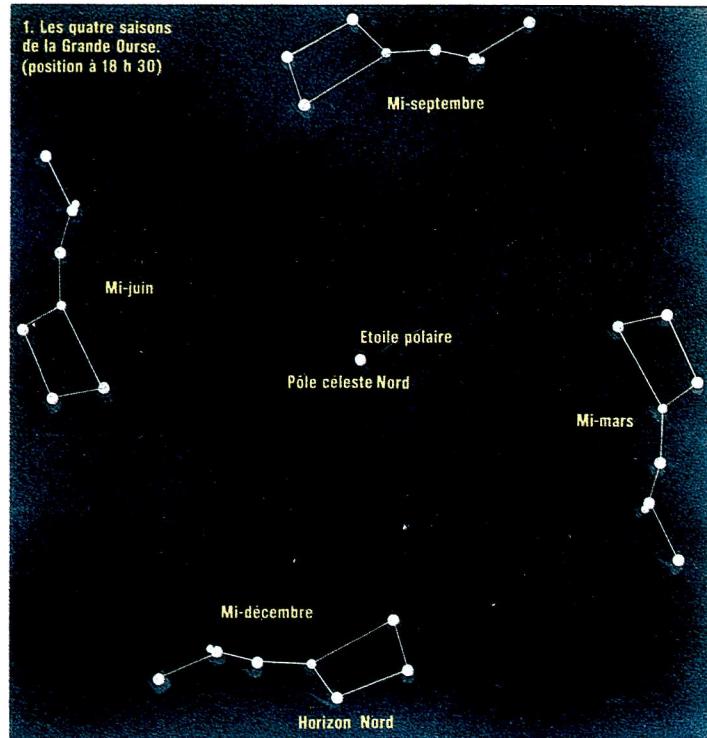
Il se trouve que, juste près de lui, brille une étoile de magnitude 2, donc bien visible à l'œil nu, et que, de par cette proximité, on a appelée Etoile polaire. C'est l'étoile la plus brillante de la constellation de la Petite Ourse.

Rappelons aux débutants ce qu'est une constellation. Lorsqu'on

2. Retrouver la Polaire grâce à la Grande Ourse



1. Les quatre saisons de la Grande Ourse. (position à 18 h 30)



regarde le ciel la nuit, on croirait qu'il forme une voûte sur laquelle les étoiles sont accrochées. Ce fut aussi l'impression des observateurs antiques ; mais, comme ils étaient loin d'imaginer la réalité, ils supposèrent que c'étaient les dieux qui avaient ainsi créé les choses et, pourquoi pas, que les étoiles étaient des divinités elles-mêmes.

Observateurs attentifs et imaginatifs, les astronomes de l'Antiquité regroupèrent fictivement entre elles les étoiles, pour former des figures mythologiques que nous appelons constellations. Cela n'est qu'une apparence, une fois de plus. Ainsi, lorsqu'on regarde la constellation de la Grande Ourse, par habitude on relie entre elles les étoiles principales, comme si elles avaient un lien réel. En vérité, il n'en est rien et ces étoiles sont situées à des distances bien différentes ; ce n'est qu'un effet de perspective qui les rapproche les unes des autres.

Ce découpage en constellations est cependant bien pratique pour se repérer dans le ciel et nous continuons encore à nous en servir. Il y en a 88 sur la voûte céleste, qui découpent celle-ci un peu comme

nos départements. Connaitre les constellations, c'est pouvoir se promener parmi les étoiles et retrouver sans difficulté les astres intéressants.

Revenons au pôle céleste Nord. En un lieu donné, il se situe à une hauteur au-dessus de l'horizon égale à la latitude du lieu en question. Ainsi, à Paris, il se trouve à 48°50', au-dessus de l'horizon nord. En raison de la rotation de la Terre sur elle-même, toute la voûte céleste semble tourner et, lorsqu'on regarde le ciel vers le sud, les astres circumpolaires sont visibles tout au long de l'année. Mais, à une même heure en des nuits différentes, ils occupent une autre place sur la voûte céleste. La **figure 1** montre ainsi à diverses dates, la position de la Grande Ourse.

Les constellations circumpolaires. En France et pour les pays de même latitude, les constellations circumpolaires sont : la Petite Ourse ; la Grande Ourse ; le Dragon ; Céphée ; Cassiopée ; la Girafe. Et une partie des constellations suivantes : Andromède ; Persée, le Cocher ; le Lynx ; le Bouvier ; Hercule ; le Cygne ; le Lézard.

Dans leur rotation apparente au-

tour du pôle, les constellations circumpolaires passent deux fois par jour au méridien, une fois entre le pôle et le zénith, une autre fois entre le pôle et l'horizon. Dans le premier cas, on dit que c'est leur passage supérieur et dans le second, on dit que c'est leur passage inférieur. Ces constellations circumpolaires boréales, comme toutes les autres, sont dignes d'intérêt. On y trouve des amas, nébuleuses ou galaxies observables par l'amateur. Mais, pour les explorer dans de bonnes conditions, on choisira la période de l'année où elles culminent, c'est-à-dire à leur passage supérieur. C'est la garantie qu'elles se trouvent au maximum de hauteur au-dessus de l'horizon, donc à l'écart des brumes et poussières de la basse atmosphère et de la turbulence la plus forte.

Nous allons découvrir ce mois-ci l'une d'entre elles, peut-être la plus célèbre de toutes les constellations : la Grande Ourse.

La Grande Ourse. Ce sont les Grecs qui lui donnèrent le nom de Grande Ourse, en souvenir de Callisto, fille du roi d'Arcadie. Sa beauté surpassait tant celle d'Héra, épouse de Zeus, que celui-ci la changea en ourse. Les Arabes de l'Antiquité y voyaient au contraire un cercueil, derrière lequel marchaient trois pleureuses. Les premiers chrétiens la transformèrent en civière de Lazare. Et les Romains s'imaginaient un chariot tiré par trois bœufs, d'où le nom de Grand Chariot. Quant aux Egyptiens, ils en firent naturellement la barque d'Osiris.

La Chine ancienne voyait dans cette constellation le palais céleste des immortels puis, plus tard, le maître des voies divines. Le petit peuple d'Asie, plus pragmatique et sans doute plus observateur, nomma notre Grande Ourse : la Casserole.

En Irlande, elle devient le Chariot du roi David, tandis qu'en Scandinavie, c'est le Chariot de Thor, Odin ou Wotan. Les pays saxons la nomment Chariot Céleste, les Anglais du Moyen Age en font le Chariot du roi Charles ou bien tout simplement une charrue.

Aux Etats-Unis si, de nos jours, l'appellation internationale de Grande Ourse est retenue, on continue souvent d'utiliser celle du siècle dernier, *Big Dipper*, c'est-à-

dire grande louche, ce qui est presque ressemblant ! Il n'en fut pas toujours ainsi et, avant que naissent les Etats-Unis, les Indiens d'Amérique avaient une bien belle légende à son sujet. Comme les Grecs et sans liaison apparente avec eux, les Indiens virent dans cette constellation une ourse. Mais, dans les temps anciens, expliquaient-ils, cette ourse vivait sur Terre. C'était un animal magnifique, si bien qu'un jour un grand chef décida de la chasser. Il la poursuivit longtemps sans parvenir à l'attraper puis, par surprise, il finit par saisir le bout de sa queue. Alors, le chef, qui était particulièrement costaud, fit tournoyer l'ourse à bout de bras au-dessus de sa tête, avec l'intention de la fracasser contre un rocher. Mais il la fit tourner si vite que, lorsqu'il la lâcha, l'ourse partit dans les cieux et se changea en étoiles. Depuis, l'ourse continue de tourner dans le ciel.

Objets remarquables. Les étoiles de la Grande Ourse portent, comme beaucoup d'étoiles brillantes, des noms arabes, doublés maintenant de lettres grecques (*figure 2*). Voici donc :

- Alpha, Dubhe (l'Ourse) ;
- Béta, Merak (les reins de l'Ourse) ;
- Gamma, Phekda (la cuisse) ;
- Delta, Megrez (la racine de la queue) ;
- Epsilon, Alioth (le cheval noir) ;
- Zéta, Mizar (la ceinture) ;
- Eta, Benetnash (le gouverneur des pleureurs).

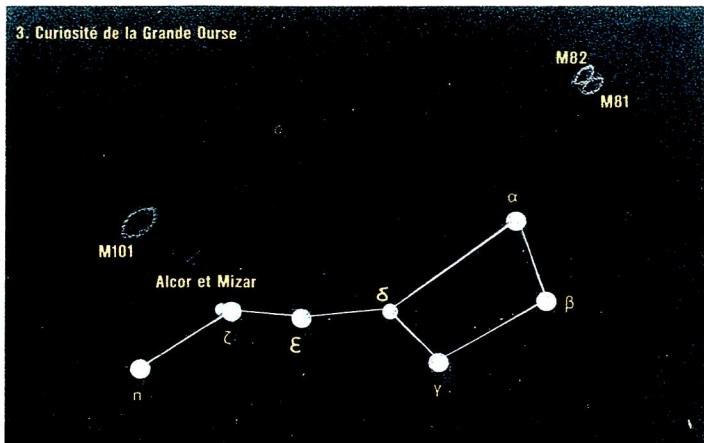
Reconnaitre la Grande Ourse comporte un avantage certain ; à

partir de cette constellation, il est très facile de repérer l'Etoile polaire et ainsi de toujours connaître la direction du nord.

Comment donc trouver à coup sûr l'Etoile polaire ? C'est très simple. Nous partons de la Grande Ourse, et plus exactement de ce que l'on appelle les gardes, c'est-à-dire Merak Dubhe ou, si vous préférez, le bord de la casserole. En prolongeant la ligne des gardes de cinq fois leur écartement, vers le haut de la casserole, nous trouvons l'Etoile polaire (*figure 2*).

Regardez attentivement Mizar. Cette étoile constituait pour les guerriers arabes un test d'acuité visuelle. En effet, à environ 1/3 de diamètre lunaire, se trouve une étoile environ cinq fois moins lumineuse ; c'est Alcor. Alcor et Mizar forment un système multiple. Ces deux étoiles se déplacent ensemble dans la même direction, à la vitesse de 13 km/s. Alcor met 100 000 ans pour tourner autour de Mizar ; c'est ce qu'on appelle une étoile double. Mais avec une lunette, vous pourriez voir que Mizar est double aussi, et sa nouvelle compagne double également, qui tourne autour d'elle en 20 jours. Au total, ce sont cinq étoiles qui tournent les unes autour des autres ! La Grande Ourse est riche en galaxies. Parmi les nombreuses qu'elle recèle, trois sont facilement accessibles aux amateurs (*figure 3*).

Au nord d'Alpha, l'astronome allemand Bode découvrit, depuis l'observatoire de Berlin, une galaxie que Messier devait répertorier en 1781 sous le numéro M 81. Sa



4. Lune, Mercure et Jupiter le 6 mai vers 22 h légales.



magnitude est de 8 et ses dimensions apparentes sont de 20×10 minutes d'arc. Lunettes et télescopes d'au moins 10 centimètres de diamètre montreront une tache pâle allongée. Les instruments puissants permettent d'apercevoir les bras spiraux de cette galaxie, située à plus de 8 millions d'années lumière et tournant sur elle-même à près de 300 km/s.

Non loin de M 81, voici M 82. Moins lumineuse que la précédente (magnitude 9,2), elle est aussi beaucoup plus petite avec une dimension apparente de 9×4 minutes d'arc. Elle requiert, pour être observée correctement, un appa-

reil d'au moins 150 millimètres de diamètre. Mais une lunette de 60 millimètres montrera néanmoins la tache floue de cette galaxie, bien différente de sa voisine. L'étude du rayonnement radio de M 82 a permis de savoir qu'elle est le siège d'événements violents. Il y a un million et demi d'années, une gigantesque explosion a expulsé de son noyau central une quantité de matière, estimée à 5 millions de fois celle du Soleil. Ces masses gazeuses continuent de s'étendre à des vitesses de plus de 1 000 km/s ! Située à 10 millions d'années lumière, M 82 est une véritable galaxie explosive.

A 5 degrés de Mizar, une autre galaxie, M 101, nous présente un aspect bien différent. Alors que M 82 est vue par la "tranche", M 101 se présente de face. Mais à près de 12 millions d'années lumière, elle est bien petite, 7×5 minutes d'arc, nécessitant d'excellentes conditions et un télescope d'au moins 150 millimètres pour laisser deviner sa structure spirale.

Tout près de Béta, sur la ligne Béta-Gamma, M 97 est une nébuleuse dite planétaire en raison de son aspect circulaire. Certains lui ont trouvé une ressemblance avec la tête d'un oiseau nocturne et c'est pourquoi on l'appelle la Nébuleuse du Hibou.

Les amateurs équipés d'un télescope d'au moins 150 mm de diamètre, avec monture équatoriale à cercles divisés, pourront observer deux galaxies de type spirale, curieusement baptisées M 108 et M 109, alors que le catalogue de

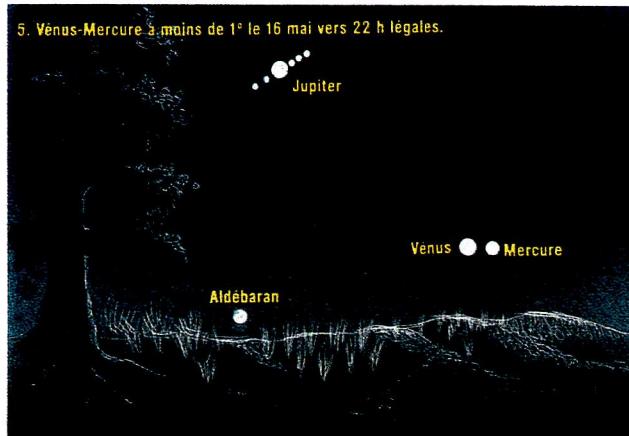
Messier ne comporte que 103 "objets"; il s'agit en fait d'astres rajoutés par la suite. M 108, à proximité de M 97, soit à 40° nord et 45° ouest, est une galaxie spirale vue par la tranche. Bien que beaucoup moins brillante que M 82, elle lui ressemble de par son aspect allongé. M 109 est une magnifique galaxie spirale barrée. On la trouvera facilement à 40° sud-est de Phekda (Gamma). Son contour est incertain mais on distinguera nettement le centre allongé, point de départ des bras spiralés. Une supernova a explosé dans cette galaxie en 1956.

Ne quittons pas la Grande Ourse sans signaler un objet "fantôme". Au nord-ouest de 70 et Delta de la Grande Ourse, Hévélius puis Messier noteront une nébuleuse : M 40 ; c'est une de leurs rares erreurs. Les moyens modernes ont permis d'assurer qu'il n'y a aucun objet dans cette zone. En fait, M 40 n'est qu'une étoile double dont l'écartement est de 49 secondes d'arc !

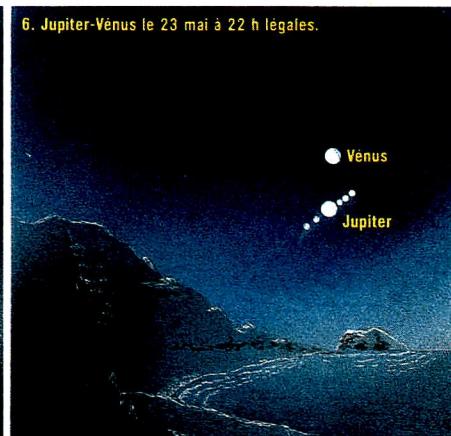
Les observations du mois. La nouvelle Lune ayant lieu le 5, on peut considérer que la première quinzaine du mois est favorable pour l'observation stellaire, en particulier pour la mise en pratique de ce qui a été vu plus haut. A ce propos, une expérience facile à réaliser avec peu de moyens : vérifier photographiquement la réalité des étoiles circumpolaires ou, si l'on préfère, la rotation de la Terre.

On utilisera pour cela un boîtier photo muni d'un objectif de 24 à 50 millimètres de focale. Le film sera du noir et blanc ou de la diapositi-

5. Vénus-Mercure à moins de 1° le 16 mai vers 22 h légales.



6. Jupiter-Vénus le 23 mai à 22 h légales.



ve couleurs d'une sensibilité de 160 à 400 ASA . On placera l'appareil sur un trépied photo stable, le diaphragme sera ouvert au maximum et le tout orienté de façon à ce que l'étoile polaire soit au centre du champ. Bien entendu, la mise au point sera réglée sur l'infini. Ensuite, l'appareil sera mis en pose pour une durée de 1 à 2 heures. Après développement, on obtiendra sur le cliché des traînées correspondant à chaque étoile du champ, dues à la rotation de la Terre pendant la pose photographique. Il sera facile de constater qu'un certain nombre d'entre elles ne se couchent pas en raison de leur circumpolarité.

