

SCIENCE & VIE



MENSUEL

N° 851 AOÛT 1988

Airbus A320 :
électronique
contre
réflexe humain

Sommes-nous
manipulés
par la
"pub invisible"?

**Y-A-T-IL
D'AUTRES
TERRES ?**

L. CARREIN
**La vérité sur
"la mémoire de l'eau"**

M 2578 - 851 - 18,00 F



3792578018002

08510

130 FB - 5,20 FS - Scan 3,60 - 550 Plats - 18,50 Dtl - 2,300 Dt - 4000 L - USA NYC \$3,75 - OTHER \$3,95

ECLATEZ-VOUS GRANDEUR



NATURE

Découvrez un drôle de jeu dans Jeux & Stratégie, un jeu de rôle qui vous fera passer pour un assassin peut-être, une soirée mémorable sûrement. L'étrange disparition de Vladimir Tchekov, c'est le thème de ce jeu un peu bizarre. Oui, j'ai dit bizarre mais je ne vous en dirai pas plus. Sauf Ceci : tout est expliqué dans Jeux & Stratégie.

Également au sommaire

- Let's Whist again : redécouvrez l'ancêtre du bridge.
- Une grande aventure solo.
- En encart détachable : Le retour des mutants.
- Les meilleurs jeux pour micro-ordinateur.
- Les problèmes de la finale du championnat de France des jeux mathématiques.

JEUX & STRATEGIE



SCIENCE & VIE

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

• DIRECTION, ADMINISTRATION

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

• RÉDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIE
Chef des Informations,
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT,
FRANÇOISE SERGENT

Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,
JACQUES MARSAULT, SVEN ORTOLI,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, PIERRE COURBIER

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE, LIONEL CROOSON,
FRANÇOISE BLONDEAU

• CORRESPONDANTS

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

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

• SERVICES COMMERCIAUX

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

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHÈLE HILLING
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

• PUBLICITÉ

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

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, en-
voyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Change-
ments d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,20 F
en timbres-poste français ou règlement à votre convenance. Les
noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à
nos services internes et organismes liés contractuellement avec
Science & Vie sauf opposition motivée. Dans ce cas, la commu-
nication sera limitée au service des abonnements. Les informations
pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le
cadre légal.

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1985 SCIENCE & VIE



BVP

ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple
1320 FB - 1 an couplé 1770 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXXELLES 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 55 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 260 F - 1 an couplé 330 F.

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros
187 F 2 ans : 355 F

1 AN - 12 Numéros
+ 4 Hors Série
247 F 2 ans : 469 F

BULLETIN D'ABONNEMENT

A découper ou recopier et adresser
paiement 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)

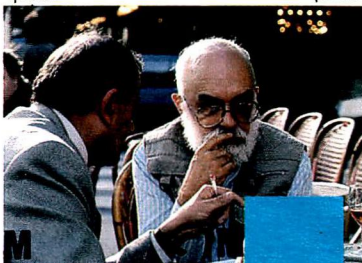
• Ci-joint mon règlement de..... F
par chèque ou mandat-lettre à l'ordre
de Science & Vie-Bred.
Étranger : mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV851



En plongée, les aqua-
nautes mènent une
vraie vie de chien. La
respiration de gaz
sous pression peut
avoir des effets dan-
gereux. Conclusion
des physiologistes :
respirez de l'eau. Evi-
dent, non... p. 64

Des Français auraient découvert que l'eau
pouvait garder la mémoire de substances
qu'elle ne contient plus. « Illusion », dé-
clare l'illusionniste américain James Randi
(à droite) à Pierre Rossion qui a mené l'en-
quête. p. 10



S

O

M

A



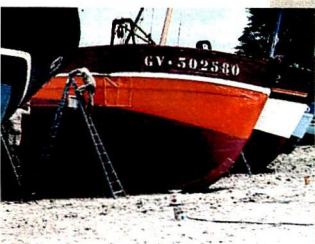
SAVOIR

Forum	4
La vérité sur la mémoire de l'eau	
<i>Pierre Rossion</i>	10
Sommes-nous manipulés	
par la "pub" invisible	
<i>Jacqueline Denis-Lempereur</i>	20
Darwin III : la première	
machine à penser	
<i>Jean-Michel Bader</i>	28
La pilule anti-stress	
<i>Pierre Rossion</i>	34
Géographie : chacun voit midi	
à sa carte	
<i>Georges Dupont</i>	38
Voici le 80 milliardième humain	
depuis Adam	
<i>Alexandre Dorozynski</i>	44
Y a-t-il d'autres terres	
dans le ciel ?	
<i>Anna Alter</i>	51
C'est parti pour la conquête	
de Mars	
<i>Jean-René Germain</i>	58
Les étoiles de Bretagne	
<i>Yves Delaye</i>	60
Respirer de l'eau ?	
<i>Robert Sténuît</i>	64

La guerre des coraux	
<i>Véronique Sarano-Simon</i>	68
Pollution : les peintures	
anti...huîtres	
<i>Claudine Chesnel</i>	70
Myxomatose :	
saluons le Dr Puce	
<i>Eric Joly</i>	74
Les échos de la recherche	
<i>Dirigés par Gerald Messadié</i>	77

POUVOIR

USA : vicissitudes d'un	
bombardier stratégique	
<i>Jean-Dominique Merchet</i>	84
Airbus : réflexe humain contre	
réflexe électronique	
<i>Germain Chambost</i>	89
Le plus petit jet du monde	
<i>Jean-René Germain</i>	92
Quand les ordinateurs lisent	
vos lettres	
<i>Henri-Pierre Penel</i>	94
Vidéo aux péages routiers	
<i>Henri-Pierre Penel</i>	96
Les échos de l'industrie	
<i>Dirigés par Gérard Morice</i>	99
Des marchés à saisir	104



La faune se raréfie
près des ports. Res-
ponsable : les sub-
stances chimiques
utilisées sur les co-
ques de bâ-
teaux. p. 70

Pour son rendez-vous
bisannuel avec la
Terre, Mars s'est
parée de ses plus
beaux atours. Tout ce
qu'il faut savoir pour
ne pas rater cette oc-
casion rare. p. 106





Les coraux aussi ont le sens du territoire. Au fond des mers, ces animaux se livrent des guerillas sans merci. Pour mieux cohabiter... p. 68

I R E

UTILISER

Nemanquez
pas Mars
Yves Delaye

106

Laphoto en couleurs, mémoire
millénaire
Roger Bellone

112

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

124

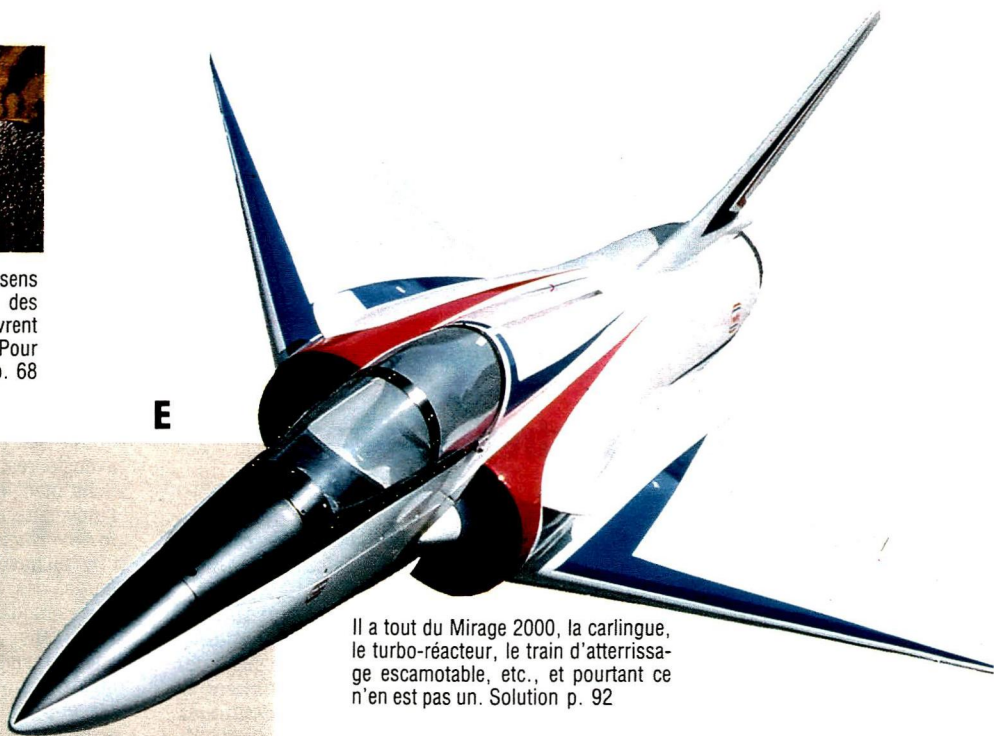
Science & Vie
alupourvous

137

Leséchos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone

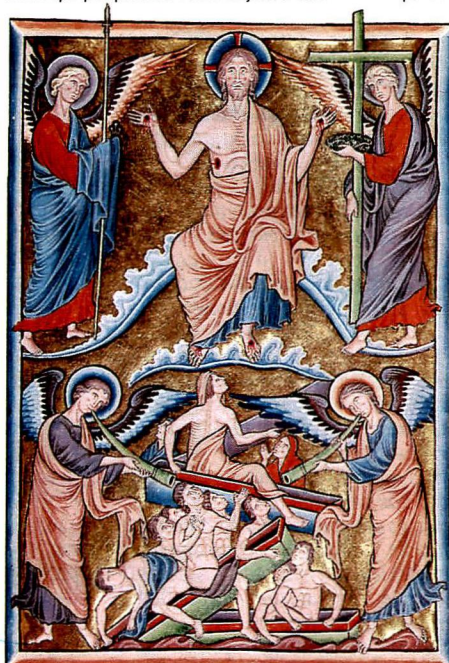
142

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* se trouvent en page 156.



Il a tout du Mirage 2000, la carlingue, le turbo-réacteur, le train d'atterrissage escamotable, etc., et pourtant ce n'en est pas un. Solution p. 92

Si la Resurrection des morts survenait, 75 milliards d'aïeux s'ajouteraient aux quelque 5 milliards d'individus qui peuplent la Terre aujourd'hui. p. 44



FORUM

L'aspartame et l'effet placebo

Notre information sur l'aspartame nous a valu, comme nous l'annoncions, un courrier abondant et des démentis. Le service d'information de la firme Nutrasweet nous a adressé un dossier infirmant les dires du Dr Roberts, dont nous avions cité les observations. L'élément le plus important de ce dossier est l'expérience en double aveugle réalisée par le Dr Susan Schiffman, du centre médical de l'université Duke, et publiée dans le *New England Journal of Medicine* en novembre 1987. Dans cette étude, des quantités d'aspartame correspondant à celles qui se trouvent dans quatre litres de soda sucré étaient administrées pendant quatre heures à un groupe, et un placebo était administré à l'autre groupe. Les deux groupes avaient en commun la croyance que l'aspartame donne mal à la tête. Or, dans le groupe qui reçut l'aspartame, on enregistra des maux de tête chez 35 % des participants, alors que, dans l'autre, on en enregistra 45 %. Sans doute faudra-t-il compléter ce travail par une étude parallèle, toujours en double aveugle, sur des gens qui sont indifférents aux effets de l'aspartame, et surtout sans les prévenir de l'objet de l'expérience. On peut également souhaiter que le Dr Roberts approfondisse ses observations sur d'éventuels effets neuropsychiques du produit, étant donné que, jusqu'ici, il reste le seul à avoir fait de telles observations et qu'il ne les a pas publiées dans une revue faisant autorité.

Le Sida est une bénédiction !

Le Sida semble exciter particulièrement la verve de certains lecteurs. Les uns estiment qu'il serait une *manne providentielle* pour les biologistes et que le vaccin anti-Sida serait la *plus vaste escroquerie du siècle*, ce qui est vraiment insoutenable, les autres voyant dans le retard de sa mise au point une preuve de l'incapacité des biologistes. Il est

Plages et streptocoques

M. C.C., de Bouc-Bel-Air, nous adresse des informations intéressantes. Au printemps de chaque année, la Direction départementale de l'équipement (DDE) de chaque département organise la campagne de contrôle de la qualité des eaux de baignade des plages françaises. Les prélèvements ont lieu de juin à septembre, sur les lieux les plus fréquentés. Les quelques laboratoires spécialisés dans ce type d'analyses évaluent les concentrations des eaux recueillies en coliformes fécaux, coliformes totaux et streptocoques fécaux. Ces mesures permettent de classer chaque plage selon le barème fixé par la circulaire interministérielle du 15 juin 1978 :

— Prélèvement hebdomadaire : en moyenne des échantillons prélevés pendant la saison. 4 classes (A : bonne qualité, B : moyenne, C : pollution momentanée, D : impropre à la baignade).
— Prélèvement mensuel : en moyenne 4 échantillons pendant la saison. 2 classes seulement car le nombre de prélèvement est insuffisant pour en distinguer 4 (AB : bonne ou moyenne qualité, CD : pollution momentanée ou impropre à la baignade).

Depuis 1985, le Service maritime de la DDE du Var a remarqué qu'un nombre croissant de plages passent de la qualité A à la qualité B. Le phénomène se confirme en 1987. Et cela ne se produit pas seulement dans le Var ; toute la côte méditerranéenne est touchée. Mais, curieusement, parmi les germes responsables de cette dégradation, seuls les streptocoques fécaux dépassent le seuil de concentration (100 unités par 100 ml d'eau) qui dé-

classe une plage de A en B.

Pour le Dr Hughes, du Laboratoire municipal de Nice, ce constat soulève plusieurs points de réflexion :

— les méthodes de travail et le matériel utilisé par les différents laboratoires n'ont pas changé ces dernières années, et les résultats sont identiques, quelle que soit la méthode de comptage utilisée. Il ne peut donc s'agir d'un artefact, et la modification de la qualité des eaux serait bien réelle ;

— il est reconnu que les streptocoques fécaux ont une durée de vie dans l'eau de mer plus longue que celle des autres germes, ce qui pourrait avoir pour conséquence leur accumulation dans le milieu marin côtier. La dégradation aurait donc existé autrefois, sans avoir cependant retenu l'attention des pouvoirs publics. C'est le déclassement d'un nombre toujours plus important de plages qui a attiré l'attention ;

— enfin, si les streptocoques fécaux sont réellement plus nombreux dans les eaux de baignade, c'est peut-être qu'ils résistent mieux qu'avant aux agents toxiques ou aux antibiotiques. Se trouverait-on en présence de souches mutantes ?

Le phénomène mérite en effet attention, et nous le soumettons à celle des biologistes. D'après les données en notre possession, l'accroissement des streptocoques fécaux ne ressortit pas à un phénomène biologique, mais beaucoup plus simplement à l'insuffisance des stations d'épuration, surtout pendant la saison estivale. C'est une conséquence de notre sous-équipement.

GARDEZ INTACTES LES PERFORMANCES DE VOTRE MOTEUR.



C'est bon de rouler, d'avaler des kilomètres, sans souci... Votre moteur répond à toutes vos sollicitations. R.A.S.

Et pourtant, quelle galère, la circulation aujourd'hui! On passe son temps à freiner, accélérer, rétrograder... Les moteurs d'aujourd'hui sont plus performants mais aussi beaucoup plus sollicités.

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

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

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

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

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

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



Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Code Postal _____

SV8808

exact que l'étude du virus HIV a révélé un nombre considérable de données de première importance sur les virus, ennemis inconnus, ainsi que sur le fonctionnement de notre système immunitaire. Mais il est toutefois aberrant de parler d'escroquerie à propos des essais de mise au point d'un vaccin. Il y a quand même eu à ce jour quelque 35 000 morts causées par cette maladie, et un vaccin serait le bienvenu. Qu'il fasse faire des bénéfices aux laboratoires est certain ; mais, pour le moment, ces mêmes laboratoires y investissent des sommes énormes. Quant à l'incapacité des savants, c'est être bien léger que d'y croire. Le virus HIV est unique en son genre, et ce vaccin-là pose des difficultés inédites.

L'âge de la première lumière

« Il est logiquement possible, si l'on installe un télescope en orbite, de voir (et cela grâce au temps que met la lumière à franchir l'espace) les premières minutes de l'univers, nous écrit M. B.B., d'Ormesson-sur-Marne. L'univers étant depuis sa naissance en perpétuelle expansion, cela signifie-t-il que, la lumière ne nous parvenant qu'aujourd'hui, l'expansion de l'univers est plus rapide que la lumière ? Cela serait contraire aux théories d'Einstein... »

Rien ne permet d'affirmer que l'on voit comme le postule notre correspondant, la lumière de l'explosion originelle ; tout ce que l'on peut dire est que nous voyons la lumière d'événements très anciens. Cela étant, si un événement s'est produit il y a, par exemple, une année-lumière, il est aujourd'hui distant de 9 461 000 millions de km, et la lumière met donc une année à nous parvenir. Il n'est donc pas étonnant qu'elle mette un temps proportionnellement plus grand pour des événements plus anciens, donc plus distants. A la limite, en effet, on pourrait espérer voir l'explosion originelle, sans qu'il y ait annulation du postulat d'Einstein selon lequel la vitesse de la lumière est la vitesse maximale dans l'univers.

"Déçu par notre rationalisme"

M. J.-P. B., d'Angers, nous écrit : *« J'ai lu l'article "Ovni, l'esprit et l'évidence" dans le Forum de juin 88. J'avoue être déçu par votre rationalisme évident... Les états-majors des armées américaine, soviétique et chinoise détiennent de nombreux documents dits "secrets" pour ne pas affoler les populations... »*

Nous sommes surpris que notre lecteur soit déçu par notre rationalisme ; imaginait-il que nous sommes une revue de l'irrationnel ? Par ailleurs, d'où tient-il donc l'information selon laquelle les états-majors détiendraient des documents secrets ? Ce genre d'affirmation relève de la pure tautologie et revient à dire : je le crois parce que je ne le sais pas, et je ne le sais pas parce que c'est invérifiable. Il y a beaucoup de monde dans les états-majors et, comme le disait Alphonse Allais, ceux-ci se recrutent quand même dans le civil. S'ils disposaient d'éléments déterminants sur les OVNI, il y a longtemps que l'information aurait transpiré. Plus on est de gens, en effet, plus on parle ! La même réponse sera adressée à M. P. V., des Pays-Bas, qui utilise le même argument et qui invoque "les preuves de camouflage de la vérité". Qui donc détient ces preuves ?

Guerre des étoiles et malentendu

« Comment avez-vous pu proposer aux lecteurs, au moment même où les chefs des deux superpuissances nucléaires se rencontrent pour signer des accords de paix et de désarmement réciproque et contrôlé, et qu'une immense vague d'espoir soulève tous les peuples de la Terre angoissés par les risques croissants d'un conflit nucléaire, un cri de victoire aussi absurde, indécent et dangereux que "Guerre des étoiles : première manœuvre réussie" ? » nous demande M. J.

J. D., de Nantes. Ce n'est nullement un cri de victoire que nous avons poussé, c'est une information que nous donnons et qui démontre largement que le désarmement proposé n'est que limité. Il est de notre devoir d'informer les lecteurs sur la réalité en matière d'armements, non de chanter des péans à la gloire de pourparlers qui ne servent qu'à accorder un répit aux superpuissances.

Même si les entretiens des deux pays sur la limitation des armements stratégiques devaient aboutir, ils ne porteraient que sur la moitié des missiles intercontinentaux et il resterait assez de bombes à chacun pour détruire plusieurs fois l'autre.

L'illettrisme affaire de mémoire ?

« Auteur d'une recherche sur l'apprentissage de la lecture, à partir d'une méthode de rééducation des troubles lexiques (la "lecture verticale") nous écrit M^{me} T.L. P.-P., de Cherbourg, j'ai lu avec intérêt l'article commentant le livre de J.-P. Vélis, "La France illettrée". Au travers de notre recherche, nous avons montré qu'un enfant qui n'apprend pas à lire présente un trouble spécifique au niveau de la mémoire immédiate. Grâce à un test original, nous avons mesuré l'empan mnémonique brut. Cette notion correspond au nombre d'unités d'information qu'un individu peut appréhender en une seule perception (lettres, syllabes, mots...). Nous savons qu'un individu normal est capable de restituer 7+1 éléments. Un malissant se montre incapable de mémoriser une suite supérieure à 4 éléments distincts non associables (dessins ou consonnes, par exemple)... Ces recherches sont en contradiction totale avec celles de l'INRP, qui font autorité dans l'Education nationale. Au lieu de continuer à laisser croire que tout apprentissage se fait seul, sans effort, que le seul fait de baigner les enfants dans un monde de lecture suffira à amé-



EN CADEAU DE BIENVENUE AU GRAND LIVRE DU MOIS

ACCEPTÉZ 4 LIVRES RELIÉS POUR LE PRIX D'1
(soit 89 F seulement + frais d'envoi)



De la part de MARIE NAUDIN.
Directrice littéraire du Club.

SANS AUCUN ENGAGEMENT D'ACHAT

"Oui, je vous offre d'essayer les avantages et les économies du Grand Livre du Mois. Et ceci pendant 6 mois, sans le moindre engagement d'achat."

Au Grand Livre du Mois, tous les livres sont reliés et vous sont pourtant offerts au prix de l'édition brochée ordinaire. De plus, la plupart des livres vous donnent droit à un point-cadeau par livre acheté au prix normal et peuvent être acquis gratuitement avec 4 points-cadeaux.

Contrairement à d'autres Clubs, ces livres sont disponibles pour vous dès leur sortie en librairie. Ils vous sont présentés dans une passionnante Revue littéraire illustrée que je prépare pour vous, 13 fois par an, avec de grands écrivains et journalistes.

Ceux-ci vous donnent leur point de vue personnel sur le Livre Vedette, sélection spéciale du Club, et sur la plupart des nouveautés du moment. Une carte-réponse, jointe à la revue, vous permet de nous faire part de votre choix éventuel, en toute liberté.

En contrepartie de ces avantages, vous n'avez aucun engagement d'achat au Club. Vous serez libre de quitter le Club à tout moment, par simple lettre.

A très bientôt, j'espère."

LE GRAND LIVRE DU MOIS Choisissez vite vos 4 livres et renvoyez ce Bon dès aujourd'hui, sans argent, à : Le Grand Livre du Mois, 60020 BEAUVAIS CEDEX.

LE GRAND LIVRE DU MOIS **BON D'ESSAI DE 6 MOIS**

à renvoyer aujourd'hui sans argent
au Grand Livre du Mois, 60020 BEAUVAIS CEDEX.

Les n°s

des 4 livres

choisis

Merci d'indiquer un livre de

remplacement, en cas d'indis-

ponibilité d'un de ces livres

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

►

mois, pendant au moins six mois, la Revue du Grand Livre du Mois où me seront présentés le Livre Vedette et de nombreux autres ouvrages. Si je désire acquérir le Livre Vedette, je ne ferai rien : l'ouvrage me parviendra automatiquement. Mais si je préfère un autre livre ou pas de livre du tout, je le ferai savoir en vous renvoyant la carte-réponse jointe à la Revue. Je n'ai absolument aucune obligation d'achat. Simplement, si je reste plus de 6 mois sans acheter un livre, vous pourrez annuler mon adhésion. La plupart des livres présentés dans la Revue me donnent droit à un point-cadeau par livre acheté au prix normal (prix librairie) et peuvent être acquis gratuitement avec 4 points-cadeaux.

X1030

A remplir en majuscules - Merci.

M. _____
Mme Prénom _____ Nom _____
Mlle _____

N° _____ Rue _____
Code _____
postal _____ Localité _____

N° téléphone (facultatif) _____
Offre valable jusqu'au 31 mars 89.
Une seule adhésion par foyer. Offre réservée aux nouveaux adhérents. Pour les DOM, écrire au Grand Livre du Mois.

Signature indispensable

(pour les mineurs, signature des parents)

liorer l'efficacité de l'apprentissage de la lecture...», cette correspondante propose qu'on prenne en compte «les recherches universitaires» qui permettraient de résoudre le problème de l'illettrisme.

Il nous semble que ces travaux sont, à juste titre, étudiés par les chercheurs et que la mise en œuvre des méthodes qui en découleraient exigeraient, encore plus justement, du personnel, et donc plus d'argent, ce qui ne contredit nullement la thèse de Vélis.

Mauvaise nouvelle pour les cocaïnomanes

Une brève parue sous ce titre dans notre numéro de décembre 1987 nous a valu un abondant courrier, nous demandant précisions sur nos sources. Précisons donc que l'étude de référence, signée du Dr Michael Kuhar, professeur de neurosciences aux John Hopkins Medical Institutions, 550 North Broadway, Baltimore, Maryland 21205, ainsi que de Mary Ritz, Richard Lamb, Steven Goldberg, a été publiée par la revue *Science* du 4 septembre 1987. Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser de ne pas leur répondre individuellement.

Une masse...pesante

M. G.D., de Saint-Dié, relève une erreur dans une légende de la p. 29 de notre dernier numéro, qui fait mention de la masse quasi nulle d'un homme dans l'eau. Bévue, évidemment, car la masse ne varie pas, c'est le poids qui varie.

■ **"L'arbre à peau".** De très nombreux lecteurs nous ont demandé des informations complémentaires sur "l'arbre à peau". Nous n'en avons hélas pas. Nous lançons plutôt nous-mêmes un appel aux botanistes pour leur demander d'étudier la possibilité d'acclimatation de cet arbre dans un arboretum.

Isotrétinoïne : des observations

«Un écho médical du n° 850 de Science & Vie est titré "Rien ne va plus pour l'isotrétinoïne" et relate le constat de malformations fœtales après usage d'accutane, nous confie le Dr G. L., de Meudon. Je me permets de vous signaler que les effets tératogènes de cette substance ont été ou ne peut plus clairement annoncés par Hoffmann-La Roche dès la commercialisation du produit. Et que Roche, en France, a adressé une information d'une extrême rigueur au corps médical au moment de la mise sur le marché du Roaccutane.

Ce médicament est tout à fait remarquable quant à son activité dans son indication principale. Le problème qui est posé par les événements que vous rapportez n'est donc pas celui d'un effet secondaire méconnu ou masqué ; il est celui de l'attitude des médecins et/ou des consommateurs-malades vis-à-vis de l'information sur les produits pharmaceutiques. Il est aberrant que des femmes en âge de procréer aient pu être traitées ou se traiter à l'accutane, mais il n'est pas aberrant que l'accutane existe et soit disponible.

Je n'ai strictement aucun lien avec l'industrie pharmaceutique. Mon propos ici découle de mon expérience de père de famille : un de mes fils a présenté une acné conglobata majeure, guérie depuis au moins quatre ans par le Roaccutane. Si une de mes filles avait présenté le même problème, je ne l'aurais pas traitée avec ce produit.»

Notre correspondant a tout à fait raison de poser à nouveau le problème de l'information médicale, mais nous maintenons pourtant notre titre.

Nous avons, en effet, précisé dans notre information que Hoffmann-La Roche avait bien averti le public. En vain. Vu et considéré que, dans des cas pareils, le même public tend à avoir une réaction opposée excessive, et tout aussi injustifiée, on peut craindre que ce médicament, pourtant très utile, ne souffre maintenant d'une défaveur.

Précisions sur les bambous

En tant que conférencier au second Congrès mondial des bambous, M. Claude Rifat, biologiste, de Genève, nous apporte des précisions, à propos de notre article sur les bambous.

«Les fibres de bambou sont de longueur inférieure à celle des fibres des arbres forestiers usuels. Par exemple, le bambou vert de Birmanie, *Dendrocalamus giganteus*, a une longueur de fibre moyenne de 1,88 mm, et le bambou de Noël, *Phyllostachys heterocycla pubescens*, une longueur de 1,4 à 2,14 mm.

L'espèce la plus longue, le bambou vert de Birmanie, n'est pas originaire de Ceylan. Par ailleurs, la bambouserie de France a une superficie de 34 et non 40 ha. Dans quelques années, la France aura la plus grande plantation de bambous de tout le monde occidental, avec une superficie envisagée de 5 000 ha de bambous de Noël, ce qui ne représente, toutefois, que le 1/200 de la superficie cultivée en Chine.

L'espèce de bambou qui atteint la plus grande longueur absolue est le *Dinodochloa andamanica*, qui mesure près de 90 m. C'est un bambou grimpant, de croissance continue, contrairement aux autres bambous, dont la croissance des chaumes est limitée dans le temps. Ce n'est pas Mazel qui a acclimaté les premiers bambous en France. Enfin, on trouve des bambous jusqu'au sud de la Suède, y compris l'espèce géante, ou bambou de Noël, dont un plant se trouve au Jardin botanique de Copenhague.

Le congrès de France n'est pas un congrès "pour faire le point"... Des congrès autrement plus importants du point de vue scientifique se sont tenus dans le monde. Ce congrès est plus une réunion festive pour tous ceux qui aiment ou rendent des bambous qu'un réel symposium sur l'étude des bambous, qui sont, hélas, très délaissés par la recherche... On découvre encore, toutes les années, des espèces nouvelles ! »

Choisissez dans la liste des enseignements de l'Ecole Universelle celui qui vous convient :

- ➔ Si vous voulez poursuivre ou reprendre vos études. ➔ Si vous voulez enrichir vos connaissances.
 - ➔ Si vous voulez préparer un examen ou un concours. ➔ Si vous voulez apprendre un métier.
 - ➔ Si vous voulez vous perfectionner...
- « Apprenez efficacement à votre rythme, par correspondance »

**L'ECOLE
UNIVERSELLE:
DES ETUDES
POUR TOUS**

➔ Etudes secondaires : 1^{er} cycle

• Classe de 6^e • Classe de 5^e • Classe de 4^e • Classe de 3^e • Brevet des Collèges.

➔ Etudes secondaires : 2^e cycle

• Seconde • Premières A.B.S. • Première G • Premières F1.F3.F8. • Terminales A.B.C.D. • Terminales G1.G2.G3. • Terminales F1.F3.F8.

➔ Capacité en droit

Accessible sans le baccalauréat. Nombreux débouchés.

➔ Examens d'accès à l'université, examens A et B

Admission des non-bacheliers.

➔ Etudes supérieures : droit

• D.E.U.G. droit • D.E.U.G. sciences économiques • Institut d'études politiques (concours d'entrée).

➔ Etudes supérieures : sciences

• D.E.U.G. sections A et B • Etudes médicales : P.C.E.M.

➔ Ecoles vétérinaires

Préparation au concours d'entrée.

➔ Instituteur - Institutrice

• Préparation au concours d'entrée dans les écoles normales.

➔ Tourisme

• B.T.S. tourisme • Hôtesse de tourisme • Hôtesse.