Prenez soin d'opérer par une nuit sans lune, loin des lumières parasites et lorsque le crépuscule astronomique est terminé. A titre indicatif, début mai, la "nuit astronomique" va de 23 h 30 à 4 heures légales.

Trois planètes retiennent notre attention le soir, après le coucher du Soleil, mais pour peu de temps : ce sont Mercure, Vénus et Jupiter. Le 1^{er}, vers 22 heures légales, Mercure est à son élongation maximale. On la recherchera aux jumelles à l'azimut 295° à 9° au-dessus de l'horizon.

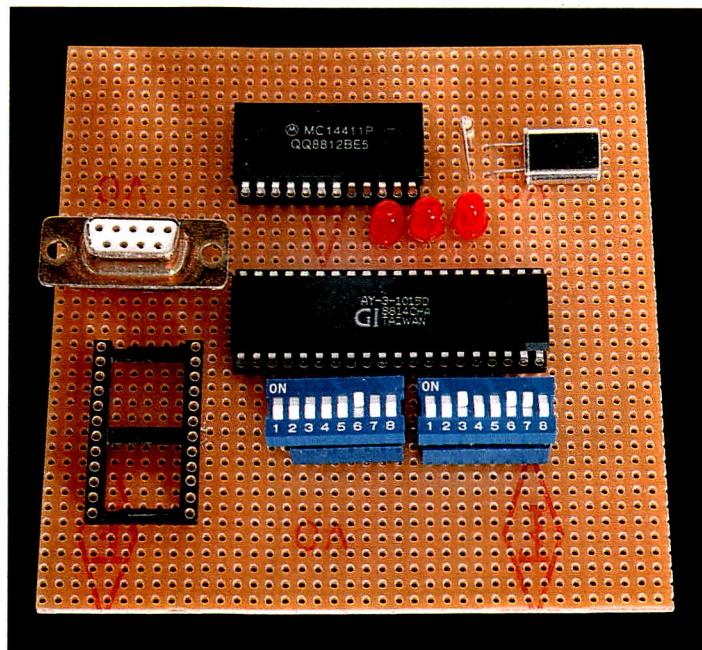
Le 6, Mercure, dans le ciel couchant, toujours vers 22 heures, sera à proximité de la Lune, encadrée par Jupiter et Mars, laquelle trônera bien plus haut (*figure 4*). Les jours suivants, la jeune Lune se rapprochera tour à tour de Jupiter le 7, puis de Mars le 9.

Le 16, dans le crépuscule, très belle conjonction entre Mercure et Vénus, difficile à observer en raison de la proximité du Soleil, mais méritant quelques efforts, car les deux planètes ne sont séparées que de trois quarts de degré ! Elles seront visibles en même temps dans le champ du télescope, (*figure 5*).

Autre conjonction serrée, le 23, mais entre Vénus et Jupiter (*figure 6*). A peine plus d'un degré sépare les deux astres. Une occasion pour les photographier. Toutes trois sont bien visibles durant la deuxième moitié de la nuit. Un bien joli moi de mai en perspective ! (1)

Yves Delaye

(1) Pour en connaître plus sur les constellations et les noms des astres : *Etoile par étoile* par Piero Bianucci, chez Bordas. En vente à La Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris, 149 F franco pour les lecteurs de *Science & Vie*.



Une interface série

INFORMATIQUE PRATIQUE

Nous avons vu dernièrement le principe de base de la transmission en série d'octets. Nous passerons donc, ce mois-ci, à la réalisation de notre interface. Elle sera en mesure de "traduire" un protocole de transmission de type parallèle en une liaison série au standard RS 232 C.

Afin que son usage soit aussi universel que possible nous avons prévu la programmation, à l'aide de petits interrupteurs, de l'ensemble des paramètres de transmission. L'utilisateur aura donc accès, par exemple, au choix de la vitesse de transmission, de celle de réception, du nombre de bits transmis, de la parité, etc.

Le cœur de notre montage sera un UART, (*Universal Asynchronous Receiver Transmitter*). Ce composant spécialisé est connu pour la transformation d'un protocole série en parallèle et inversement. Son principe de fonctionnement repose sur deux registres à décalage. L'un, pour l'envoi de données en série, est chargé en parallèle par l'octet à transmettre, puis chacune de ses cases est lue sé-

quentiellement. L'autre, pour la réception, travaille de manière inverse : ses cases sont chargées séquentiellement puis lues en parallèle, pour fournir directement les huit bits simultanément.

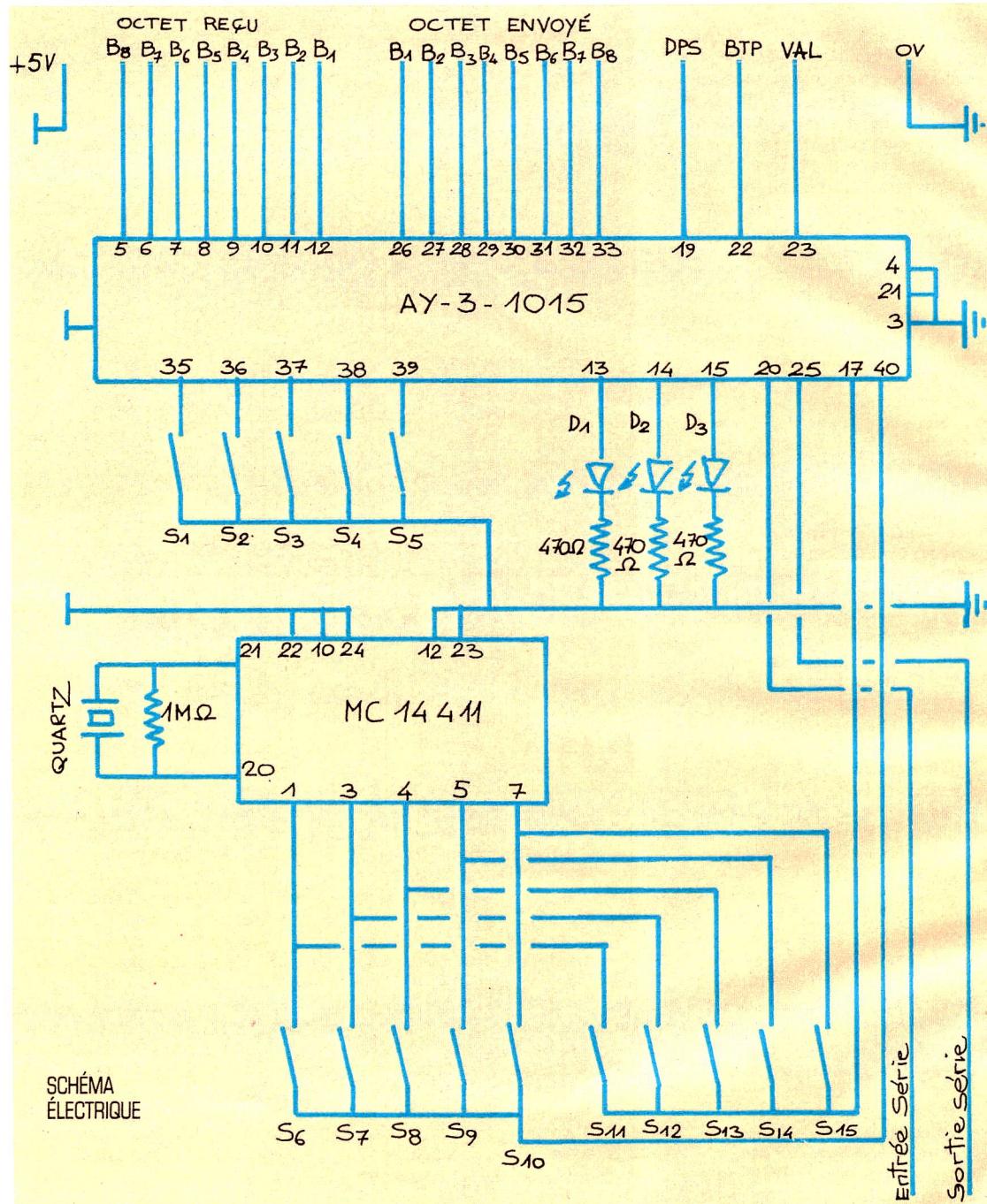
A ces deux registres de base est enfin adjointe une logique câblée complémentaire dont la mission est de gérer le "format de transmission", c'est à dire tous les paramètres de contrôle accompagnant la transmission de chaque groupe de bits.

Sur notre UART nous trouverons donc un grand nombre de broches : au total 40. Parmi elles, bien évidemment, les entrées et sorties de chaque registre. Par exemple, pour le registre de trans-

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



mission, les données en parallèle seront appliquées sur les bornes 26 à 33 et leur envoi en série sera disponible sur la borne 25. Pour la réception, l'entrée des données en

série s'effectuera sur la borne 20 et sa transformation en parallèle sera présentée sur les bornes 5 à 12.

Voyons maintenant les entrées nous permettant de programmer le

format de transmission : à chacune d'elles, nous joindrons un petit interrupteur à glissière donnant accès à sa programmation. Un tableau récapitulatif, donné en plus,

permet de déterminer la position de chacun d'entre eux en fonction du format souhaité.

Le premier interrupteur, S₁, permet de demander que la transmission soit effectuée avec un contrôle de parité ou non. En effet si ce point permet d'améliorer la fiabilité d'une liaison, bon nombre de systèmes ne l'utilisent pas.

Le second, S₂, offre le choix du nombre de "stop bits", bits de fin de chaque caractère transmis. Ce point est laissé libre et chaque constructeur, ou concepteur de logiciels, en dispose à sa guise. Il faut donc que notre interface puisse se plier à ses exigences.

Notons que S₃ et S₄ seront utilisés pour indiquer à l'UART le nombre de bits utiles à transmettre pour chaque caractère. En effet, en informatique, nous parlons toujours d'octet, chaque caractère comporte donc huit bits. Cependant il n'en est pas toujours de même lorsqu'il s'agit de transmission.

Pour le Minitel, par exemple, seuls 7 bits sont utilisés. Qui plus est, certains dispositifs comme le telex, n'utilisent que 5 bits. Ici encore, notre interface pourra s'adapter et par combinaison des positions de S₃ et S₄ elle pourra fonctionner en mode 5, 6, 7 ou 8 bits par caractère.

Enfin S₅ permettra d'apporter une précision sur le type du contrôle de parité à effectuer. Rappelez que, comme nous l'avions vu, celui-ci peut être de type pair ou impair.

Enfin une série de diodes électroluminescentes permettra de vérifier en permanence si la transmission n'est pas entachée d'erreur. Au nombre de trois, leur allumage indiquera respectivement une éventuelle erreur détectée après vérification de la parité du caractère reçu, une erreur de format, liée à une mauvaise programmation du nombre de stop bits, ou une saturation de l'UART, liée à l'absence de lecture de la dernière donnée reçue par le dispositif placé en aval de l'interface ; dispositif inactif ou hors tension par exemple.

Reste que pour qu'il puisse fonctionner nous devons donner à notre UART une fréquence de référence tant pour la transmission que la réception des données.

TABLE DE RÉGLAGE DES INTERRUPTEURS

S1 ON = transmission avec contrôle de parité
 S1 OFF = transmission sans contrôle de parité
 S2 ON = 1 bit de fin (1 stop bit)
 S2 OFF = 2 bits de fin
 S5 ON = contrôle de parité impaire (ODD)
 S5 OFF = contrôle de parité paire (EVEN)

Positions de S3 et S4

S3	S4	Nb. de bits par caractère :
ON	ON	5
ON	OFF	6
OFF	ON	7
OFF	OFF	8

Réglage de la vitesse de transmission :

Bauds	S6	S7	S8	S9	S10
9 600	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
4 800	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
2 400	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
1 200	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
300	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

Réglage de la vitesse de réception :

Bauds	S11	S12	S13	S14	S15
9 600	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
4 800	OFF	ON	OFF	OFF	OFF
2 400	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
1 200	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
300	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

Notes :

DPS (Donnée Présente en Sortie) passe au niveau logique 1 (+ 5 volts) dès qu'une donnée reçue est présente sur les huit bits de sortie de l'interface.

BTP (Buffet de Transmission Prêt) passe au niveau logique 1 (+ 5 volts) dès que l'interface est prête à transmettre un nouveau caractère.

VAL : ce signal de validation permet de charger l'octet, ou le caractère, à transmettre. Son passage à 0 (0 volt) valide son chargement en registre pour une transmission.

Pour le générateur d'horloge :

Fréquence du quartz : 1,8432 MHz. Réf : MDX 018S ou équivalent.

Diodes de contrôle : Si allumée :

D1 = erreur de parité.

D2 = erreur de vitesse ou de nombre de bits. D3 = saturation de l'UART.

Cette fréquence fixera donc la cadence à laquelle seront échangées les données. Cette dernière, comme nous l'avons vu, est exprimée en bauds (nombre de bits transmis par seconde).

Afin de disposer d'une fréquence parfaitement stable, nous utiliserons un quartz en guise de référence. Il sera directement associé à un circuit diviseur chargé de fournir à l'UART la fréquence souhaitée pour la transmission. Ici encore, une série d'interrupteurs permettra de choisir entre plusieurs vitesses. Précisons qu'un seul interrupteur à la fois devra être placé en position "ON".

Le câblage de cette interface ne doit pas poser de problème. Nous le réaliserons, comme toujours, en wrapping. Précisons cependant que la configuration des interrupteurs

devra être effectuée avec grand soin et en fonction du format de transmission souhaité. Notons également qu'une alimentation en 5 volts continu devra être prévue pour son fonctionnement. Cependant, pour les essais du moins, une simple pile de 4,5 volts pour lampe de poche pourra parfaitement faire l'affaire.

Pour terminer, précisons que cette interface est conçue, en version de base, pour fonctionner sous des signaux TTL, donc compris entre 0 et +5 volts. Elle n'est donc pas compatible avec les liaisons V24 ou en boucle de courant. Ce point ne sera cependant aucunement pénalisant en cas d'utilisation sur un microordinateur, car ils disposent tous d'une entrée/sortie série aux niveaux TTL, ou sur un Minitel.

Les solutions du championnat (II)

JEUX MATHEMATIQUES

Nous en sommes aux premiers bilans du troisième Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. Tous modes de participation confondus, vous avez été 102 000 à concourir lors des éliminatoires. 5 200 d'entre vous ont été convoqués pour les demi-finales dont, 225 par l'intermédiaire de *Science & Vie*. Ces demi-finales se sont déroulées le 22 avril. Nous vous proposons ici les énoncés des catégories scolaires

res. Vous verrez qu'ils ne sont pas si faciles que cela.

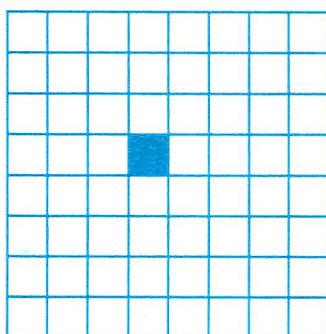
Avant de vous les livrer, un rappel d'actualité : il est encore temps de s'inscrire pour le tournoi de jeux mathématiques Tangente-Hewlett Packard du 14 mai à Juan-les-Pins, dans le cadre de Multijeux 89 : renseignements dans *Science & Vie* du mois d'avril, ou auprès de l'office du tourisme d'Antibes-Juan-les-Pins, tél : (16) 93 33 95 64.

Gilles Cohen

QUESTIONS CATEGORIES SCOLAIRES

Les trominos (coefficent 1)

A l'aide de 21 trominos en forme de L (*figure*), pouvez-vous pavier les 63 cases non hachurées de cet échiquier 8×8 ? Si oui, représentez un pavage solution sur le bulletin-réponse.



Le mousse tache (coefficent 2)

Le jeune mousse a fait une tache sur le journal de bord du capitaine. Sur cette page, le capitaine avait reporté le montant de la facture correspondant aux 36 chandelles qu'il avait achetées lors de la dernière escale.

Au niveau du total, on lit maintenant : ? 7 4, ? 0 F. Les points d'interrogation désignent les taches faites par le mousse. Indiquez le prix d'une chandelle, sachant que c'est un multiple de 10 centimes, inférieur à 20 F.

Les cubes colorés (coefficent 3)

On a peint un grand cube sur toutes ses faces. Puis, on opère 54 coupes à l'aide d'une scie, de manière à diviser (entièrement) le grand cube en petits cubes ayant tous la même dimension. Evidemment, on ne déplace aucun morceau avant d'avoir achevé la découpe.

On obtient ainsi un grand nombre de petits cubes, dont certains sont colorés (ont au moins une face peinte), et les autres n'ont aucune trace de peinture. Combien y a-t-il de petits cubes colorés ?

Echecs et maths (coefficent 4)

Au tournoi de Grenoble, chaque joueur rencontre une fois et une

seule chacun des autres participants : un véritable marathon ! Après chaque match, l'arbitre donne aux deux joueurs un carton de couleur. Ce carton est rouge pour le joueur victorieux, vert pour le perdant. En cas de nul, les deux joueurs ont un carton jaune. A l'issue du tournoi, il a été distribué exactement 752 cartons de chaque couleur. Quel est le nombre de participants au tournoi ?

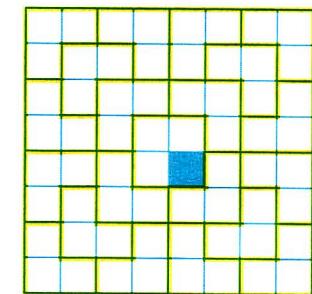
Les neuf plaquettes de José (coefficent 5)

José a disposé 9 plaquettes numérotées de 1 à 9 dans un sac. Il en tire 4 d'un seul coup. Avec ces quatre plaquettes, en permutant les chiffres, il fabrique tous les nombres possibles à quatre chiffres, qu'il note au fur et à mesure. Il en fait le total et trouve 159 984.

Quels sont, dans l'ordre décroissant, les quatre plaquettes tirées ? Indiquez le nombre de solutions, et donnez-en deux.

Histoire d'eau (coefficent 6)

M. Cruchéau, qui vit dans le désert, part avec sa camionnette et ses cruches vers le marché de l'oasis voisine. Il dispose de 9 récipients de contenances respectives : 31, 61, 101, 111, 151, 171, 231, 251 et 301. Il revient avec deux fois plus de lait de chameau que d'huile d'olive, et trois fois plus d'eau que de lait de chameau. Tous ses récipients sont complètement remplis, sauf un qui reste vide. Pouvez-vous indiquer, au-dessous de chaque cruche, le liquide qu'elle contient : E pour eau, L pour lait de chameau, H pour huile d'olive. V pour cruche vide.



Question 1 :

SOLUTIONS

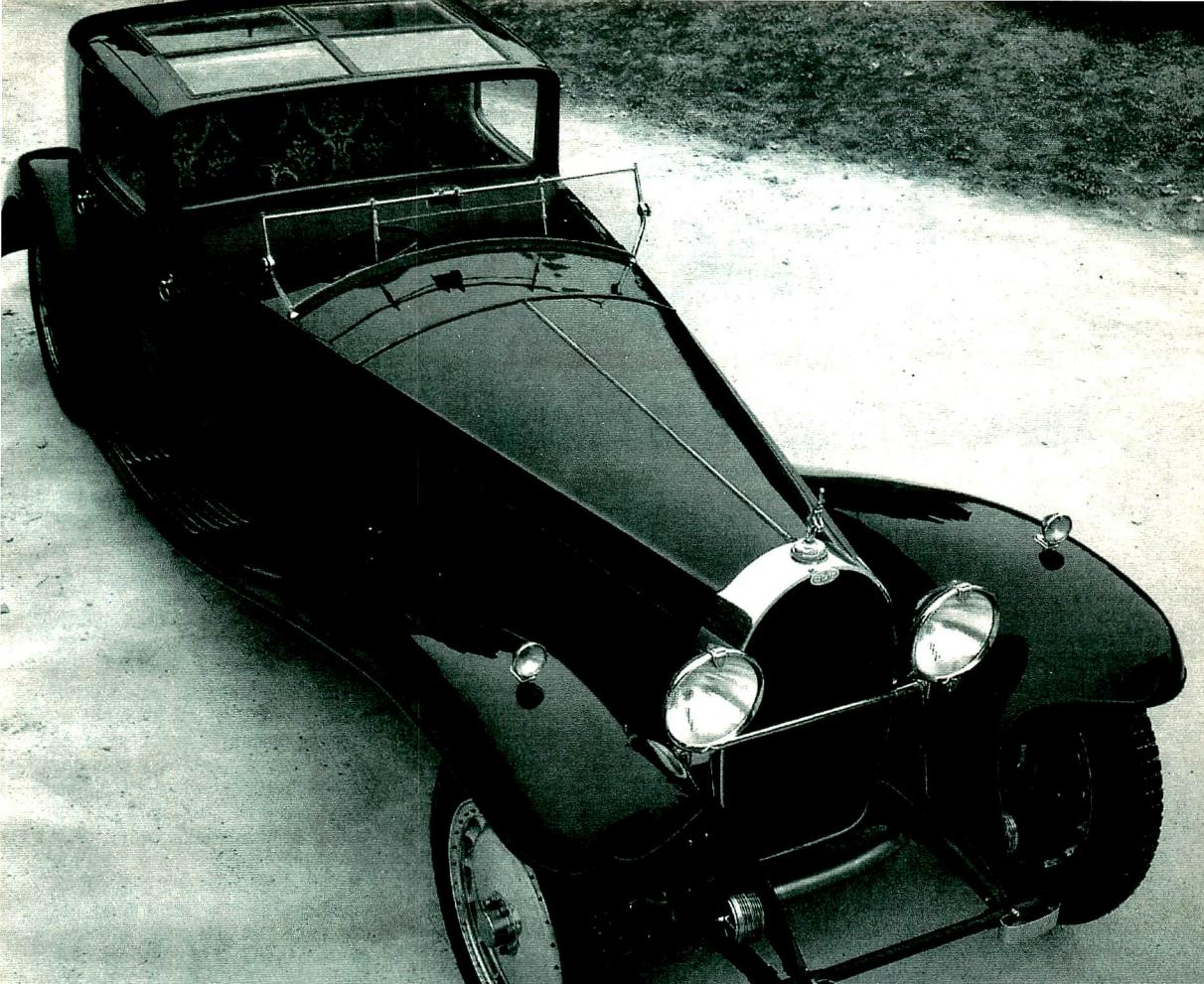
Question 6 : 31E, 61E, 101H,
111L, 151L, 171E, 231V, 251E,

Question 5 : 8 solutions : 9861,
9862, 9843, 9762, 9753, 9654,
8763, 8754.

Question 4 : 47 joueurs.

Question 3 : 1946 cubes.

Question 2 : 10,40 F.



Bugatti Royale, construite en 11 exemplaires par Ettore Bugatti dans son usine alsacienne de Molsheim.

Artisanat alsacien

Entrées dans la légende automobile du XX^e siècle, elles incarnent à jamais un prestige apparemment bien éloigné des vertus de leur Alsace originelle. Chefs-d'œuvre de perfection, objets uniques d'une dévotion quasi amoureuse, les Bugatti Royales, nées de la passion enthousiaste et obstinée de leur créateur, semblent à mille lieux de cette terre

pittoresque et si délicieusement provinciale. C'est qu'on méconnaît l'Alsace. L'Alsace sait être raffinée, inspirée, géniale. Tels sont ses vins aux arômes incomparables, au goût de fruit sans égal. Du plus léger au plus corsé, chacun d'eux est une découverte. Aujourd'hui, l'Alsace se révèle, et vous invite sans modestie à goûter l'inimitable.

LES VINS D'ALSACE DES GRAINS DE GENIE



Vous n'êtes pas au bout de vos surprises !

LIVRES

Les carrefours de la science

*"Eléments d'histoire des sciences" (1),
ouvrage collectif orchestré par le philosophe
Michel Serres, inaugure une approche
nouvelle et fascinante de l'histoire mondiale
des sciences.*

La Révolution porte les savants au pouvoir (2). Le premier président de l'Assemblée constituante est un astronome, Jean Sylvain Bailly, qui devient également le premier maire de Paris. Condorcet, mathématicien, économiste, philosophe, sera président de l'Assemblée législative en 1892, avant de se suicider en prison ; il aura d'abord écrit son *Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain*. Lazare Carnot siège à l'Assemblée législative, à la Convention et au Comité de salut public. Le mathématicien et astronome Pierre Simon de Laplace est sénateur. Gaspard Monge, l'inventeur de la géométrie descriptive et cofondateur de l'Ecole polytechnique, est ministre de la Marine. Jean-Baptiste Joseph Fourier, de l'Académie des sciences, mathématicien et physicien, auteur de la *Théorie analytique de la chaleur*, est nommé préfet.

On pourrait prolonger la liste à l'infini. Il existe à l'époque une relation intime, en même temps

qu'ambiguë, entre la science et la politique.

Dans quelle mesure, par exemple, le dépit ressenti par Jean-Paul Marat suite à l'échec de ses expériences sur le feu, l'électricité et la lumière, a-t-il attisé sa haine contre le chimiste Lavoisier ? La jalouse d'un scientifique raté envers le créateur de la chimie moderne estelle pour quelque chose dans la mort de ce dernier sur la guillotine ?

Le tout jeune Bonaparte présente à l'Académie des sciences une méthode originale de division du cercle en quatre à l'aide du seul compas. « Jamais, écrit Michel Serres, tant de savants n'approchèrent du pouvoir central. » Ce mariage de la science et de la politique explique la création, à l'époque, des grandes écoles et des institutions scientifiques qui continuent de régner pour une large part sur nos connaissances actuelles.

La vie de notre siècle n'est compréhensible que si l'on tient compte du fait scientifique. Sans lui, les événements des cinquante dernières années n'ont pas de sens. Et pourtant, note Michel Serres, l'histoire des sciences n'est pas encore partie intégrante de notre culture. Cette discipline n'existe pas au niveau du primaire et du secondaire, et même dans l'enseignement supérieur « on ne la trouve que dispersée au hasard des bonnes vo-

lontés » de quelques professeurs.

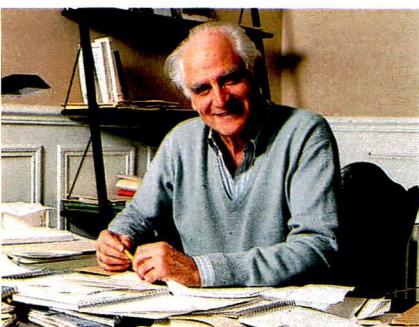
Michel Serres et onze coauteurs se sont donc employés à combler cette regrettable lacune par un ouvrage au titre trop modeste — "éléments d'histoire" évoque des bribes éparses de savoir —, et qui explore en profondeur certains des grands filons suivis par l'esprit scientifique dans le passé.

Pour cette passionnante étude, des scientifiques et des philosophes se sont attaqués chacun à un "carrefour fondamental" de l'histoire des sciences, un de ces points de rencontre de la pensée scientifique qui sont un jalon capital dans l'évolution du savoir humain. Ce sont autant d'occasions de poser des questions critiques. Où et comment la science est-elle née ? Comment s'est-elle développée ? Quels hommes ont été vraiment les agents providentiels et déterminants de cette grande aventure ?

Cette aventure, de chapitre en chapitre, on la revit dans le temps et dans le lieu. Le physicien James Ritter nous fait participer aux affres des petits écoliers babyloniens et égyptiens soumis aux tortures de l'enseignement des mathématiques, considérées déjà comme un des sujets "les plus difficiles". Chacune de ces deux civilisations antiques cultivait sa propre méthode — quoique tout autant complexe — pour calculer les dimensions et la contenance de ces sortes de petits silos de terre cuite appelés "greniers ronds". Ce chapitre démontre avec une remarquable clarté, mais sans concession à la simplification, comment deux cultures peuvent arriver à des mathématiques différentes pour résoudre exactement le même problème technique.

Michel Serres, qui enseigne l'histoire des sciences à la Sorbonne et à l'université Stanford de Californie, contribue lui-même à cet édifice par deux articles, dont l'un nous détaille le rôle primordial joué dans l'histoire de la science par un instrument tout simple, le gnomon, dont la fonction dans la genèse de la géométrie est pratiquement méconnue.

Le gnomon était un cadran solaire primitif, formé d'une simple tige — le style — dont l'ombre se projetait sur une surface plane. En tant qu'horloge, il présentait un grave inconvénient pour la division du



jour, étant donné la variation continue de la déclinaison du Soleil selon la date considérée. Par contre, il a rendu de grands services à la science géométrique.

Les Grecs ont sans doute hérité le gnomon des Babyloniens, comme ils en ont hérité la division du jour en douze parties. Il leur servait moins à dire l'heure — on a vu pourquoi — qu'à estimer la position du Soleil d'après son ombre portée, à se repérer sur l'horizon, à se diriger, à calculer les équinoxes, les solstices et les latitudes. C'était, plutôt qu'une horloge, un observatoire. D'où son nom, tiré du grec *gnosis*, qui signifie connaissance. Il permettait d'interpréter et de savoir.

Un gnomon permit aussi à Thalès (³), six siècles avant notre ère, de préciser la hauteur des pyramides d'Egypte. Deux gnomons servirent à Eratosthène, mathématicien, géographe et astronome grec né vers 192 av. J.-C. à calculer la longueur du méridien terrestre. On retrouve par la suite cet instrument sous des avatars successifs, toujours fidèle serviteur de la géométrie. Il est utilisé comme équerre, comme règle, comme compas, sert à déterminer la verticale et la perpendiculaire.

Le livre explore ainsi le réseau multiple et complexe des chemins de la science, « chemins qui se chevauchent et s'entrecroisent en des noeuds, sommets ou carrefours, échangeurs où bifurquent deux ou plusieurs voies ». Ce n'est donc pas une histoire des sciences en tant que somme, qui traiterait de toutes les sciences, partout et à toutes les époques, et qui serait nécessairement écrasante et superficielle ; ce sont bien des « éléments », dont chacun constitue un carrefour de la pensée scientifique, un moment décisif dans la rencontre des idées et leur synthèse dans un certain contexte historique, culturel, politique et social : les « affaires Galilée », Mendel le moine-généticien et ses rapports avec la religion, les expériences de chimie de Lavoisier et son procès, Archimède et la recherche militaire, le génie industriel des frères Schlumberger.

L'ensemble, avant publication, a fait l'objet de critiques entre les auteurs et fut soumis à celles d'étudiants de troisième année en Sorbonne. La matière de chaque cha-

pitre a été enseignée pendant deux ans par les différents auteurs. On tient très certainement là un grand « classique » de l'histoire des sciences. Il est prévu une suite qui couvrira l'époque contemporaine d'après-guerre, si formidablement riche en carrefours et en nœuds.

Alexandre Dorozynski

(1) Ed. Bordas, 575 p., 295 F.
(2) Voir aussi notre numéro hors-série "200 ans de science française".

(3) Mathématicien, le premier des philosophes ioniens, un des sept sages de la Grèce. Il est l'auteur du théorème qui porte son nom.

Jun Takano LES ANDES, TERRE SACRÉE

Glénat, album couv., 149 p., 250 F.

L'auteur est Japonais, et remarquable photographe, ce qui passerait presque pour une redondance. Le sujet est étourdissant de couleur. Au mauvais sens du mot, il est « exotique » à souhait. Tant de beauté inciterait à oublier qu'il s'agit là d'un monde, celui des populations andines donc, qui pose un problème considérable aux gouvernements, équatorien, bolivien, péruvien : faut-il le préserver à tout prix des influences contemporaines, qui le feraient disparaître en quelques décennies, ou bien faut-il introduire les bienfaits technologiques contemporains dans des cultures qui en pâtiroient forcément ? Le thème choisi par l'auteur, le panthéisme, n'est que superficiellement traité. Il ne masque pas le problème cité ci-dessus, qui s'impose sans être même mentionné.

G.M.

Michel Rouzé MIEUX CONNAÎTRE L'HOMÉOPATHIE

La Découverte, 278 p., 98 F.

Beaucoup de gens en France se soignent à l'homéopathie, sans vraiment savoir de quoi il s'agit. On ne peut pas le leur reprocher, l'information objective sur le sujet étant des plus réduites. L'ouvrage de notre ami Rouzé a le mérite d'éclairer notre lanterne.