➔ Publicité et marketing

• B.T.S. communication et action publicitaires • Responsable marketing • Assistant(e) de publicité • Cours de marketing.

➔ Comptabilité - Banque

• C.A.P. employé(e) de comptabilité • C.A.P. banque • B.E.P. • B.P. • Bacc. G2 • B.T.S. comptabilité • D.P.E.C.F. • D.E.C.F. • Chef comptable • Comptable • Secrétaire comptable • Comptable sur informatique. **Perfectionnement :** • Technique comptable • Statistiques.

➔ Commerce - Distribution

• B.T.S. action commerciale • B.T.S. commerce international • Bacc. G3 • Directeur commercial • Gérant succursale • Responsable export • Vendeur • Représentant. **Perfectionnement :** • Gestion des entreprises • Economie.

➔ Paramédicales - Sociales

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

➔ Informatique

• Analyste • Analyste programmeur • Programmeur de gestion • Contrôleur de gestion sur informatique • Programmeur micro • Opérateur de saisie • Codificateur • Opérateur • Pupitre. **Perfectionnement :** • Initiation • Cobol • Microprocesseurs.

➔ Décoration

• Décorateur intérieurs et ameublement • Antiquaire • Arts et styles.

➔ Etudes musicales

• Solfège • Etude piano, violon, guitare avec cassettes • Ecriture musicale • D.E.U.G. de musique.

➔ Culture générale

• Orthographe • Rédaction • Résumé de texte • Analyse • Commentaire • Philosophie • Rédaction du journal • Rédaction littéraire • Lecture rapide • Conversation • Graphologie • Perfectionnement culturel.

➔ Secrétariat médical

• Sténodactylo médicale • Secrétaire de médecin • Assistante dentaire • Baccalauréat F8.

➔ Dessin - Peinture

• Cours élémentaire de dessin • Cours universel de dessin et de peinture • Dessinateur de publicité • Dessinateur illustrateur.

➔ Langues étrangères

• Cours universel d'anglais avec cassettes • Allemand, espagnol avec cassettes • Cours de langue italienne • Anglais commercial • Allemand commercial • Arabe • Russe.

➔ Fonctionnaire

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

➔ Chambres de commerce

• Chambre de commerce britannique, franco-allemande, espagnole.

➔ Culture scientifique

• Mise à niveau mathématiques, physique, chimie • Calcul • Ecologie • Biologie.

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue

**ORIENTATION
CONSEILS**
► Appelez le :
(1) 47.71.91.19

Bon pour une documentation gratuite :

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

M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

NOM Prénom

Adresse : N° Rue

Code postal [] [] [] [] Ville Tél.

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

Age Niveau d'étude Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité) :

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

Quelle formation avez-vous choisie ?

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



**ECOLE
UNIVERSELLE**

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

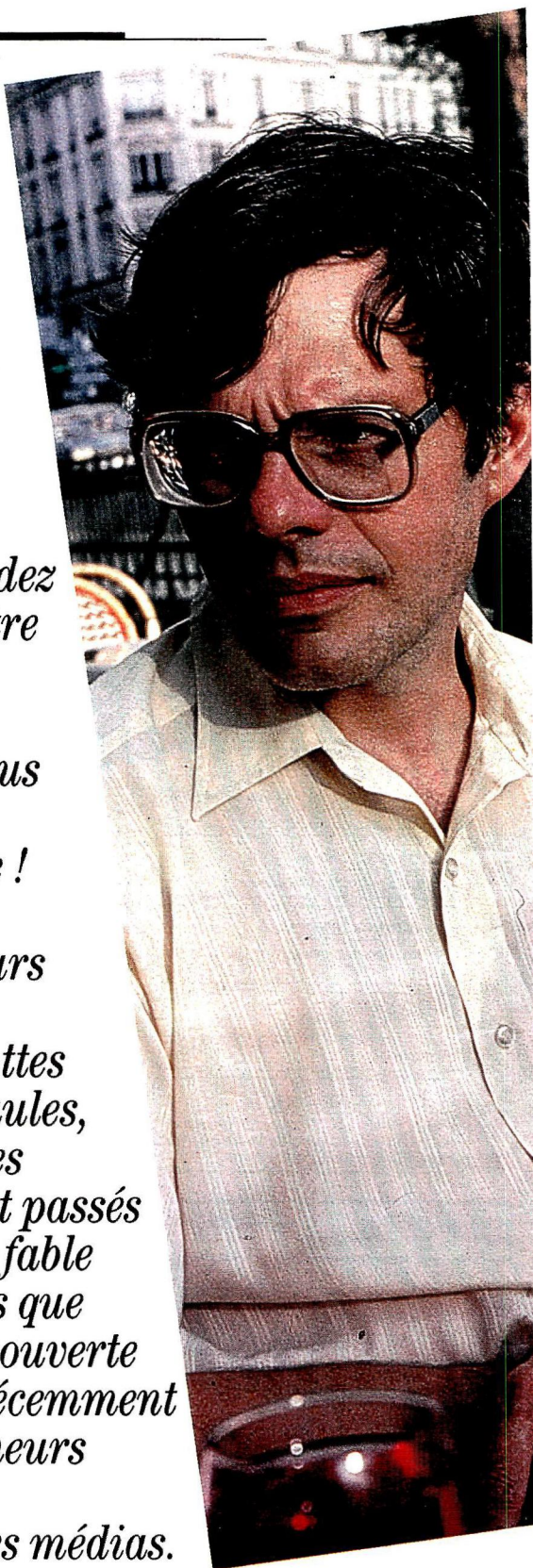
**INSCRIPTION
A TOUT MOMENT
DE L'ANNEE**

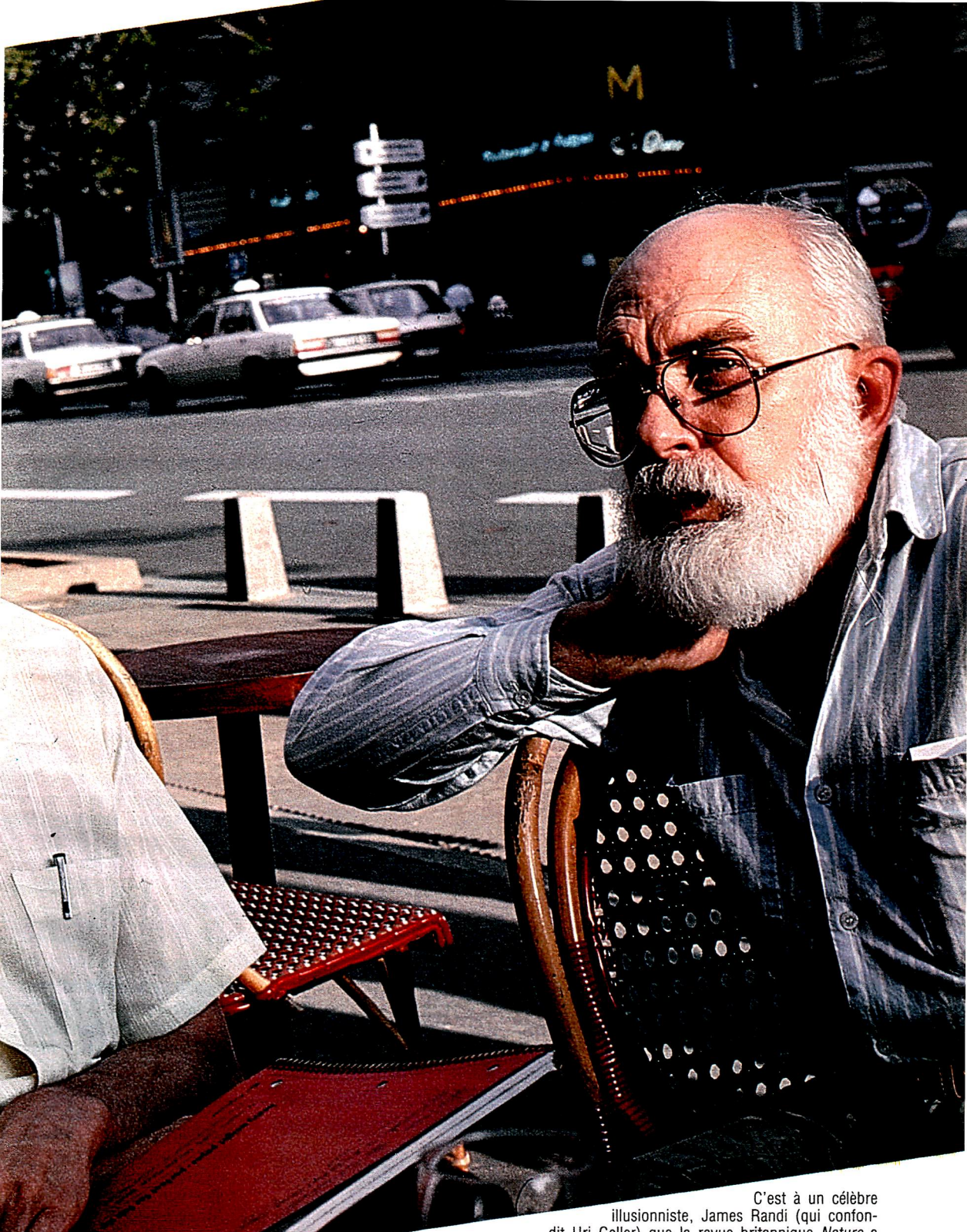
SCISSON



LA VÉRITÉ SUR LA MÉMOIRE DE L'EAU

Mettez un verre de vin dans le lac Léman. Attendez un mois. Passez sur l'autre rive et buvez un verre d'eau du lac. Réclamez alors un alcootest : on vous retirera à tous les coups votre permis de conduire ! L'eau s'est souvenue du verre de vin (et a d'ailleurs inexplicablement oublié les plumes de cygnes, crottes de canards, feuilles de saules, huile de moteurs et autres déchets d'égout qui y sont passés depuis des siècles). Cette fable est l'une des applications que l'on peut tirer d'une "découverte fondamentale" publiée récemment par une équipe de chercheurs français, et qui vient de faire grand bruit dans les médias.





C'est à un célèbre illusionniste, James Randi (qui confondit Uri Geller) que la revue britannique *Nature* a fait appel pour vérifier les expériences d'une équipe française qui prétendait avoir découvert qu'une substance chimique pourrait avoir le même effet présente qu'absente. Ce choix en dit long sur la confiance qu'a *Nature* en la qualité des travaux des Français. Un biologiste américain, Walter W. Stewart du National Institute of Health Bethesda USA (à gauche) surveillait ces contre-expériences, faites sous l'œil d'une caméra-vidéo. Les résultats sont dans le numéro de *Nature* du 28 juillet.

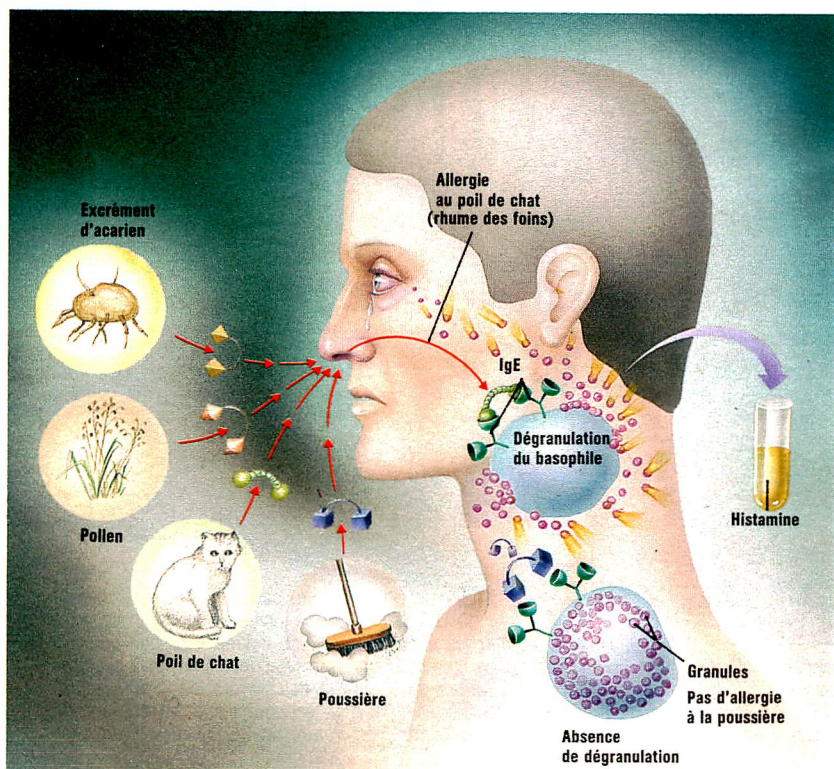
Début juillet, les milieux scientifiques et les publics français, anglais, puis internationaux sont saisis d'une communication publiée dans le numéro du 30 juin de *Nature*, revue britannique dont nous avons maintes fois évoqué l'autorité dans ces colonnes. Le titre de cette communication n'a apparemment pas de quoi susciter le tapage qui a suivi : *Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE*, c'est-à-dire "dégranulation des basophiles humains avec des anticorps anti-IgE très dilués". Ce qui en ressort est cependant des plus singuliers : une dilution dans l'eau, poussée jusqu'au point où il n'y a plus rien du produit originel (jusqu'à 10^{120}), a les mêmes effets que le produit concentré ! C'est l'éternelle rengaine de l'homéopathie, mais elle réapparaît ici sous un jour nouveau. Elle se présente pour la première fois sous les habits de la science, puisque la découverte émane de l'INSERM (Unité 200, Paris-Sud), que les expériences ont été confirmées par quatre laboratoires internationaux et qu'enfin, elle est publiée par *Nature*. On ne peut pas réunir plus de garanties de sérieux. L'homéopathie repose dorénavant sur une base fon-

damentale et s'il reste quelques incrédules, c'est de leur côté qu'il faudra désormais chercher l'irrationnel. Quant au chercheur qui a fait cette découverte, il mérite largement le prix Nobel, car il bouleverse toutes les lois connues de la physique.

Mais, s'il s'avérait que l'expérience en question est un faux (volontaire ou non), on tomberait d'autant plus haut. Les chercheurs responsables se seraient donné d'autant plus de verges pour se faire battre. Et il deviendrait d'autant plus clair que l'homéopathie a besoin d'une tricherie (ou d'une erreur) majeure pour se donner l'allure d'une science.

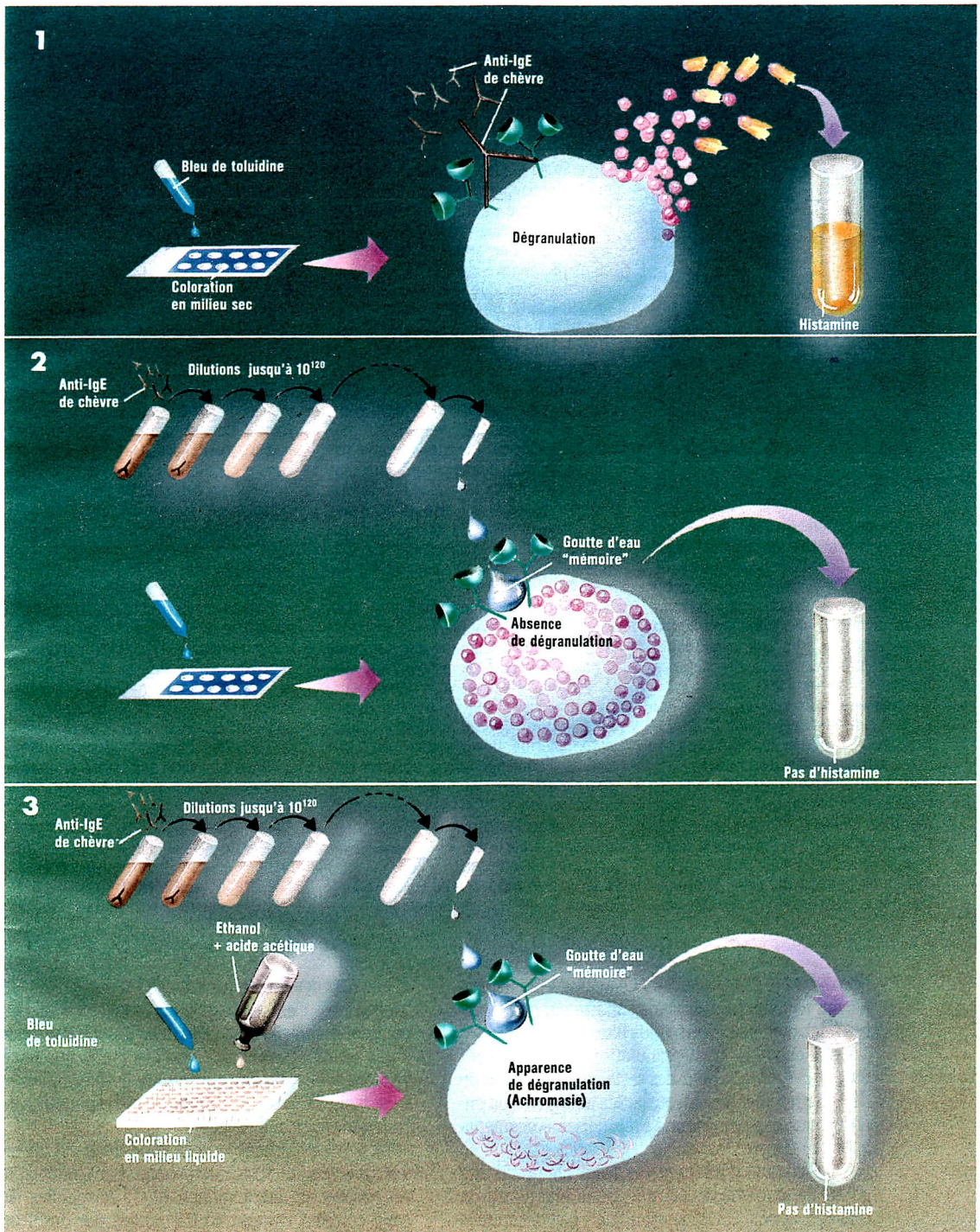
Voyons cela. L'affaire se situe dans le domaine de l'allergologie ou science des allergies. Elle est relativement simple : chez les gens qui souffrent d'allergie, on observe une surproduction anormale d'anticorps appartenant à la classe des immunoglobulines E (IgE). Ces anticorps sont dirigés contre des antigènes (ou allergènes) présents dans l'environnement (acariens, poils d'animaux, pollens, poussières) qui, chez le sujet "normal", n'entraînent pas la production de telles quantités d'IgE. Ces protéines IgE, ont pour caractéristique de se fixer en des points bien déterminés (les récepteurs) de la membrane de cer-

Les recherches faites sur la "mémoire" de l'eau sont du domaine de l'allergologie. L'allergène auquel le sujet est sensible (ici le poil de chat) se lie aux IgE des basophiles du sang qui alors dégranulent. Et c'est l'histamine contenue dans ces granules qui provoque le rhume des foins. Les autres allergènes (poussière, pollen...) n'ont aucun effet.



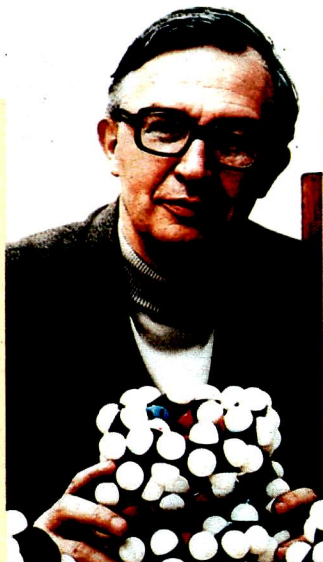
taines cellules comme les globules blancs basophiles du sang. Or, ces basophiles, comme de petits sacs, contiennent des granules qui contiennent eux-mêmes deux substances : une substance analogue à l'héparine, qui est un anticoagulant et un médiateur chimique, l'histamine. C'est cette dernière substance qui provoque la réaction allergique : eczéma, asthme, rhume des foins, etc.

Le mécanisme de la réaction allergique est le suivant : lorsqu'un allergène, comme, par exemple, une poussière, se lie à deux IgE elles-mêmes déjà fixées sur la membrane des basophiles, ces basophiles s'ouvrent et laissent échapper leurs granules dans le sang. L'histamine que contiennent ces granules est libérée ; elle diffuse dans le sang où elle provoque les symptômes allergiques. En même temps que l'histamine, une autre substance est li-



PRÉSENTE OU ABSENTE, UNE MOLÉCULE A-T-ELLE LE MÊME EFFET ?

1- On peut réaliser en laboratoire la dégranulation naturelle avec un allergène. Ici un anticorps de chèvre anti-IgE utilisé à dose pharmacologique. On observe la dégranulation des basophiles (préalablement colorés au bleu de toluidine), par liaison des anti-IgE avec les IgE. L'histamine libérée peut être dosée (10 à 300 nanogrammes). 2- Avec la "mémoire" de l'anticorps de chèvre, toujours selon la même technique, le Pr Leynadier n'a obtenu ni dégranulation ni libération d'histamine. 3- Le Dr Benveniste prétend avoir obtenu la dégranulation. En fait, l'histamine n'a pas été libérée. Il n'y a pas eu dégranulation mais seulement décoloration des granules, provoquée sans doute par l'éthanol et l'acide acétique ajoutés au bleu de toluidine.



Sous le titre "Ces résultats sont très troublants" un quotidien du soir a publié un entretien avec M. Jean-Marie Lehn, professeur à l'université Louis-Pasteur de Strasbourg, prix Nobel de chimie en 1987. Dans le contexte où elles étaient présentées, les déclarations de M. Lehn, faites sur le ton modéré propre à un vrai scientifique, ont pu être comprises par certains comme apportant de l'eau ("dynamisée" bien sûr) au moulin du Dr Benveniste. Nous avons donc demandé au Pr Lehn si une telle interprétation correspondait à sa pensée.

J.M. Lehn. Je pensais avoir été clair, nous a-t-il répondu. "Troublé" ne veut pas dire "ébranlé". Disons donc que j'ai été choqué. J'ai été surpris d'apprendre que divers laboratoires confirmaient un phénomène aussi improbable que le transfert d'information bio-

VOICI CE QUE PENSE VRAIMENT LE Pr JEAN-MARIE LEHN, PRIX NOBEL DE CHIMIE 1987

logique en l'absence des molécules qui la contiennent. Quand on m'a demandé ce que j'en pensais, je venais de lire la communication publiée dans *Nature*. C'est un article fortement documenté, appuyé sur des faits expérimentaux, bien que leur interprétation ne soit pas toujours très claire.

S & V. Mais les résultats sont là. Faut-il les mettre en doute ?

J.M. Lehn. Je ne suis pas en état d'en décider. Je ne peux pas juger de la fiabilité des tests utilisés et je ne connais pas les laboratoires qui les auraient confirmés. Ce que je puis vous dire, c'est que, si une expérimentation m'avait donné de tels résultats, je me serais dit : halte-là ! A quel moment ma manip a-t-elle été faussée ? Quel est le paramètre méthodologique qui m'a échappé, où ai-je commis une erreur ?

S & V. Les résultats publiés ne seraient donc pas fiables ?

J. M. Lehn. C'est la première question à poser. L'hypothèse qui vient d'abord à l'esprit, c'est celle d'une erreur expérimentale. Une vérification interdisciplinaire devrait s'orienter dans cette voie. Je suis d'accord avec Joliot. Si l'effet biologique observé est réel, c'est que, contrairement à ce qu'on a cru, il reste dans le produit expérimenté d'autres molécules que de l'eau. A partir de là, on peut chercher des hypothèses.

S & V. Que pensez-vous des extrapolations selon lesquelles une informa-

tion mémorisée dans des molécules d'eau pourrait un jour, en sens inverse, servir à synthétiser des molécules organiques, voire des organismes entiers ?

J.M. Lehn. C'est du délire.

S & V. Revenons aux résultats publiés. S'ils sont erronés, l'histoire de la Science a-t-elle déjà enregistré des fautes méthodologiques de ce genre ?

J. M. Lehn Sans revenir jusqu'aux rayons N découverts par un physicien de Nancy qui s'était suggestionné au point qu'il réussissait à les observer alors que la source supposée les émettre avait été débranchée à son insu, je rappellerai l'histoire de l'eau anormale. En 1969, un chimiste soviétique annonce qu'en condensant de la vapeur d'eau dans des tubes à quartz de quelques micromètres de diamètre, il a recueilli une eau de consistance sirupeuse, de densité 1,4, se solidifiant à -40° et bouillant à 400°C . D'abord accueillie avec scepticisme, la découverte fut confirmée par divers laboratoires britanniques et américains, notamment par le laboratoire de la société Unilever. Plusieurs études furent publiées sur cette substance étrange, baptisée polywater, eau polymérisée, notamment une étude du physicien Allen, dans les *Chemical Physics Letters* jusqu'à ce que des expériences menées avec plus de rigueur révèlent que la polywater n'existe pas.

Michel Rouzé

bérée dans le sang, la substance analogue à l'héparine, qui va jouer un rôle dans l'affaire qui nous intéresse ici, comme on verra plus bas.

Ce phénomène de dégranulation est mis à profit par les chercheurs pour des tests qui permettent de dépister les allergies, identifier les allergènes ou encore pour expérimenter d'éventuels médicaments anti-allergiques.

Voici en quoi consistent ces tests. On prend une goutte de sang à un malade allergique, on y ajoute un colorant appelé "bleu de toluidine". Les basophiles se colorent en bleu, mais les granules qu'ils contiennent se colorent, eux, exceptionnellement, en rouge, par réaction du bleu de toluidine avec l'héparine qu'ils contiennent. On ajoute alors un micro-échantillon de la substance (pollen, poussière) soupçonnée de provoquer l'allergie chez le malade. Si les granules restent rouges, c'est que la substance soupçonnée est innocente. Si les granules disparaissent

et que tout devient bleu, c'est que les basophiles ont "dégranulé", c'est-à-dire qu'en présence de l'allergène responsable, ils ont libéré dans le sang leurs granules pleins d'histamine. Cette histamine se retrouve alors dans le liquide qui entoure les basophiles et il est facile de la doser. La substance responsable de l'allergie est ainsi trouvée.

La partie colorimétrique de l'opération est observée directement sous microscope. Par exemple, si on observe la dégranulation de 20 basophiles (le sang contient environ 40 basophiles par mm^3) on dira qu'il y a dégranulation à 50 %, etc.

Tout cela est connu depuis longtemps des allergologues. La nouveauté, qui fait l'objet de la communication à *Nature*, c'est que l'équipe française de l'INSERM a d'abord dilué la substance allergène (des anticorps de chèvre anti-IgE obtenus expérimentalement) dans 10^{120} fois son volume d'eau (écrivez 1 suivi de 120 zéros), de telle sorte qu'il ne pouvait plus

rester une seule molécule d'anticorps de chèvre dans les échantillons de leur préparation finale. Mieux encore, les molécules d'eau finales ne pouvaient jamais avoir été en contact avec la substance de départ. Ils ont ensuite refait le test cité plus haut : sang de malade plus bleu de toluidine et puis, cette fois-ci, en guise d'allergène, une goutte d'eau pure extraite de leur dilution ayant à l'origine contenu l'anticorps de chèvre. Et, surprise ! Miracle ! La préparation est devenue toute bleue ! Les basophiles semblaient avoir dégranulé comme s'ils avaient "senti" l'empreinte de l'anticorps de chèvre disparu ! L'eau avait donc une mémoire ! Elle conservait l'empreinte d'une molécule qui n'était plus là ! Toutefois, et de l'aveu même des chercheurs en question, on n'a pas pu trouver d'histamine dans la préparation. La lacune est de taille ! Car s'il y avait vraiment eu dégranulation, l'histamine devait se retrouver. Et s'il n'y a pas vraiment eu dégranulation, il faudra attendre encore un petit peu pour dire que l'eau a une mémoire. Tout ce qu'on peut dire jusque-là est qu'il y a eu une décoloration.

Il semble, donc, que la communication de nos chercheurs ait été un peu hâtive et motivée peut-être par des raisons extra-scientifiques, que nous évoquerons plus loin.

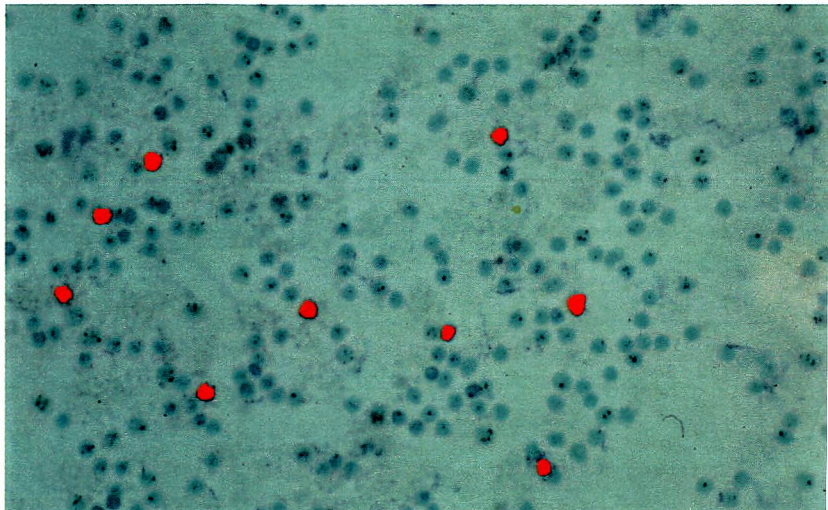
Mais il n'en reste pas moins qu'au stade optique tout au moins, il s'est passé quelque chose d'inhabituel : là où on devait voir du rouge, on n'a vu que du bleu !

Au vu de ce résultat, le rédacteur en chef de *Nature*, M. Maddox, à qui il avait été communiqué depuis quelque deux ans d'ailleurs, a demandé aux auteurs de faire refaire l'expérience par quatre laboratoires internationaux. Ce qui fut fait et M. Maddox a estimé alors qu'il aurait eu mauvaise grâce à en rejeter la publication. Il l'a donc publié, mais en assortissant sa décision d'un éditorial extrêmement circonspect. En effet, au poste qu'il occupe, M. Maddox est bien trop conscient de l'énormité des conclusions de l'équipe française pour ne pas prendre ses distances. La communauté scientifique anglo-saxonne n'est guère plus jobarde qu'une autre, il s'en faut, et ne pouvait admettre qu'une dilution à plusieurs milliards de milliards de milliards, etc. de fois, ait les mêmes effets qu'un produit concentré. Et cela au nom d'une "mémoire de l'eau". De plus, en publiant, Maddox s'était réservé le droit de contrôler lui-même l'expérience. Ce qu'il vient de faire.

Et c'est ici que l'affaire se corse. Elle comporte trois points saillants. Le premier est la contre-

vérification organisée par *Nature*. Maddox n'est guère convaincu, apparemment, même par les essais de laboratoire qu'il a lui-même réclamés, mais qui ont été faits dans des institutions étrangères qui, selon le Pr Jean-Marie Lehn n'ont pas de renom particulier (*voir encadré page ci-contre*). Ces vérifications comportent, en effet, plusieurs singularités : d'abord, c'est la même collaboratrice du labo parisien, Elisabeth Davenas, qui a fait le tour international des laboratoires pour enseigner sa technique aux vérificateurs ; la démarche est hautement inhabituelle : quand on fait faire des vérifications par un tiers, on se tient prudemment à distance pour éviter

Ces petites boules rouges sont des basophiles qui n'ont pas dégranulé. Les cellules bleues sont des basophiles ayant déjà dégranulé, ou d'autres types de globules blancs.



de l'influencer. D'ailleurs, n'importe quel laborantin doit être à même de se familiariser tout seul avec une technique de laboratoire, pourvu que le mode d'emploi soit convenablement rédigé. Grâce au CFEPP (Comité français pour l'étude des phénomènes paranormaux) l'équipe Maddox avait d'ailleurs appris que, contrairement à ce qui a été dit dans la presse, l'expérience en question n'avait jamais été vérifiée par le Pr Charpin de Marseille, mais par un de ses anciens assistants, M. Bellieux, à titre individuel, et que l'Institut Weizmann, en Israël, n'était pas non plus concerné.

Maddox, donc, emmène trois experts à Paris. Le premier a une qualification tout à fait normale, c'est Walter W. Stewart, biologiste au *National Institute of Health*, de Bethesda, Maryland USA. Le choix des deux autres donne la mesure de la foi qu'a Maddox en l'équipe française, car il s'agit du célèbre illusionniste américain, James Randi, l'homme qui a démas-

qué Uri Geller (le tordeur de clefs et de petites cuillers), grand chasseur de charlatans à travers le monde, et de son collaborateur, José Alvarez (dont Randi nous a dit : « il a un œil extraordinaire, aucune tricherie, si infime soit-elle, ne lui échappe »). Pour un contrôle scientifique, le choix de deux prestidigitateurs a de quoi étonner ! Imagine-t-on Randi et Alvarez venir vérifier les expériences de Jean-Marie

En refaisant l'expérience du Dr Benveniste avec une autre technique, l'équipe du Pr Leynadier (ici au premier plan) a démontré que l'eau n'avait aucune "mémoire".



Lehn ou Jean Dausset ? Maddox lui-même est présent et supervise les expériences dans une atmosphère quelque peu survoltée, car les vérifications durent souvent jusqu'à minuit. On apprend par le CFEPP que Mlle Davenas a une recette pour obtenir des résultats "parlants" ; elle ne retient que les bons et écarte les mauvais, sous divers prétextes (15 en tout selon Randi). Ainsi, on rejette un test négatif, en arguant que c'était le sang d'un drogué. Alors pourquoi l'avoir utilisé ? On apprend aussi par le même comité que les expériences, faites cette fois en aveugle devant les quatre vérificateurs, ne sont pas reproductibles et qu'une tricherie délibérée peut sérieusement être soupçonnée. « La régularité des résultats (publiés dans *Nature*), et la possibilité d'obtenir presque systématiquement "un retour à zéro"

qui confirme la périodicité, démontre une perfection d'exécution qui contredit les calculs des statisticiens », nous dit le Dr Bernard Guérin, ancien PDG du laboratoire Stallergènes (nous y reviendrons). Le code utilisé par nos quatre incorruptibles pour réaliser les expériences en aveugle n'est évidemment pas accessible aux chercheurs français. Toutes les opérations en aveugle sont filmées en vidéo. Bref, certains de nos chercheurs doivent méditer aujourd'hui le proverbe hindou : « Il est plus facile de chevaucher un tigre que d'en descendre. »

Le deuxième point saillant de l'affaire est la vérification que nous avons convaincu le Centre d'allergologie de l'hôpital Rothschild (service du Pr Dry) de bien vouloir refaire pour nous. Cette équipe est à l'origine d'une technique différente et beaucoup plus précise de dégranulation, brevetée par les soins de l'Institut Pasteur et commercialisée par la société Diagnostic-Pasteur sous le nom d'Allergolam. C'est le Dr Margarita Murieta, de l'équipe du Pr Leynadier, qui s'est chargée de notre contre-expérience. Sur les échantillons de sang de trois malades allergiques, elle a fait agir des anticorps anti-IgE préalablement soumis à de hautes dilutions. Trois séries de dilutions ont été testées, d'abord de 10^3 à 10^{11} , puis de 10^{33} à 10^{45} , enfin 10^{112} à 10^{120} . Qu'a-t-elle découvert ? Qu'au-delà de 10^8 , c'est-à-dire au-delà des doses pharmacologiques, il n'y eut aucune dégranulation. Les granules apparaissaient bien rouges à l'intérieur des basophiles.

Coloration ou pas, il reste que, dans l'expérience "révolutionnaire"

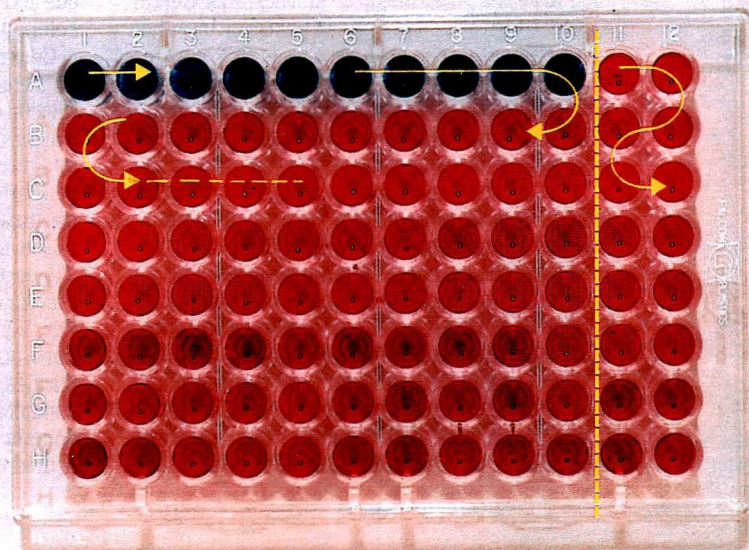
de l'INSERM, on n'a pas trouvé d'histamine. Et que, sans histamine, on ne peut pas parler de dégranulation. M. Francis Beauvais, l'un des chercheurs de l'INSERM, nous l'a confirmé au téléphone et nous a parlé d'"achromasie" (décoloration). Cela, encore une fois, change tout.

De son côté, Mlle Corinne Hieblot, (membre de l'équipe, qui n'a pas signé la communication dans *Nature*, mais à laquelle le Dr Benveniste, qui en est le signataire, adresse nommément ses remerciements) confirme qu'il n'y a pas eu libération d'histamine, et que le titre de *Nature* est donc inexact. Au lieu de "dégranulation" il aurait fallu dire "achromasie", un mot que, précise-t-elle, les lecteurs n'auraient pas compris et qui veut dire ici que les basophiles s'étaient tout simplement, "tout bêtement" décolorés.

LES HOQUETS DE LA "MEMOIRE" DE L'EAU

Selon le Dr Benveniste, même quand il ne reste plus rien de la molécule d'origine (l'anticorps de chèvre), l'eau s'en souvient non pas de manière continue, mais sous forme cyclique. C'est ce que traduisent les variations des pourcentages de dégranulation (décoloration) des basophiles en fonction des dilutions faites au 1/100 (1 volume dans 99 volumes). Les 10 premiers puits de la première rangée correspondent (à raison de deux puits par dilution) aux dilutions de 10^2 à 10^{10} (soit log 2 à log 10), les puits de la seconde rangée aux dilutions de 10^{12} à 10^{20} (log 12 à log 20), les puits de la troisième vont de log 22 à log 30 etc. Voici comment les courbes ont vraisemblablement dû être obtenues.

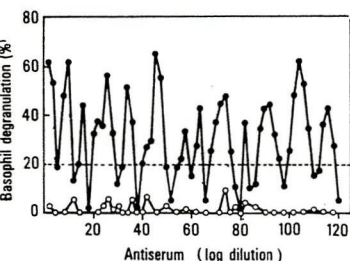
On commence par déposer quelques microgouttes de chacune des dilutions dans les 96 puits d'une "plaque stérile pour microcultures cellulaires", contenant le sang d'un sujet allergique. Puis on colore les échantillons avec une multipipette qui dépose simultanément le colorant dans les 10 premiers puits de la première rangée, les deux derniers étant les puits témoins (eau sans mémoire). Ensuite on



examine au microscope les échantillons prélevés dans chacun des 10 puits (en procédant de gauche à droite). L'échantillon est déposé sur une lame de verre et son examen demande de 4 à 6 minutes, soit 40 min à 1 h pour 10 puits d'une rangée. A cause de son court séjour dans le colorant, la première lame, celle du premier puits, a beaucoup de basophiles, en revanche la dixième lame en a peu, les basophiles ayant été décolorés. Ensuite on passe à la seconde rangée que l'on colore et observe selon la même technique, mais en procédant de droite à gauche Et ainsi de suite jusqu'à la

huitième rangée. Il ne reste plus ensuite qu'à tracer la courbe représentant les pourcentages de dégranulation relevés sur chacune des lames en fonction des dilutions pour obtenir l'effet montagnes russes (courbe du haut).

La courbe du bas représente l'eau censée n'avoir jamais été en contact avec l'anticorps de chèvre : l'eau sans "mémoire". Pour obtenir son tracé plat, on fait appel aux puits témoins (à droite de la plaque stérile) qui, peu nombreux, peuvent être lus rapidement deux par deux. D'où les faibles taux de dégranulation observés.



Sans plus. Passons charitablement sur la flagrante inexactitude du titre, auquel pourtant *Nature* a souscrit, et sur l'in vraisemblable excuse avancée pour son altération. Les lecteurs de *Nature* ne sont pas ceux d'un quelconque courrier du coeur ; ce sont des savants, et le mot "achromasie" leur est aussi bien accessible que celui de "dégranulation". Et puis, mettons-nous à sa place : une communication portant sur une simple achromasie serait passée parfaitement inaperçue !

Mme Claude Burtin, directrice à l'INSERM, Faculté de médecine Necker-Enfants malades, a fait elle-même les dosages d'histamine des échantillons cités, objet de la publication de *Nature* ; elle confirme, elle aussi, l'absence d'histamine dans les préparations.

Le Dr Benveniste, responsable principal de la "découverte" aura beau nous dire par la suite : « Bien sûr qu'il y a eu libération d'histamine, mais tardive », on ne tombera pas dans le panneau car « il y a obligatoirement libération "tardive" d'histamine, quand le basophile décapé par le colorant finit par fuir de partout. Mais cela est normal et ne peut être attribué à la dégranulation », nous a dit le Pr Leynadier.

Une bonne partie de l'opinion n'y a vu que du bleu. Car l'affaire paraît de toute évidence reposer sur une histoire de colorant. « Celui utilisé par les chercheurs et dont la composition est donnée dans *Nature*, est le même que celui d'un test, le Basokit, mis au point par Benveniste. Il contient de l'alcool et de l'acide acétique » nous dit le Dr Bernard Guérin (déjà cité). Ce test était commercialisé jusqu'en 1982

par le laboratoire Stallergènes (filiale de Mérieux), époque à laquelle il fut retiré du commerce "dans un souci d'honnêteté scientifique", comme il est dit dans la *Presse Médicale* du 25 juin 83. Le Dr Guérin ajoute : « Ce test était peu précis, puisqu'on mesurait une différence de comptage de plus de 20 % entre les témoins. Et encore, dans le cas d'essais réalisés avec beaucoup de soins. » Mme Danièle Lelièvre, qui travaille toujours dans le laboratoire Stallergènes et qui a pratiqué le Basokit pendant quatre ans, nous a dit : « La première lame est facile à interpréter mais les lames suivantes ne le sont plus, car le colorant s'attaque aux basophiles. » Le Basokit fut ensuite commercialisé sous le nom TDBH par la société Yris (?) dirigée par M. Jean Sainte Laudy, cosignataire de l'article de *Nature*. On s'étonne que le test soit encore remboursé par la Sécurité sociale.

C'est l'emploi de ce colorant qui pourrait expliquer la décoloration des basophiles mais aussi le fait que le pourcentage de basophiles bleus (apparemment dégranulés) évolue de manière cyclique, en

serait-ce que par une petite note en bas de page, la panne de mémoire de plusieurs mois dont fut victime l'eau dans les années 84-86, (car il y a longtemps que le Dr Benveniste est sur la piste). Essayait-on un colorant moins favorable ?

Comment l'ensemble de la presse et la TV a-t-elle pu s'enthousiasmer à ce point pour cette affaire. Chacun est certes excusable de ne pas tout savoir et d'avoir confiance en ceux qui savent, mais ce n'est tout de même pas une excuse pour ne pas laisser un peu parler le bon sens ! Car, sans qu'il soit besoin d'être grand clerc, le bon sens dit ceci : si Benveniste a raison et qu'un verre d'eau conserve la mémoire d'une molécule qu'il a vu passer, pourquoi donc conserverait-il la mémoire d'une molécule privilégiée ? Car l'eau de ce verre, elle a passé par des canalisations, où elle a accroché de la rouille, et avant d'être purifiée, elle a vu des bactéries, des polluants, des métaux lourds, des limons. Combien de temps dure donc la fameuse "mémoire" ? Cinq secondes, cinq heures, cinq millénaires ? Comme l'eau de la planète

est constamment recyclée et que nous buvons la même eau que Charlemagne et, avant lui, l'Homme de Cro-Magnon, chaque goutte d'eau pure serait, à elle seule, une page d'Histoire !

Qu'importe, le clou était enfoncé et le public a fait confiance aux dieux de miracles.

Le dernier point est peut-être le plus grave. Il y a lieu de rechercher s'il n'y aurait pas des causes à la frappante coïncidence entre la publication des travaux de Benveniste et l'action publicitaire des Laboratoires Boiron-LHF, spécialisés dans l'homéopathie. Ce n'est certes pas une suspicion gratuite qui nous anime : tous les signataires de la publication de *Nature*, à l'exception de Benveniste et de Beauvais, étaient payés directement par les laboratoires en question. Certes, il est tout à fait loisible et même sou-

haitable qu'une firme pharmaceutique privée finance des recherches pharmacologiques mais elles ne doivent pas servir à rehabiler de vieilles croyances aux dépens de la science véritable.

Il est malgré tout un peu gênant pour la délicatesse de la science que nos découvreurs aient annoncé fin mai au Congrès national d'homéopathie, à Strasbourg, que *Nature* allait publier ces travaux, juste après une campagne publicitaire des Laboratoires Boiron-LHF, et il est également un peu surprenant que des journalistes d'un quotidien du soir aient eu communication privilégiée des travaux de *Nature* avant la sortie du numéro où ceux-ci se trou-

UN LYSSENKISME RAMPANT ?

Un grand battage publicitaire s'est fait autour de la soi-disant "découverte" d'un Dr Benveniste, qui affirme avoir trouvé ni plus ni moins qu'une autre pierre philosophale, concernant la mémoire des molécules d'eau pour des substances qui auraient été disséminées en quantité infime avant de disparaître totalement de ce milieu liquide.

Il ne peut s'agir, à notre avis, que d'une autosuggestion expérimentale collective ou de truquages techniques dignes du lyszenkisme. En effet, affirmer que l'on peut provoquer des réactions moléculaires en l'absence justement des molécules sensées les produire, est tout aussi "scientifique" qu'une "histoire" de fantômes.

Si à l'Est — l'affaire Lyssenko l'a

prouvé — la science devait servir de béquille au marxisme-léninisme, en Occident, la science semble devenue une béquille pour le "Veau d'or" ou pour des superstitions plus ou moins vulgaires.

Loin de nous l'idée de nous laisser guider par un scientisme étroit ; l'on ne peut guère éliminer a priori aucun phénomène correctement observé — et observable en des répétitions successives et rigoureuses — du domaine scientifique. Mais, en bonne logique scientifique, c'est à celui qui affirme avoir trouvé du nouveau qu'incombe la charge de le prouver d'une manière irréfutable.

Denis Buican

Prà l'université de Paris X - Nanterre

Dr d'Etat ès Sciences Naturelles

Dr d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines

montagnes russes, en fonction des dilutions, donnent ainsi l'impression que la "mémoire" a des hoquets. Expliquons-nous : si l'on prend une série d'échantillons de sang, le premier échantillon examiné aura tous ses basophiles avec des granules bien rouges (le colorant toxique n'a pas eu le temps de les ronger), le second échantillon aura, lui, déjà quelques basophiles décolorés, le troisième en aura encore davantage, et ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on passe à l'examen d'une nouvelle série d'échantillons (*voir encadré p. 17*). A ce stade se place un événement cocasse. On aurait aimé que nos chercheurs, par souci de rigueur scientifique, nous expliquent, ne

vaient. Tout comme il est singulier que, le lendemain même, 1^{er} juillet, les journalistes aient reçu un gros dossier de presse sur la communication révolutionnaire en question. Tout se passe comme si l'affaire avait été organisée de longue date. Sans doute avons-nous bien des scrupules, mais enfin, on eut pu attendre que ces étonnants travaux eussent fait l'objet de vérifications et de contre-expertises, comme cela se fait normalement. Et puis, l'introduction en Bourse des actions Boiron-LHF n'aurait-elle pas suivi d'un peu trop près cette mirifique publication ?

Enfin, la recherche française ne va-t-elle pas souffrir de l'aventure ? Car la méthode de "dégranulation" des basophiles selon Benveniste est déjà connue depuis longtemps pour avoir proclamé des résultats, plus modestes il est vrai, qui se sont tous révélés faux. C'est avec cette méthode qu'il avait "démonstré" l'effet des oeufs de caille sur l'allergie, l'effet d'un extrait homéopathique sur l'allergie, la possibilité de diagnostiquer les allergies aux anesthésiques locaux, toutes découvertes qui furent toujours démenties par la suite. Pourquoi alors persister à accorder tant de crédit à un chercheur que Walter W. Stewart, le biologiste américain convoqué par Maddox pour la contre-expérience, a très vite jugé « comme un croyant qui croit voir ce qu'il veut voir, non pas comme un chercheur classique » ? Et à qui l'illusionniste James Randi a d'ailleurs rendu cette justice : « Je suis persuadé qu'il croit vraiment à ce qu'il dit ».

La chance a voulu, cette fois-ci, que le monde scientifique réagisse rapidement. Mais l'affaire aurait aussi pu traîner en longueur, au grand dam de la vérité. On l'a vu dans une affaire aussi échevelée, celle de l'eau polymérisée (*voir encadré p. 14*). Or il ne fallut pas moins de 11 ans pour démontrer qu'il s'agissait d'une erreur. Gageons, en passant, que s'il y a démenti dans l'affaire Benveniste, les médias français, TV en tête, qui avaient porté la "mémoire de l'eau" aux nues, n'en souffleront pas mot ! Ce qui fait que la mémoire de l'eau restera un fait acquis par les tenants de l'homéopathie. Le tour sera ainsi joué et gagné, quoi qu'il arrive.

On peut se demander enfin si *Nature* se prêterait

L'AUTO-MAGIQUE DU Dr BENVENISTE

Vendredi 1^{er} juillet 1988, autéléphone.

Pierre Rossion — Allo ! Le Dr Benveniste ?

Jacques Benveniste — Non, ici le Pr Lyssenko.

P.R. — Je ne plaisante pas, je voudrais avoir des explications sur vos travaux.

J.B. — C'est pourtant vous, qui en 1985, m'avez baptisé le "nouveau Lyssenko". Vous avez commis là une grave erreur de jugement. Vous devriez savoir que je suis le chercheur le plus important au monde et le plus

invité dans les colloques. J'espère que vous allez rectifier le tir et écrire enfin un article digne de *Science & Vie*.

Interrogé sur l'étrangeté de sa théorie, le Dr Benveniste ne se démonte pas pour autant et offre même une image pour concrétiser le phénomène : « La procédure utilisée s'apparente à celle qui ferait agiter dans la Seine, au Pont-Neuf, la clé d'une automobiliste puis recueillir au Havre quelques gouttes d'eau pour faire démarrer la même automobiliste.



trop aisément aux élucubrations de certains. On serait plutôt tenté d'imaginer que, comme le disait le grand patron de presse Pierre Lazareff, une fausse nouvelle vaut mieux qu'une vraie, parce qu'elle donne lieu à deux articles au lieu d'un seul : une annonce et un démenti. Mais cette méthode aura eu un avantage. Ni Maddox, ni personne n'aurait pu opérer la vérification des dires de Benveniste si la publication n'avait pas été la monnaie d'échange qui l'a permise.

Pierre Rossion

(1) Baliverne lamentable à l'usage réservé des gogos.

(2) Et dont le Dr Benveniste était membre du Conseil d'administration, tout au moins en 1985 (voir *S & V* n° 816).

SOMMES-NOUS MANIPULÉS PAR LA "PUB INVISIBLE"?

Une image fugitive peut-elle modifier notre comportement ? Des neurophysiologistes se sont attachés à savoir comment, pour qui et pendant combien de temps. Les militaires aussi s'intéressent au phénomène.

Le subliminal est-il une baudruche ou un outil méconnu de propagande ? Il y a trois mois, juste avant les élections, l'image, jusqu'alors inaperçue, du président de la République dans le générique d'A2, fait ressurgir cette question à laquelle personne n'a donné de réponse ferme depuis une vingtaine d'années qu'elle se pose. L'image en question passait dix fois de suite, c'est-à-dire près d'une demi-seconde, avec une faible luminosité; elle était vue, mais sa vision se situait au-dessous du seuil de la conscience, d'où l'adjectif subliminal qu'on lui a accolé. Sub, sous, et liminal, du seuil.

Or, il existe des raisons de soupçonner, mais seulement de soupçonner pour le moment, que les images subliminales peuvent être enregistrées inconsciemment. Exemples : en 1956, dans une salle de cinéma du New Jersey, à Fort Lee, durant la projection du film *Picnic*, on projeta en surimpression des incitations ultra-fugitives (1/3000 de seconde), « *Eat pop corn* » (mangez du pop corn) ou « *Drink Coca Cola* ». L'expérience fut poursuivie 6 semaines et les ventes de Coca Cola et de pop-corn augmentèrent substantiellement, selon la firme newyorkaise responsable de l'opération, *Subliminal Projection Co*, qui voulait l'exploiter en publicité. Cette affaire fit grand bruit, mais personne ne vérifia scientifiquement l'efficacité du procédé.

L'année suivante, la télévision s'y mit ; une station de l'Etat du Maine, WTWO, se lança, à titre d'expérience, dans le subliminal. La phrase « *If you have seen this message, write WTWO* » (si vous avez vu ce message, écrivez à WTWO) fut injectée sur l'écran durant 1/80 de seconde, toutes les 11 secondes. L'expérience dura deux semaines, mais n'entraîna pas, selon la station, une augmentation du courrier. Même échec d'une autre expérience, en 1958 et d'une durée de 5 semaines celle-là, à Bloomington dans l'Indiana, sur les ondes de WTTV.

Plusieurs stations de radio diffusèrent aussi des messages subliminaux, mais les auditeurs, qui avaient l'ouïe plus fine qu'on s'y attendait, entendirent clairement les sons chuchotés et affaiblis.

Pas de preuves, donc, mais de l'indignation. On parla de "viol des consciences", de manipulation occulte des masses, dans le goût du roman 1984 de Georges Orwell, etc. Le subliminal fut interdit aux Etats-Unis. Ce qui n'empêcha pas totalement la récidence. Peu avant Noël 1973, un fabricant de jeux de société, Husker Du, passa outre et diffusa à l'échelon national une publicité destinée surtout aux enfants, « *Get it !* » (Il te le faut !). On ignore le résultat. En Europe aussi, on s'y mit : il y eut quelques expériences, à la BBC et sur notre unique chaîne de télévision. Qui se souvient aujourd'hui de la marguerite invisible du producteur Jean Thévenot, qui s'incrusta sur nos petits écrans en 1956 ? 1 674 téléspectateurs sur les 1 704 qui répondirent, surent pourtant la décrire ! Au cours de la même émission, Jean Thévenot avait diffusé une autre image subliminale, précisant la manière dont il fallait rédiger l'enveloppe-réponse, dans le sens vertical au lieu du sens horizontal habituel. 143 téléspectateurs seulement libellèrent leur réponse de cette façon inusuelle, mais sans pouvoir l'expliquer. En France, plus récemment, en mars 86, la station de radio Skyrock aurait utilisé la même méthode pour inciter, entre autres, les auditeurs à renoncer au tabac. Résultats évidemment inconnus.

On parle aussi de photos truquées, notamment pour des publicités d'alcool où, dans le reflet des glaçons, se lovraient des couples enlacés et d'autres symboles sexuels, dont Wilson Bryan Key, un "professeur de communication" canadien, prétend avoir repéré plus de 1 000 exemples.

Les publicitaires français tout au moins sont réservés à l'égard de cette diabolique méthode. « Ca fait partie des mythes et les publicitaires ne s'y

intéressent pas », déclare François Embs, directeur de la recherche chez J. Walter Thompson. Etienne Chatilliez, réalisateur du film *La vie est un long fleuve tranquille* et amateur d'innovations, n'est pas plus enthousiasmé : « En quinze ans de métier, je ne me suis jamais intéressé à l'image subliminale ».

Il existe toutefois quelques bases scientifiques pour aborder ce domaine brumeux. Toute excitation ou stimulus d'un organe sensoriel se définit par un niveau d'énergie. Ce niveau peut être déterminé par l'intensité des vibrations sonores, par exemple, ou leur fréquence. Selon le Britannique, Norman Dixon, qui s'y est beaucoup intéressé et qui y croit, il existerait trois niveaux critiques qui modifient la perception ou la réaction d'un sujet vis-à-vis d'un stimulus :

- le seuil de perception consciente ;
- le seuil absolu de perception consciente ;
- le seuil physiologique.

Au-dessus du seuil de perception consciente, le stimulus est assez fort pour que le sujet soit parfaitement conscient de sa présence et puisse témoigner de cette perception. Mais ce seuil peut varier d'un sujet à l'autre, voire d'un moment à l'autre chez un même sujet, en fonction de l'âge, de la fatigue, du degré d'attention ou de la présence simultanée d'autres stimuli (*voir dessin p. 27*).

Entre le seuil de perception consciente et le seuil absolu, le stimulus n'est pas assez fort pour que le sujet soit spontanément conscient de sa présence, mais il demeure suffisamment intense pour que le sujet en devienne conscient si on attire son attention ou si son niveau de vigilance s'accroît. Lorsqu'on parle avec quelqu'un, on peut ne pas entendre le tic-tac d'une horloge ; si on attirait notre attention dessus, on en prendrait aussitôt conscience. Selon Dixon, ce seuil correspond au plus faible niveau d'énergie d'un stimulus que le sujet puisse rapporter, entendre ou voir. Bien qu'il y ait moins de différences entre les sujets qu'avec le seuil de perception consciente, ce niveau reste variable d'un individu à l'autre. L'image de M.Mitterrand se serait située dans cette zone-là.



Sur ces trois photos tirées d'un film d'horreur américain, *Mon univers meurt en hurlant*, la tête de mort et le mot *blood* (sang) sont des exemples d'images subliminales, projetées trop rapidement pour que l'esprit en ait conscience, mais destinées à accentuer l'angoisse du spectateur.

Entre le seuil absolu de perception consciente et le seuil physiologique, les stimuli sont trop faibles pour être perçus consciemment, que ce soit à l'instant où se situe la perception ou après. Selon Dixon et selon certaines expériences qui semblent lui donner raison, ces stimuli trop faibles pour que nous en ayons conscience, provoqueraient néanmoins des réponses sensorielles et neuronales parfois respon-

VOTRE CERVEAU VOUS MANIPULE...



Que voyez-vous ? Un rat ou le visage d'un homme avec des lunettes ? Il suffit de présenter préalablement au sujet des images d'animaux pour qu'il ne voit que le rat. Si on lui avait montré des visages, c'est la seconde solution qui aurait prévalu.

TAE CAT

Il faut appeler un chat un chat ! Suivant le contexte, un même signe peut être analysé différemment par le cerveau. Un ordinateur pourra-t-il jamais arriver à cette performance ?

sables d'un effet psychologique ou d'une modification du comportement qui prouvent que notre organisme les a perçues, à notre insu. Ils possèderaient suffisamment d'énergie pour être captés par nos organes sensoriels et produire une réponse inconsciente, mais insuffisante pour déclencher une représentation consciente. Il devient donc impossible à l'individu d'intervenir sur la réponse au moyen de ses processus intellectuels conscients.

C'est dans cette zone, à l'évidence, que se situerait la perception subliminale au sens strict du terme. Elle peut déborder dans la zone située entre le seuil absolu de perception consciente et le seuil de perception consciente, en fonction du niveau d'attention.

Et en dessous du seuil physiologique ? L'intensité des stimuli est trop faible pour entraîner une quelconque réponse sensorielle. Les techniques les plus couramment utilisées pour produire une stimulation subliminale jouent donc sur la durée ou l'intensité du stimulus.

Existe-t-il une technique du subliminal ? En l'état actuel des connaissances, les variations du niveau d'attention selon l'état et l'âge semblent interdire, comme on l'a vu plus haut, la mise au point d'une grille universelle, qui permettrait de dire, par exemple, qu'à une fréquence donnée d'images d'une durée donnée, on obtient une réaction déterminée.

Toutefois, il existe des approches techniques.

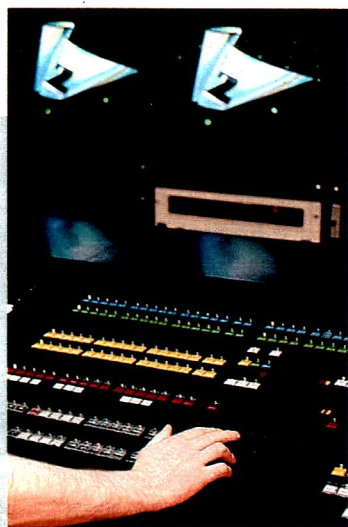
Au cinéma, les films sont diffusés au rythme de 24 images fixes par seconde (*), jouant sur la persistance de la sensation lumineuse sur la rétine, qui est de 1/15 de seconde, pour recréer l'illusion du mouvement. Il suffit d'intercaler une 25^e image pour créer un stimulus subliminal, au sens large du terme puisque l'attention d'un opérateur la repère. Une autre possibilité consiste à projeter des flashes ultra-rapides sur l'écran à la vitesse de 1/3000 de seconde à l'aide d'un tachistoscope. Il s'agit alors d'image subliminale au sens strict.