Il faut savoir que l'homéopathie a été inventée, par l'Allemand Hahnemann, à la fin du XX^e siècle. Et voici comment. Alors qu'il était occupé à traduire le *Traité des matières médicales*, du médecin

anglais William Cullen, il fut frappé par la description de l'écorce de quinquina, employée pour traiter les malades atteints de paludisme. L'idée lui vint alors, bien qu'il fût en parfaite santé, de s'en administrer de fortes doses, pour voir quels effets cela lui ferait. Et que constata-t-il ? Que les troubles qu'il ressentait ressemblaient aux symptômes mêmes du paludisme, à savoir tremblements, palpitations cardiaques, froideur des extrémités. Ce fut la révélation. Il tira aussitôt le premier principe de l'homéopathie, la « loi de similitude » : « De même que le quinquina, qui rend apparemment paludéen l'homme sain, guérit le véritable paludéen, de même toute substance engendrant des manifestations pathologiques chez l'individu sain doit constituer un remède pour celui qui souffre déjà des mêmes symptômes », ce qu'il résuma par la formule célèbre : *Similia similibus curantur* (les semblables sont guéris par les semblables).

Mais il y avait un hic. Constatant alors, qu'au lieu de guérisons il obtenait fréquemment des aggravations, notamment quand il prescrivait de l'arsenic et des sels de mercure, il imagina de diluer les substances plusieurs fois de suite dans de l'eau distillée ou de l'alcool. C'est ainsi qu'en diluant une partie de substance active dans 99 parts de solvant on obtient la première centésimale hahnenmannienne (1 CH), puis, de la même façon, la deuxième centésimale (2 CH), et ainsi de suite jusqu'à 30 CH. Au-delà de 6 CH, le solvant a toutes les chances de ne plus rien contenir du tout. La loi d'Avogadro dit en effet qu'au-delà d'une certaine limite, la matière n'est plus divisible. Mais cette loi n'avait pas encore été trouvée lorsqu'Hahnemann effectuait ses recherches. Craignant quand même que les produits si dilués perdent leur vertu curative, il postule que pour la conserver il faut imprimer aux flacons contenant les dilutions une série de fortes secousses, pour les « redynamiser ».

Les bases de l'homéopathie étaient nées. Elles n'ont pas changé depuis, et elles n'ont jamais d'ailleurs été reconnues par l'Académie de médecine. D'autre part, toutes les tentatives de vérification objective de l'homéopathie se sont

soldées par des échecs.

Cela dit, chacun est libre de se soigner comme il l'entend et Michel Rouzé ne prétend influencer personne. Son rôle s'est simplement borné à informer le lecteur de la manière la plus objective et la plus complète possible. A notre connaissance, c'est le seul ouvrage qui traite de l'homéopathie à fond et sans parti pris. Un livre extrêmement bien documenté.

Pierre Rossion

Jacqueline Cahen
et Marie-Rose Lefèvre

LES MAUX PAR LES MOTS

Mercure de France, 225 p., 98 F.

Cela ne prétend pas être sérieux, mais c'est délicieux : pour la plupart des souffrances courantes, physiques et psychologiques, les auteurs recommandent la lecture d'un texte littéraire. Exemple : Surmenage intellectuel ; réciter plusieurs fois le poème suivant :

L'amiral Larima
La rime à quoi
La rime à rien
L'amiral Larima
L'amiral Rien.

Jacques Prévert, (*Paroles*)

Ce genre de thérapeutique est certainement sans contre-indication et peut-être plus efficace qu'il n'y paraît.

G.M.

CHIFFRES DU MONDE

Encyclopædia Universalis, relié, 542 p., 180 F.

Prodigieuse somme de toutes les données chiffrées disponibles, pays par pays : *Chiffres du Monde* traite de divers domaines : démographie, état-civil, économie, transports et communications, échanges extérieurs, éducation et santé, défense nationale. On y trouvera quelques faits surprenants : la principauté de Qatar, par exemple, dépense 46 % de son PNB en équipements militaires, et l'Espagne a 102 quotidiens et l'Argentine 227 (contre 86 pour la France), mais la diffusion en est trois fois moindre que la nôtre. Avec une population de quelque 32 millions, la même Argentine compte un médecin pour 370 habitants, le Brésil, lui, un pour 1 200 habitants (la France, un pour 470). A ce prix-là, c'est un livre donné...

G.M.

Etienne Jaudel

LE JUSTE ET LE FORT

Grasset, 202 p., 88 F.

Ce livre n'a que 200 pages, mais la profondeur et la concision de sa réflexion lui prêtent un poids considérable. Il abonde en informations consternantes, et pourtant, il avive l'espoir.

Avocat à la Cour de Paris, Etienne Jaudel s'y exprime non seulement en qualité de juriste, mais aussi de secrétaire de la Fédération internationale des Droits de l'homme. Car c'est de ces droits qu'il s'agit, ceux qui visent à protéger la dignité humaine.

Les seuls moyens de contraindre les pays qui les enfreignent à mettre ces droits en vigueur, c'est de dénoncer les infractions, puis de faire peser sur les gouvernements fautifs la réprobation internationale, éventuellement assortie de sanctions diplomatiques et commerciales.

Dans certains cas, des avocats internationaux, plus rarement les barreaux locaux, peuvent prendre la défense des victimes ; l'entreprise est aléatoire. Or, pour dénoncer les exactions commises au mépris des Droits de l'homme, il faut en être informé, et le seul moyen d'obtenir des informations est de se rendre sur place.

C'est ce que fait et que raconte Etienne Jaudel, dans des scènes brèves et d'un pittoresque piquant et parfois sinistre.

Car l'entreprise est difficile ; la plupart des gouvernements qui pratiquent la torture ou l'emprisonnement le plus abject pour seuls délits d'opinion jurent leurs grands dieux qu'"ils n'ont rien à cacher" et maîtrisent les persécutions d'opposants en poursuites parfaitement légales pour "crimes de droit commun".

C'est ainsi qu'un tribun respecté se verra transformé en bandit de grand chemin...

Alors doit intervenir le talent du représentant de la morale internationale qu'est un Jaudel. Il n'est, somme toute, qu'un témoin, mais un témoin comparable à l'œil qui suivait Caïn dans la tombe.

Car il se situe, lui, au-dessus des considérations politiques, même celles de son propre pays. Il peut dénoncer à l'étranger les simulacres de procès criminels, les extortions d'aveux fabriqués sous la torture, les manipulations de l'opinion

par truquages de télévision...

La réprobation des pays libres pèse alors dangereusement. Les rapports politiques, les emprunts auprès des instances internationales, le commerce, le tourisme peuvent en pârir.

Et l'on ne peut rien contre cette sorte de Commandeur qu'est le représentant des Droits de l'homme. L'assassinat serait la pire faute, l'interdiction, un aveu.

On sera sans doute surpris de voir que nombre de pays où le respect de la légalité et de la libre expression semblaient garantis se livrent à des pratiques de terreur. Mais l'on conservera de ce livre un sentiment d'espoir. C'est l'efficacité de la morale immanente, la seule qui puisse consoler du sombre constat de Pascal : « Ne pouvant faire que ce qui est juste fût fort, on a fait que ce qui est fort fût juste. » Car là, c'est l'opinion internationale qui est la plus forte.

Dominique Laurent

François Laplantine

CLEFS POUR L'ANTHROPOLOGIE

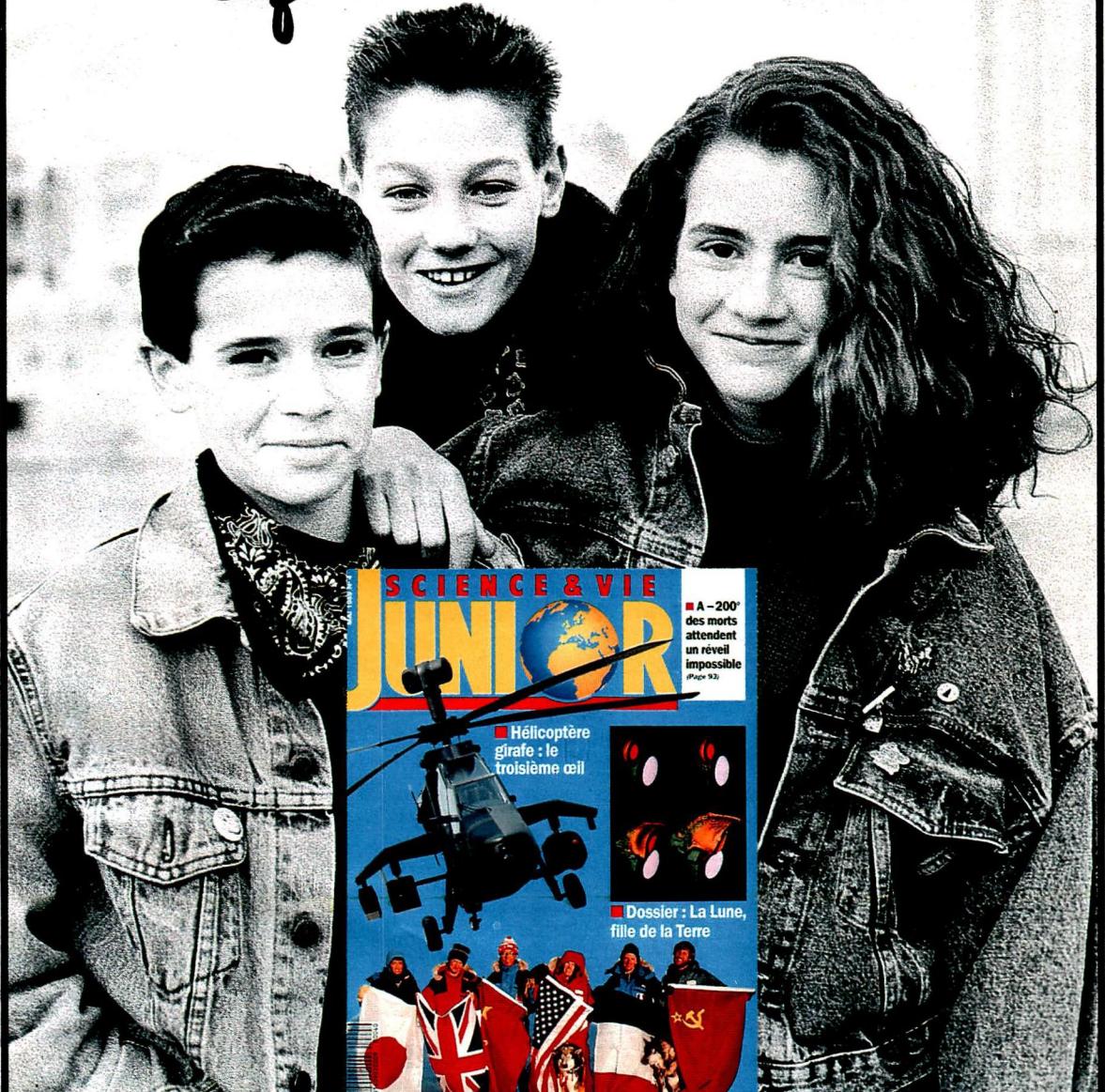
Seghers, 223 p., 60 F.

Voilà, à notre connaissance, le premier ouvrage de synthèse sur l'anthropologie qui soit accessible à tout le monde. Clair, compétent, utile et intelligent ! François Laplantine raconte parfaitement l'histoire de cette discipline, qui commença par des sentiments ambivalents, refus de l'étranger et fascination pour lui, puis les débuts de cette méthode de connaissance des "sauvages" en tant que science avec Malinowski et le fondement de ses théories par Durkheim et Mauss.

Il embraye sur l'anthropologie contemporaine et présente un tableau sur les différences entre les anthropologies américaine, britannique et française (qui commença par ne s'intéresser qu'à l'anthropologie physique). Les pages sur les rapports entre l'ethnologie et la littérature et sur les problèmes philosophiques de l'ethnologie sont riches de réflexions. Voilà vraiment une bonne affaire... pour soixante francs !

G.M. ▲

Pour ceux qui vont
refaire le monde.



Les aventuriers du 6^e continent

LE N° 4 EST PARU

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

PHOTO

Le plus petit automatique du monde

Depuis des décennies, la firme allemande Minox produisait les plus petits appareils photographiques, d'abord en mini-formats, puis en 24 × 36. Les derniers-nés étaient dotés de l'automatisme de l'exposition. Aujourd'hui, une firme japonaise, Konica, enlève ce record de miniaturisation avec l'Auto-focus A4. Sensiblement de la taille d'un Minox (193 g et 11,7 × 6 × 3,6 cm), le Konica A4 possède tous les automatismes possibles de nos jours : exposition du film, mise au point, chargement, entraînement, rebobinage de la pellicule, déclenchement du flash et exposition si la lumière est trop faible, affichage de la sensibilité. Lors de nos essais, cet appareil s'est révélé



remarquablement simple d'emploi, donnant des images satisfaisantes. Cette simplicité, due aux automatismes, cache d'ailleurs de multiples perfectionnements qui expliquent la qualité des résultats.

L'objectif, d'abord, est un 3,5/35 mm à 4 lentilles. Son système de

mise au point par faisceau infrarouge se fait sur 23 paliers dont 11 adaptés à la photomacrographie entre 35 et 60 cm. La mise au point peut être mémorisée avant de cadrer le sujet. L'automatisme au flash est débrayable et permet des corrections. L'obturateur règle les vitesses de 1/3 à 1/500 s. Le viseur comporte un cadre lumineux et une correction de parallaxe en photo rapprochée. Au dos du boîtier, un écran à cristaux liquides donne diverses informations sur le fonctionnement de l'appareil.

Tous les films de 50 à 3 200 ISO sont utilisables. L'appareil possède encore un retardateur. Il est alimenté par une pile au lithium. Prix : 1 590 F.

VIDEO

Une caméra miniature

Elle s'appelle "Discreet CCD Camera" et se caractérise par un boîtier de faibles dimensions : 5 × 9 × 6 cm et moins de 400 g. Cette caméra qui tient dans le creux de la main, utilise un analyseur à transfert de charge.

Le boîtier, malgré sa taille, comporte la totalité de l'électronique de commande sous forme de circuits intégrés. Ses applications sont très diversifiées, depuis la surveillance et la détection d'incendie, jusqu'à la recherche médicale.

(Motorola Inc., Département 1301 E. Algonquin Road, Schaumburg, Illinois, 60196)



Fuji vient de lancer le FZ5, un appareil 24 × 36 coûtant environ 300 F. Il est simple (objectif 9,5/35 mm sans réglage, une seule vitesse, le 1/100 s) mais possède un flash électronique qui élargit ses possibilités. Il est conçu pour des films négatifs en couleurs de 100, 200 et 400 ISO. Poids : 150 g.

Le REP 2000 est un répondeur à synthèse vocale, donc sans bande magnétique fragile en voiture. Compatible avec presque tous les téléphones de voiture Radiocom 2000, ce répondeur-enregistreur laisse quatre minutes au correspondant pour enregistrer son message dans un jeu de microprocesseurs, et la version de base accepte un maximum de quatre correspondants. Le message d'accueil est également numérisé puis stocké dans un microprocesseur. En option, le REP 2000 est fourni avec un boîtier d'interrogation à distance. 9400 F environ (DMF Communication, 14, quai de la Loire, 75019 Paris).

Deux disques compacts sur un seul lecteur

Afin de prolonger le temps d'écoute d'un programme musical et d'élargir le choix des enregistrements, Pioneer a conçu le PDZ 72T, un lecteur de disques compacts à deux tiroirs. Des touches séparées commandent l'ouverture et la fermeture de chaque tiroir, permettant de charger et de retirer un disque, qu'il soit au format normal ou 8 cm. De plus, pour assurer un plaisir d'écoute continu, le Pioneer PD Z 72T propose 4 modes de lecture :

- Lecture continue par enchaînement automatique : le disque 1, puis le disque 2 sont lus, ensuite répétition des 2 disques jusqu'à contre-ordre.

- Lecture aléatoire : un ordinateur intégré détermine l'ordre de lecture.



re des plages à partir des 2 disques.

- Programmation aléatoire jusqu'à 24 plages : sélectionnez vos morceaux favoris et programmez à votre gré l'ordre de lecture sur les deux disques.

- Lecture avec éjection automatique : lorsqu'un disque est terminé, il est éjecté tandis que le lecteur enchaîne automatiquement sur l'autre disque. Il suffit d'introduire un nouveau disque pour poursuivre la lecture indéfiniment.

L'appareil mesure 36 × 9 × 32 cm et pèse 38 kg. Prix : 2 290 F environ.

Un antivol à l'usage des supermarchés vient d'être créé par un groupe suédois, Esselte. Il s'agit d'une bande de ferrite d'un dixième de millimètre pouvant s'insérer dans les étiquettes des produits. A la sortie du magasin, en passant dans un champ magnétique, cette bande déclenche une alarme si le client n'a pas présenté le produit à la caisse.



PHOTO

Un 24 × 36 retro mais ultra-moderne

C'est une idée d'Olympus : proposer un appareil photo mettant une technologie d'avant-garde dans un boîtier dont l'esthétique est d'une autre époque. Cet appareil, l'O-Product, est un 24 × 36 compact tout automatique dans un corps d'aluminium reprenant les formes des années 50 ; il reçoit un flash électrique d'allure tout aussi rétro. L'objectif lui-même est d'apparence ancienne, un simple 3 lentilles, 3,5/35 mm. A l'intérieur,

ce sont les perfectionnements des compacts les plus récents : obturateur électronique programmé de 1/45 s à 1/3,5 jusqu'à 1/400 s à 1/9, mise au point automatique par infrarouge depuis 0,65 m, affichage automatique de la sensibilité de 50 à 800 ISO, chargement et entraînement motorisés, flash automatique et viseur à cadre collimaté. L'alimentation se fait sur piles alcalines ou au lithium. Boîtier : 10 × 8 cm et 310 g. Prix : 4 000 F environ.

VIDEO

Plus de 200 millions de camescopes dans le monde

Depuis le lancement en octobre 1976 du premier camescope VHS jusqu'à la fin de l'année 1988, le parc mondial de ces appareils a augmenté lentement pour atteindre 210 millions d'unités. On estime que plus de la moitié des ventes a été réalisée au cours de l'année dernière. C'est en Amérique du Nord (Canada, USA) qu'il s'est vendu le plus d'appareils avec près de 100 millions d'unités, soit 46 %. Au Japon, les ventes ont atteint 37 millions (17,6 %) et en Europe 45 millions (21,4 %). Les autres pays totalisent 31,6 millions d'unités (15 %). Par ailleurs on estime que la consommation de cassettes vidéo vierges et pré-enregistrées a atteint, en 1988, respectivement un milliard et 190 millions d'unités.

Un camescope haute-fidélité

Le système vidéo VHS traditionnel assure une définition d'image de 250 lignes horizontalement. Pour l'améliorer, la firme japonaise JVC a créé le S-VHS. Alors que les signaux de chrominance (couleur) et de luminance (l'image noir et blanc) sont mêlés en VHS (codage SECAM ou PAL), ils sont séparés en S-VHS, ce qui élimine les interférences. De ce fait, la définition a-t-elle pu être portée à 400 lignes et la pureté des couleurs très améliorée.

Annoncé depuis de nombreux mois, le S-VHS arrive maintenant sur notre marché. Ainsi, la firme allemande R. Bosch, lance-t-elle son premier camescope S-VHS, le Bauer VCC 550 AF. En plus de l'a-



420 000 pixels. Un éclairage de 50 lux suffit pour filmer.

mélioration de l'image, cet appareil apporte de nombreux perfectionnements. Il est équipé d'un zoom 1 : 1,4/8-80 mm à mise au point automatique. Un obturateur électrique permet, outre le 1/50 s, les vitesses rapides de 1/250, 1/500 et 1/1 000 s. L'analyseur d'image est un écran à transfert de charge de

La fonction magnétoscope permet l'insertion de séquences, la recherche visuelle des plans à vitesse triple de la normale, l'arrêt sur image, le doublage du son et la copie. La balance des blancs, enfin, est automatique avec possibilité de correction des couleurs. Prix : 19 900 F.

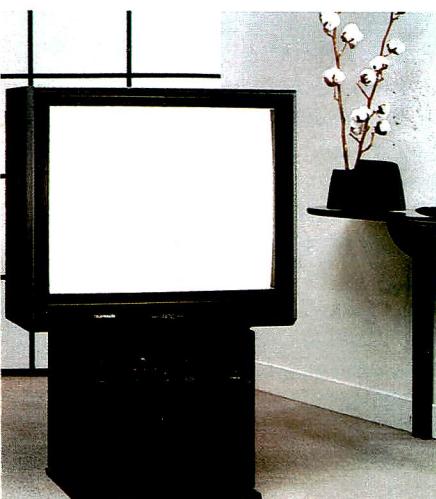
Le petit écran devenu grand

Ces dernières années, les téléviseurs classiques à tube cathodique ont vu leur écran grandir et devenir plus plan. Les modèles à écrans de 63 et 72 cm de diamètre sont courants. Telefunken propose aujourd'hui un récepteur à écran plan de 85 cm, le Grand Spectacle SP 9900. Il s'agit d'abord d'un téléviseur multistandard SECAM, PAL et NTSC (dans ce dernier cas, pour la vidéo seulement et non pour

capter les émissions satellites).

De plus, l'appareil peut recevoir une carte décodeur pour le nouveau standard européen D2 MAC Paquet. De ce point de vue, il faut observer que le son des émissions D2 MAC sera reçu avec une qualité optimale, le récepteur étant doté d'un ensemble stéréophonique de 40 W de puissance par canal avec 4 haut-parleurs sur le téléviseur et un haut-parleur double voie monté dans une enceinte acoustique close dans le pied. De plus, deux sorties permettent la connexion du téléviseur à une chaîne haute fidélité capable de restituer la finesse des émissions en son numérique du D2 MAC. Bien entendu, le SP 9900 reçoit aussi les émissions stéréophoniques en PAL.

Par ailleurs, le téléviseur comporte tous les perfectionnements des appareils actuels : télécommande pour tous les réglages, affichage interactif sur l'écran, 39 programmes mémorisables, 2 prises de périphériques, prise casque et arrêt automatique en fin d'émission. 70 kg, 75 × 115 × 54 cm avec pied. Prix : 14 990 F.



Des enceintes pour écoute triphonique

Le système acoustique à trois enceintes a connu un relatif succès au début de la stéréophonie, avant de disparaître du marché. Il tend à revenir depuis quelques années. Ainsi, l'Américain Bose propose-t-il aujourd'hui l'Acoustimass SE-5 : une enceinte centrale assure la reproduction du grave et deux petites enceintes satellites solidaires restituent les fréquences comprises entre le bas-médium et l'aigu. L'angle formé par les deux plus petits haut-parleurs est défini par ordinateur afin d'assurer un rendement optimal.

Chaque enceinte est dotée d'un haut-parleur large bande de 60 mm environ, équipé d'une membrane en papier (dôme central en plastique rigide) et d'un système magnétique avec une double ferrite et un capot métallique. Dimensions : enceinte centrale 520 × 210 × 320 mm, enceintes satellites 120 × 205 × 110 mm. Prix : 5 750 F.

PHOTO

Renouveau des films professionnels Agfa

Il ne se passe pas d'année sans que les fabricants de surfaces sensibles n'améliorent leurs films. Durant les six mois écoulés, Kodak, Konica et Fuji ont lancé des émulsions aux couleurs plus saturées que par le passé, donnant aussi des détails plus fins. Aujourd'hui, Agfa renouvelle la totalité de ses gammes de films professionnels (films bien entendu utilisables par les amateurs). Sont ainsi lancés :

- en négatifs couleur (pour tirages papier), les Agfacolor XRS Professional 100, 200, 400 et 1000 (le nombre indiquant la sensibilité en ISO). Ils sont disponibles en 24 × 36, bobines et plans-films ;
- en inversibles couleur (pour diapositives), les Agfachrome RS Professional 50, 100, 200 et 1000, dans les mêmes formats ;
- en négatifs noir et blanc, les Agfapan APX 25, 100 et 400, en 24 × 36, bobines et plans-films, ainsi



que l'Agfaortho 25 pour la reproduction des documents en 24 × 36 ;

- en inversibles noir et blanc, l'Agfa Diadirect, en 24 × 36 pour la réalisation de diapositives.

En ce qui concerne les films en couleurs, nous avons testé les types 100 ISO. Les résultats sont excellents, l'amélioration étant

très nette sur la finesse des couleurs (très saturées) et des détails. Les Agfacolor XRS 100 ont une latitude d'exposition de 4 diaphragmes et tolèrent jusqu'à 3 diaphragmes de surexposition. Cette latitude est de l'ordre de 2 diaphragmes avec le film Agfachrome 100. Celui-ci se caractérise aussi par une granulation très fine. Nous avons particulièrement aimé l'harmonie des couleurs qu'il procure.

AUDIO

Des enceintes acoustiques submersibles



Ce n'est pas pour écouter de la musique en plongée sous-marine qu'un constructeur français, DG-Acoustique, a créé des enceintes submersibles, mais simplement pour garantir à coup sûr leur fonctionnement aux pires conditions climatiques : sur un bateau, dans une cabine de douche et dans un jardin où, fixées à demeure, elles

ne craindront pas les intempéries. Étanches, anti-chocs, anti-corrosion, les enceintes DG-Acoustique sont aussi traitées contre les ultraviolets et supportent des écarts de température de -35°C à +60°C. En ce qui concerne la définition sonore, le modèle haut de gamme (DG-40, prix 1 264 F) comporte deux voies et deux haut-parleurs d'une puissance efficace de 40 W. Son rapport signal/bruit est de 88 dB, avec une bande passante de 75 Hz-20 kHz et une impédance de 4/8 ohms.

Un second modèle (DG-20, prix : 885 F) possède aussi deux voies, mais sa puissance n'est que de 20 W, son rapport signal/bruit de 87 dB et sa bande passante de

200 Hz à 20 kHz. Pour une troisième enceinte (DG-15, prix : 585 F), les caractéristiques sont respectivement de 15 W, 87 dB et 300 Hz-8 kHz. (SD-Marine, 15-25 rue Barian, 78500 Sartrouville).

Concours de films d'amateur
en vidéo (8 mm et VHS) et en cinéma (super 8, 9,5 et 10 mm) organisé par la Fédération française cinéma et vidéo et patronné par le Secrétariat à la jeunesse et aux sports. Les films devront être déposés avant le 15 septembre. Mais attention, les inscriptions doivent se faire avant le 31 mai prochain. Renseignements : FFCV Concours Clips-claps, 54 rue de Rome; 75008 Paris, tél (1) 43 87 24 93 du lundi au vendredi de 15 à 17 h 15.



1 DES RÉFRIGÉRATEURS...

6 630 F le TR 1 187 et 3 950 F le TC 891, dans les magasins d'électroménager.

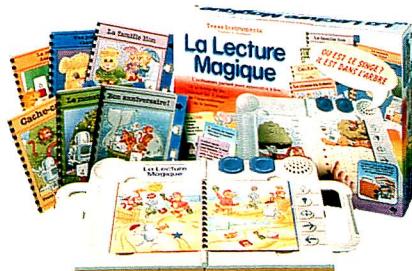
2 ...ET DES AÉROSOLS QUI N'ATTAQUENT PLUS L'OZONE

50 F le cirage ou le produit imperméabilisant, 35 F l'eau Roucoux.



3 L'ORDINATEUR PROFESSEUR DE LECTURE

599 F + 250 F le module complémentaire, dans les grands magasins et spécialistes du jouet.



LES OBJETS DU MOIS

1 La guerre est aujourd'hui déclarée aux appareils utilisant des CFC ou chlorofluorocarbures, tel le fréon, dont on sait qu'ils participent à la destruction de la couche d'ozone qui entoure la Terre. Le groupe Electrolux (Arthur Martin, Faure et Electrolux) lance à l'occasion du Salon des arts ménagers 89, une gamme d'appareils réduisant de moitié les CFC dans les mousses d'isolation, notamment le congélateur TC 891 et le réfrigérateur-congélateur TR 1187. Ces CFC sont remplacés par des produits neutres tel que l'air, sans que cela change sensiblement leurs performances et leurs consommations électricques. Ainsi, le TR 1187, à deux groupes moteurs — capacité de 189 l + congélateur de 118 l —, consomme-t-il 2,2 kWh/24 heures. Cette consommation n'est que de 0,65 kWh/24 heures pour le congélateur TC 891 de 225 l.

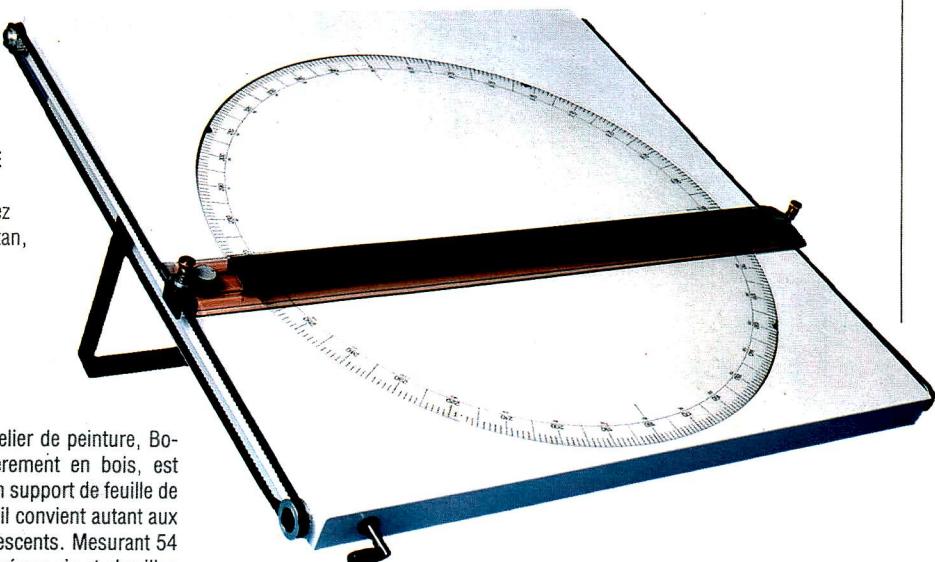
2 Le fréon disparaîtra peut-être très vite aussi des aérosols, sans attendre les réglementations. Ainsi un fabricant de cirage, Collenil, a mis au point un aérosol sans gaz. L'utilisateur pompe légèrement sur une valve pour créer un appel d'air qui fait remonter le produit (imperméabilisant ou cirage) dans un tuyau et permet sa propulsion. C'est le principe du vaporisateur, mais appliqué à un produit visqueux. De ce fait, il a fallu percer la valve au laser pour polir sa paroi et, ainsi, réduire les frictions mécaniques afin d'obtenir une diffusion homogène. Un autre industriel a remplacé le fréon par de l'azote dans un aérosol contenant de l'eau de source, l'eau du Mont Roucoux. Celle-ci se trouve dans une poche en aluminium souple et est propulsée par l'azote comprimé dès que l'on presse la valve. Lorsque le produit est épais, on peut vider le vaporisateur de son gaz - grâce à un fond amovible - avant de le jeter.

3 Pionnier du jeu éducatif à base de synthèse vocale, Texas Instruments propose "La lecture magique". Cet ordinateur parlant apprend à reconnaître des lettres, des chiffres et des mots (enfants de 4 ans) ; à reconnaître des phrases et de petits textes, et à les construire (de 5 à 6 ans) ; enfin à utiliser la lecture dans les jeux, dans la vie quotidienne et à comprendre des histoires (de 6 à 7 ans). Conçu en collaboration avec des pédagogues français, ce jeu est facile à utiliser : l'enfant appuie sur une page, l'ordinateur reconnaît le texte puis pose des questions et explique. Lorsque la réponse de l'enfant est bonne, il le félicite ; si elle est mauvaise, il lui demande de recommencer ; mais si l'enfant n'arrive pas à corriger ses erreurs, il est invité à passer à une autre page. La tonalité, claire, permet d'obtenir différents types de voix et 20 effets sonores. Présenté comme une petite valise, l'ensemble est portable. Le modèle de base comprend 7 livres invitant à 75 activités et posant 1 500 questions. On peut aussi se procurer des modules de 5 livres supplémentaires.

4 Une simple astuce va faciliter le travail du dessinateur : sur la table Plan-actif, la règle est toujours parallèle au bord inférieur de la table et se déplace en hauteur mais le dessin, fixé sur un plateau circulaire tournant sous la règle, peut prendre la position la plus pratique pour une mesure ou un tracé. Au surplus, le plateau est translucide, ce qui permet éventuellement d'éclairer le dessin par en-dessous. Le disque rotatif est muni d'un encliquetage automatique tous les 15°, pour immobiliser la feuille de papier. Il existe divers types de tables Plan-actif. Le modèle 600, en tôle d'acier, de 70 cm de côté, contient un plan rotatif de 60 cm de diamètre. Il accepte des documents jusqu'au format A3.

4 TABLE TOURNANTE POUR DESSINER

7 000 F le modèle 600 chez X Diffusion, 4 impasse Satan, 75020 Paris.