Il existe également des méthodes de vérification de l'efficacité des incitations subliminales. Elles sont fondées sur le fait que, dans notre vie quotidienne, nous nous trouvons très fréquemment dans des situations qui nous font réagir de façon automatique, sans que nous en soyons clairement conscients. Ainsi, marchons-nous, descendons-nous un escalier, enjambons-nous un obstacle sans nous en rendre compte la plupart du temps. Selon Derrick de Kerckhove, spécialiste à l'université de Toronto d'une nouvelle discipline appelée "recherche neuro-culturelle", tout ce qui reste en arrière-plan dans notre environnement serait subliminal (au sens large).

Un des tests de vérification de ce que l'on pourrait appeler la "qualité subliminale", consiste à projeter sur un écran le dessin d'un visage ou d'un personnage, le plus neutre possible, afin de ne pas influencer le spectateur. Or, lorsqu'on insère dans cette projection, en flashes subliminaux à des vitesses de 1/1000 de seconde, des mots chargés de signification, comme "amour" ou "haine", ou encore "heureux" ou "agressif", les spectateurs sont influencés par ces mots qu'ils n'ont pourtant pas conscience d'avoir vus, et ils y recourent pour dépeindre le caractère du personnage. Idem, lorsque l'image subliminale représente le même personnage dans des attitudes agressives ou pacifiques.

Une autre expérience, plus décisive encore, permet de mesurer la réponse des spectateurs. Ainsi, pour déclencher une réponse physiologique mesurable, des chercheurs ont infligé à des sujets une décharge électrique (légère) chaque fois qu'ils projetaient, de façon visible, un certain nombre de mots séparés. Ce traitement déclenche une baisse de conductivité thermique, parfaitement mesurable sur la peau du spectateur. Or, chaque fois que les expérimentateurs ont par la suite projeté ces mots-là, mélangés à d'autres, à des vitesses subliminales, la même réaction physiologique s'est produite, alors qu'elle n'avait pas lieu avec les mots témoins. Le même phénomène était d'ailleurs reproductible, sans choc électrique, lorsqu'on utilisait des mots obscènes.

*1) Pour des raisons techniques, la télévision passe 25 images par seconde.



HISTOIRE D'UN GÉNÉRIQUE

Voici comment a été réalisé le générique d'A2 qui a relancé la polémique sur la perception subliminale. 1 - On fabrique les images de synthèse du sigle à l'aide d'un appareil, le Bosch FGS-4500, d'abord un trait, puis un volume, des couleurs et enfin le mouvement. Ensuite on utilise un procédé nommé *mapping reflexion* pour donner au sigle un reflet métallique. 2 - Avec un table de montage classique, on assemble bout à bout un peu plus de 200 images sur 45 sujets tirés de films d'actualités fournis par l'A2, dont 10 photos de M. Mitterrand. 3 - On isole le "2" des images de synthèse et on y injecte le mon-

tage. Entre autres et dans l'ordre : un avion, une foule avec des drapeaux, un défilé, une main qui compte des dollars, la Terre vue d'un satellite, M. Mitterrand, un sous-marin, une pyramide d'Egypte, des armes en gros plan, des soldats à bord d'un véhicule... 4 - On mixe enfin ces images et les images de synthèse du générique. Le fait que l'image du président de la République arrive juste au moment où le "2" est de face et qu'elle s'y incruste plus longtemps que les autres images, est-il le fait du hasard ou d'une volonté délibérée de la part du réalisateur américain David Nyles ?



Un chercheur britannique, Anthony Marcel, a effectué une autre vérification encore de l'efficacité du subliminal. Travaillant sur les mécanismes du langage, il a présenté à un sujet un mot sur un écran durant quelques millisecondes, par exemple le mot AVEC. Il l'a fait suivre d'une image appelée "masque" représentant, par exemple, des damiers de couleurs et destinée à effacer l'image précédente dans l'esprit du sujet. Le sujet devient alors incapable de dire si on lui a, ou non, présenté un mot. Mais si après le "masque", on lui demande d'appuyer sur un bouton dès qu'il voit un mot, la vitesse de reconnaissance est plus rapide si ce mot est AVEC et non BATEAU, par exemple, c'est-à-dire si ce mot est identique au premier. Le même processus se vérifie lorsqu'on fait suivre le premier mot, par exemple CHAISE, d'un mot qui peut lui être associé comme TABLE. TABLE sera reconnu plus vite que NUAGE par exemple, qui n'a guère de relation avec une chaise !

Dans le domaine des sons, des expériences menées aux Etats-Unis, par Thomas J. Ayres et T. Dean Clark, semblent aller dans le même sens. Un son de 800 Hz est envoyé par des écouteurs vers l'une des oreilles d'un individu, à un niveau apparemment inaudible et que le sujet dit ne pas entendre. Or, si on envoie au sujet un son de même fréquence, mais à un niveau audible dans l'autre oreille, il est

capable de détecter des changements de phase entre les deux ; ce qui démontre qu'il perçoit, sans en avoir conscience, le son inaudible. Et aussi qu'il semble avoir besoin d'un repère audible pour détecter un son paraissant inaudible.

Ces expériences tendent à montrer que nous sommes capables de percevoir des messages subliminaux sonores ou visuels. Quant à mesurer leurs effets, et conclure qu'il y a une possibilité de modification durable du comportement conscient par l'intermédiaire de sensations subliminales, il y a là un pas que personne n'a franchi.

Les neurophysiologistes ont établi que nos systèmes de perception, particulièrement performants, sont équipés pour traiter des milliers d'unités d'information par seconde, facilitant grandement la tâche de nos systèmes de reconnaissance perceptive, moins rapides, qui ne peuvent en traiter que 2 à 3 par seconde en toute conscience.

Notre organisme reçoit en permanence du monde extérieur différentes formes d'énergie lumineuse, mécanique, thermique... Certaines cellules se sont spécialisées et sont devenues sensibles à une forme d'énergie donnée, jouant le rôle de capteurs. Ainsi, la rétine de l'oeil est formée d'une mosaïque de quelque 150 millions de cellules photoréceptrices, sensibles à l'énergie lumineuse. Ces cellules codent l'énergie lumineuse qu'elles reçoivent

et la transforment en impulsions électriques appelées "potentiels d'action". Plus l'intensité d'un stimulus lumineux sera forte, plus la fréquence des potentiels d'action sera élevée, c'est-à-dire que leur nombre augmentera dans le même laps de temps.

Les mécanismes de la vision, encore incomplètement analysés, sont ceux dont on dégage le mieux le fonctionnement. En réalité, nous voyons avec notre cerveau et non avec nos yeux. L'œil n'est que la porte d'entrée des images qui sont ensuite analysées par notre cerveau. Le décodage implique une démarche active, volontaire ou non, contrôlée ou pas. Ensuite, les objets donnent lieu à des processus mentaux de filtrage et de tri.

L'image, codée sous forme d'impulsion électrique, est donc transmise jusqu'aux régions cérébrales correspondant à la vision. Simon Thorpe, chercheur à l'Institut Pierre et Marie Curie, s'est longue-

ment penché sur la question. « Lorsqu'on feuillette un magazine, explique-t-il, la partie visuelle de notre cerveau est très active. Nous pouvons identifier et mémoriser ou non les images. Le système visuel est, en effet, capable de traiter des images sans stocker d'informations. » Selon lui, nous sommes capables d'enregistrer au moins 100 000 "étiquettes" (objets, décors, scènes...) dont près d'un millier de visages dans ce qu'il nomme notre "iconothèque". Notre banque d'images en quelque sorte.

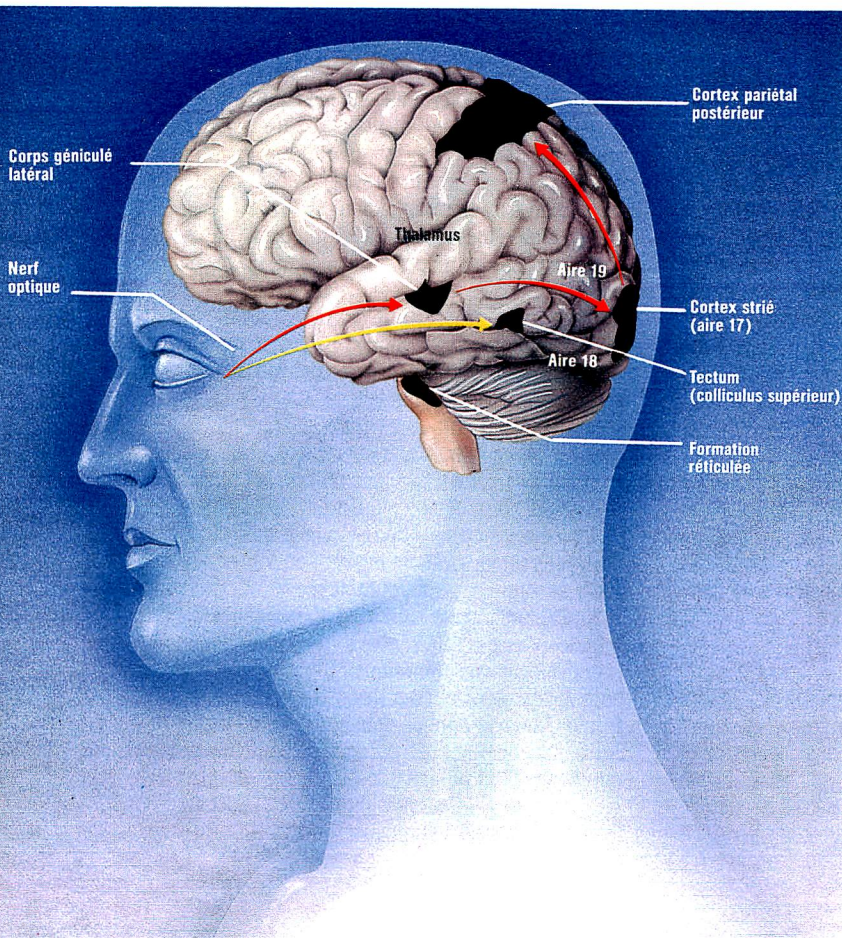
Pour identifier un objet, il nous suffit de 100 millisecondes ; même si cet objet ne nous est présenté que durant 10 à 15 millisecondes, notre cerveau continuant de traiter l'information après la disparition de l'objet. Cette performance est réalisée dans le cadre d'une expérience où l'attention du sujet empêche l'image d'être subliminale. S'il ne la guettait pas, il ne la verrait pas.

Les neurophysiologistes restent généralement très réservés quant à la perception des images subliminales. C'est en effet un processus dont on ne connaît pas les mécanismes. Peut-on essayer, tout de même, de bâtir quelques hypothèses à partir de ce que nous savons du cheminement de l'information dans le cerveau ?

De la rétine, l'information perçue et codée par les neurones concernés, est véhiculée à travers un million environ de fibres du nerf optique jusqu'aux centres cérébraux. Le nerf optique se divise en deux grandes voies conduisant vers deux régions séparées du cerveau qui n'ont pas les mêmes fonctions. Le premier circuit, appelé "géniculé-strié", est le plus important chez l'homme. Il permet l'analyse du monde visible par l'identification des objets. Formes, couleurs, profondeurs y sont estimées. Les messages qui y circulent s'arrêtent d'abord dans un relais situé dans le thalamus et appelé "corps géniculé laté-

Les circuits qu'emprunterait le message subliminal.

L'image qui frappe la rétine est codée puis acheminée par le nerf optique vers le cerveau. Mais l'information suit simultanément deux voies différentes: la première (en rouge) mène à l'identification des objets, la seconde (en jaune) à leur localisation. La perception subliminale pourrait-elle emprunter ce second circuit? Par ailleurs, certains chercheurs évoquent le rôle important que pourrait jouer dans la perception subliminale la formation réticulée qui reçoit également des impulsions à partir du nerf optique (voir texte ci-contre).



ral", sorte d'amas de cellules nerveuses dont les extensions principales, appelées axones, se prolongent jusqu'à la surface du cerveau dans le cortex strié (*voir dessin page 24*).

Cette zone, appelée aussi aire 17 ou V1, qui se situe dans la partie postérieure du cortex, effectue la première analyse corticale de l'information visuelle, avant que les deux aires dites 18 et 19, situées immédiatement en aval, se livrent à d'autres traitements. L'information peut ensuite être dirigée vers une autre zone, le cortex pariétal postérieur, qui semble primordiale en ce qui concerne l'attention visuelle, ou passer par des aires temporales plus spécialisées. Dans une zone bien particulière du cerveau, il y a ainsi des neurones travaillant préférentiellement à la reconnaissance des visages.

Le deuxième circuit emprunté, appelé "rétino-tectal", est chargé de localiser les objets, de repérer les lieux, les positions. Les fibres du nerf optique qui en font partie aboutissent à une région située en-dessous du cortex et du corps géniculé, au niveau des tubercules quadrijumeaux antérieurs : le tectum ou colliculus supérieur, considéré généralement comme une structure du cerveau plus ancienne que le cortex, dans la théorie de l'évolution des espèces. Ainsi, chez les poissons ou les batraciens, il joue le rôle principal pour la vision.

Ce circuit, plus primaire que l'autre, pourrait-il intervenir dans la perception subliminale ? En l'absence de stimuli assez puissants pour accéder à nos circuits supérieurs, retrouverait-on l'usage de circuits désormais inutiles pour l'homme, mais dont le traitement serait plus rapide que celui effectué par le cortex ?

Si le traitement par le système rétino-tectal s'avère effectivement plus rapide, il est aussi beaucoup moins sophistiqué. Le passage par le cortex entraîne une perception consciente, ce qui n'est pas le cas par le tectum, insuffisamment équipé pour traiter correctement une image, ce qui ne lui conférerait sans doute pas une grande efficacité quant à la perception inconsciente de cette image.

Ce résumé ne reflète pas l'entière réalité. En effet, les deux circuits ne sont pas aussi schématiques. Le fonctionnement de la vision est beaucoup plus complexe. Des milliards et des milliards de neurones travaillent en même temps. Les différentes opérations s'effectuent de façon parallèle, tandis que des circuits en boucle compliquent encore l'ensemble. On ne sait pas tout sur la multiplicité des connexions.

Si bien que les informations qui ont emprunté la voie du tectum, moins noble, peuvent tout de même passer ensuite par le thalamus, vers des aires corticales plus lointaines. Serait-ce suffisant pour rendre efficace les images subliminales ?

Dans l'éventualité où un message subliminal emprunterait la voie royale, celle du circuit géniculé-

strié, comment expliquer qu'il puisse échapper à la conscience ? Cela indiquerait-il que certaines étapes peuvent être "brûlées" lorsque la stimulation est trop faible ?

Des observations faites sur des patients qui souffrent d'une lésion des régions les plus postérieures du cortex, sont troublantes. Les patients déclarent être aveugles dans la partie de leur champ visuel correspondant à la zone lésée. Or, lorsque grâce à un protocole bien établi, on leur présente des objets qu'ils déclarent ne pas voir, ils arrivent à les montrer du doigt, croyant en toute bonne foi répondre au hasard. Cette vision, impliquant des circuits sous-corticaux, a toutefois des limites puisque le patient ne peut identifier l'objet.

Dixon émet une autre théorie. Il propose un modèle neurophysiologique reposant sur l'interaction des aires corticales sensorielles et d'une autre zone, la formation réticulée, pièce maîtresse du "système activateur" qui régule les conduites de l'individu, du sommeil à l'émotion.

La formation réticulée, un amas de tissu nerveux de la taille du petit doigt, se trouve à l'intérieur du tronc cérébral qui prolonge la moelle épinière. Les fibres du nerf optique qui partent décidément dans plusieurs directions, émettent des dérivations qui aboutissent à cette formation, contribuant de façon quantitative à l'activité électrique de cette dernière. Les signaux électriques qui y circulent, n'y restent pas confinés. Ils vont stimuler l'ensemble du cortex cérébral, lui assurant un "tonus cortical".

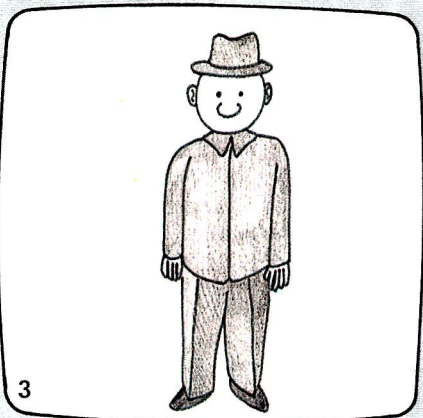
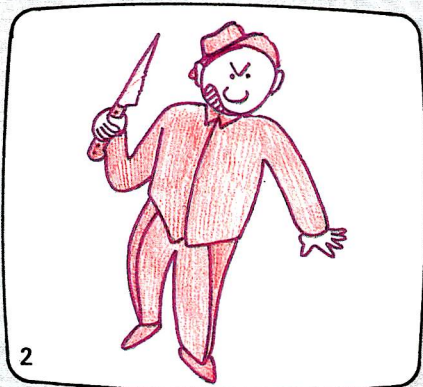
Selon Dixon, donc, la représentation consciente d'un stimulus sensoriel dépend non seulement de l'arrivée de l'information vers les aires corticales spécialisées, mais aussi d'un degré minimum d'activation corticale, mise en branle par la formation réticulée.

L'analyse de l'information demeurerait non représentée consciemment, tant que la formation réticulée n'aurait pas produit une activation corticale minimale. Or, cette activation peut faire défaut en raison de l'énergie trop faible d'un stimulus, cette dernière restant toutefois suffisante pour susciter une analyse non consciente par le cortex, les voies y acheminant l'information étant plus rapides que celles qui mènent au corps réticulé.

Dixon propose encore une autre hypothèse qui pourrait être complémentaire de la première. Ayant constaté une différence de vigilance entre l'hémisphère droit du cerveau, non dominant, qui traite plutôt l'information d'une façon analogique et l'hémisphère gauche qui utilise le mode séquentiel et rationnel, caractéristique de l'état de conscience habituel, il estime qu'un stimulus de faible niveau d'énergie pourrait être préférentiellement acheminé vers l'hémisphère non dominant. Il y serait alors traité sans être rapporté verbalement.

Ce chercheur et ses partisans ont-ils vu juste ? Et

COMMENT INFLUENCER VOTRE JUGEMENT



Si on vous montre le personnage dans une situation neutre (3) et que, juste avant, on vous a présenté l'une des deux images subliminales (1) et (2), vous le décrierez violent et agressif si c'est l'image subliminale (2) qui a été utilisée et doux et gentil si c'est la (1). C'est ce qu'ont prouvé d'expériences réalisées, dès 1959, par des psychologues comme M. Eagle.

est-il vraiment aussi facile d'accéder à notre inconscient ? Quelques observations scientifiques nous poussent à être plus nuancés.

Reprenons le cas cité plus haut, où la présentation préalable et subliminale du mot AVEC favorisait sa reconnaissance lorsqu'il était présenté une seconde fois après le passage d'un "masque". On a observé que si ce "masque" persistait plus de 2 secondes, l'effet favorable pour la reconnaissance du mot ne jouait plus, comme si le cerveau perdait la mémoire du cliché subliminal. Ce dernier, semble-t-il, n'influencerait donc le sujet que très brièvement. Ainsi, s'il s'avérait que des images subliminales répétées peuvent nous pousser à boire du Coca-Cola durant l'entr'acte, elles ne nous contraignent pas à faire de cette boisson notre ordinaire. Elles ne peuvent pas non plus, paraît-il, faire désirer cette boisson à quelqu'un qui ne l'aime pas.

Autre fait "rassurant" : lorsque les personnages dont on doit imaginer le comportement et dont nous avons parlé plus haut, ne sont pas parfaitement neutres, les messages subliminaux tendant à orienter les réponses ne parviennent plus à les influencer. Ces spectateurs privilégient alors l'information portée par l'image qu'ils voient. Si influence il y a, elle serait donc toute relative !

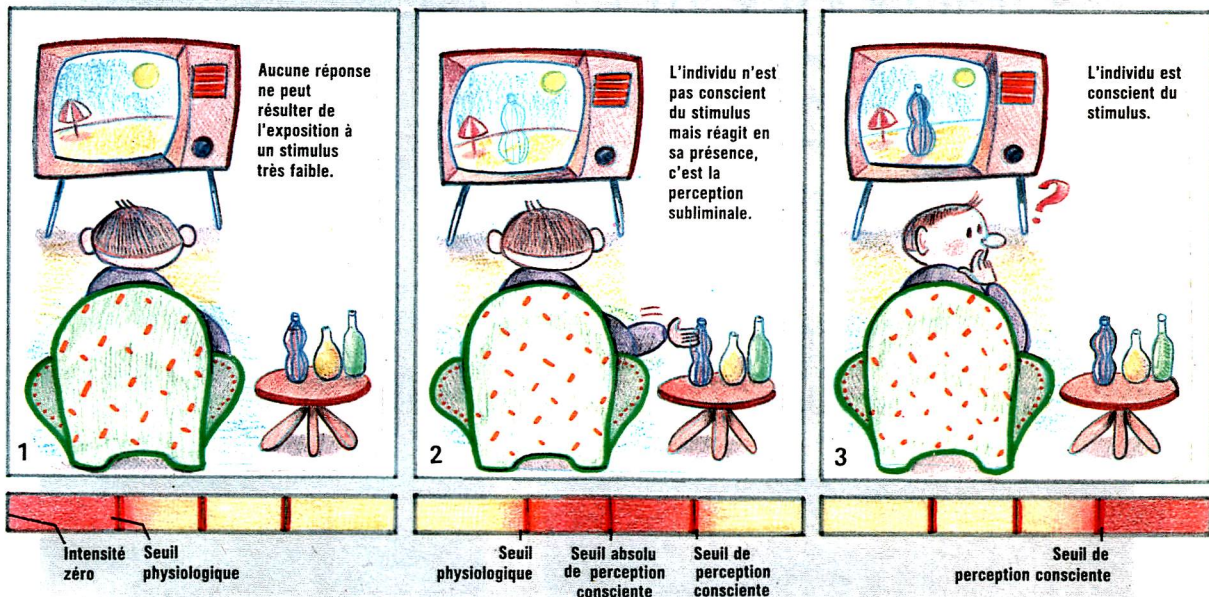
En bref, les images subliminales n'influenceraient que les indécis ou ceux qui sont déjà convaincus ! Restent les enfants, de nature plus malléables — c'est en tout cas ce qui ressort d'une étude réalisée par Marie-Claude Vettrano-Soulard, sociologue à l'université Paris VII. Etudiant la mémorisation des publicités télévisées, elle a constaté que ce sont les élèves et les étudiants qui réalisent les meilleurs scores. Or le petit Français qui passe 900 heures par an en moyenne à l'école, en passe 1 000 devant sa télé où il "avale" jusqu'à 7 000 spots.

Il serait toutefois un peu léger de se satisfaire trop vite de ces données. Car on ne sait pas grand-chose non plus de l'impact qu'auraient des messages subliminaux injectés de façon répétitive et régulière. Les travaux scientifiques sur le sujet, pourtant passionnant, sont bien rares et, pour la plupart, américains. Le domaine serait-il sans intérêt scientifique ? Ce n'est pas sûr.

Certaines applications envisagées par les Russes notamment, expliquent en partie le mystère qui entoure ce domaine. Ainsi, Y. Arzumanov et E. Kostandov tentent de mettre au point un détecteur de mensonge basé sur ce principe. La présentation subliminale de mots se rapportant à des indices connus d'un criminel, permettrait, pensent-ils, de détecter la culpabilité d'un suspect par l'observation de ses ondes cérébrales. Dans le cadre des recherches sur la guerre psychologique, les militaires ne peuvent en tous cas pas le négliger.

Nous avons retrouvé des travaux qui nous en convainquent, ceux de Gilbert Cohen-Seat, qui di-

OÙ COMMENCE LE SUBLIMINAL



Nos systèmes sensoriels perçoivent ou non un stimulus — ici une image — en fonction de son intensité. Ce seuil de perception varie d'un individu à l'autre et même d'un moment à l'autre pour une même personne. Selon certains chercheurs, comme le Britan-

nique Dixon, il existerait une zone où l'énergie du stimulus serait suffisante pour être captée et analysée par nos organes sensoriels, mais insuffisante pour donner lieu à une représentation consciente. C'est le domaine du subliminal (image 2). Lorsque l'intensité

du stimulus est vraiment trop faible, l'image est indétectable pour nos sens (1). Lorsque l'intensité est forte, l'image est parfaitement visible et nous en avons conscience (3). Cette image réelle est sans doute aussi persuasive, sinon plus, que l'image subliminale !

riges à la Sorbonne l'Institut de Filmologie, il y a une vingtaine d'années. S'intéressant à la neurologie et à la biologie, M. Cohen-Seat a notamment travaillé avec des médecins de la Salpêtrière sur l'effet des images subliminales. Il avait créé à Milan le laboratoire le mieux équipé au monde pour ce domaine. En 1962, il rencontra d'ailleurs des responsables du groupe Publicis pour leur proposer de renforcer l'efficacité des films publicitaires. L'histoire ne dit pas s'il y a eu une suite à cette rencontre.

Certains membres de son équipe se souviennent avoir été à l'époque convoqués par les Services secrets afin de ne pas révéler l'objet de leurs travaux. Pionnier en la matière, M. Cohen-Seat était d'ailleurs persuadé qu'avec un film classique, on pouvait manipuler les foules sans avoir besoin pour cela de l'image subliminale. Selon lui, la mise en évidence « des phénomènes de conditionnement nécessite des procédés de renforcement et de sensibilisation. » Il considérait le film « comme un agent conditionnant, capable de modifier les réponses aux événements à venir ». Il avait par exemple observé qu'une action interrom-

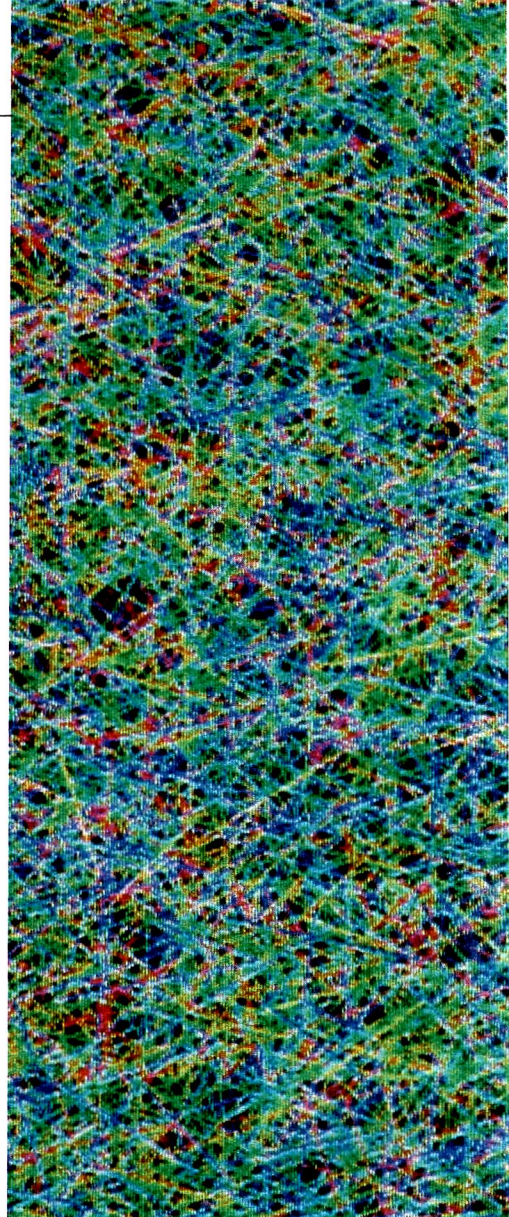
pue était mieux remémorée qu'une action terminée.

Ses études furent poussées très loin ; il se servit, entre autres, de soldats du contingent, les soumettant à l'électro-encéphalogramme pour tester certains effets de films expérimentaux.

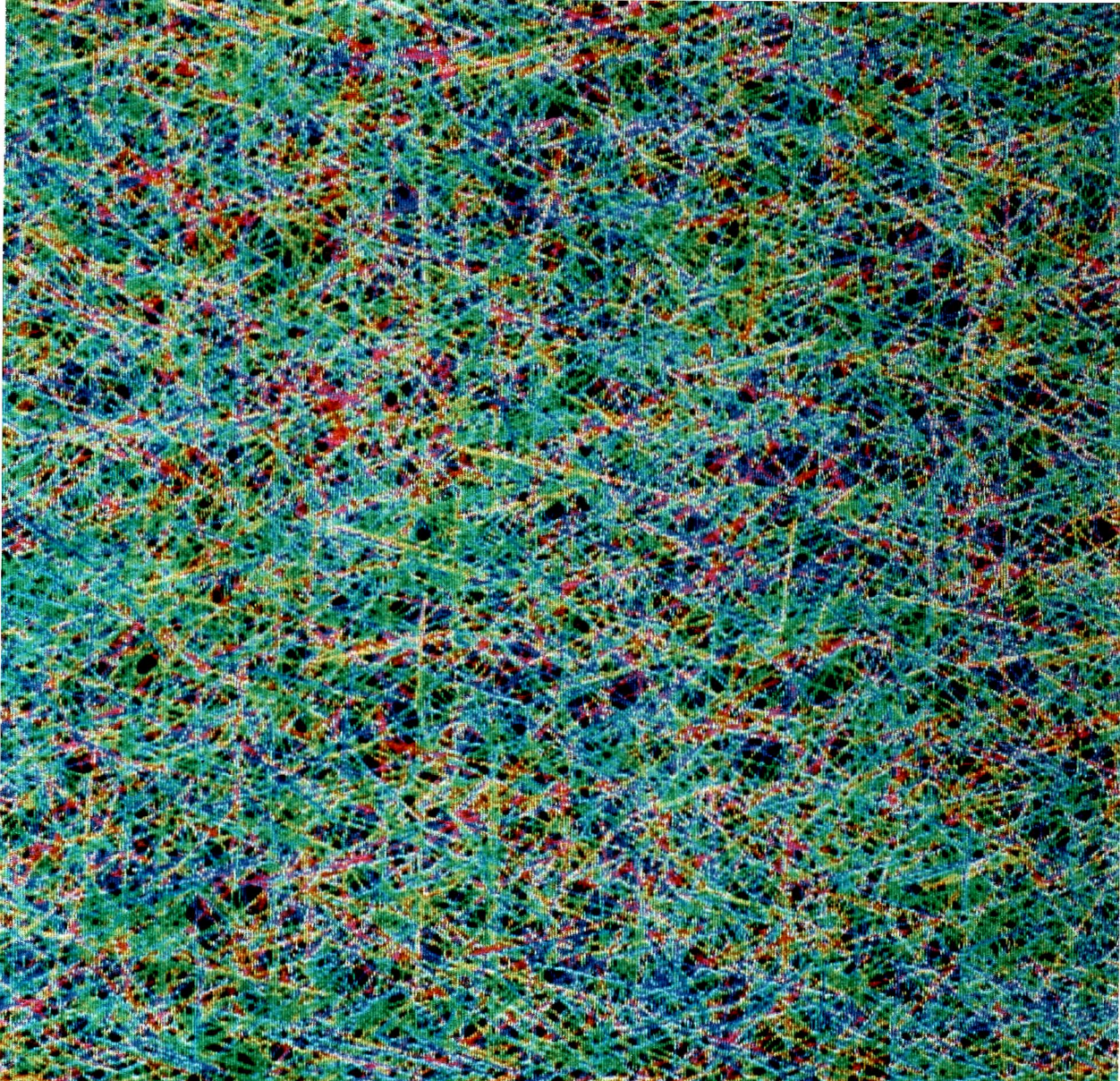
Une personnalité célèbre proche de son équipe, le philosophe Roland Barthes, avait notamment démontré qu'il suffisait, dans un film, de raccourcir ou de prolonger une scène, pour la faire interpréter de façon différente par le spectateur. Ainsi le regard d'un jeune homme vers une femme plus âgée, interprété comme le regard d'un fils vers sa mère, devenait celui d'un amoureux vers sa maîtresse s'il était prolongé de quelques instant seulement. Dans un autre domaine, les publicitaires ont découvert qu'il suffisait de dilater les pupilles d'un personnage pour le rendre plus attrayant. Bref, nous sommes manipulés en permanence. Les procédés changent, mais le but reste le même. Les ondes hertziennes ont remplacé le discours sur la grand place d'hier. Il importe néanmoins d'être vigilant afin de ne pas permettre aux nouvelles techniques d'accentuer encore cet état de fait.