5 Chevalet, tableau, atelier de peinture, Botablo, fabriqué entièrement en bois, est tout à la fois. Conçu avec un support de feuille de papier réglable en hauteur, il convient autant aux jeunes enfants qu'aux adolescents. Mesurant 54 × 38 cm, ce support est fixé par vis et chevilles et comporte un rebord anti-coulée. La partie "atelier" est constituée d'une tablette lavable (61 × 41 cm) fixée sur le trépied au niveau souhaité. Elle peut recevoir 7 pots de peinture. L'atelier est livré avec 6 tubes de gouache, un pinceau et une pince à dessin. Pour deux enfants travaillant ensemble, il existe un modèle métallique équipé de deux panneaux format raisin, réglable aussi en hauteur, utilisable directement avec des feutres effaçables ou avec une feuille de papier.

6 Le radiogoniomètre Océanide, mis au point par la société CRM, est entièrement fabriqué à partir de composants électroniques. Ce récepteur VHF à 55 canaux maritimes simplex et duplex, inclut un canal spécifique de 121,5 MHz (fréquence internationale des balises d'aviation) pour le relèvement des balises de détresse. L'appareil comporte toutes les fonctions classiques de recherche d'émission radio, avec identification du gisement et de la direction dès réception du premier signal. Une couronne de diodes permet d'observer le balayage constant de toutes les fréquences, y compris WX (météo) et US (voies internationales). Lorsqu'un signal est décelé, la diode lumineuse reste allumée dans la direction du bruit ou de l'émission et permet donc de localiser le bateau émetteur. L'Océanide peut aussi détecter les émissions provenant d'une station terrestre (sémaphore ou centre de secours). Dans un cas extrême, un navigateur perdu peut demander à la station d'émettre et, grâce au goniomètre, il se positionnera dans sa direction pour revenir à terre. On peut aussi programmer et laisser en mémoire un nombre limité de canaux à écouter pour éviter de balayer les 55 canaux en permanence.

5 UN ATELIER DE PEINTURE POUR ENFANTS

350 F (en bois) ou 590 F (métallique), chez Botablo, 721 rue Piouch de Baillols, Montferriez-sur-Lez, 34980 Saint-Gely-du-Ferc.



6 UN RADIOGONIOMETRE AUTOMATIQUE

16 545 F chez CRM, BP 71, 92233 Genevilliers cedex.





10 UN ORDINATEUR DE POCHE

3 000 F environ dans les magasins spécialisés, à partir de cet été.



LES OBJETS DU MOIS

7 CINQ LANGUES À PORTÉE DE MAIN

600 F chez Solo International
Entreprise, 137 rue du Temple,
75003 Paris.



7 Un dictionnaire de langues, le Fanfare Translator, a été réduit aux dimensions d'une calculatrice miniature. Celui-ci n'en comporte pas moins une mémoire importante de 1 500 mots usuels dans cinq langues : français, anglais, allemand, espagnol et italien, identifiées chacune par une touche de couleur différente. Pour l'utilisation, on sélectionne une langue de départ. Puis, imaginons qu'on frappe "voiture" sur le clavier ; il suffit alors d'appuyer sur la touche correspondant à l'anglais pour voir apparaître "car" sur l'écran, ou sur celle de l'allemand pour obtenir "Wagen". Cet écran peut afficher 6 caractères. Si le mot traduit a plus de six lettres, une fonction autorise son défilement sur le viseur. Lorsque le mot recherché n'appartient pas au lexique de la langue de traduction, un point d'interrogation s'affiche avec la mention "not found" (non trouvé). Un appareil qui rendra des services mais sans pour autant remplacer un dictionnaire traditionnel.

8 UNE ALARME DE PISCINE

3 450 F, au Carré bleu
161 route de Marseille
26200 Montpellier.



8 Pour renforcer la sécurité à proximité d'une piscine, une société, Carré bleu, propose l'Aqualert, un système d'alarme constitué de trois éléments : un capteur placé sous l'eau ; un avertisseur, relié au capteur par un câble, qui déclenche une alarme sonore de 4 minutes et un ou plusieurs électro-médaillons, portés par ceux que vous souhaitez surveiller. Lorsque le médaillon entre au contact de l'eau — si un enfant tombe dans la piscine — un signal électronique est émis, qui, via le capteur, déclenche l'avertisseur. Des options sont disponibles : un relais qui peut transmettre l'alarme à 150 m et un télé-avertisseur qui peut sonner dans la maison. Le système est doté de sécurités contre les anomalies telles que l'usure des piles, un mauvais fonctionnement ou la baisse excessive du niveau d'eau de la piscine.

9 L'Ultima 8, lancé par Célestron, est le premier télescope doté d'un système d'entraînement électronique contrôlé par quartz et alimenté par batteries rechargeables, donc totalement autonome. Selon le fabricant, ce télescope, du type Schmidt Cassegrain, a un champ parfaitement plat et une haute définition. Chacun de ses éléments optiques est corrigé manuellement pour atteindre la spécification du dixième de la longueur d'onde. Sa lentille de 203 mm de diamètre et sa focale de 2032 mm assurent une ouverture relative de 1 : 10. L'instrument est équipé d'une monture stable et amortie afin d'augmenter le confort d'observation et de faciliter l'astrophotographie. Par rapport aux autres Celestron, les pièces sont plus larges et l'axe polaire est doté d'un roulement à billes de 101 mm de diamètre. La table équatoriale comporte un niveau d'horizontalité et des mouvements fins. Poids : 32 kg.

10 Présenté par Atari, voici le "Compatible de poche", premier instrument cumulant les fonctions du micro-ordinateur et de la calculatrice. Sa compacté — 450 g pour 20 × 10 × 5 cm — ne l'empêche pas de disposer d'un clavier de 63 touches et d'un écran plat avec une résolution de 240 × 64 pixels (8 lignes × 40 colonnes). Il est doté d'une mémoire RAM interne de 128 Ko ainsi que de systèmes d'exploitation compatibles MS-DOS. Il utilise en outre des cartes mémoire — format carte de crédit — ROM et RAM de 32 à 128 Ko comme mémoire de masse. Un connecteur (60 broches) permet l'utilisation de périphériques : modem, interfaces ou extension mémoire. Le Compatible de poche est livré avec 5 logiciels : agenda, calculatrice, carnet d'adresses, éditeur de texte et un tableur compatible avec le logiciel Lotus 1-2-3 d'IBM. Il fonctionne sur piles ou secteur.

9 UN TÉLÉSCOPE A MOTEUR ÉLECTRONIQUE

26 090 F chez Médas SA,
57 av Paul Doumer,
BP 181, 03206 Vichy.



11 KART TOUT-TERRAIN

5 642 F chez tous les
concessionnaires Honda Cadre
Rouge.

11 Véhicules destinés à l'origine aux compétitions sur circuits spéciaux, les karts sont maintenant disponibles pour les loisirs. A cet effet, ils ont reçu divers aménagements. Ainsi le Honda FL 400 R a été doté d'une suspension, d'une transmission automatique et d'un système de freinage hydraulique à deux tambours avant et un disque arrière. Il est équipé d'un moteur deux temps (397 cm³) à refroidissement liquide, d'une marche arrière et d'un démarreur électrique. C'est une machine puissante : 39,5 ch (DIN) à 6 250 tr/min et un couple de 4,4 kg.m à 5 500 tr/min.

12 4041 fleurs de chrysanthèmes sur un seul pied, haut de 2,52 m et large de 8,11 m, âgé d'un an ! C'est une performance de la société Algochimie. Une performance à votre portée, puisque cette entreprise vous propose pour cela Algoflash. C'est un engrais complet, c'est-à-dire qu'il prévient tout état de carence de la plante en minéraux et oligo-éléments. Fabriqué à partir de composants non toxiques qui ne gêneront pas l'enracinement, il existe sous deux formes : l'une, pour plantes à feuilles, contient autant d'azote que d'oxyde de potassium (6 %) ; la seconde, destinée aux plantes fleuries, est plus riche en potasse (8,02 % pour 4 % d'azote). Ces engrains s'utilisent avec tous types de plantes et des résultats spectaculaires ont été obtenus avec des géraniums. A l'opposé, un autre jardinier s'est attaché à créer des fleurs miniatures. Il a ainsi obtenu des rosiers de 25 cm de hauteur (Nirvette), qui tiennent dans un pot. Ces rosiers sont remontants et s'entretiennent comme des rosiers classiques, en les taillant au printemps.



12 CHRYSANTHÈMES GÉANTS

ET ROSIERS MINIATURES

Respectivement de 30 à 50 F et de 30 à 45 F dans les magasins de jardinage.



Les échos de la vie pratique ont été réalisés par Roger Bellone, Pierre Courbier, Lionel Dersot, Habib Eljari et Christine Mercier.

VALENTIN GLOUCHKO, VOUS CONNAISSEZ ?

(suite de la page 101)

sion améliorée de V2. Pour les essais de ce nouvel engin, tout le monde — responsables soviétiques et techniciens allemands — se rend au polygone de Kapoustine Iar⁽⁶⁾, la première base soviétique de lancement, au nord-ouest de la mer Caspienne, et que supplantera par la suite l'installation géante de Baïkonour, le super-Canaveral soviétique.

Le 10 octobre 1947 a lieu, avec plein succès, le premier tir d'un missile sol-sol équipé d'un moteur d'une poussée de 267 kN conçu par Glouchko. Un engin qui équipera plus tard l'Armée rouge sous le nom de "Victoire" (*Pobieda*). Le même moteur et ses versions progressivement plus performantes donneront naissance à plusieurs familles de fusées qui, en atteignant des altitudes toujours plus élevées, rapprocheront petit à petit les Soviétiques des frontières de l'espace. Une version de leur fusée géophysique (c'est-à-dire incapable de satellisation) assemblée en faisceau aurait même pu permettre de lancer, dès 1947, un petit satellite artificiel. Grâce à ces fusées, ils exploreront la stratosphère encore très méconnue ; ils étudieront le comportement des organismes vivants soumis aux fortes accélérations et plongés dans un état de gravité réduite ; ils testeront la validité de nouvelles solutions techniques en ingénierie astronautique, solutions qui déboucheront sur la réalisation d'un missile balistique sol-sol de conception totalement inédite.

Korolev soumet ce projet à Khrouchtchev le 13 octobre 1953 — Staline est mort le 5 mai. La nouveau maître de l'URSS, qui mesure l'importance du facteur nucléaire dans l'équilibre des forces, est décidé à doter son pays d'un missile intercontinental capable, à partir du territoire soviétique, de délivrer des charges atomiques en n'importe quel point du globe. Il s'agissait donc d'accroître considérablement la poussée des missiles existants, dont la portée restait limitée à quelques centaines de kilomètres. Pour ce faire, Korolev reprend l'idée de 1947 et constitue un premier étage en réunissant plusieurs moteurs en faisceau — quatre blocs latéraux autour d'un corps central. En allumant simultanément l'ensemble de ces moteurs au décollage, il parvient à multiplier par cinq la poussée unitaire fournie par le nouveau bloc moteur mis au point par Glouchko. La résultante des forces ainsi obtenues va permettre au missile non seulement d'atteindre n'importe quel point de la Terre, mais encore, avec l'adjonction d'un étage supplémentaire, de placer en orbite de petites charges utiles.

Glouchko, de son côté, tient le raisonnement suivant : étant donné l'impossibilité d'accroître indéfiniment la poussée fournie par une seule tuyère, en raison notamment du point de fusion des matériaux

et de la capacité énergétique limitée des ergols, pourquoi ne pourrait-on pas quadrupler la poussée unitaire en alimentant quatre tuyères par une seule turbo-pompe ? Voilà l'idée d'où naîtra le célèbre moteur RD-107, à oxygène liquide et kérósène, développant 821 kN de poussée unitaire.

Le 27 août 1957, l'Union soviétique apprend au monde qu'elle a expérimenté un missile balistique intercontinental. Le 17 septembre suivant est le centième anniversaire de la naissance de Tsiolkovski, le maître à penser de Glouchko ; c'est l'occasion d'une grande commémoration dans le pays, quelques jours seulement avant le lancement réussi de *Spoutnik-1*, le 4 octobre. Glouchko et Korolev deviennent les héros de toute une nation. Mais, secret d'Etat oblige, leurs noms ne furent pas rendus publics.

Peu après, curieusement, la vie et les œuvres du plus grand motoriste de fusées au monde connaissent une nouvelle éclipse dans l'histoire officielle. Peut-être la compétition spatiale avec les Américains a-t-elle décidé Moscou à resserrer l'étau du secret. On sait seulement que dans ces années-là, à côté de séries de cours données à l'Institut Bauman (l'équivalent soviétique de Polytechnique) Glouchko a mis au point le moteur RD-214 fonctionnant à l'acide nitrique et au kérósène, qui équipe toujours le premier étage de la fusée Cosmos utilisée de nos jours. Entre 1958 et 1961, il développe aussi le RD-119 à oxygène liquide et UDMH⁽⁷⁾, qui propulse le deuxième étage de ce même engin. Il consacrera le début des années 60 à la conception et aux essais des RD-353 de la fusée Proton.

Il paraît peu concevable que Glouchko ne soit pas intervenu dans la création des vaisseaux *Soyouz* et *Progress*, ainsi que des stations orbitales *Saliout* et *Mir*, ne serait-ce qu'au sein du Conseil des constructeurs principaux. Difficile de douter aussi qu'il ait participé à la mise au point des moteurs de la fusée *Energia*, et vraisemblablement de ceux de l'hypothétique lanceur G, l'équivalent soviétique du Saturn V américain, qui explosa sur sa table de lancement le 28 octobre 1960, tuant un grand nombre de gens, dont le maréchal Nedeline, responsable des fusées stratégiques.

Un journaliste scientifique soviétique passé à l'Ouest il y a une douzaine d'années et qui se cache sous le nom de Léonid Vladimirov a rapporté dans un ouvrage consacré au "bluff spatial soviétique" un épisode intéressant où Glouchko aurait fait une colossale erreur d'appréciation en évaluant mal, au départ, l'effort américain pour mettre un homme sur la Lune. L'histoire mérite d'être comptée : l'épisode se passe après que J.F. Kennedy eut annoncé

(6) Depuis 1962, ce cosmodrome dont le nom signifie "le trou aux choux" n'est plus utilisé que pour l'envoi de petits satellites scientifiques et d'espionnage.

(7) Diméthylhydrazine dissymétrique (en anglais, *Unsymmetrical Dimethylhydrazine*).

L'ÉVASION, LA VRAIE.



Pour s'évader, rien ne vaut de parcourir le monde dans des charters bondés ou de rissoler sur des plages embouteillées... L'évasion, la vraie, vous la trouverez page après page dans Jeux & Stratégie. Echecs, scrabble, dames, bridge, go, tarot, etc. Jeux & Stratégie vous fera vivre chaque jeu intensément.

Et si vous vous lassez des classiques, découvrez une pléiade de jeux micros. Trop simple? Alors dérouillez-vous les cellules grises avec nos jeux mathématiques ou nos jeux de lettres. Jeux & Stratégie, ce n'est pas la passion d'un jeu, c'est la passion de tous les jeux... de toutes les évasions!



MENSUEL. NOUVELLE FORMULE.

VALENTIN GLOUCHKO, VOUS CONNAISSEZ ?

(suite de la page 156)

le 25 mai 1961 dans son discours célèbre : « dans 10 ans nous serons sur la Lune ». Tout naturellement, Nikita Khrouchtchev demanda aux spécialistes de la question quelles pouvaient être les chances des Américains d'atteindre réellement la Lune, et quelle pourrait être la réponse de l'Union soviétique. Glouchko fut chargé de l'affaire et écrit un rapport dans lequel il reprenait les idées que von Braun avait développé quelques années auparavant. Selon ce dernier, le seul moyen d'atteindre la Lune consistait à assembler une plate-forme en orbite terrestre d'où on pourrait assembler une gigantesque fusée qui s'élancerait vers la Lune. Tsiolkovski avait, en son temps, développé la même idée. Pour Glouchko, nourri des idées de Tsiolkovski, von Braun ne pouvait qu'avoir raison et il dit à Nikita Khrouchtchev qu'il n'y avait pas d'autre moyen d'atteindre la Lune. Ce dernier conclut alors que le discours de Kennedy n'était que de la propagande, et que les Américains ne pourraient pas aller sur la Lune.

Sur ces entrefaites, Youri Khlebtsevitch un ingénieur moscovite, spécialisé dans l'électronique, écrivit à l'Académie des sciences pour indiquer qu'il y avait peut-être une autre méthode pour atteindre la Lune. Il se fonda sur les vues qu'un autre pionnier de l'astronautique soviétique, Youri Kondratiouk, avait formulées dans un ouvrage, publié en 1929, *La conquête de l'espace interplanétaire*. Kondratiouk, avait imaginé l'envoi sur une orbite lunaire d'une fusée venue directement de la Terre. Une fois en orbite, une "cabine d'excursion" se détacherait pour se poser sur le sol lunaire. En d'autres termes, Kondratiouk préconisait la solution qui allait être adoptée par von Braun quelques décennies plus tard, après avoir abandonné sa première hypothèse : utiliser depuis la Terre une grosse fusée pour mettre en orbite lunaire un vaisseau d'où se détacherait un plus petit vaisseau qui irait se poser sur la Lune. En d'autres termes, Khlebtsevitch, démontrait que seule une mission du type Apollo pouvait permettre de poser un homme sur la Lune.

C'est naturellement l'académicien Glouchko qui répondit à Khlebtsevitch, en lui disant de ne pas importuner les gens sérieux avec de telles idées. En Union soviétique, quiconque aurait reçu une telle réponse de la part d'un académicien se serait tenu tranquille. Khlebtsevitch faisait partie d'un institut "fermé" travaillant pour la Défense, et était, de ce fait bien informé des projets américains par les publications étrangères qu'il pouvait analyser. S'chant donc ce qui se préparait aux Etats-Unis, il eut l'audace d'insister plusieurs fois auprès de l'Acadé-

mie des sciences. Puis, voyant qu'il ne parvenait pas à persuader les hautes instances, il envoya à l'Académie un nouveau projet dans lequel il montrait qu'avec les fusées existantes, il pouvait être possible de déposer sur la Lune un "tank-laboratoire". Sur le programme Apollo, alors en développement, les Soviétiques pouvaient ainsi montrer qu'eux aussi partaient à la conquête de la Lune, mais selon leur propre voie.

Ne voulant pas se déjuger, Glouchko, rejeta le nouveau projet de Khlebtsevitch, et confirma à Nikita Khrouchtchev que la voie de von Braun restait la seule possible. Il intima à Khlebtsevitch de ne plus donner de conseils non désirés et surtout de ne plus se mêler des affaires spatiales qui sont un secret d'Etat. Mais, du fait de sa situation professionnelle, Khlebtsevitch, qui connaissait la situation réelle aux Etats-Unis, ne se laissa pas intimider. Il se répandit en conférences dans les clubs, écrivit dans les journaux et fit même un petit film sur son "tank-laboratoire". Pour le faire taire, il fallut faire intervenir la "1^{re} section" de l'Académie des sciences (le département du KGB à l'Académie), qui le convoqua pour lui dire qu'il lui arriverait de sérieux désagréments s'il persistait à induire en erreur les populations sur la conquête de l'espace.

Plusieurs années après son "odyssée spatiale" et après que les Soviétiques eurent perdu la course à la Lune, Khlebtsevitch put prendre sa revanche : 9 ans après que ses "idées fausses" aient été rejetées, les "autorités" s'y rallièrent et envoyèrent un véhicule télécommandé Lunokhod sur la Lune.

Les Soviétiques prirent acte de leur défaite, et s'orientèrent vers les stations orbitales. Glouchko, qui continua pendant longtemps de signer du pseudonyme de G.V. Petrovitch, commença à penser à un système universel de transport spatial à sa mesure. Il fallut finalement attendre sa mort pour apprendre officiellement qu'il avait assumé la principale responsabilité du système spatial *Energia-Bourane* (¹). Voilà l'homme que la plus haute autorité soviétique est venue saluer une dernière fois le 16 janvier de cette année.

Jean-René Germain

(8) Qui sera le successeur de V.P. Glouchko à la tête du programme Energia-Bourane ? L'élue est peut être à chercher dans les différents responsables dont la presse soviétique nous a livré les noms lors du premier vol de Bourane, rompt avec la tradition de secret instaurée depuis le lancement du premier Spoutnik en 1957 :

- Boris Goubanov, constructeur principal du système Energia- Bourane ;
- Youri Sémenov, constructeur principal de la navette Bourane ;
- Vladimir Barmine, constructeur principal des installations de lancement ;
- Valdimir Lapygine, constructeur général des systèmes de navigation ;
- G.N. Gromov, constructeur général des systèmes de direction de vol et de navigation.
- Youri Filatov, constructeur principal des systèmes de direction de vol et de navigation.

LES ÉBOUEURS AUX AILES BLANCHES

(suite de la page 47)

que pour les oiseaux présents sur le site seulement en période d'hivernage.

Quelles que soient les réactions des oiseaux, on provoquera de toute façon une redistribution des goélands sur d'autres milieux susceptibles de les nourrir. Il est possible qu'ils exploitent plus régulièrement le milieu agricole riche en larves d'insectes et en vers de terre. Certains se retourneront peut-être vers les estrans sablo-vaseux et rocheux certainement sous-exploités à ce jour. D'autres pourront se reporter sur les élevages aquacoles : la conchyliculture offre certainement des possibilités d'exploitations intéressantes.

Mais la question est de savoir si de pareilles mesures risquent de mettre l'espèce en péril. Les oiseaux habitués à se nourrir sans effort de recherche ni de capture seront-ils capables d'acquérir les nouveaux gestes nécessaires à leur survie ? Les répercussions seront-elles trop considérables pour les populations locales dépendantes de la décharge durant la totalité du cycle annuel ? De ce point de vue, la situation ne semble pas désespérée. Le goéland argenté est une espèce coloniale et grégiaire possédant une vie sociale développée : le comportement d'un individu est influencé par celui du groupe et vice versa. Il est donc probable que face à ce changement de situation, de nouveaux comportements se répandent assez vite et permettent à la majorité des oiseaux de se reconvertis.

D'ailleurs si le goéland argenté a pu si bien profiter des ressources alimentaires mises à sa disposition par l'homme et coloniser les villes, c'est bien qu'il est capable d'une grande souplesse dans le choix de son habitat et de ses ressources alimentaires... Il s'agit d'une espèce généraliste et opportuniste, capable d'exploiter les ressources les plus diverses dès lors que celles-ci sont suffisamment abondantes et concentrées.

En fermant les décharges, il est clair que la quantité de nourriture chutera considérablement. Dans les régions où la densité de l'espèce est très forte, le facteur alimentaire risque de devenir limitant et d'agir sur les capacités reproductrices des adultes, ainsi que sur le taux de survie des oiseaux soumis à une rude compétition sur les milieux d'alimentation. On peut certes prévoir une décroissance des effectifs, mais suivie d'une stabilisation à un niveau compatible avec les nouvelles capacités d'accueil du milieu.

Jean-Marc Pons



Le bonheur c'est aussi simple qu'une rencontre

Plus on attend de son couple, moins on doit se tromper.

Or, en dépit des apparences, le cercle de nos relations n'est pas aussi vaste qu'il le faudrait pour répondre à nos attentes nouvelles. Et la vie quotidienne dévore notre temps.

Il faut donc pouvoir rencontrer des personnes qui vous plaisent, qui ont les mêmes projets, les mêmes centres d'intérêt, les mêmes passions que vous.

Et que vos rencontres soient naturelles, spontanées, libres...

Utopique ?

Pas si sûr ! Des milliers de couples qui ont vécu cette expérience témoignent du contraire.

Depuis 1950, cette idée a fait l'objet de nombreuses communications, lors de congrès de psychologie internationale.

Pour recevoir une documentation complète :

Faites 36.15 code ION sur votre Minitel^{op}
ou retournez cette demande:



Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, sous pli neutre et cacheté, votre livret d'information en couleurs

M., Mme, Mlle _____

Prénom _____ Age _____

Adresse _____

SV 30

■ PARIS (75009) 94, rue Saint-Lazare.

Tél. : (1) 45.26.70.85.

■ TOULOUSE (31300) 16, rue Nungesser-et-Coli.

Tél. : 61.59.48.58.

■ BRUXELLES (1000) rue du Marché-aux-Herbes

105 BP 21. Tél. : 511.74.30.

■ GENEVE (1206) 4, route de Florissant.

Tél. : (022) 46.84.88.

 Ion International

UNE LIBERTÉ EN PLUS.

LE CRAQUAGE DU SANG

(suite de la page 79)

prévisibles), la commission d'hémodialyse du ministère fut réunie : elle demanda qu'en priorité des comités régionaux fassent une plus juste évaluation des besoins réels.

L'affaire en est là. Quelle que soit son issue, elle montre à quel point nos instances dirigeantes sont peu préparées à la révolution thérapeutique qui gagne notre pays. Elles n'ont pas encore compris que les nouveaux médicaments "high-tech" coûteront très cher, et surtout qu'ils seront d'autant plus onéreux qu'ils n'auront pas été produits par l'industrie nationale.

D'où le cri d'alarme lancé par Norbert-Claude Gorin, hématologue à l'hôpital Saint-Antoine à Paris⁽³⁾ : « L'absence de travaux français dans le domaine des facteurs stimulants nous mettra pour de nombreuses années dans un état de dépendance vis-à-vis des Etats-Unis et de la Communauté européenne. » Alors que, depuis six ans, tous les grands laboratoires de biologie du monde ont identifié, purifié, cloné ces molécules essentielles, « à ce jour, poursuit M. Gorin, aucune équipe française, aucune industrie pharmaceutique française ne propose l'une quelconque de ces interleukines pour des essais thérapeutiques ».

Un fait récent illustre bien tout le retard que nous avons pris. Tandis que, faute d'avoir su créer en temps utile une filière nationale de génie génétique, nous sommes obligés d'acheter à l'étranger l'érythropoïétine dont nous avons besoin, deux consortiums américano-japonais (AmGen-Kirin et Genetics Institute-Chugai) viennent de se battre comme des chiffonniers, à coups de brevets, devant la Commission américaine des échanges internationaux, pour savoir qui avait le droit de vendre cette hormone. Il faut dire que l'enjeu justifiait l'ardeur de la dispute : le marché de l'érythropoïétine est estimé à quelque 350 millions de dollars par an !

Quant aux autres facteurs de croissance, tels le macrophage-CSF, le granulocyte-CSF, l'interleukine (tous trois déjà cités plus haut) ou bien le GM-CSF (un autre facteur polyvalent qui accélère la formation des macrophages, des neutrophiles et des sinophiles), ils ont eux aussi maintenant leurs équivalents produits par génie génétique. Plusieurs de ces molécules de synthèse en sont même au stade des essais cliniques. Dans les services d'hématologie et de cancérologie de New York, de Londres ou de Paris (où elles ont été gracieusement fournies pour expérimentation), des dizaines de malades les ont déjà testées. Avec

succès.

Donnons quelques exemples. Il existe une affection sanguine, fort heureusement assez rare, que l'on appelle la neutropénie idiopathique. Les sujets qui en sont atteints ont une moelle osseuse dans laquelle tous les précurseurs des cellules sanguines sont présents, mais sont en quelque sorte bloqués dans leur évolution et n'arrivent pas à maturation. De ce fait, les patients en question ont très peu de polynucléaires neutrophiles dans leur sang et souffrent d'infections à répétition, plus sévères les unes que les autres. Parmi les causes possibles de cette affection, on invoque l'absence ou la carence grave de granulocytes-CSF (*voir dessin p. 68*). Hypothèse qui s'est vérifiée, puisque des injections de G-CSF de synthèse ont aussitôt fait grimper le nombre des neutrophiles dans le sang de ces malades, comme si leur moelle osseuse "bloquée" n'attendait que ce signal pour sortir de sa léthargie.

Le G-CSF de synthèse s'est également révélé efficace pour relancer de manière plus rapide et plus complète la production de cellules sanguines après une greffe de moelle osseuse. Et c'est encore grâce au G-CSF que les cancérologues du centre Sloan-Kettering de New York sont parvenus à réduire de 90 % la durée de la neutropénie (baisse cruciale de la production de neutrophiles) consécutive à une chimiothérapie. Chez des malades atteints d'un cancer de la vessie, ils ont pu ainsi abaisser le nombre et la gravité des infections, courantes pendant cette période délicate, et poursuivre le traitement chimique selon le protocole prévu, alors que, souvent, les complications qui s'abattent sur le malade en neutropénie obligent à interrompre la chimiothérapie ou à diminuer fortement les doses administrées.

Tous ces résultats sont non seulement encourageants, mais enthousiasmants par les perspectives qu'ils ouvrent et les promesses qu'ils contiennent. D'ores et déjà, bien des médecins français aimeraient pouvoir disposer plus largement des nouvelles molécules, afin de traiter un plus grand nombre de malades. Hélas, ils sont tributaires du bon vouloir des firmes étrangères qui, pour le moment, les distribuent avec parcimonie (et gracieusement) pour parfaire leurs essais (et appâter le client !).

Plus tard, il faudra les payer et c'est alors que l'on s'apercevra du prix de la dépendance. Et que l'on regrettera sans doute amèrement de n'avoir pas pris à temps le train du progrès. A la fin de sa diatribe, Norbert-Claude Gorin demandait : « Serrions-nous devenus un pays en voie de développement ? » Nous retournons la question à Rhône-Poulenc, Sanofi, Mérieux, Immunotech et consorts.

Jean-Michel Bader

LA MÉMOIRE AUDIOVISUELLE DE L'EAU

(suite de la page 62)

l'idée du vaccin. Nous avons publié alors un rectificatif. Le Dr Benveniste, n'en a pas moins continué à faire de la publicité pour "ses" œufs de caille, sur des feuilles à en tête de l'INSERM : « Les œufs de caille doivent être commandés chez Mr Cordonnier, Le Vergeroux, 17300 Rochef... »

Et s'il était encore besoin d'une autre preuve de notre esprit d'ouverture, rappelons que nous fûmes les seuls à offrir publiquement, en janvier 1989, un million de francs au Dr Benveniste s'il acceptait de refaire son expérience sur la "mémoire de l'eau" devant témoins. N'est-ce pas là un parrainage comme on n'en trouve pas souvent ?

Autre exemple d'un risque que nous prenons, et que nous sommes bien les seuls à prendre à la date où s'imprime ce numéro : la bouleversante histoire de la fusion froide, si controversée pourtant (voir page 26).

Enfin, nous sommes connus pour nos positions écologiques d'avant-garde.

Pour finir, un botaniste très connu pour ses remarquables émissions télévisées sur les plantes, le Pr Jean-Marie Pelt (5) avait annoncé en janvier qu'il avait refait avec succès l'expérience de Benveniste. Nous l'avons interrogé. Il nous a renvoyé à son assistante, Melle Lexa, qui était le véritable auteur de l'expérience (elle aussi, comme Benveniste, Dave-nas et consort, sous contrat avec les laboratoires homéopathiques Boiron... comme on se retrouve !). Elle nous a dit que le phénomène qu'elle dit avoir observé n'était pas reproductible. Avait-elle pris le soin de faire l'expérience en aveugle ? Même pas. Avait-elle dosé l'histamine dans les préparations ? Même pas. S'était-elle assurée qu'un artefact ne s'était pas glissé dans l'expérience ? Elle nous a répondue très franchement qu'on ne pouvait pas la négliger et qu'il n'était pas du tout à exclure. Avait-elle fait une publication ? Non. Nous avons demandé à voir les résultats. Pas moyen... Ajoutons que cette "nouvelle" expérience date de quatre ans. Si elle avait vraiment eu quelque chance de succès, cela se serait su. Les laboratoires homéopathiques Boiron y auraient veillé.

Nous avons quand même demandé au Pr Leynadier de refaire cette expérience-là. Il n'a, hélas, rien trouvé.

Benveniste, son équipe et les autres chercheurs de l'écurie des laboratoires homéopathiques Boiron resteront-ils les seuls au monde à voir ce que les autres ne voient pas ?

Pierre Rossion

UNE OREILLE PARTOUT!...

MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T.

PORTEE 5 km

Un modèle de micro-émetteur élégant par sa puissance et performances améliorées (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, détecteurs, jardiniers, etc.

Bon à renvoyer à : SCANNER'S - BP 26
13351 MARSEILLE CEDEX 5
Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 E PRAGMA

Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h

Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)

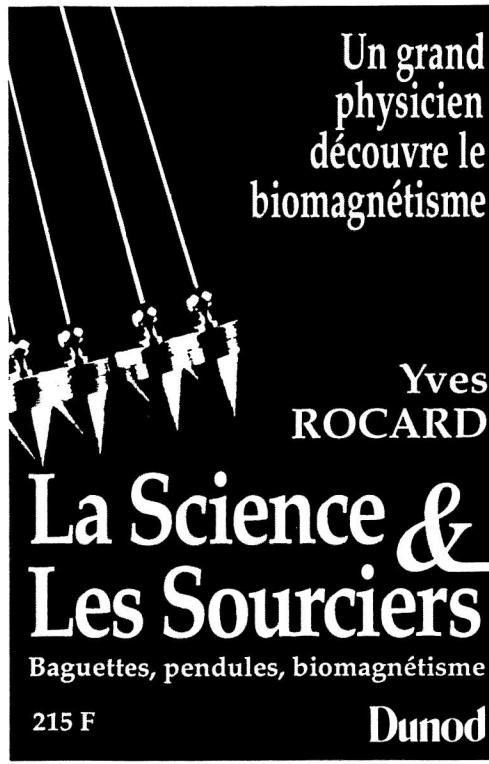
MICRO-EMMETTEUR TX2007 au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F

Ci-joint mon règlement par CCP chèque bancaire Mandat-lettre, contre remboursement (- 25 F)

Nom _____

Adresse _____

Code postal : _____ Ville : _____



(6) Jean-Marie Pelt est professeur de biologie végétale à l'université de Metz. Il est connu du grand public pour ses livres et ses films sur les plantes.