Jacqueline Denis-Lempereur

DARWIN III : LA PREMIÈRE MACHINE À PENSER



Pour savoir comment la mémoire se forme dans le cerveau, des neurologues américains ont mis au point un modèle informatique non programmé. Disposant de capacités semblables à celles d'un nouveau-né, ce prototype permet de visualiser les interactions qui se produisent entre quelques milliers de cellules au moment où les souvenirs s'inscrivent dans notre système nerveux.



L'immense difficulté de la neurophysiologie c'est qu'elle suppose l'étude du cerveau par lui-même. Analyser le fonctionnement de l'outil qui, précisément, sert à la perception et l'analyse des systèmes physiologiques, tel est l'obstacle sur lequel butent les chercheurs. Car l'étude des fonctions supérieures ne se résume pas à classer des neurones, mesurer des courants ioniques ou tracer les cartes anatomiques des influx nerveux. Elle doit aussi rendre compte de systèmes qui dépassent les capacités mêmes de notre entendement.

Témoin, la mémoire : cette faculté mentale imparfaite, peu fidèle, fragmentaire et changeante à laquelle on ne peut jamais accorder une confiance absolue. Elle se fonde certainement sur une activité biologique, et c'est pour cela que les comparaisons

Malgré leur attirail biologique, les synapses de notre système nerveux (ci-contre) ne nous ont donné aucune piste sérieuse sur la manière dont fonctionne la mémoire. Reste à savoir si les connections synthétiques (ci-dessus) sauront pallier cette "défaillance" du cerveau humain.

avec d'autres systèmes de perception de ce type n'ont pas manqué ! Une particule de lumière de 590 nanomètres qui frappe les photorécepteurs de la rétine déclenchera toujours un influx nerveux identique en direction du cerveau. Une même molécule aromatique caressant les cellules du nez provoquera inmanquablement la même impression olfactive. C'est vrai aussi de n'importe quelle sensation auditive, tactile, gustative. Et vrai encore de notre appareil chromosomique : le génome — la mémoire génétique, en quelque sorte, de tout individu — ne fait pratiquement jamais d'erreur. Un codon se traduira

à coup sûr par le même acide aminé dans la constitution d'une chaîne protéique.

A quoi tient donc que la mémoire n'ait pas cette qualité technique ? Car les souvenirs s'usent et s'altèrent sans cesse.

Plusieurs théories ont été élaborées pour expliquer comment des images consignées dans la mémoire nous sont restituées modifiées et incomplètes : transformation par le rêve, dissimulation d'une image par une autre par le biais des souvenirs-écran. Mais en fait, si la mémoire est tellement faillible, c'est tout simplement parce que le support physiologique des souvenirs dans le cerveau est au départ techniquement défectueux ; l'idée d'une "plaque sensible", d'une "bande magnétique" qui enregistrerait les situations vécues dans leur intégrité est une fiction.

C'est sur ce principe que se fonde le projet Darwin III imaginé par le médecin et biochimiste américain Gerald Maurice Edelman, 58 ans, directeur du Neurosciences Institute de l'Université Rockefeller, et consacré à la recherche sur le cerveau.

Pourquoi ce nom, d'abord, Darwin ne s'étant pas distingué particulièrement en neurologie ? C'est que le cerveau serait un système sélectif, en quelque sorte "darwinien".

Selon Edelman, il n'existe dans notre cerveau aucune image globale des personnes ou des choses, mais uniquement des motifs disparates que nous assemblons, un peu comme les policiers constituent un portrait-robot en combinant différents éléments du faciès — des "motifs" tels que le nez, les yeux, la bouche — d'après des signalements fournis par les témoins. La mémoire fonctionnerait donc comme un chantier d'assemblage où des éléments disparates seraient synthétisés en souvenirs à partir de catégories de formes dépositaires des éléments mnémoniques nécessaires à leur construction. Edelman pousse même sa théorie plus loin : ces catégories ne seraient pas figées, immuables ; elles dépendraient de l'environnement et s'y adapteraient, fondant ainsi la comparaison avec les systé-

UN CERVEAU EMBRYONNAIRE PART À LA DECOUVERTE DU MONDE...

Darwin III, le "cerveau" informatique mis au point par Gerald Edelman, apprend ici à reconnaître un objet étranger. Cette série de clichés retrace les différentes étapes de cet apprentissage où chacune de ses réactions sont figurées par des points lumineux colorés : le rouge correspondant à une faible intensité de réponse des neurones, le jaune à une réaction moyenne et le bleu à une forte.

PHOTO A

Le monde de Darwin III. Les auteurs ont eu recours au principe de la caméra subjective pour représenter ce que Darwin voit : l'objet étranger (carré jaune à rayures noires) sur lequel notre créature doit centrer son regard ; son propre bras à quatre articulations. Pour prouver qu'il a bien identifié son "ennemi", Darwin III devra le placer au centre du carré qui limite son champ de vision central (filet rouge vif), tout en gardant une vision spatiale plus large grâce à son champ de vision périphérique (filet rose). On observe ici combien Darwin III est encore maladroit puisque la "main" placée à l'extrémité de son bras n'est pas en mesure de "saisir" l'objet intrus.

Mouvement des yeux. Les deux rectangles bleus en haut à gauche affichent l'activité des neurones du cortex responsables de la vision directe ("taches" blanches) et ceux de droite, l'activité de collimation visuelle du cerveau (points rouges), autrement dit l'activité de recherche oculaire. En

dessous, le collimateur, délimité par quatre grilles à teintes orange et jaune, est censé centrer l'objet dans le carré noir, au milieu des quatre points rouges. Ici, l'objet est encore sur la droite (à l'extrémité de la flèche rouge), malgré le travail des neurones responsables du mouvement des yeux, que révèlent les points rouges sombres dans les rectangles bleus placés sous le collimateur.

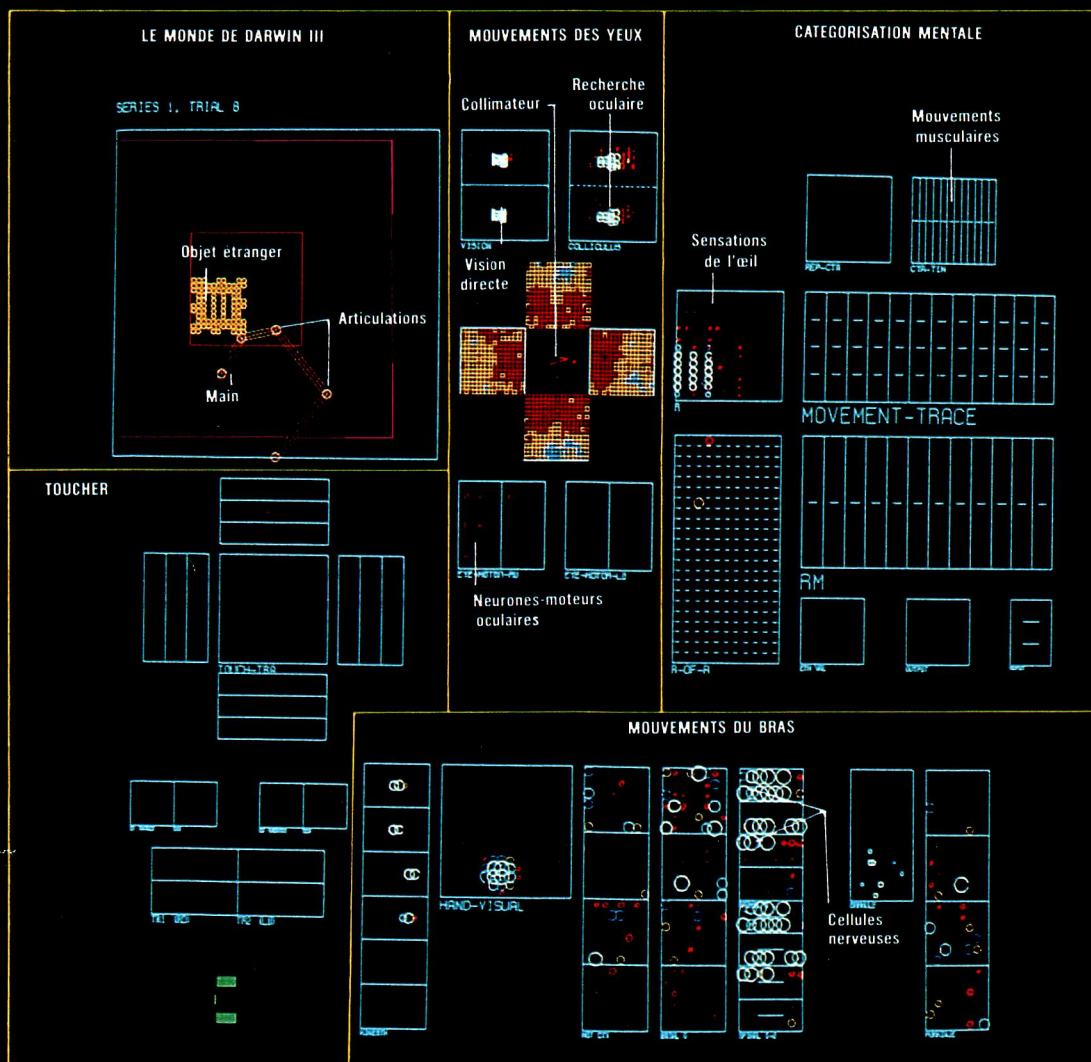
Catégorisation. Dit de catégorisation mentale, parce qu'il synthétise tous les stimuli (vision et mouvements), ce cadre se décompose en deux parties. A gauche, les sensations de l'oeil : catégorisation globale (carré supérieur) et reconnaissance des éléments, autrement dit émission de souvenirs visuels (rectangle inférieur). A droite, les mouvements musculaires : les rectangles REP-CTR et CTR-TIN permettent de comparer les stimuli venus de l'extérieur avec ceux déjà assimilés et de mesurer le degré de nouveauté d'une information. Données en fonction desquelles une réponse motrice et réflexe pourra être déclenchée.

Mouvements du bras. Au centre, les cercles bleu clair, bleu foncé, oranges et rouges sont les témoins de l'activité (plus ou moins intense) des neurones moteurs et sensoriels du bras.

Toucher. Reliés à l'organe tactile du bras (la "main"), les écrans n'indiquent encore rien dans la mesure où Darwin III n'a pas encore réussi à toucher sa proie.

mes darwiniens. L'élaboration du souvenir serait donc comparable au processus de sélection des espèces : les mutations surviennent au hasard mais l'environnement désigne les individus mutants qui lui sont le mieux adaptés. L'éducation, l'apprentissage ne seraient ainsi qu'une forme de sélection : le milieu "enseigne" au cerveau à utiliser rentablement et efficacement certains groupes de neurones ; "éduqué" par les stimuli venus de l'extérieur, le cerveau finit par leur obéir très docilement. Ce processus, qui rappelle celui des mutations chromosomiques, également imprévisibles, serait à l'origine de la formation de l'individualité, la particularité de chaque homme.

Pour tester la validité de son principe, Edelman a réalisé la simulation d'une activité cérébrale sur ordinateur, grâce à un système doué de facultés étonnantes. « Le but de l'exercice, explique Edelman, est de créer un système nerveux chez une créature fictive et de lâcher celle-ci à l'intérieur



d'un monde hostile, pour voir comment elle va réagir. Je suis Dieu, j'observe ma créature, je la regarde se débattre dans le monde où je l'ai fait naître. » En étudiant donc ce cerveau synthétique, on comprendra mieux comment fonctionne l'autre, celui dont tout être humain est doté.

Le modèle informatique Darwin III met en jeu un "cerveau" doté de 5 700 "neurones" (les cellules qui assurent la conduction de l'influx nerveux), reliés par 120 000 "synapses" (les zones de contact entre deux cellules nerveuses ou entre un neurone et une cellule d'un autre type). En outre, il possède un "œil" capable d'effectuer des mouvements oculaires et un "bras" doté de quatre articulations et d'une main, le système "vivant" dans un monde carré bidimensionnel.

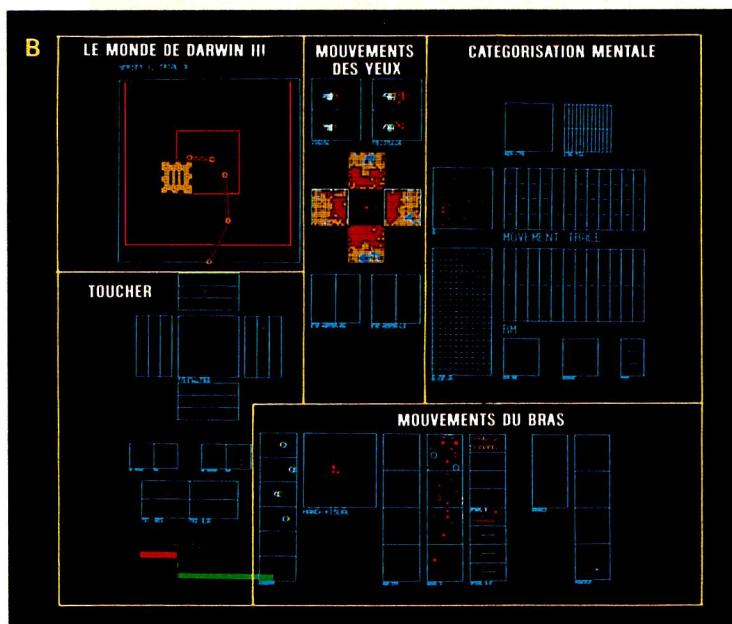
Comme pour un être humain, où le schéma des interconnexions neuronales est conditionné par l'expérience que le cerveau possède de la réalité extérieure, Darwin III doit réagir à un environne-

ment pour lequel il n'a pas été programmé. Confronté à un monde complexe « sans panneaux de signalisation », selon l'expression d'Edelman, il doit y trouver son chemin. Il lui faut, par ses propres moyens, apprendre à saisir les rapports qui existent entre les choses de ce monde.

Cette manipulation est gérée par un programme informatique. Mais seulement gérée, car le comportement de Darwin III n'est pas programmé. La "créature" est née avec un petit nombre de "valeurs" assez primaires inscrites dans son "hérédité" : voir est mieux que de ne pas voir ; toucher est mieux que de ne pas toucher ; les objets bosselés et à rayures sont nocifs et doivent être chassés. Mais l'implantation de ces quelques idées innées ne nous permettent absolument pas de prédire comment le modèle répondra à différents stimuli, ni comment il fera son apprentissage du monde.

Pendant toute la durée de la "manoeuvre", Edel-

... ET APPREND À RECONNAÎTRE SES ENNEMIS

**PHOTO B**

Le monde de Darwin. Darwin tend son bras vers l'objet, qui se trouve maintenant en partie dans le carré rouge vif de la zone de vision directe de l'œil.

Mouvements du bras. Au centre, les points lumineux bleus, rouges et jaunes indiquent que les cellules nerveuses actives du centre moteur du cerveau propulsent le bras vers le haut.

PHOTO C

Le monde de Darwin. Le bras de Darwin s'allonge et sa main réussit enfin à palper la surface interne de l'objet.

Toucher. Sur la partie supérieure, les cercles rouges indiquent que les neurones sensoriels du cerveau sont informés. Une carte approximative de la forme de l'objet peut être dressée (quadrillage orange au centre).

PHOTO D

Catégorisation. Darwin III est soudain saisi d'une activité fébrile. Il effectue d'un coup la synthèse de ce que son œil voit, des mouvements et de la position de son bras et de ce qu'il sent. Le centre de catégorisation mentale (REP-CTR) se relie alors par de multiples connexions bleutées aux circuits neuronaux spécialisés dans la recherche, analyse les informations visuelles correspondantes (cercles bleu clair), mesure leur degré de nouveauté, et multiplie les connexions entre les systèmes moteur et visuel.

PHOTO E

Le monde de Darwin. Au toucher de la surface bosselée de l'objet et à la vue de ses rayures, le cerveau de la "créature" a identifié l'objet comme nocif. Satisfait de sa performance, Darwin III s'accorde une note de valeur positive (barrette verte dans le cadre **toucher**) tout en déclenchant la réponse réflexe (cercles bleus dans l'un des carrés RM du cadre **mouvement des yeux**).

PHOTO F

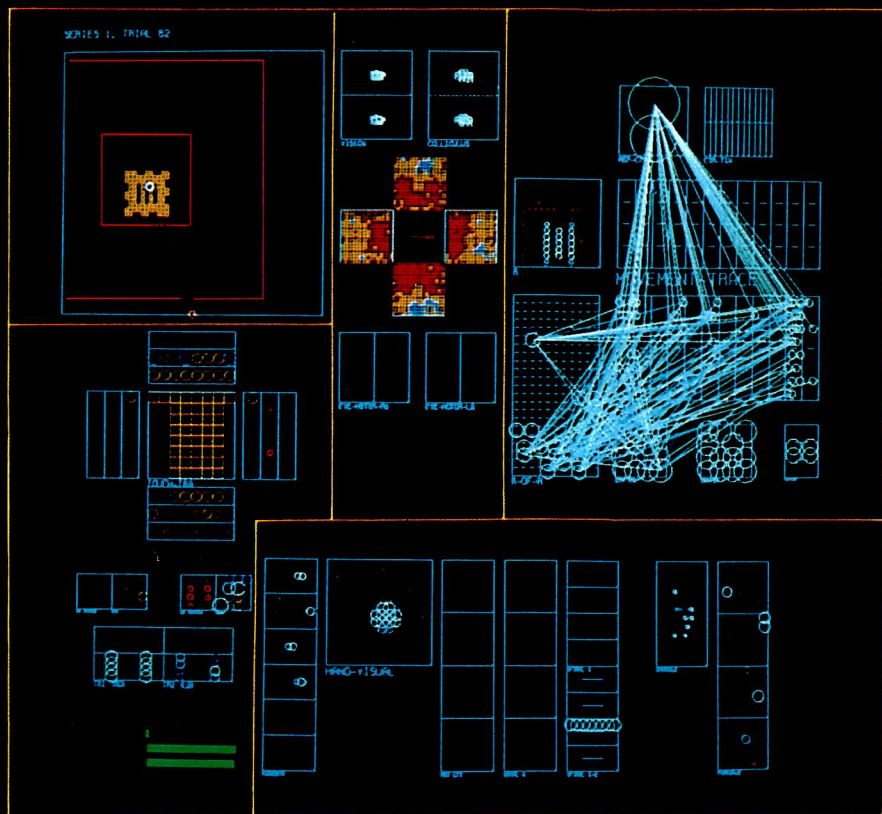
Le monde de Darwin. Le réflexe joue parfaitement: le bras est en train de chasser l'objet reconnu nocif hors de son monde.

man a filmé l'activité de sa créature (voir encadré p. 30). Darwin III apparaît dans le coin supérieur gauche de l'écran sous la forme d'une abstraction linéaire qui, peu à peu, prend une impressionnante dimension vivante. Les frontières de son monde sont marquées par un trait bleu figurant un carré, les bornes de son champ de vision périphérique étant représentées par un contour rouge sombre à

l'intérieur de ce monde. Le champ de vision directe, lorsque l'œil reste fixe, est délimité par un carré plus petit dont les côtés sont tracés en rouge vif. Divers objets, dont certains sont à rayures, d'autres bosselés, planent au-dessus de ce paysage insolite.

L'écran fournit aussi des représentations schématisées de plusieurs fonctions cérébrales de Darwin III — ses centres visuel, tactile et moteur,

D



E



F



ainsi que les interconnexions neuronales qui s'établissent entre les cellules nerveuses de ces différents centres au fur et à mesure que se développent les capacités du cerveau.

Tout à droite de l'écran, un tableau affiche l'activité de "catégorisation mentale" par laquelle Darwin III analyse les sensations de son œil et de son bras et, lorsqu'il voit et sent un objet jugé nocif,

déclenche le réflexe qui le chassera de son champ de vision.

Le film, qui dure 12 minutes, observe les attitudes de Darwin III pour plus de 8 000 tentatives de réponses efficaces aux excitations du milieu. Au début, pendant les 2 000 premiers essais, Darwin III fait des efforts mal coordonnés pour réagir aux objets perçus visuellement. Son œil divague de tous

(suite du texte page 150)

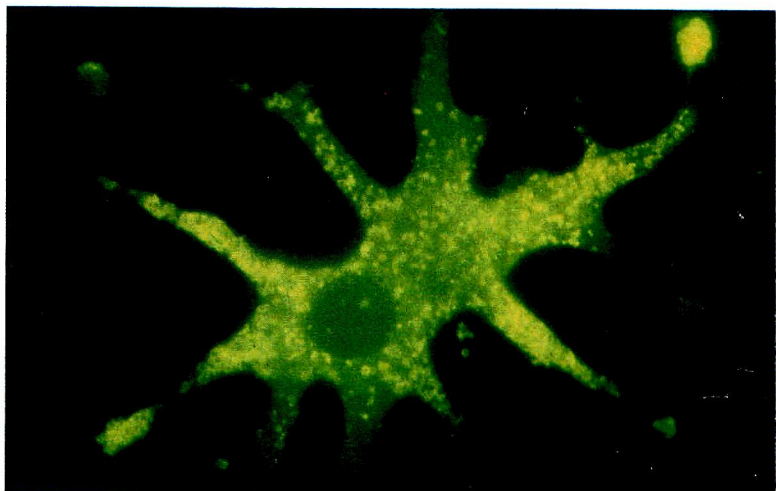
LA PILULE ANTI-STRESS

Le 36^e tranquillisant est près de naître. Sa cible : les états de stress qui, quand ils sont aigus, peuvent aller jusqu'à provoquer l'évanouissement.

Aceux, et surtout celles — car les femmes sont plus affectées que les hommes — qui "se stressent" ou "s'angoissent", un nouveau tranquillisant est promis. Il a été découvert par l'équipe du Dr Dominique Aunis (1), responsable du laboratoire de neurobiologie structurale et fonctionnelle à Strasbourg (Unité 44 de l'INSERM et Centre de neurochimie au CNRS), qui en a fait état dans le très austère *Proceedings of the National Academy of sciences* américain. Evidemment, il intéresse l'industrie pharmaceutique et pourrait être prochainement mis sur le marché. 35 spécialités de cette nature existaient déjà et totalisaient en France, en 1987, 86 millions de boîtes vendues en pharmacie, pour une valeur de 987 millions de francs. Et ces chiffres ne tiennent pas compte de la consommation en milieu hospitalier. Car les Français sont les champions du monde de l'usage de tranquillisants.

La nouvelle spécialité a toutes les chances de connaître un grand succès. Elle est, en effet, et c'est là son originalité profonde, la copie conforme de la protéine sécrétée normalement par l'organisme pour freiner l'angoisse lorsque nous sommes victimes d'un stress un peu violent.

On connaît maintenant la structure de cette protéine, et on peut la synthétiser, soit par voie chimique, soit par génie génétique. Il sera même possible, en la modifiant, d'augmenter son efficacité ; et on peut espérer chez les consommateurs un sang-froid imparable en toute situation.



Sur cette cellule chromaffine extraite d'une glande médullo-surénale de bovin, on distingue des points lumineux, ce sont les granules chromaffines qui contiennent la molécule anti-stress : la chromogranine A.

Le stress ressemble au coup de foudre : le cœur s'accélère, la tension artérielle augmente, les sens s'exacerbent. Sous l'effet du danger dans le stress, comme sous celui de l'émotion dans le coup de foudre, le système nerveux "ordonne" aux glandes médullo-surrénales de libérer une forte décharge de catécholamines, à savoir de la noradrénaline et surtout de l'adrénaline. Ces deux hormones sont diffusées par le sang dans l'organisme, où elles agissent par l'intermédiaire de récepteurs-cibles sur le cœur et les vaisseaux sanguins. Conséquence : l'augmentation du rythme cardiaque et de la tension artérielle.

Là s'arrête la comparaison. Car, dans le stress, adviennent d'autres phénomènes : les catécholamines agissent sur les tissus endocrines, par exemple les îlots de Langerhans, ce qui entraîne une activation de la sortie de glucagon et une inhibition de la sortie d'insuline, ou encore, les mêmes catécholamines activent la glande parathyroïde, avec pour conséquence la libération de l'hormone qui règle le calcium libre dans le sang. Ces deux mécanismes, parmi d'autres, sont essentiels pour augmenter l'énergie musculaire, grande consommatrice de gluco-

(1) L'équipe comprenait Jean-Pierre Simon, Marie-France Bader et Dominique Aunis.

se et de calcium, et pour permettre à l'organisme de répondre rapidement au stress, par l'attaque ou la fuite.

Réaction intense et très rapide à une situation de danger, le stress peut être dangereux puisqu'il peut même aller jusqu'à provoquer l'évanouissement, en raison même des effets induits. C'est pourquoi il doit être contrôlé. La recherche du mécanisme de contrôle encouragea les chercheurs à s'intéresser aux protéines libérées avec les catécholamines par les glandes médullo-surrénales, notamment la chromogranine A, fortement soupçonnée d'être la protéine de régulation du stress.

Les glandes surrénales ont été décrites, pour la première fois chez l'homme, en 1563, par le physiologiste italien Bartolomeo Eustachio, dans son *Opuscula anatomica*. Ce ne fut qu'en 1855 que Thomas Addison publia les premières études sur leur fonction.

Au nombre de deux, elles sont situées chacune au-dessus d'un rein et sont constituées de deux structures distinctes : la partie médullaire, ou glande médullo-surrénale, et la partie corticale, ou glande cortico-surrénale. Ces deux structures ont des rôles différents, et les cellules qui les constituent n'ont ni la même origine embryonnaire ni la même histologie.

La zone médullaire, qui représente environ 8 à 10 % du poids total de la glande surrénale, est responsable de la synthèse et de la libération de l'adrénaline et de la noradrénaline, alors que la partie corticale qui l'entoure sécrète, elle, des hormones dites stéroïdiennes, aux effets très différents. Enfin, la différence histologique entre médullo- et cortico-surrénale apparaît en laboratoire : les cellules de la médullo-surrénale sont colorées par les sels de chrome, alors que les cellules de la cortico-surrénale ne le sont pas. Pour cette raison, les cellules de la glande médullo-surrénale sont appelées cellules chromaffines.

Au microscope optique, les cellules chromaffines apparaissent distribuées en petits groupes séparés par du tissu conjonctif. Au microscope électronique, on distingue dans les cellules de petits granules, dits chromaffines, de 0,2 micromètre de diamètre, beaucoup plus petits que les mitochondries, organites intracellulaires responsables de la production et du stockage de l'énergie dans les cellules. Les granules stockent l'adrénaline et la noradrénaline. Ils ne les libèrent que sur ordre du système nerveux, par un processus dit d'exocytose : le granule migre vers la périphérie de la cellule où les deux membranes, granulaire et cellulaire, après avoir fusionné, ménagent une ouverture par laquelle les deux catécholamines sont libérées dans le sang. On savait enfin que les granules chromaffines contenaient d'autres substances, en tout une quarantaine, libérées en même temps que les catécho-

lamines, et dont nous pouvons citer notamment :

- l'ATP (adénosine tri-phosphate), molécule de stockage de l'énergie formée dans les mitochondries ;
- les enképhalines, substances peptidiques ayant un fort pouvoir analgésique ;
- la fameuse chromogranine A (en abrégé CGA), enfin, soupçonnée d'être la protéine anti-stress.

C'est en 1966 à Oxford (Angleterre) que cette protéine fut mise en évidence pour la première fois dans la glande surrénale. Et c'est en 1972 qu'elle a été isolée par électrophorèse par l'équipe de Dominique Aunis. Cette technique consiste à soumettre les protéines que l'on veut séparer à un champ électrique. Sous son influence, les protéines se déplacent à des vitesses différentes en fonction de leur charge spécifique, ce qui permet de les identifier facilement. Cette technique a cependant un grave inconvénient : elle implique que les protéines soient au préalable soumises à différents traitements qui finissent par les dénaturer et, dès lors, il n'est plus possible de déterminer leur rôle physiologique supposé.

Les chercheurs de l'équipe Aunis ont donc choisi une autre technique pour isoler la CGA. Sur des glandes surrénales de bovidés fournies par les abattoirs de Strasbourg, ils ont dégagé la partie médullaire de la partie corticale. Puis ils l'ont soumise à une série de centrifugations. La centrifugation consiste, en gros, à placer des cellules dans un récipient qui tourne sur lui-même à une vitesse donnée. Ils ont ainsi isolé les particules contenues dans les cellules en fonction de leur taille et de leur densité.

Enfin, dans une dernière étape, ils ont séparé, encore par centrifugation, mais cette fois dans un milieu riche en saccharose (milieu dit hyperosmotique), les granules chromaffines, des mitochondries et des autres organites intracellulaires. Dans un tel milieu, l'eau quitte le granule par osmose et, comme le saccharose ne peut pénétrer dans celui-ci, du fait de l'imperméabilité de la membrane, le granule se contracte et augmente ainsi sa densité. Résultat : les granules se déposent au fond du tube, tandis que les mitochondries et les autres organites, qui sont insensibles à la pression osmotique, restent en suspension dans le milieu.