A Clermont-Ferrand

C.A.C.

Centre Assistance Concours

Prépare ses adhérents

- Aux concours d'entrée des écoles Paramédicales (infirmier, kinésithérapeute, laborantin,...)
- A l'examen de niveau qui permet aux non bacheliers d'y accéder
- Aux concours d'entrée des écoles de sages-femmes
- A divers concours administratifs

Suivant plusieurs formules

Pour recevoir la documentation complète contacter :

C.A.C.

**10, rue d'Assas
63400 CHAMALIERES
TÉL. 73 31 37 40**

LA FUSION FROIDE

(suite de la page 40)

situe bien l'importance des enjeux. Un seul exemple : en l'espace de quelques jours, le cours du palladium sur le marché des matières premières est passé de 11 à 180 dollars l'once !

A terme, c'est tout le système de production d'énergie qui risque d'être remis en question. Si le procédé de Fleischmann peut être développé sur une grande échelle, c'en sera fini des sources énergétiques traditionnelles : charbon, pétrole, gaz naturel et fission nucléaire. Plus de problème d'approvisionnement ; peu de problèmes d'environnement. En effet, écologiquement parlant, la fusion est infinitiment moins polluante que la combustion du charbon ou des hydrocarbures, et elle ne laisse pas derrière elle ces monceaux de déchets actifs dont on ne sait que faire. Le seul élément résiduel radioactif est le tritium, dont la durée de vie est brève, et qui par conséquent peut être facilement mis en quarantaine jusqu'à "extinction". A moins qu'on ne le réutilise comme combustible pour des réactions deutérium-tritium. Les autres résidus (hélium, protons) sont sans danger. Restent les neutrons qui, s'ils ne vivent pas plus de douze minutes, ont néanmoins le temps, par leur énergie, d'activer les parois du réacteur en y créant des radioéléments. Il conviendra donc de choisir avec soin les matériaux composant ces parois, de sorte que les durées de vie des produits activés soient les plus courtes possible.

Mais on n'en est pas encore là. Même si la fusion froide par électrolyse est fiable et reproductible, il y a loin entre une expérience de laboratoire et une centrale électrique. Il faudra de longues études techniques, au cours desquelles des obstacles imprévus pourront surgir. Il faudra également trouver de nouveaux gisements de palladium, car la production actuelle — environ 110 tonnes par an — suffit déjà à peine à satisfaire la demande. Or le palladium est un métal rare, moins abondant que le platine. Les deux principaux pays fournisseurs sont l'URSS (73 %) et l'Afrique du Sud (26 %), ce qui lie les approvisionnements aux incertitudes de la politique. Où trouvera-t-on alors le métal nécessaire pour réaliser les imposantes électrodes des réacteurs industriels ? A moins que, avec les nouvelles technologies d'alliages, qui progressent à grands pas, on n'arrive à mettre au point des produits de remplacement (Steven Jones, pour sa part, assure avoir obtenu des réactions de fusion avec une électrode de titane, mais le bilan énergétique de son procédé est beaucoup moins favorable que celui de Fleischmann). Pour le moment, il y a donc plus d'espérances que de certitudes. Fleischmann et Pons ont avoué avoir mis des années à mettre au point leur expérience ; il faudra sans doute encore des années avant d'en exploiter les promesses.

Bernard Thesnon

NOUVEAU

DOG CONTROL

290 F

AU DOIGT ET A L'OREILLE !!



APPAREIL A ULTRASONS PUISSANTS EMETTANT DES ORDRES SILENCIEUX ET INVISIBLES POUR TOUS CHIENS
(Made in U.S.A., garantie deux ans)

Surprenant : parlez aux chiens !

- Dressage efficace et discret des chiens les plus récalcitrants. N'élevez plus la voix pour contrôler votre chien : chien qui tire sa laisse, chien agressif à calmer, problème de chieneen en chaleur, aboiements intempestifs...
- Stoppe net et fait fuir les chiens les plus agressifs. Indispensable pour joggeurs, promeneurs, cyclistes, facteurs, motards...

L'OUTIL DE BASE DES PROFESSIONNELS DU CHIEN

Utilisé par l'armée U.S.

+ la méthode de dressage du docteur SELMI

LABORATOIRES FLAM - B.P. 75 - 65, rue Jean-Martin - 13005 Marseille - Tél. 91.92.04.92

BON DE COMMANDE

Oui, envoyez-moi S.V.P. DOG CONTROL au prix unitaire de 290 F (+ 15 F pour envoi recommandé urgent) avec en cadeau la méthode du docteur SELMI. Je joins mon règlement par : Chèque Mandat-titre

Adresser la commande en contre-remboursement (+ 25 F de frais)

Nom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____

Sous

MICRO-ONDES ? MINIRISQUES !

(suite de la page 126)

ses pour l'homme, mais pas à la fréquence de nos fours (2 450 MHz). Pour cette valeur, le coefficient d'absorption est dix fois moins important. Ce coefficient confirme donc que la marge de sécurité des fréquences à usage industriel est bien efficace.

De plus, l'ensemble des effets biologiques observés se place dans le cas extrême où l'animal est irradié pendant des périodes allant d'une minute à 9 jours et à des puissances de 100 mW/cm². Mais dans quelles proportions sommes-nous irradiés par les fours ? Il s'en faudrait que le chauffage d'un plat surgelé nous expose à l'irradiation de ce type ! La norme C 73 601 en vigueur autorise un niveau de fuite de 5 mW/cm². Mais les constructeurs ont appliqué un deuxième coefficient de sécurité qui multiplie le premier par 30. En effet, un four sortant de l'usine présente des fuites de 0,15 mW/cm² maximum. Il est évident qu'une telle puissance n'est en aucune mesure comparable aux valeurs à effets biologiques.

En fait, s'il y avait danger, il serait le plus souvent provoqué par le consommateur lui-même. Il faut savoir qu'on n'utilise pas un tel four sans respecter un minimum de mesures de sécurité qui sont bien expliquées sur les notices d'emploi. Mais il est vrai que certaines marques suscitent la confusion et multiplient les chances d'erreurs d'utilisation, en basant leur publicité sur la possibilité d'utiliser même des plats en fer dans un micro-onde. Or même si le magnétron est équipé d'un dispositif de protection contre le retour des ondes réfléchies par n'importe quel métal, il n'est pas conseillé de tenter le diable... De plus, de petits appareils vendus dans le commerce pour mesurer les fuites d'ondes (Microtek...) entretiennent la psychose du danger. Appliquée contre les parois de la porte, l'aiguille passe dans la zone rouge dès que la fuite dépasse les 1mW/cm². Or, il faut être technicien pour savoir qu'à cette puissance, il n'existe plus aucun rayonnement à 26 cm du four. Ce petit gadget fonctionne donc selon la loi du tout ou rien. Non seulement, il ne permet pas d'évaluer la puissance exacte de la fuite, mais en plus il alarme inutilement les consommateurs les plus anxieux, ceux qui croient encore que les fours à micro-ondes sont dangereux...

Didier Dubrana

(1) Il s'agit d'un tube à vide constitué d'une cathode cylindrique entourée d'une anode circulaire. Le tourbillon d'électrons entraînés par la conjugaison des champs électriques et magnétiques y entrent en résonance et atteignent ainsi la fréquence de 2 450 MHz.

(2) Critère d'hygiène de l'environnement 16- Fréquences radioélectriques et hyperfréquences, OMS. Effets biophysiques et biologiques associés à l'utilisation des micro-ondes, AJ Berteaud. Etude des effets biologiques des micro-ondes à faibles et forts niveaux de puissance chez les microorganismes et les cellules de mammifères, Michèle Dardalhon.



Pourquoi
emprunter
les cheveux
des autres...
n'allez pas chercher ailleurs
ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique
vous fera retrouver en une intervention
simple - efficace et indolore
votre **VRAIE** chevelure

poussant naturellement souple et vivante,
s'éclaircissant au soleil et s'argantant avec
l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

CLINIQUE DU ROND-POINT
DES CHAMPS-ÉLYSÉES

(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)

61, AV. F.-D. ROOSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM
ADRESSE SYOS

LA CULTURE GÉNÉRALE 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 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 4011, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7036
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complétée sur votre méthode.

Nom :

Adresse :

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 Etrangères
- 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 4876
35, rue Collange - 92303 Levallois.**

Tél. : (1) 42.70.81.88

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

Dessin de couverture : Joly/Ciel et Espace ; p. 2 : J. Marquis — F. P. Rosado — Philips — J.-M. Pons — F. Malzieu ; p. 3 : Tass — DR — R. Sabatier ; p. 16/17 : I. Correia — Ciel et Espace ; p. 18/19 : Noao/Ciel et Espace ; p. 20/21 : Observatoire de Meudon — Noao/Kitt-Peak — Noao/Kitt-Peak ; p. 22/23 : I. Correia ; p. 26/27 : Sygma — CEA ; p. 28/29/30/31 : B. Thesnon ; p. 32/33 : I. Correia ; p. 34/35 : B.Thesnon — I. Correia ; p. 36/37 : CEA — I. Correia ; p. 38/39 I. Correia ; p. 40/41 : Sipa — L. Cousin ; p. 44/45/47 : J.-M. Pons ; p. 48/49 : Musée des sciences de Florence/Electra ; p. 50/51 : M. Déhoky ; p. 52 : Musée des sciences de Florence/Electra ; p. 53 Musée des sciences de Florence/Electra-Mise en couleurs J. Witta ; p. 54/55 : Musée des sciences de Florence/Electra-Mise en couleurs J. Witta ; p. 57 : L Cousin ; p. 64 : Berenguier/Jerrican ; p. 65 : F. Malzieu ; p. 67/68/69 : M. Déhoky ; p. 71 : M. Craescu ; p. 72/73 : F. Malzieu ; p. 75 : Berenguier/Jerrican ; p. 77 : M. Déhoky ; p. 79 : Photostop ; p. 80/81 : DR ; p. 83/85 : A. Meyer ; p. 88 : Tass ; p. 89 : Cosmos ; M. Richards/Picture Group ; p. 91 : Elouassy/Sygma ; p. 93 : DR ; p. 94/95 : Tass — Sygma ; p. 97 : Novost ; p. 98/99 : C. Lacroix ; p. 101 : Tatiana Germain ; p. 102/103 : J. Marquis-Musée des Invalides — J. Marquis ; p. 104/105 : C. Senechal — D. Bouvet/Vöng Phot. — J. Marquis ; p. 106/107 : Ivaldi/Jerrican — M. Andersson/Ouest-France ; p. 108/109 : I. Python ; p. 111/112/113/114/115 : F. P. Rosado ; p. 117 : N. Papamiltiades ; p. 118 : A. Tudela/DGP ; p. 119 : N. Papamiltiades — B. Fritsch ; p. 120 : Gellie/Gamma — N. Papamiltiades ; p. 121 : CERN ; p. 123 : Autopresse ; p. 124/125 : A. Meyer ; p. 127/128/129 : L Douek ; p. 131 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 132/133 : M. Roux-Saget ; p. 134 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 136/137/138 : M. Roux-Saget ; p. 139 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 144 : DR ; p. 148/149/150/151 : DR ; p. 152 : DR — Dao — DR — DR ; p. 153 : DR ; p. 154 : Dao — DR — DR ; p. 155 : DR.

LE DERNIER DES DES BATTEURS D'OR

(suite de la page 105)

sont expédiés aux clients par la voie toute simple de la poste. En recommandé, tout de même.

Les déchets qui s'accumulent au long de ce travail de battages successifs, sont précieusement recueillis, et bien sûr réutilisés. La consommation de matière première dans cette industrie est phénoménale : 4 kg d'or traités pour 1 kg de feuilles battues en fin de production.

A défaut de commandes énormes comme celle des Invalides, la Maison Dauvet, où l'on est batteur depuis 1764, produit 200 000 feuilles par mois, la valeur de quelque 35 kg d'or par an. Un des beaux marchés d'antan s'est évaporé : l'enluminure des livres. Les jeunes doreurs d'aujourd'hui trouvent le procédé à la feuille d'or trop compliqué, les éditeurs le jugent trop peu rentable. On lui préfère la technique de l'or vaporisé sous vide, plus simple et moins chère, mais qui ne donne ni la beauté ni l'éclat de l'or battu.

Restent les restaurations de prestige : l'Hôtel de Ville de Lyon, l'église orthodoxe de Genève, la place Stanislas à Nancy, les grilles du jardin du Luxembourg et du parc Monceau à Paris, le château de Versailles. Et aussi, récemment, un gigantesque palais en pleine jungle, au Sénégal, après ceux des princes du pétrole.

Hormis ces très grosses affaires, les demandes régulières, celles qui font tourner le fond de commerce, viennent des chocolatiers — les palets d'or ne consomment pas moins de 50 000 feuilles par an —, des restaurateurs de cadres et de meubles anciens, des fabricants de pierres tombales. Un marché qui périclite, la mode étant, paraît-il, à l'incinération...

La Maison Dauvet estime pourtant ne fournir que 30 à 40 % du marché français. Elle déplore que le génie de la Bastille, symbole national, soit redoré par une entreprise allemande, aux tarifs plus bas.

C'est que les charges sociales pèsent effroyablement lourd sur cette industrie, toute de main-d'œuvre. La formation sur le tas d'une apprêteuse ou d'une videuse demande deux ans au moins. Pas question ensuite de les débaucher et de les réembaucher suivant les aléas de la conjoncture.

Le prix de l'or ne représente qu'un tiers de celui du produit, le reste étant imputable au coût du travail humain.

Aujourd'hui, ce n'est plus l'or qui est cher, c'est le personnel. La preuve ? La firme emploie 33 personnes, elle traite environ 35 kg d'or par an, 3 kg par mois. Un employé travaille donc entre 4 à 5 grammes d'or par jour...

Gérard Morice

Film brut: 14'35 minutes



Supprimer 1

← Ajouter musique "HAPPY BIRTHDAY TO YOU" →



→ Inverser les scènes 2

— Réduire la séquence "MAMIE" à 4,5 secondes —



Débuter ce plan après le déballage cadeau

→ faire un fond au noir →

Même les grands amateurs ont besoin d'un petit professionnel

Cinéastes amateurs, votre rêve devient réalité. Avec "l'UMV 100 PORTAX" vous voilà professionnel du montage. Equipée du système **ICSS**, elle est immédiatement compatible avec la quasi-totalité des magnétoscopes de salon (*). Avec sa mémoire de montage à micro-processeur, **stockez jusqu'à cent séquences** choisies et disposées selon votre désir. Exigez d'elle une grande précision des raccords

Pour connaître le revendeur le plus proche :

NUMERO VERT 05.42.49.58
APPEL GRATUIT



UNITE DE MONTAGE VIDEO VHS - UMV 100 PORTAX

et une image de haute qualité, rectifiez la lumière, le contraste, les contours à l'aide du **correcteur-vidéo**. Animatez votre film avec des paroles, des bruitages et de la musique en jouant avec le correcteur-mélangeur audio. Multipliez les moments magiques, libérez votre créativité.

(*) Munis d'une télécommande à infra-rouge.

Un guide d'utilisation sur cassette-vidéo, fourni gratuitement avec "l'UMV 100 PORTAX" assure la réussite de vos montages.

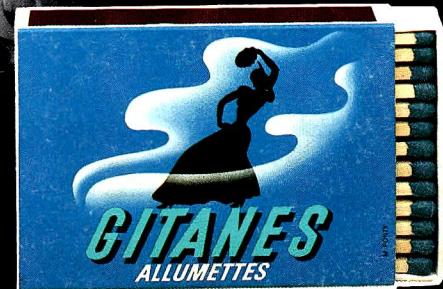


Film définitif: 12 minutes

 **PORTAX®**
VIDEO CREATIVE

Portax électronique S.A.
16, rue de la Longue Saulx - 59230 Saint-Amand-les-Eaux

GITANES



LA SEDUCTION PURE ET DURE