Les granules sont recueillis au fond de l'éprouvette. Comme la centrifugation en milieu hyperosmotique les a extrêmement fragilisés, il suffit de les remettre en suspension pour qu'ils éclatent et libèrent leurs produits, dont, parmi eux, l'énigmatique chromogranine A.

Pour isoler ces molécules de CGA sans les altérer, les chercheurs strasbourgeois ont ensuite recouru à une astuce. Dans un premier temps, celle-ci consiste à injecter à des lapins des fragments de CGA dénaturés, isolés préalablement par électrophorèse. Le système immunitaire des animaux réa-

18 28 38 V
M R S A A V L A L L L C A G Q V I A L P V N S P U N K G D T E V
ATG CGC TCC GCC GTC CTG CGT CTT CTG CTC TGC GCG GGG CAA GTC ATT GCC CTG CCT GTG AAC AGC CCC ATG AAT AAA GGG CAG ACT GAG GTG 238

48 58 68
M K C I V E V I S D T L S K P S P M P V S K E C F F E T L R G D E
ATG AAG TGT ATC CTC GAG GTC ATC TGT GAC ACA CTC TCC AAG CCC AGC CCC ATG CCA GTC AGC AAG GAG TGT TTT GAG ACA CTC CGA CGA GAT GAA 334

78 88 98
R I L S I L R H Q N L L K E L Q D L L Q G A K E R T H Q Q K K K
CGG ATC CTC TCA ATC CTG CAG CAT TGT GTC AAA GAG CTC CAA GAC CTC GCT CTC CAA GGA GCC AAG GAG CGG ACA CAT CAG CAG AAG AAG 438

108 118 128
H S S Y E D E L S E V L E K P N D Q A E P K E V T E E V S S K H D
CAC AGC AGT TAC GAG GAT GAA CTC TCA GAG GTG CTT GAG AAG CCG AAC GAG CAG GCC GAG CCG AAA GAG GTG ACA GAA GAG GTG TCC TCC AGT GAT 526

138 148 158 168
A A E K R D D F K E V E K S D E D S D G D R P Q A P Q G L G R G
GCT CCA ACA AAA AGA GAC CAT TAT AAA GAG GTG GAG AAG AGT GAT GAA GAC TCG GAG GGA CAG AGG CCT CAG GCT CCC CAG GGC TTG GGC GGC GGC 622

178 188 198
P K V E E D N Q A P G E E E E A P S N A H P L A S L P S P K Y P
CCC AAG GTT GAG GAG GAG AAC CAG GCC CCT GGG GAG GAG GAG GGC CCC TCC AAC GCC CAG CCC CTA GCC AGC CTC CCC AGC CCG AAA TAC CCA 718

208 218 228
G P Q A K E D S E G P S Q G P A S R E K G L S A E Q C R R Q T E R
GGC CCA CAG GCC AAG CAG AGC GAG GGT CCC TCC CAG GGT CCA GCC AGC AGG GAG AAG GGC CTC AGT GCA GAG CAA GGG AGG CAG ACA GAG AGA 814

238 248 258
E E E E E K W E E A E A R E K A V P E E E S P P T A A F K P P P
GAA GAG CAG GAG CAG AAG TGG GAG GAG GCG GAG GCT AGA GAG AAG GCC CTC CCG GAG GAA GAA AGC CCC ACC CCA CCG TTT AAA CCC CCA CCG 918

268 278 288
S L G N K E T Q R R A A P C G W P E D G A G K W G A E E A K P P E G
AGC CTC GGC AAC CAG AGC CAG AGG GCT GCT CCA GGT TGG CCC GAG GAT GGA GCC GGG AAG ATG GGG GTT AAG GGC AAC CCC CTT GAG GGG 1006

298 308 318 328
K G E W A H S R Q E E E M A R A R A P Q V L F R G K S G E P E G
AAG GGG GAG TGG GCA CAC TCC CGG CAG GAG GAA GAG GAG ATG GCA AGG GCC CTT CAA GTC CTC TTC CTT GGT GGG AAG AGC GGG GAG CCC GAG CAG 1182

338 348 358
E E Q L S K E W E D A K R W S H M Q Q L A R E L T A R K R L E G
GAG CAG CAG CTC TCC AAG CAG TGG GAG GAG GCG AAG CGA TGG AGC AAG ATG CAG CAG CTG GCC AAG GAG CTG AGC GGC GAG AAG CCG CTG GAG GAG 1198

368 378 388
E E E E E E D P D R S M R L S F R A R G Y G F R G P G L Q L R R R
GAG CAG GAG GAA GAG GAG CAG CCC GAG CCG TCC ATG AGG CTC TCC TTC CCG GGC CCG GGC TAC GGC TTC AGG GGT CCC GGC CTG CAG CTG GCG CGA 1294

398 408 418
G W R P N S R E D S V E A G L P L Q V R G Y P E E K K E E E G S
GGC TGG AGG CCG AAC TCC CGG GAG GAG AGC GTG CAG GGC GGC CTC GGC CTC CAG CTG GGC GGC TAC CCG CAG GAG AAG AAG GAG GAG GAG GGC AGC 1398

428 438 448
A N R R P E D Q E L E S L S A I E A E L E K V A H Q L E E L R R R
GCC AAC CCG ACA CCA GAG CAG CAG GAG CTG GAG AGC TTG TCA GCC ATC CAG GCA GAG CTG GAG AAG GTG GCC CAC CAG CTG GAG GAG CTT CCG CCG 1488

G
GCC

La séquence génétique de la protéine anti-stress, la chromogranine A, montre que celle-ci est constituée de 449 acides aminés. Chaque acide aminé, représenté par une lettre — ainsi le premier est la méthionine (M) —, est codé par 3 bases du code génétique désignées également par des lettres — pour la méthionine, il s'agit de l'alanine (A), de la thymine (T) et de la guanine (G). Il semblerait que le segment souligné de vert soit le plus actif.

git alors contre cette substance étrangère, en développant des anticorps dirigés contre elle — ces anticorps seront ensuite utilisés pour repérer dans la suspension les molécules de CGA non dénaturées. Dans un deuxième temps, afin d'obtenir ces molécules de CGA non dénaturées, les chercheurs ont fait appel à une technique sophistiquée qui permet la séparation en "douceur" des protéines. Cette technique, la chromatographie liquide sous haute pression, a consisté à injecter le matériel biologique, c'est-à-dire le produit des granules, dans un tube d'acier contenant des résines chargées électriquement. Il s'ensuit alors des interactions entre les charges des résines et les charges des protéines, qui se traduisent par le fractionnement de ces dernières. Parmi elles, se trouvent les molécules de CGA non dénaturées qui peuvent être dès lors repérées par les anticorps préalablement préparés.

Depuis, il a été établi que la chromogranine A est présente non seulement chez les bovidés, mais aussi chez tous les mammifères étudiés, tels que mouton, porc, chat, rat et notamment l'homme. La biologie moléculaire a montré qu'elle est constituée

de 449 acides aminés et que sa structure est très originale. Au lieu d'être rigide, comme 90 % des protéines, elle est souple, en pelote dite statistique, ce qui veut dire qu'elle peut prendre n'importe quelle forme. « Cela indique que cette protéine n'est pas fonctionnelle sur toute sa longueur, mais seulement sur quelques portions, et que, par ailleurs, elle doit être sensible aux enzymes protéolytiques, c'est-à-dire des enzymes naturelles qui font office de ciseaux biologiques, et qui ont justement pour fonction d'isoler les parties fonctionnelles de la protéine », nous dit le Dr Aunis.

Il en a d'ailleurs fourni la preuve avec son équipe, établissant du même coup que seules certaines portions, voire une seule, de la molécule de CGA ont un rôle anti-stress. Comment ? En ajoutant au milieu de culture des cellules chromaffines de la nicotine, substance

connue pour être stressante. Cela s'est traduit par la libération de catécholamines par les cellules chromaffines.

Puis, les chercheurs ont découpé en morceaux les molécules de CGA avec une enzyme protéolytique : la trypsine. Enfin, ils ont ajouté au milieu de culture, déjà enrichi en nicotine, ces fragments de CGA. Ils ont alors constaté l'effondrement de la sécrétion des catécholamines. En revanche, lorsqu'ils ont fait la même opération, en utilisant cette fois des molécules de CGA intégrales, ils n'ont pas remarqué de chute des catécholamines. C'était donc bien la preuve que les portions des molécules de CGA ne deviennent actives que lorsqu'elles sont isolées de leur contexte. Il reste maintenant à identifier parmi tous ces morceaux, celui ou ceux qui sont actifs. Il est en effet inutile de s'attacher à des morceaux qui n'auraient aucune fonction physiologique. Les enjeux sont à l'échelle de la concurrence internationale, très vive lorsqu'il est question de tranquillisants.

Pierre Rossion

LA TIMIDITE

est-elle une maladie ?

Confession d'un ancien Timide

J'avais toujours éprouvé une secrète admiration pour W.R. Borg. Le sang-froid dont il faisait preuve aux examens de la Faculté, l'aisance naturelle qu'il savait garder lorsque nous allions dans le monde, étaient pour moi un perpétuel sujet d'étonnement.

Et quand je le rencontrai à Paris, à un banquet d'anciens camarades d'études, le plaisir de nous revoir après une séparation de vingt ans nous poussant aux confidences, nous en vîmes naturellement à nous raconter nos vies. Je ne lui cachai pas que la mienne aurait pu être bien meilleure, si je n'avais pas toujours été un affreux timide.

W.R. Borg me dit : "J'ai souvent réfléchi à ce phénomène contradictoire. Les timides sont généralement des êtres supérieurs. Ils pourraient réaliser de grandes choses et s'en rendent parfaitement compte. Mais leur mal les condamne, d'une manière presque fatale, à végéter dans des situations médiocres et indignes de leur valeur."

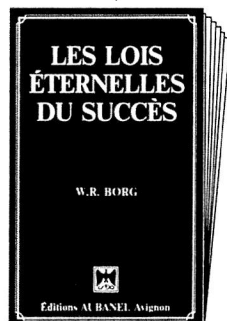
"Heureusement, la timidité peut être guérie. Il suffit de l'attaquer du bon côté. Il faut, avant tout, la considérer avec sérieux, comme une maladie physique, et non plus seulement comme une maladie imaginaire."

W.R. Borg m'indiqua alors un procédé très simple, qui régularise la respiration, calme les battements du cœur, desserre la gorge, empêche de rougir, et permet de garder son sang-froid même dans les circonstances les plus embarrassantes. Je suivis son conseil et j'eus bientôt la joie de constater que je me trouvais enfin délivré complètement de ma timidité.

Plusieurs amis à qui j'ai révélé cette méthode en ont obtenu des résultats extraordinaires. Grâce à elle, des étudiants ont réussi à leurs examens, des représentants ont doublé leur chiffre d'affaires, des hommes se sont décidés à déclarer leur amour à la femme de leur choix... Un jeune avocat, qui bafouillait lamentablement au cours de ses plaidoiries, a même acquis un art de la riposte qui lui a valu des succès retentissants.

La place me manque pour donner ici plus de détails, mais si vous voulez acquérir cette maîtrise de vous-même, cette audace de bon aloi, qui sont nos meilleurs atouts pour réussir dans la vie, demandez à l'éditeur de vous envoyer le petit livre de W.R. Borg : "*Les Lois Eternelles du Succès*". Il est adressé gratuitement à quiconque désire vaincre sa timidité. Voici l'adresse : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 023 - 3, place St-Pierre-84057 Avignon Cedex.*

E. Sorian



BON GRATUIT

A remplir en **lettres majuscules**, en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : *Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 023 - 3, place Saint-Pierre, 84057 Avignon Cedex, France*, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "*Les Lois Eternelles du Succès*".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

CHACUN VOIT MIDI À SA CARTE

Un chercheur américain a fait dessiner le planisphère à des milliers d'étudiants, dans les cinq continents. Résultats souvent surprenants : la cartographie traditionnelle est menacée par les perceptions subjectives du régionalisme. Mais le méridien de Greenwich n'est pas encore détrôné comme centre de référence du monde.

PAR GEORGES DUPONT

Les hommes ont longtemps considéré la Terre comme le nombril de la Création. Jusqu'au jour où Galilée fit éclater l'insolente illusion d'une astronomie géocentrique, en montrant que notre globe n'est pas le centre immobile et absolu de l'Univers, mais une vulgaire planète parmi d'autres, entraînée malgré elle dans la ronde autour du Soleil par les lois de la mécanique céleste.

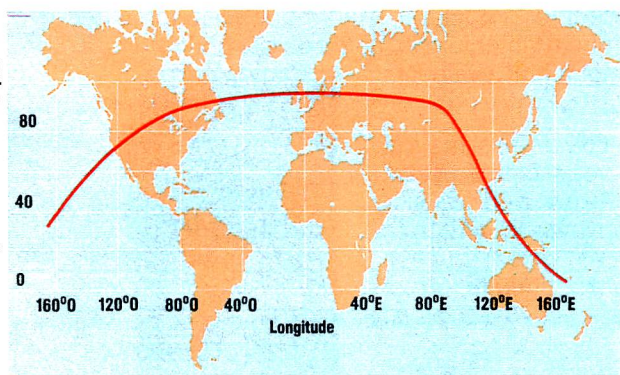
Depuis, près de quatre siècles ont passé. Nous

sommes aujourd'hui à l'ère scientifique, celle qui prétend à l'objectivité des connaissances. Mais voilà, la Terre étant sphérique, par quel "bout" faut-il la représenter quand on projette son image sur une surface plane, délimitée par les quatre bords du papier ?

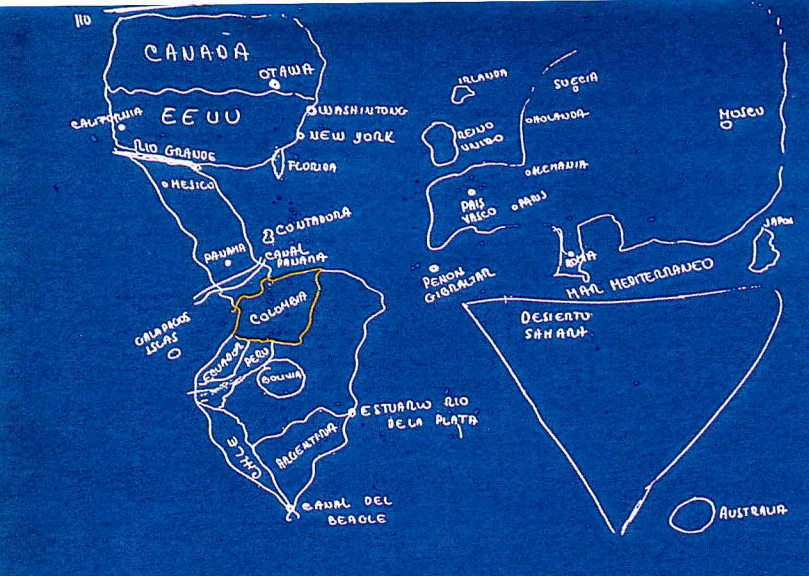
Ce problème fait que la cartographie terrestre, depuis qu'elle existe, a toujours mélangé les données d'observation réelles à la relativité des points de vue. Au Moyen Âge, les Chrétiens centraient leurs cartes sur Jérusalem, les Arabes sur La Mecque. Les cartes ont souvent un contenu idéologique. Aussi, en analysant les documents géographiques établis à différentes époques et en différents lieux, on apprend beaucoup sur la mentalité et la culture de sociétés aujourd'hui disparues, à travers la perspective qu'elles ont utilisée pour décrire la réalité physique du monde. Il existe même une branche de la psychologie qui étudie les idiosyncrasies de l'individu à la lumière de sa perception géographique.

Il était tentant pour les chercheurs de mesurer l'objectivité de la vision géographique chez nos contemporains. C'est ce qu'a fait le Pr Thomas Saarinen, géographe à la Faculté des sciences du comportement humain et social de l'université d'Arizona. Il a demandé à 3 863 étudiants (*), en première année de géographie, dans 71 universités réparties dans 49 pays des cinq continents, de dessiner de mémoire la carte politique du monde. Temps accordé pour l'exercice : 30 minutes.

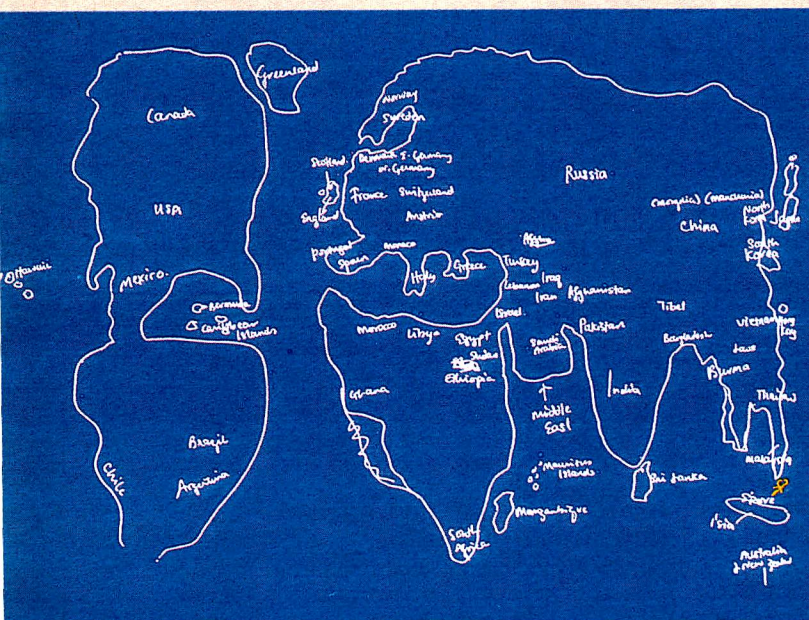
On a demandé aussi aux sujets interrogés d'indiquer les continents qu'ils avaient eu le plus de mal à reconstituer, ainsi que l'ordre dans lequel ils avaient, en quelque sorte, monté les morceaux du



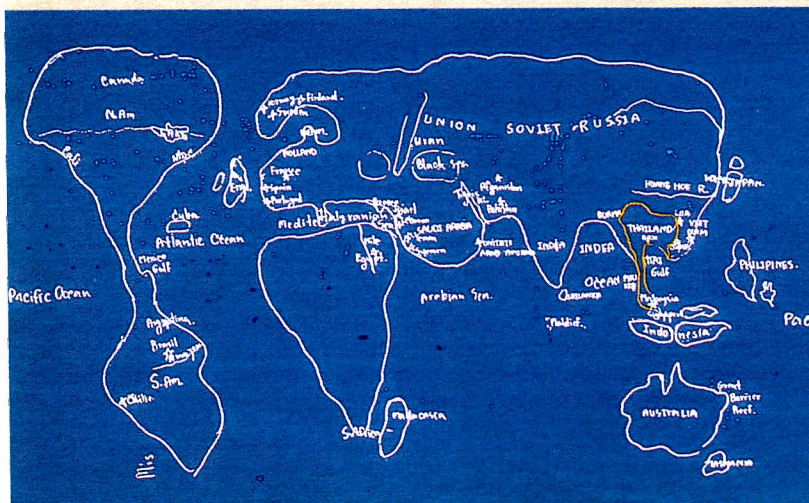
Les eurocentristes dans le monde. Cette courbe indique la répartition des réponses eurocentristes enregistrées par Saarinen en fonction de l'origine géographique des étudiants. Elle atteint précisément son maximum — près de 100 % — au méridien de Greenwich, puis décroît à mesure qu'on s'en éloigne. Et c'est à son antipode, en Océanie, que la vision eurocentrique du monde est la plus mal acceptée, la cédant au sinocentrisme. A noter cependant que Saarinen n'a enquêté auprès d'aucun territoire français de Polynésie.



Le continent américain est, bien sûr, la région la mieux connue de ce Colombien.



L'Australie ne figure pas sur cette carte d'un étudiant de Singapour...



EUROCENTRISME : CONVENTION ET TRADITION

L'eurocentrisme domine largement, même pour les étudiants non européens. Qu'ils soient Africains, Américains du Nord ou du Sud, Asiatiques : 79 % d'entre eux voient le monde avec une optique européenne, le vieux continent trônant au centre de la carte, flanqué à gauche par les Amériques et à droite par les pays d'Extrême-Orient et d'Océanie.

Cela s'explique historiquement, par le fait que les grandes découvertes territoriales des temps modernes ont été accomplies à partir de l'Europe et que ses cartographes imposèrent leur angle de vue aux autres cultures.

L'eurocentrisme remonte également à la fameuse projection cartographique construite au XVI^e siècle par Gerhard Mercator.

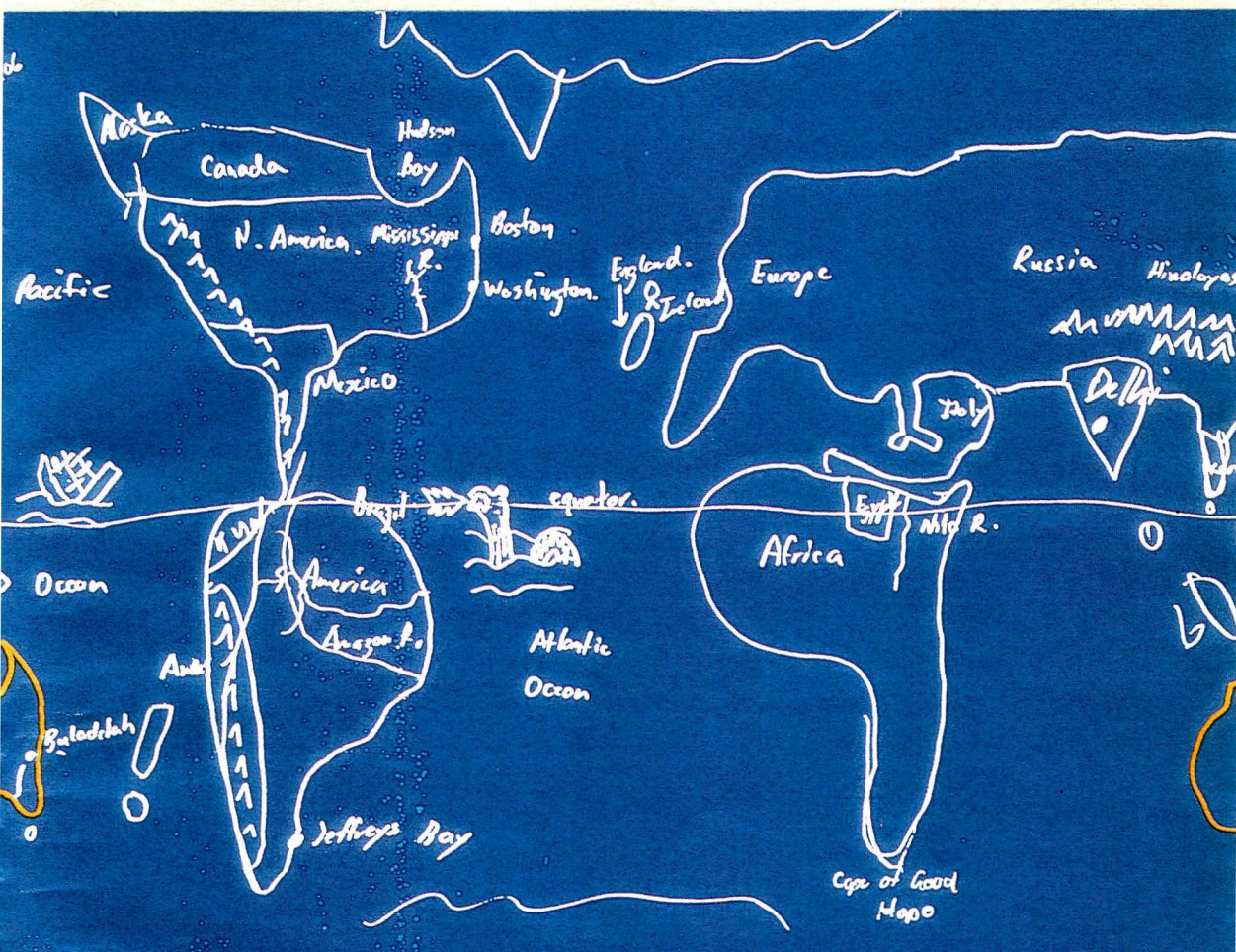
Cette vision de l'espace terrestre a en outre été validée par la convention internationale de 1884, qui désignait l'observatoire de Greenwich, en Angleterre, comme point de départ de la numérotation des longitudes à la surface du globe. Le "méridien origine" (longitude 0°) est l'une des deux charnières du système de coordonnées dont nous nous servons pour situer un lieu sur la Terre, l'autre étant l'équateur (latitude 0°). Il peut donc sembler logique que le méridien officiel de Greenwich constitue la ligne médiane de tous nos planisphères, déterminant de part et d'autre ce qui est à l'est et à l'ouest de ce repère.

La représentation eurocentrique, fait remarquer le Pr Thomas Saarinen, a l'avantage d'offrir à l'œil un bon arrangement graphique des masses terrestres, et réduit l'espace dévolu aux océans. Tous les continents y figurent intégralement, sans coupure, ce qui n'est pas le cas du modèle américantrique.

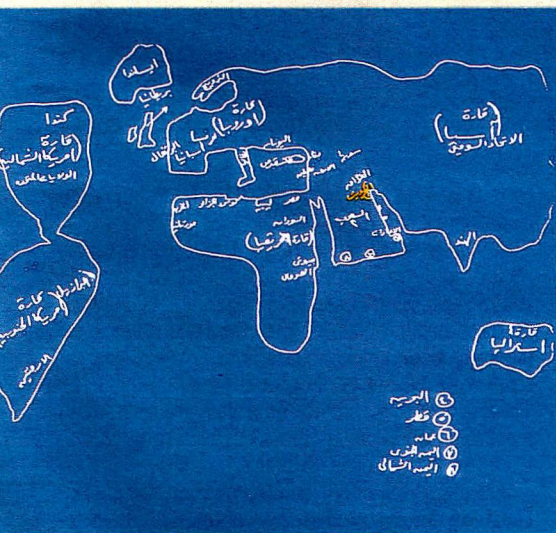
Toutefois la carte du haut, page ci-contre, nous réserve clairement un numéro d'humour : son auteur australien a voulu montrer, par l'absurde, le triste sort qui pourrait être réservé à son pays par un cartographe eurocentriste malhabile ou... malveillant.

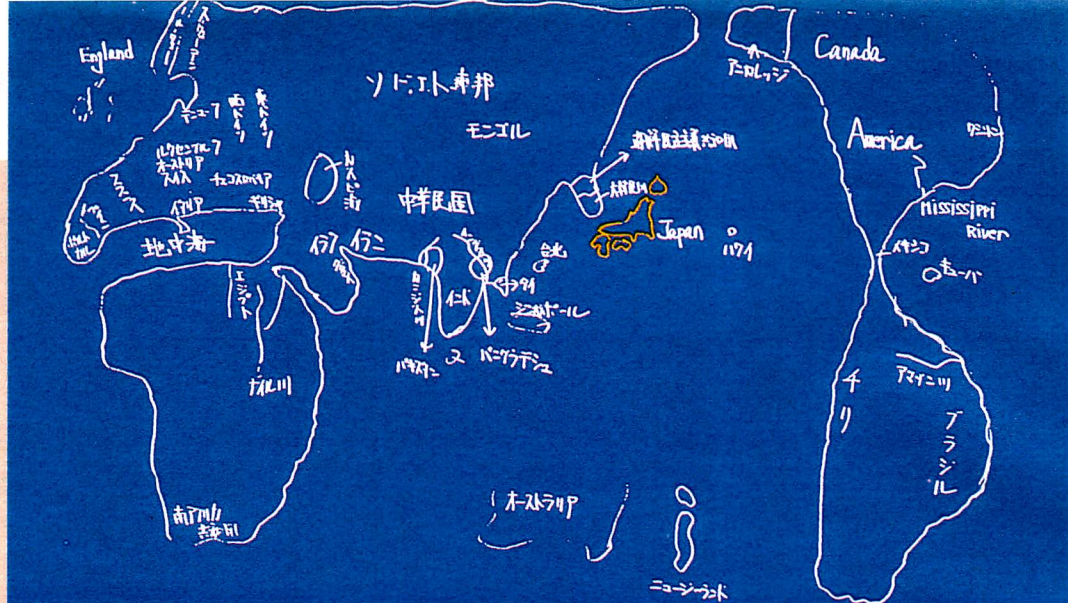
L'Australie, comme d'ailleurs plusieurs autres pays de l'Océanie, fait partie des régions qui s'insurgent contre la géographie "made in Europe".

... et sur celle d'un **Thailandais**, elle est tout simplement sous la Chine...



... Mais c'est la carte d'un **Australien** qui résume l'absurdité d'une représentation eurocentrique pour ce pays.





Sur cette carte d'un Japonais, cinq noms figurent en caractères romains : England, Canada, America, Mississippi river et... Japan !

SINOCENTRISME : UN USAGE ANTIQUE REMIS A NEUF

Les croquis sinocentriques, où l'Asie et l'Océanie occupent le centre, laissant l'Europe et l'Afrique à l'extrême gauche et les Amériques tout à droite, constituent 11 % des échantillons recueillis. Ce type de représentation remonte à l'époque de Matteo Ricci, missionnaire jésuite d'une très haute culture, qui s'établit à Pékin en 1583 et mourut en 1610.

Les lettrés chinois furent fascinés par la carte du monde qu'il rapportait dans ses bagages, mais jugèrent que l'Empire céleste, relégué en marge du planisphère, méritait une position plus prestigieuse, au devant de la scène. Ricci, fin diplomate autant que théologien éclairé, produisit sa célèbre mappemonde de 1602, où la Chine tenait la place d'honneur, en plein centre du

paysage terrestre.

Certains pays d'Asie ont renoué avec cette tradition depuis qu'ils ressentent leur formidable puissance, politique en ce qui concerne la Chine, économique dans le cas du Japon et de la Corée du Sud. Le ralliement d'un étudiant néo-zélandais à cette optique régionaliste, montre que les vieilles racines historiques de l'Extrême-Orient, ne sont pas les seules motivations en cause ; un pays anglo-saxon et "neuf" de l'Océanie, malgré son éducation fortement britannique, est aujourd'hui tenté par l'interprétation sinocentriste de la géographie, qui pour lui est plus proche de la réalité pratique que la convention eurocentriste.

Si les jeunes d'Extrême-Orient (Bangladesh, Chine populaire, Formose, Hong Kong, Inde, Indonésie, Japon, Pakistan, Philippines, Singapour, Corée du Sud, Thaïlande) sont en moyenne 25 % à adopter le schéma sinocentrique, ceux du Pacifique sud (Australie, Nouvelle-Zélande, Papouasie - Nouvelle-Guinée) le choisissent à

72 %. L'Australie a introduit, il y a vingt ans, dans certains de ses manuels scolaires, la figuration sinocentrique, mieux appropriée à ce continent, puisque celui-ci apparaît complètement décentré quand il est vu sous l'angle européen, s'il n'est pas simplement haché en deux comme le montre la carte d'un facétieux Australien (voir p. 41).

La Chine reste cependant le seul pays où les réponses sont uniquement sinocentristes, à l'exception d'une très infime et négligeable minorité de réponses eurocentristes.

Le monde tel qu'il se présente sous l'angle de vision asiatique récolte même quelques suffrages (1 %) chez les étudiants européens (une poignée d'Italiens, d'Espagnols, de Turcs, de Yougoslaves). Une proportion étonnante aussi de 4 % aux Etats-Unis — l'étude ne précise pas si ces résultats proviennent d'élèves d'origine asiatique récemment immigrés, comme il s'en trouve beaucoup aujourd'hui sur les campus américains.

monde sur son île. Un exemple typique d'égo-centrisme géographique, qui semble ici une véritable profession de foi géopolitique.

L'adoption d'un système cartographique de préférence à un autre, ne dépend pas toujours du lieu d'où l'on observe le monde. Les raisons historiques et culturelles, voire politiques, comptent parfois plus que la perspective géographique. Pour ne citer qu'un exemple, à l'université chinoise de Hong Kong, 23 % des étudiants ont dessiné des cartes sinocentriques, contre 6 % seulement des étudiants de l'université anglophone, lesquels ont choisi la formule eurocentriste à 94 %. L'influence de l'enseignement britannique est beaucoup plus forte dans

cette deuxième institution que dans la première, de tradition à prédominance chinoise.

Le colonialisme a lourdement marqué certaines régions de son empreinte : l'Inde, le Pakistan, le Bangladesh, Singapour, les Philippines, la Thaïlande n'ont produit que des cartes eurocentriques, ou presque, même quand cela a pour conséquence de rejeter ces pays à la périphérie. Ce qui, pour le Pr Thomas Saarinen, illustre un trait regrettable de la mentalité des anciens colonisés : le sentiment que le centre du monde est ailleurs.

Saarinen déplore que l'eurocentrisme soit encore l'attitude dominante dans les continents non européens, ce qui empêche, selon lui, la création

VOICI LE 80 MILLIARDIÈME HUMAIN DEPUIS ADAM

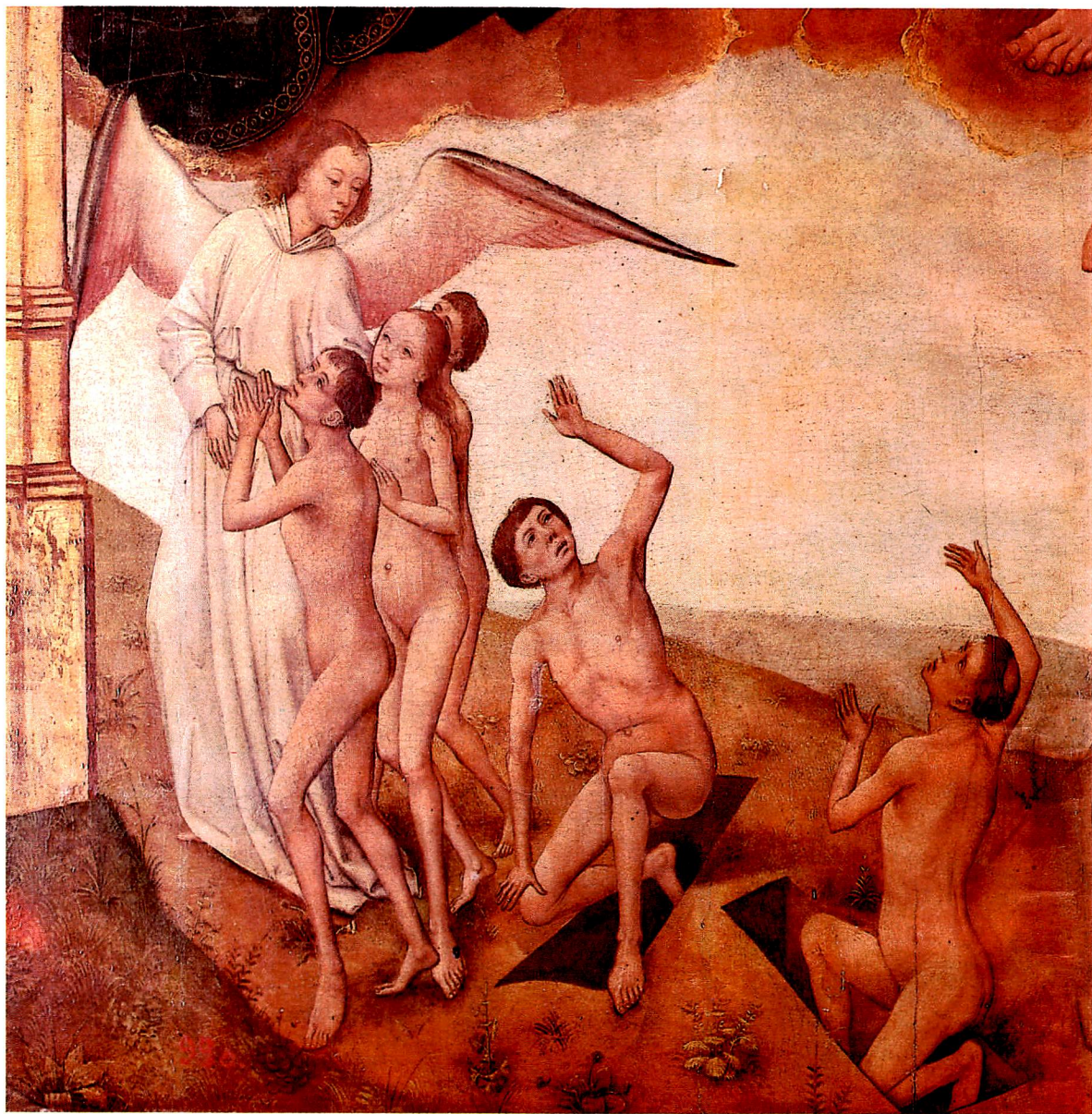
*Quoique nous ne soyons
en mesure
d'affirmer
qu'il s'agit*

*bien de ce bébé-là, c'est le chiffre auquel
aboutissent les calculs des démographes :
il y aura eu jusqu'à aujourd'hui
80 milliards d'individus, pas plus, depuis
le début de l'humanité. Et dans les années
qui viennent, combien y en aura-t-il ?
Sept scénarios répondent à cette question.
Ils intègrent des données nouvelles
telles que les hécatombes dues au SIDA,
une longévité de plus de 150 ans,
la suppression de la ménopause...*

On dit volontiers que l'avenir de l'humanité est entre les mains de l'homme. Sans le nier tout à fait, les démographes assortissent ce jugement de sérieuses réserves. Selon eux, l'état actuel de la population, la force d'inertie des grandes tendances démographiques, la distribution des groupes humains et des groupes d'âge imposent des contraintes dont il est difficile de ne pas tenir compte. Aussi, lorsqu'ils se lancent dans des études prospectives sur l'évolution à long terme de l'humanité, développent-ils leurs spéculations à partir des données fournies par le passé et le présent.

Le passé immédiat est bien connu : la population mondiale a franchi le cap de 5 milliards d'individus l'année dernière. Mais ce chiffre symbolique n'a qu'une valeur relative : il reflète une situation comptable à un moment déterminé. Sans plus. Comme l'écrit le démographe français Jean Bourgeois-Pichat, « il serait préférable de dire qu'au cours de l'année 1987, le quatre-vingt milliardième être humain a vu le jour, et que c'était aussi l'année du soixante-quinze milliardième décès ; d'où une population vivante de 5 milliards d'hommes (!) ». Soixante-quinze milliards de morts, c'est le passif de l'humanité,





Lorsqu'au XV^e siècle, Van der Weyden a peint le Triptyque de la rédemption (ci-dessus, un détail), la résurrection de la chair aurait alors rassemblé 60 milliards d'individus. Aujourd'hui nous serions 80 milliards.

vieille de quelque 600 000 ans. On ne sait pas grand-chose des premiers temps de l'homme. Les anthropologues ne sont même pas d'accord entre eux sur la date et le lieu de son apparition sous sa forme évoluée. C'est un long chapitre qui manque, et qu'il faut suppléer par l'imagination. Les premiers humains ne devaient être que quelques dizaines de milliers, errant au gré des saisons, des migrations du gibier et des changements climatiques.

Le chapitre suivant débute il y a environ 200 000

ans. Il y manque aussi bien des pages, mais on peut reconstituer l'essentiel. La première conquête technique de l'homme, la maîtrise du feu, entraîne un accroissement de la population mondiale, qui passe à 500 000 personnes. Vers l'an 40 000 av. J.-C., tous les continents, y compris l'Amérique et l'Australie, sont occupés par l'homo sapiens sapiens (l'homme moderne).

Entre -40 000 et -35 000, nouveau bond en avant : la population du globe atteint 5 millions d'individus. Plusieurs facteurs ont favorisé cette croissance : des changements climatiques qui ont

augmenté les ressources alimentaires, et des progrès techniques, tels que la mise au point de nouvelles armes de chasse et la découverte de méthodes permettant de stocker les produits comestibles.

L'arrivée de l'agriculture, aux environs de -10 000, accélérera encore la poussée démographique. Toutefois il faudra attendre le début du XVIII^e siècle pour franchir le cap du premier milliard de Terriens. Ensuite, avec la révolution industrielle et la maîtrise de l'énergie, ce sera l'explosion : en un peu moins de deux siècles, la population mondiale gagnera 4 milliards d'individus.

Cette progression de l'humanité, il y a une autre manière de l'évaluer. Ainsi Michel-Louis Levy, de l'Institut national d'études démographiques, propose l'inventaire suivant (2) :

- La dix milliardième naissance serait survenue au début du néolithique, alors que la population humaine comptait entre 5 et 10 millions d'individus.
- La vingt milliardième, au début du quatrième millénaire av. J.-C., tandis que la Terre hébergeait quelque 50 millions d'habitants.
- La trente milliardième, à la fin du deuxième millénaire av. J.-C.
- La quarante milliardième, au cours du "siècle de Périclès" (V^e siècle av. J.-C.), alors que l'humanité avait dépassé la centaine de millions.
- La cinquante milliardième, à l'époque de Charlemagne, dans un monde de 200 millions d'êtres.
- La soixante milliardième, sous la Renaissance, alors que la population mondiale s'élevait à 500 millions d'individus.
- La soixante-dix milliardième, sous le Second Empire, une trentaine d'années après que l'humanité vivante eut franchi le cap du milliard.
- La quatre-vingt milliardième, il y a peu, cent trente ans ayant suffi pour ajouter cette dernière dizaine de milliards de naissances.

C'est durant la seconde moitié du XVIII^e siècle qu'a débuté ce que les spécialistes appellent la "transition démographique", c'est-à-dire le passage d'une croissance positive à une croissance négative ou nulle. Cette transition s'effectue par paliers, de natures très différentes. Au départ, la situation est celle des sociétés dites pré-modernes : la natalité est élevée, mais la mortalité l'est aussi, et la population ne croît que très lentement. Puis les conditions de vie s'améliorent, la nourriture devient plus abondante, et l'hygiène meilleure. La mortalité diminue, et l'espérance de vie augmente, atteignant 50 ou 60 ans. Comme la natalité demeure très forte, c'est l'explosion démographique. Mais ce boom ne dure pas. Petit à petit la fécondité s'abaisse, si bien que natalité et mortalité finissent par s'équilibrer. La population se stabilise à peu près ou tend même parfois à décroître.

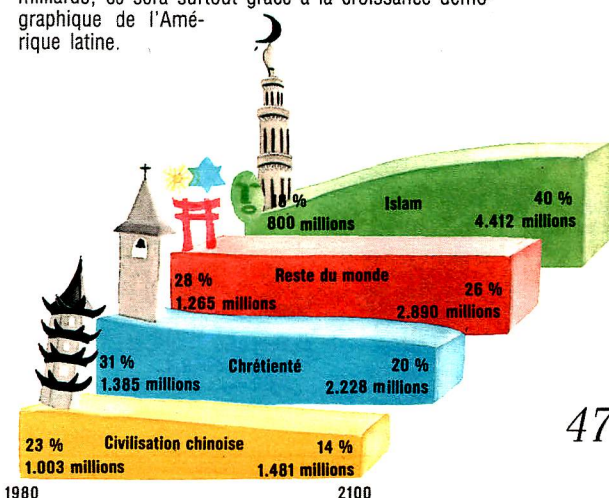
C'est à ce dernier stade de la transition démogra-

phique que sont parvenues les sociétés industrielles, tandis que les pays en développement en sont encore à la phase explosive. Mais eux aussi, à plus ou moins longue échéance, connaîtront la stabilisation, ou même la récession.

Quelles sont les raisons qui provoquent cette inversion de la courbe démographique ? Comme elles relèvent de comportements individuels, elles sont forcément multiples et, en conséquence, difficiles à appréhender. Certains chercheurs ont cependant tenté de formuler des hypothèses globales se superposant aux conduites particulières. L'Américain Lester R. Brown, par exemple, pense que c'est l'abaissement de la mortalité infantile ainsi que l'amélioration des conditions économiques et sociales qui incitent les couples à avoir moins d'enfants. Bourgeois-Pichat, lui, met en cause les interactions entre les trois groupes qui composent toute population : le groupe des jeunes, au sens large du terme, c'est-à-dire les moins de 30 ans ; le groupe des décideurs, c'est-à-dire ceux entre 30 et 60 ans, et le groupe des plus de 60 ans. Les décideurs, non seulement régissent le fonctionnement de la société, mais fixent aussi le niveau de la fécondité, en fonction et sous la pression des deux autres groupes.

Or, à mesure que la société progresse, l'équilibre entre ces trois groupes se modifie graduellement. Au début, quand la natalité et la mortalité sont fortes, la proportion des jeunes est élevée, et celle des "vieux" faible. Pour 100 décideurs, il y a près de 200 jeunes, mais moins de 18 personnes âgées (11 fois plus de jeunes que de vieux). Le principal souci

La répartition de la population mondiale en fonction des grandes civilisations : Chrétienté, Islam, Chine et "reste du monde" — courants minoritaires —, montre l'influence croissante que prendra l'Islam : en 1980, ce courant avait 800 millions d'adeptes. Selon l'ONU, ce nombre devrait être multiplié par 5,5 en 2100. Et si la Chrétienté voit pendant la même période le nombre de ses fidèles passer de 1,38 à 2,23 milliards, ce sera surtout grâce à la croissance démographique de l'Amérique latine.



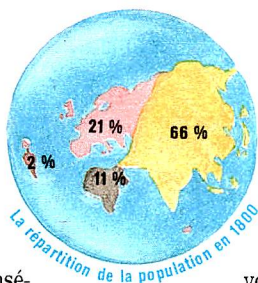
(2) Bulletin d'informations de l'INED, mai 1988.

des décideurs est donc le sort des jeunes. Les vieux, eux, ne posent aucun problème. « On peut même s'offrir le luxe de bien les traiter, ironise Bourgeois-Pichat, car, étant donné leur faible part dans la population, une telle générosité n'a pas de conséquence sur la marche de l'économie. »

Vient ensuite le temps où la mortalité régresse, surtout la mortalité infantile. Le groupe des jeunes se gonfle encore, en même temps qu'augmente la population totale. Bientôt, il y a 16 fois plus de jeunes que de vieux, et les décideurs croulent littéralement sous le nombre. S'amorce alors une baisse de la fécondité. Le groupe des jeunes diminue progressivement, tandis que celui des vieux augmente. Au bout d'un certain temps, les deux communautés vont devenir pratiquement égales.

Tandis que la croissance démographique se ralentit, les décideurs reprennent leur souffle. La pression du nombre s'atténue : la "charge" cumulée des jeunes et des vieux ne représente plus que 150 personnes pour 100, alors qu'elle était d'environ 300 personnes dans la phase précédente. « Certes, observe Bourgeois-Pichat, les décideurs ont une charge deux fois moindre que celle de leurs grands-parents, ce qu'on ne manque pas de leur faire remarquer pour les inciter à ne pas trop se plaindre. Mais ils se moquent bien de la situation vécue par leurs aïeux. Ce qui les intéresse, c'est la situation présente, et celle-ci ne comporte pas que des avantages... » Les vieux, en effet, vivent plus longtemps et, de ce fait, conservent plus longtemps la mainmise sur le capital. En outre, vu leur nombre croissant, ils disposent d'un pouvoir politique important.

Et maintenant, quelle sera la phase suivante ?



Après la transition démographique, achevée pour les pays industriels, encore en cours dans les pays en développement, quel sera le sort de l'humanité ? Les démographes se sont penchés sur la question. Faute de pouvoir deviner à l'avance les comportements qu'adopteront les hommes et les femmes en

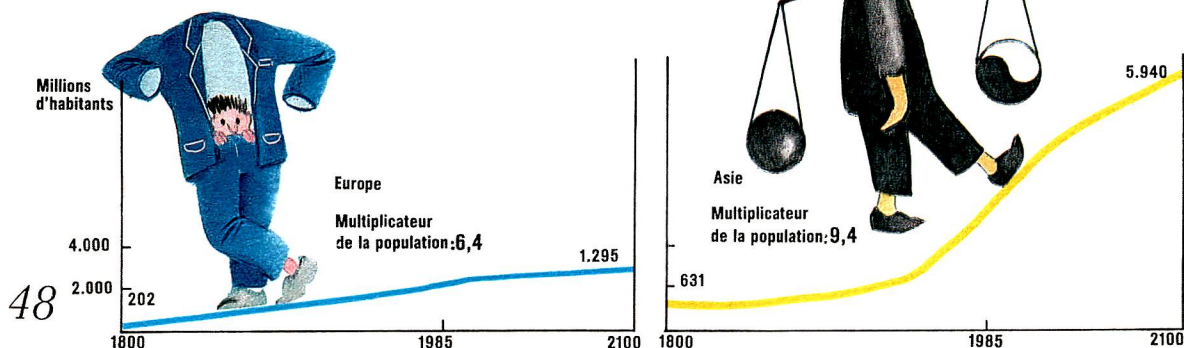
matière de procréation, ils ont imaginé différents schémas, dans lesquels, à partir des données du présent et du passé, ils tentent d'esquisser l'avenir. Voici donc les sept scénarios plausibles pour le troisième millénaire.

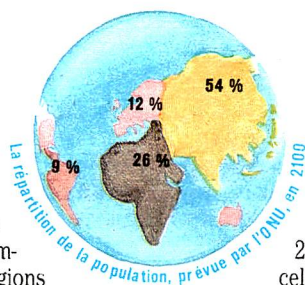
Scénario n° 1 : l'avenir "officiel". Si nous qualifions cette première projection d'officielle, c'est parce que c'est celle qui a été retenue par la division de la Population des Nations unies. C'est aussi l'hypothèse la plus optimiste, dans la mesure où elle suppose que tous les pays atteindront bientôt le niveau de fécondité assurant le renouvellement des générations, à savoir 2,1 enfants par femme.

Si l'on peut concevoir que les pays en développement, où la natalité baisse régulièrement, parviendront à ce niveau au siècle prochain, il n'en va pas de même des pays industriels. Ceux-ci sont déjà passés au-dessous du seuil de remplacement et, selon Bourgeois-Pichat, semblent bien décidés à s'y maintenir. Reste cependant un espoir : la dépopulation ne sera vraiment sensible dans ces pays qu'après l'an 2000, et les experts des Nations unies pensent qu'alors, par esprit civique, de nombreux couples décideront d'avoir plus d'enfants, ou bien que les gouvernements, inquiets, adopteront des mesures vigoureusement natalistes.

S'il en est ainsi, la population mondiale se stabilisera vers l'an 2100 aux environs de 11 milliards de

L'évolution de la population des grandes régions du monde. Cette projection pour les années 1985-2100, à partir des données recueillies entre 1800 et 1985, a été réalisée par l'ONU. Si l'Amérique latine, avec ses 940 millions d'habitants, ne représentera encore, en 2100, que 9 % de la population mondiale, c'est tout de même elle qui aura eu la plus forte croissance puisqu'en 300 ans sa population aura été multipliée par 49,6. Contrairement à celle de l'Europe qui n'aura été multipliée que par 6,4. Entre ces deux extrêmes, l'Afrique, dont la population aura été multipliée par 27,8, et l'Asie, par 9,4.





personnes. Néanmoins la face du monde sera changée. L'Amérique du Nord, l'Amérique latine et l'Afrique (notamment l'Afrique du Nord), qui, il y a encore deux siècles, ne brillaient pas spécialement par le nombre de leurs habitants, seront les régions les plus peuplées. Partout ailleurs, y compris en Europe, en Chine et au Japon, les accroissements de population seront beaucoup plus modestes (*voir dessins ci-dessus et ci-dessous*).

Du point de vue des grands courants de pensée et des civilisations, le changement sera également important. Le phénomène le plus marquant sera l'irrésistible montée de l'Islam, dont les tenants passeront de 800 millions en 1980 à 4,4 milliards en 2100. La chrétienté, elle, ne multipliera le nombre de ses fidèles que par 1,6, passant de 1,38 milliard à 2,2 milliards — cela, grâce surtout à la très catholique Amérique latine (*voir dessin p. 47*).

Scénario n° 2 : la sénescence maîtrisée. Une augmentation notable de l'espérance de vie modifierait profondément le premier scénario. Or, une telle hypothèse n'est pas à exclure. Des progrès décisifs dans la lutte contre le vieillissement pourraient en effet rapprocher l'espérance de vie de la limite de la vie humaine, qui se situe vers 115 ans (certains gérontologues pensent même que cette limite pourrait être repoussée jusqu'à 150 ans). Si les désagréments de la sénescence n'apparaissaient que dans les dix dernières années de l'existence, comme c'est le cas aujourd'hui, l'homme pourrait alors escompter 140 années de bonne santé.

Conséquences : la population des pays industriels ne commencerait à diminuer que vers 2050, et la réaction des couples face à la dénatalité se produi-

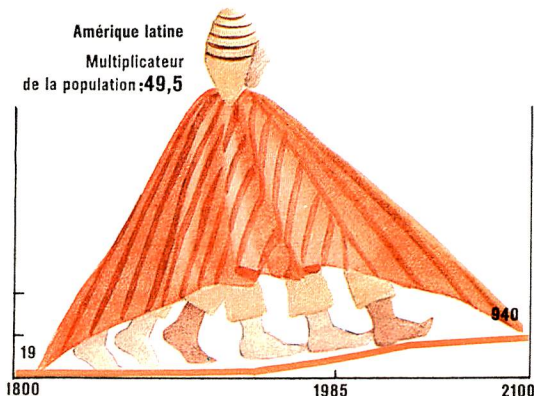
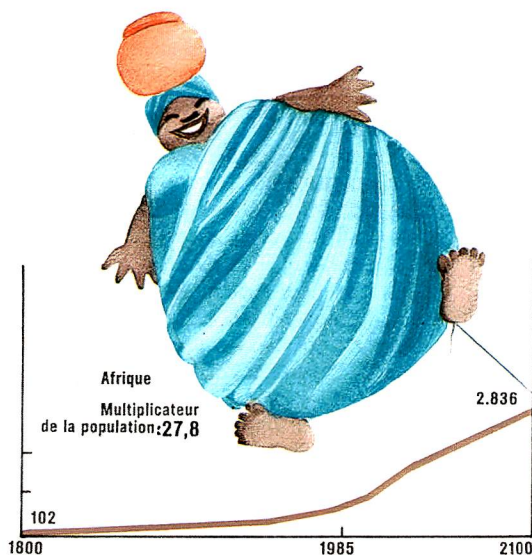
rait plus tard que dans le scénario précédent. La population européenne se stabiliserait vers 2125 à un niveau égal à celui de 1939. La chrétienté ne franchirait plus la barre des 2 milliards, tandis que l'Islam frôlerait celle des 6 milliards. « En trois siècles, la

situation se sera renversée, commente Bourgeois-Pichat. Alors qu'en 1800, il y avait 20 musulmans pour 80 chrétiens, on aura 84 musulmans pour 30 chrétiens. La nécessité d'une collaboration et, pour tout dire, d'une réconciliation entre les deux courants spirituels ne s'est jamais imposée avec autant d'évidence. Elle peut, et même sans doute doit, passer par une coopération économique. »

Scénario n° 3 : la ménopause différée. Dans cette variante du scénario n° 2, on suppose que les biologistes auront trouvé le moyen de prolonger la fertilité féminine. Si, donc, l'on arrivait à faire sauter le "verrou de la ménopause", c'est tout le paysage démographique qui serait bouleversé. Avec 140 ans de vie en bonne santé et la possibilité de procréer jusqu'à 100 ans, il suffirait que la femme contracte deux unions et mette au monde au cours de chacune 1,2 enfant (chiffre correspondant au niveau de fécondité en RFA) pour que l'on retrouve un taux de fécondité de 2,4, supérieur au seuil de remplacement des générations.

Telle pourrait être, selon Bourgeois-Pichat, la transition démographique de l'ère post-industrielle. Après la maîtrise du feu, celle du stockage des denrées alimentaires, celle de l'agriculture et celle de l'énergie, la maîtrise de la biologie pourrait inaugurer un nouveau tournant de l'humanité.

Scénario n° 4 : le Jugement dernier. Si la fécondité continue de baisser dans les pays industriels, rejoignant partout le niveau actuel de l'Allemagne fédérale ; si elle prend le même chemin dans les pays en développement, une fois que ces derniers auront achevé leur transition démographique, et si l'espérance de vie plafonne à 75 ans, l'humanité disparaîtra vers l'an 2400. Elle aura connu, remar-



que Bourgeois-Pichat, une existence comparable à celle d'une étoile : « Celle-ci, après avoir brillé d'un éclat modeste pendant des millions d'années, voit soudain sa luminosité croître dans des proportions gigantesques. Les astronomes lui donnent alors le nom de supernova. Mais le phénomène ne dure pas longtemps. L'étoile s'éteint rapidement et s'effondre littéralement sur elle-même. En utilisant le langage de l'astrophysique, on peut dire que, dans l'hypothèse qui nous occupe, la population mondiale atteindra son éclat maximal (9,4 milliards d'individus) en 2070, puis disparaîtra ensuite. »

Scénario n° 5 : la transition bloquée. Imaginé, entre autres, par l'Américain Lester R. Brown, ce scénario postule que les pays en développement, qui ont connu une croissance démographique rapide, sans bénéficier toutefois d'une amélioration notable des conditions de vie, resteront bloqués dans la seconde phase de la transition, celle où la natalité est forte et la mortalité réduite, et maintiendront donc leur progression explosive au rythme de 2 ou 3 % l'an, entraînant le doublement de la population mondiale en 23 ou 35 ans.

Une telle croissance, prévoit Brown, aura des répercussions sur l'environnement : les forêts et les champs reculeront devant l'invasion des zones urbaines ; les terres, trop sollicitées, s'appauvriront ; les nappes aquifères s'épuiseront. Les populations les plus prolifiques retrouveront alors la pauvreté et la sous-alimentation, et régresseront à la première phase de la transition, conservant une forte natalité, mais ayant de nouveau une mortalité élevée.

Le monde, poursuit Brown, sera coupé en deux. Cinq régions (l'Europe occidentale, l'Amérique du Nord, l'Europe de l'Est avec l'Union soviétique, l'Australie avec la Nouvelle-Zélande et la partie orientale de l'Asie, notamment la Chine et le Japon), occupées actuellement par 2,4 milliards d'habitants, soit un peu moins de la moitié de la population mondiale, auront ou garderont une faible croissance. En revanche, cinq autres régions (l'Asie du Sud-Est, l'Amérique latine, le sous-continent indien, le Moyen-Orient et l'Afrique), totalisant aujourd'hui 2,6 milliards d'habitants, progresseront ou continueront de progresser au rythme de plus de 2 % par an. L'Inde, où végètent déjà des dizaines de millions de paysans sans terres, dépassera la Chine vers l'an 2010 et deviendra le pays le plus peuplé du monde, avec 1,7 milliard d'habitants. Le Mexique, où vivent aujourd'hui 90 millions de personnes, en aura 200 millions... quand son pétrole sera épuisé.

Le retour vers la case départ de la transition démographique s'est déjà amorcé dans les pays où la famine et la malnutrition font flamber la mortalité. Les dirigeants politiques de ces nations, quelle que soit leur bonne volonté, ne pourront pas inverser la tendance tant qu'ils n'auront pas les moyens

— ni l'expérience — leur permettant d'enrayer la dégradation incessante des conditions de vie. Une semblable régression, allant jusqu'à l'extermination, aurait déjà eu lieu dans le passé : les archéologues pensent en effet que la civilisation des Mayas, dans l'actuel Guatemala, a connu une progression ininterrompue pendant 17 siècles, avant de s'écrouler brutalement au IX^e siècle de notre ère.

Scénario n° 6 : le transfert démographique. Ce schéma superpose des éléments empruntés aux deux scénarios précédents. Le dépeuplement continu des pays industriels ouvrirait un nouvel Eldorado aux pays en pleine explosion démographique. Les populations défavorisées, mais en plein essor, viendraient s'approprier, en douceur ou par la force, les terres et les ressources des peuples riches mais déclinants. Ces derniers s'amalgameraient progressivement aux envahisseurs, jusqu'à perdre leur identité. Ils disparaîtraient comme a disparu l'homme de Néandertal, qui a longtemps cohabité avec l'homme de Cro-Magnon, puis s'est évanoui sans que l'on sache s'il a fusionné avec son concurrent ou s'il a été éliminé par lui.

Scénario n° 7 : la pandémie. L'espèce humaine a, au cours de son histoire, connu plusieurs pandémies dévastatrices, comme la peste qui ravagea l'Europe au XIV^e siècle ou la variole qui tua 3 500 000 Indiens lors de la conquête de l'Amérique par les Espagnols. Malgré les progrès de la médecine, le danger des épidémies n'est pas écarté. Le Sida, par exemple, représente aujourd'hui un risque réel à l'échelle mondiale. Cette maladie, identifiée en 1981, a fait l'objet de recherches intensives, mobilisant tous les moyens de la biologie moderne. Néanmoins, à ce jour, il n'existe ni vaccin ni thérapeutique curative efficace. Partout, la maladie progresse, et les experts de l'Organisation mondiale de la santé constatent avec inquiétude qu'elle se répand de plus en plus en dehors des "groupes à risque" (les homosexuels et les drogués). En outre, elle touche aussi bien les pays riches que les pays pauvres. Ces derniers sont même les plus menacés, car ils manquent de moyens pour s'en protéger : en Afrique, un préservatif peut coûter une journée de salaire !

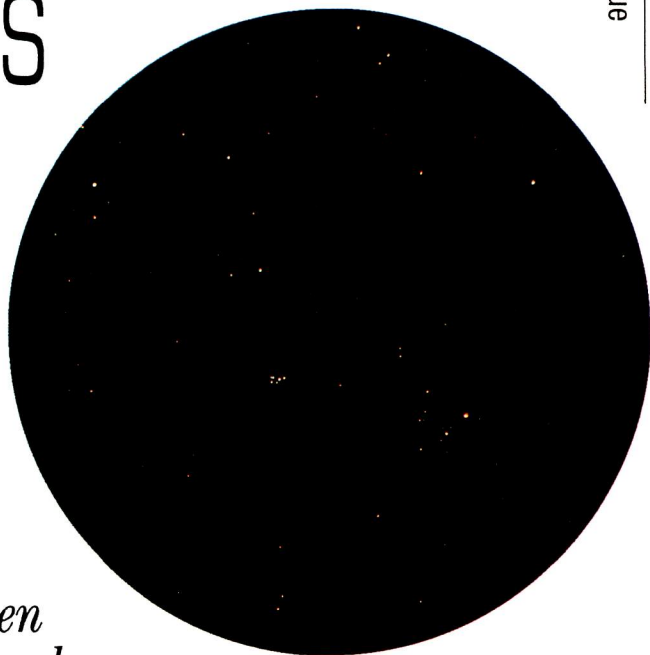
L'Afrique centrale et l'Afrique de l'Ouest sont les régions du monde les plus atteintes par le Sida. Dans certaines grandes villes, près de 10 % des habitants sont séropositifs. L'Asie, d'abord épargnée (au point que l'on pensait qu'il existait une immunité génétique), est à son tour contaminée. Même si un vaccin ou des médicaments efficaces étaient mis au point, ils resteraient encore longtemps hors de portée des pays économiquement défavorisés.

Cet exemple contemporain démontre, s'il en était besoin, que les épidémies sont des facteurs que les démographes n'ont pas le droit de négliger, car, même à notre époque, elles pourraient encore décimer des populations entières.

Alexandre Dorozynski

Y-A-T-IL D'AUTRES TERRES DANS LE CIEL ?

On n'avait jusqu'ici trouvé aucun système planétaire pareil au nôtre dans notre Galaxie. C'était bizarre. Voici une découverte extraordinaire d'astrophysiciens parisiens : il en naîtra "bientôt" beaucoup dans la constellation du Taureau. Dans des milliards d'années.



Le Soleil est une étoile ordinaire, d'âge intermédiaire, de classe moyenne. On compte dans notre seule galaxie des milliards d'étoiles de même gabarit, de même composition, de même température ; en revanche, aucune autre à notre connaissance n'est entourée de planètes, alors que le Soleil en compte neuf, captives de son puissant champ gravitationnel. Et elles étaient là dès l'origine de son système, quoique différentes.

La recherche de cas semblables ayant été vaine (1), les astronomes se sont alarmés : les planètes seraient-elles une anomalie ? Le soleil est-il un monstre ? En mai dernier, des chercheurs de l'Institut d'astrophysique de Paris démontrèrent que des étoiles du type solaire, dans la région de la constellation du Taureau, sont entourées d'un disque de poussières. La plupart de ces étoiles sont beaucoup plus jeunes que le Soleil, elles ont donc toute leur vie pour se constituer, comme lui, un beau cortège planétaire à partir de ces poussières.

Plusieurs théories rivalisent pour expliquer la formation du système solaire. En bref, les unes invoquent un événement violent, les autres, une

naissance sans problème, par l'accrétion naturelle des poussières. Les premières postulent, soit un frère jumeau dont le Soleil aurait récupéré les débris pour former des planètes, soit une étoile de passage arrachant brutalement à la nôtre ses couches extérieures. Les secondes proposent un Soleil solitaire, dont le champ magnétique ou gravitationnel aurait capté des nuages interstellaires ; ceux-ci auraient fini par s'agglutiner en sphères sur neuf orbites concentriques. Toutefois, un troisième scénario, très différent, rallie actuellement beaucoup de suffrages. Il représente, en fait, une version améliorée d'une théorie avancée il y a deux siècles par le marquis Pierre Simon de Laplace.

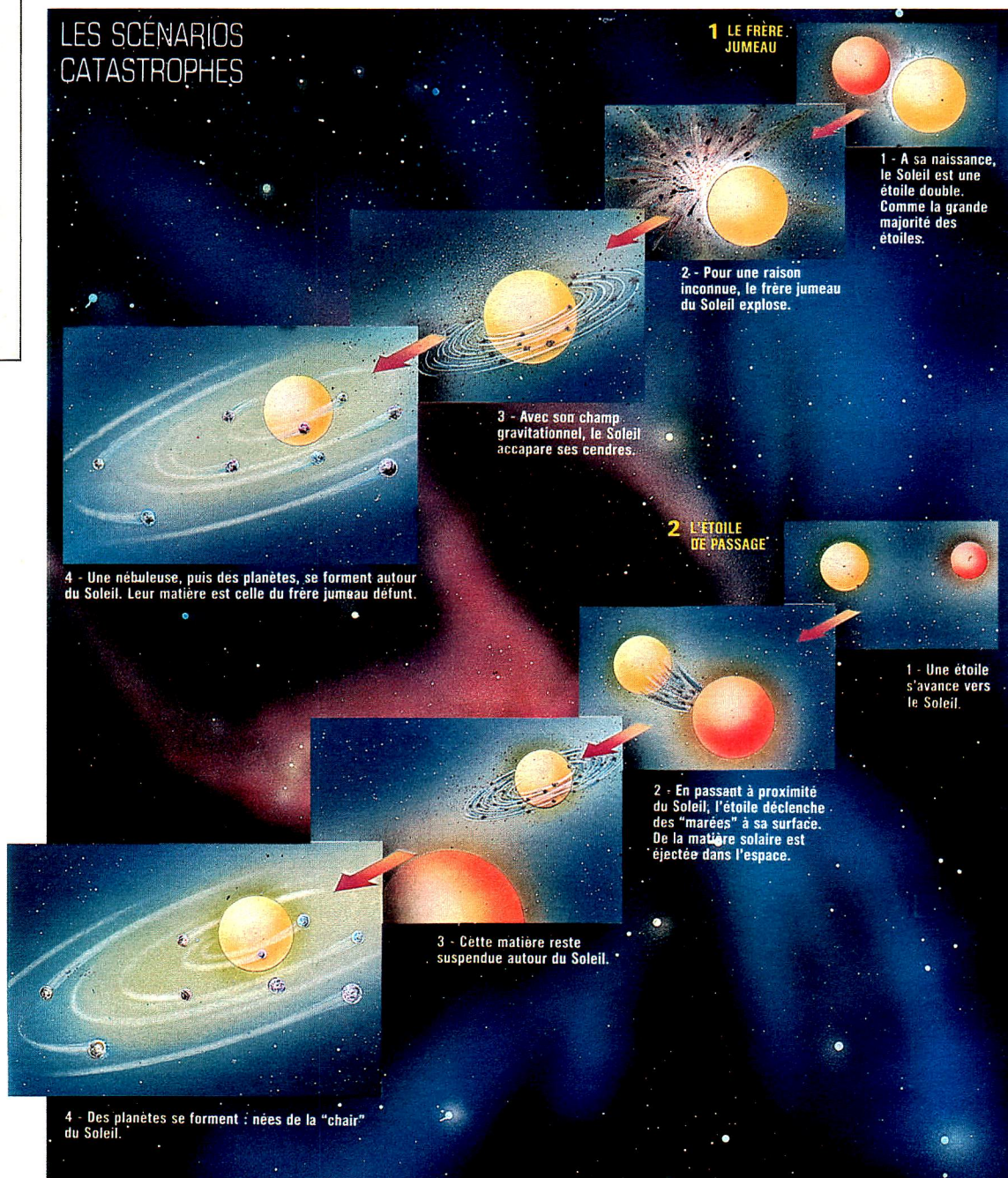
Selon cette théorie, il faut se placer dix milliards d'années après le "Big bang", cette gigantesque explosion qui aurait donné naissance à l'Univers. A ce moment, notre Galaxie s'est enrichie en métaux grâce au travail de ses étoiles. Celles-ci fabriquent, en effet, à partir de l'hydrogène, non seulement de l'hélium, du carbone, de l'oxygène, mais aussi du fer, de l'or, de l'argent et même des diamants (2). Or,

(1) Voir "Chasseurs d'étoiles", *Science & Vie* n° 836, mai 1987.

(2) Voir "Les diamants tombés du ciel", *Science & Vie* n° 837,

4 hypothèses pour la formation du système solaire

LES SCÉNARIOS CATASTROPHES



les plus grosses d'entre elles vivent quelques millions d'années à peine et, en mourant, elles explosent en supernovae ; elles sèment alors à tous vents leurs richesses. C'est ainsi que le milieu interstellaire devient de plus en plus lourd.

Pendant les milliards d'années écoulées, plusieurs générations d'étoiles massives se sont succé-

dées dans l'Univers. Une donnée chiffrée : la teneur en métaux du gaz de notre Galaxie s'élève à 2 ou 3 %. Est-ce à la suite d'une rencontre entre deux nuages, de la fusion complète de ces deux nuages ou encore d'une explosion de supernovae à proximité ? Toujours est-il que, sous le coup d'une excitation extérieure, quelque part loin du centre galac-

LES MÉTHODES DOUCES

1 SCÉNARIO D'ALFVEN OU DE FRED HOYLE

1 - Le Soleil naît solitaire.

2 - En passant dans une région riche en matière interstellaire, le Soleil s'entoure d'un nuage de gaz et de poussières, avec son champ magnétique ou gravitationnel.

3 - Le nuage s'aplatit jusqu'à devenir un disque.

4 - Des planètes se forment dans ce disque fait de matière venue d'ailleurs.

2 SCÉNARIO DE LAPLACE

1 - Un nuage perd l'équilibre et s'effondre gravitationnellement sur lui-même.

2 - La contraction n'étant pas uniforme dans toutes les directions, le nuage s'aplatit.

3 - La nébuleuse se retire vers le centre, laissant derrière elle des petits corps. Le Soleil naît, déjà entouré d'un disque de gaz et de poussières.

4 - Pour une raison inconnue, ce disque se scinde en neuf anneaux. Dans chacun se forme un grumeau qui, plus tard deviendra une planète.

tique, un petit nuage riche en molécules, métaux et autres poussières, perd son équilibre structurel et s'effondre. Il se replie très lentement sur lui-même et donc, sa densité augmente.

Quand cette densité dépasse les cent mille molécules/cm³, sa contraction s'accélère. Le nuage s'échauffe, et comme sa contraction n'est pas unifor-

me, il s'aplatit en crêpe. Avec la montée de la température, les collisions entre les atomes se multiplient. Des molécules se forment. Les éléments non volatils se condensent vite. Et le champ gravitationnel du système attire des poussières.

Loin du centre, là où se trouvent actuellement les planètes extérieures (Jupiter, Saturne, Uranus, Nep-

COMMENT PEUT ÉVOLUER UNE ÉTOILE DE TYPE SOLAIRE

1 - Au temps $t = 0$, un nuage interstellaire commence à s'effondrer sur lui-même.

2 - 100 000 ans plus tard, on retrouve une boule en contraction rapide. Son énergie gravitationnelle est convertie en lumière, mais cela ne se voit pas : des poussières enveloppent entièrement l'astre naissant (avec une densité supérieure autour de l'équateur) et ne laissent passer que les infrarouges.

3 - Agée de 1 million d'années, l'étoile est en pleine phase T-Tauri : très instable, elle crache de grandes quantités de matière. La plupart tombe dans le plan de l'équateur, les autres sont balayées au loin par le vent solaire.

4 - A 10 millions d'années, le disque équatorial a disparu. De deux choses l'une :

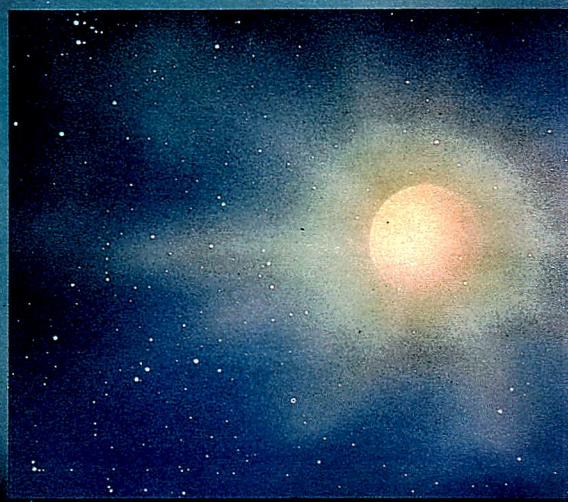
- Soit le disque de poussières a été dispersé par le vent de matière soufflé par T-Tauri.
- Soit des planètes se sont condensées dans le disque de poussières. Mais nos plus grands télescopes sont incapables de discerner à distance des astres aussi ternes. Eblouis par l'étoile, ils ne voient qu'elle !

tune), la température reste relativement basse. Autour des grains de poussière, se forment des glaces d'eau, d'ammoniac et de méthane. Près du centre, il fait au contraire très chaud et seuls les silicates et le fer peuvent passer à l'état solide.

Pour une raison encore à inconnue, la crêpe se scinde en anneaux, et dans chaque anneau se forme un grumeau. Simultanément, le disque protosolaire rétrécit. La nébuleuse se rétracte, abandonnant à sa périphérie une multitude de petits corps. Sa température augmente toujours et elle est secouée par des courants de convection. Un vent de particules se lève et éjecte les atomes qui ne participent pas à cette céleste cuisson.

Au fur et à mesure de sa contraction, la nébuleuse devient moins plate. Son énergie gravitationnelle est convertie en lumière. La "pâte d'étoile" se transforme en un astre brillant. Le Soleil est né.

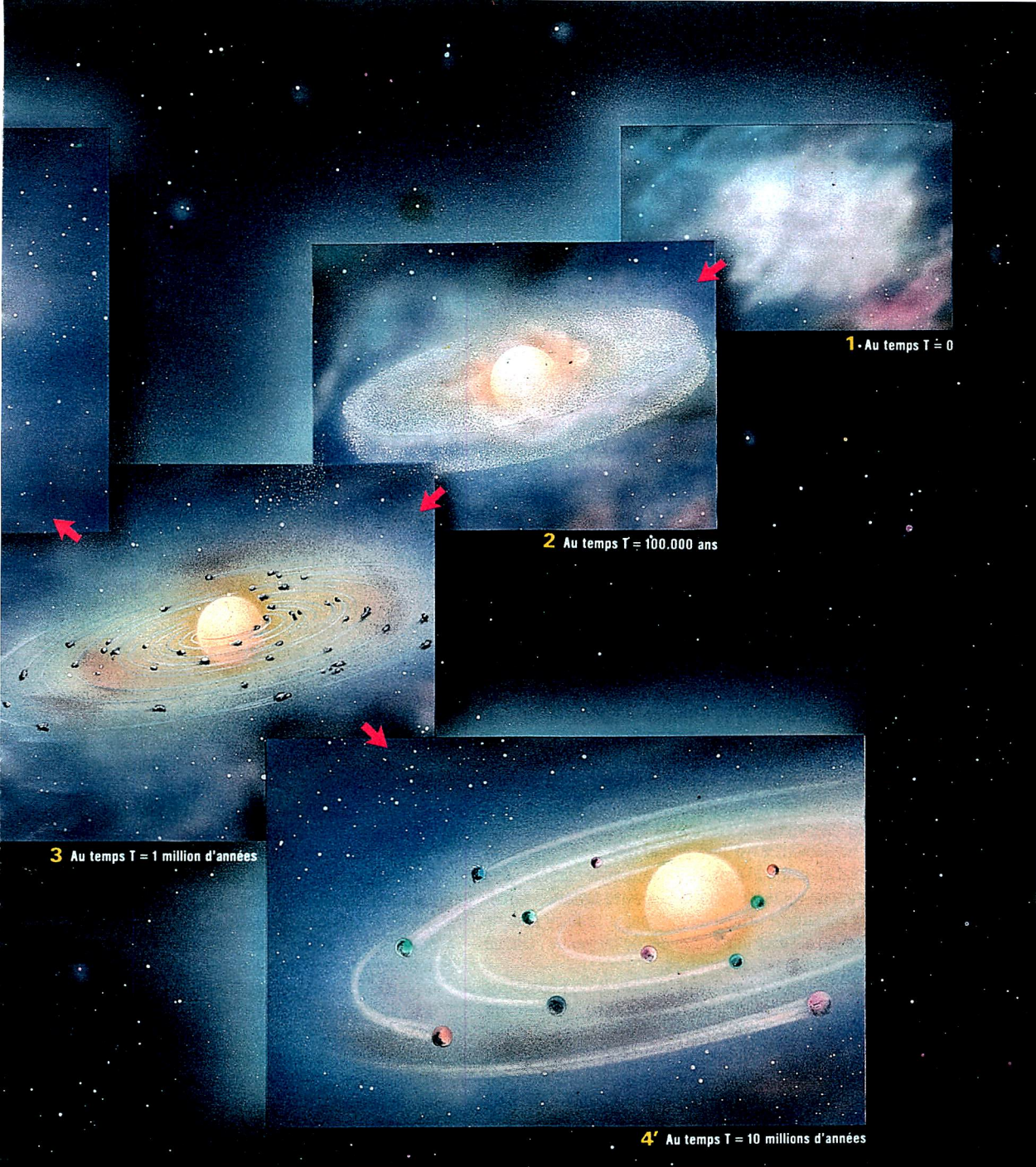
Instable nouveau-né : il tourne très rapidement sur lui-même et crache des grands jets de matière, comportement typique de la phase T-Tauri qu'on



4 Au temps $T = 10$ millions d'années

rencontre encore aujourd'hui chez certaines jeunes étoiles, mais agitation transitoire. En effet, le vent de matière que le Soleil souffle en permanence le freine. Sa rotation se ralentit et, en moins d'un milliard d'années passe de quelques centaines de kilomètres par seconde à quelques kilomètres par seconde.

Tout au long de cette adolescence, les petits corps laissés par la nébuleuse originelle tournent autour du jeune Soleil. Les grumeaux présents dans



les anneaux de poussières ont collecté les miettes alentour, ils grossissent et bientôt ressemblent à des planètes. Les fragments d'accrétion d'antan, météorites, poussières, tombent encore sur leurs surfaces, les alourdissant toujours davantage et creusant des cratères, signatures durables des épreuves de formation.

Mais l'averse de météorites se calme. Le système solaire prend alors l'aspect que nous lui connaissons. Neuf planètes gravitent dans un même plan

sur des ellipses plus ou moins allongées, avec, à l'un des foyers, un gros Soleil.

De la nébuleuse primitive, il ne reste qu'une fine poussière qui polarise parfois la lumière solaire, provoquant sur Terre la lumière zodiacale, langues de feu illuminant le ciel en pleine nuit dans les régions tropicales. Cette poussière tisse une véritable toile d'araignée autour du système solaire. Par endroits, elle se condense en nuages, comparables à des cirrus composés de particules riches en car-

bone. Ailleurs, elle se répartit sur trois anneaux. L'un se trouve dans le plan de l'écliptique, où gravitent la plupart des planètes, tandis que les deux autres font un angle de 9° avec ce même plan. Ces deux-là sont sans doute les débris de vieilles comètes, désagrégées par une collision.

Il est difficile d'extrapoler à partir de notre système solaire, mais il semble bien que la formation d'un système planétaire s'accompagne systématiquement de nuées de poussières. Des disques poussiéreux ont d'ailleurs été repérés autour d'autres étoiles que le Soleil, ravivant l'espoir des chasseurs de planètes. Le premier de ces disques a été trouvé par hasard par le satellite IRAS en 1983, au cours d'un réglage des appareils. Il encercle Véga, une étoile deux fois et demie plus massive et 40 fois plus lumineuse que notre Soleil. Comme cette étoile est très grosse, ses jours sont comptés : au plus 300 millions d'années. Il est très peu probable qu'elle ait le temps d'ici là de s'entourer de véritables planètes.

Deux autres disques de poussière ont été observés par ce même satellite IRAS. L'un orne une étoile nouvelle née dans la région d'Orion. Il paraît immense, puisque son diamètre est mille fois plus grand que celui de l'orbite de Pluton. A partir d'observations radio réalisées au sol, une équipe japonaise a démontré qu'il tourne rapidement sur lui-même, ce qui va automatiquement accélérer la condensation des planètes. La "mayonnaise" risque de prendre assez vite. Reste que la jeune étoile est 300 fois plus massive que notre Soleil. Si elle ne maigrit pas, elle vivra encore moins longtemps que Véga. Actuellement c'est une pré-adolescente très instable et éjectant de grandes quantités de matière sous forme de vents stellaires. Mais cette agitation forcée ne suffira probablement pas à la faire maigrir pour lui assurer une durée de vie moyenne ; elle ne "fera" donc pas de planètes.

Enfin IRAS a découvert un disque de poussières autour de Béta-Pictoris, une voisine discrète du Soleil. A 53 années-lumière de nous, celle-ci apparaît dans le ciel boréal, très bas sur l'horizon, comme une étoile sans envergure. En réalité, c'est une fausse modeste, car elle est deux fois plus massive et dix fois plus lumineuse que notre Soleil. Au même stade d'évolution que lui, elle est plus âgée que Véga. Beaucoup plus avare de ses feux, elle vivra aussi plus longtemps. Son disque a été observé, non seulement dans l'infrarouge par le satellite IRAS, mais également dans le visible avec le grand télescope européen de l'ESO, au Chili, et dans l'ultra-violet par le satellite IUE.

Ces études fouillées ont permis de révéler la présence de gaz entre ses poussières, gaz dont la densité varie au cours du temps. De la matière tombe en permanence sur l'étoile. Les Français Alfred Vidal-Madjar, Roger Ferlet et Anne-Marie Lagrange, de l'Institut d'astrophysique de Paris, sont convaincus

qu'une avalanche de comètes s'abat sur Béta-Pictoris. Les boules de neige sale se volatilisent avant de toucher sa face brûlante. Une fois métamorphosées en gaz, elles continuent leur chute, donnant lieu à des spectres complètement décalés vers le rouge.

Béta-Pictoris serait donc cernée par une cohorte de comètes. Mais possède-t-elle également un cortège planétaire ? Rien n'est moins sûr. Les grains de ses poussières mesurent au moins un micromètre et, de là à affirmer qu'ils pourraient former des planètes de plusieurs milliers de kilomètres de diamètres, il reste un pas que Vidal-Madjar, Ferlet et Lagrange hésitent à franchir.

Mis donc en appétit par les observations du satellite IRAS, d'autres chasseurs de planètes de l'Institut d'astrophysique de Paris sont en prospection d'autres disques protoplanétaires. Géocentrisme oblige : Claude Bertout et Jérôme Bouvier ne s'intéressent qu'à des étoiles ressemblant à notre Soleil. Ils les choisissent "au berceau", ce qui autorise tous les espoirs... Car, d'âge mûr et sans planètes, elles seraient à coup sûr à jamais stériles, alors que les "petites jeunes" pourraient bien pondre de belles planètes d'ici quelque milliards d'années.

Hélas, de telles pépinières dans notre Galaxie sont très éloignées. La plus proche se trouve dans la direction de la constellation du Taureau, à plusieurs centaines d'années-lumière d'ici. Même les plus grands télescopes ne permettent pas de repérer à de telles distances des disques de poussière de la dimension du système solaire.

Nos chasseurs de l'Institut d'astrophysique de Paris ne se découragent pas pour si peu. En collaboration avec Gibor Basri, de l'université de Californie à Berkeley, Bertout et Bouvier mettent au point une méthode pour repérer des disques de poussière même sans les voir. Leur technique est originale. D'abord ils peaufinent un modèle mathématique permettant de calculer la distribution spectrale de la lumière d'une étoile enrobée d'un disque de poussière. Ensuite, ils relèvent soigneusement les quantités d'énergie que crachent les jeunes étoiles de la région du Taureau dans le visible, l'infrarouge et l'ultraviolet. Enfin, une "simple" comparaison entre les spectres observé et théorique leur suffit pour déterminer celle de ces étoiles qui possède un disque et celles qui n'en ont pas.

Pour leur modèle mathématique, les trois chercheurs se sont inspirés du Soleil. Comme sa température en surface atteint $6\,000^\circ\text{C}$ et qu'il met la majeure partie de son énergie dans la lumière visible, on peut déduire que, s'il était plus chaud, il se donnerait davantage dans l'ultraviolet, et plus froid, davantage dans l'infrarouge.

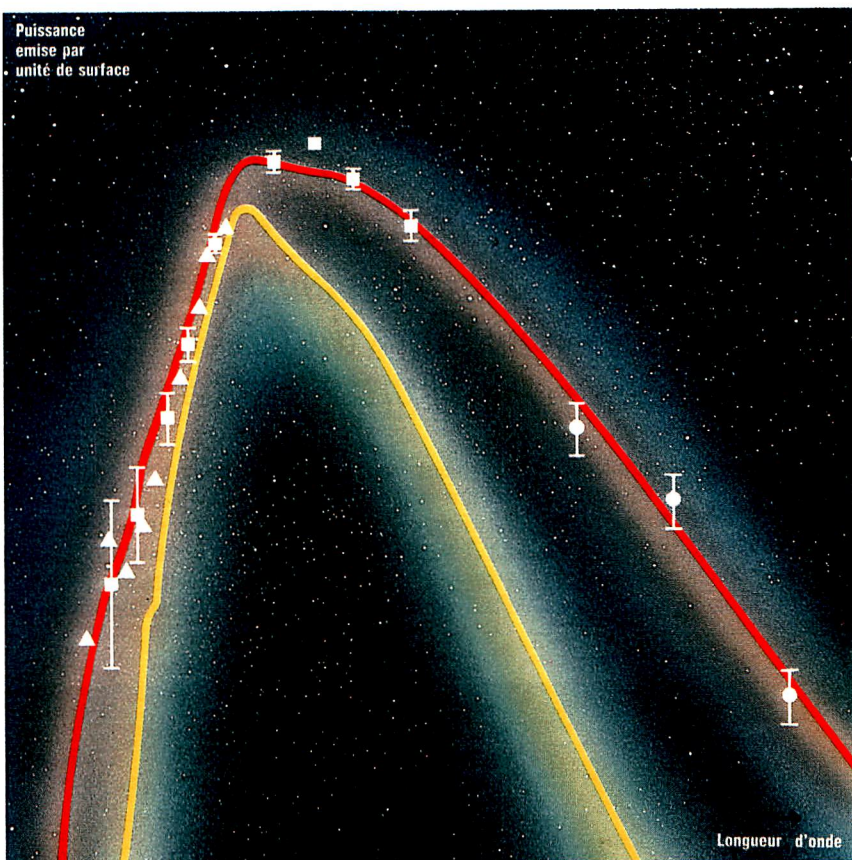
D'ailleurs pour ce qui est du rayonnement, notre Soleil s'est beaucoup assagi. A 5 milliards d'années, il ne se disperse plus autant qu'avant à toutes les

UN "DISCO-TEST" POUR LES ÉTOILES

Ces deux courbes sont des courbes théoriques calculées à partir des propriétés physiques des étoiles comme, entre autres, leur taille et leur température.

La jaune montre l'énergie émise aux différentes longueurs d'onde par une étoile dépourvue de disque, de l'ultraviolet (à gauche) aux infrarouges (à droite) en passant par le visible. La courbe rouge représente cette même énergie mais émise cette fois par une étoile ceinte d'un disque de poussières.

Toutes deux ont été comparées par Basri, Bertout et Bouvier aux résultats des différentes observations (les différents petits symboles en blanc) réalisées sur l'étoile D.F. Tau de la constellation du Taureau. On voit très bien qu'ils coïncident avec la courbe rouge. De toute évidence D.F. Tau possède un anneau, comme plus de la moitié des très jeunes étoiles de la région.



longueurs d'onde. Les étoiles jeunes, elles, sont beaucoup plus actives. Il paraissait donc logique qu'elles émissent des rayonnements de toutes sortes, dans une belle anarchie. Jusqu'au jour où, les deux chercheurs de l'Institut d'astrophysique de Paris et leur collègue de Californie ont démontré que la jeunesse n'explique pas tout. Si elle peut être la cause des débordements relevés dans le visible, elle n'est pas l'unique source des flots d'énergie que certaines étoiles très jeunes déversent dans l'infrarouge et l'ultraviolet. Les disques de poussières y sont également pour quelque chose.

Un disque de poussière, en effet, est froid. Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'étoile, sa température descend, passant de 3000 à - 260° C. Une température aussi basse implique un rôle dans les émissions infrarouges. Quant aux ultraviolets, ils proviennent de la zone très chaude où le disque frotte contre l'étoile.

Le modèle mathématique permet de calculer de manière très précise les rapports entre les quantités de lumière visible, infrarouge, et ultraviolette émises par un système disque-étoile de type donné. Dans la région du Taureau, plus de la moitié des étoiles T-Tauri du type du Soleil auraient un disque d'une taille identique à celle de notre système solai-

re. Les mêmes causes produisant les mêmes effets, d'ici quelques milliards d'années plusieurs d'entre elles développeront à coup sûr des planètes.

Loin donc de constituer une anomalie, ces masses seraient très banales. C'est la seule médiocrité de nos instruments d'observations qui nous empêche de les distinguer autour d'autres étoiles. Trêve d'inquiétude, le Soleil est on ne peut plus normal.

Le diagnostic de Bertout et Bouvier tombe bien à point. En mai 1988, l'Institut d'astrophysique de Paris a fêté ses 50 printemps, en organisant des séminaires et une journée portes ouvertes au grand public. L'honorable institution a été fondée par Jean Perrin en même temps que l'observatoire de Haute Provence pour promouvoir les recherches en astrophysique en France. Aujourd'hui, elle est internationalement connue pour ses travaux sur l'Univers, ses galaxies et ses étoiles. Trouver des disques protoplanétaires invisibles autour d'étoiles lointaines, c'est un joli cadeau d'anniversaire ; ç'aurait pu être des planètes, mais il ne faut pas trop en demander au... ciel. **Anna Alter**

Au sommaire de notre précédent numéro, nos lecteurs auront sans doute rectifié d'eux-mêmes l'erreur que nous avons commise. En effet, la photo en haut de la page de droite était celle de Jupiter et non celle d'Uranus. Nous les prions de nous excuser.

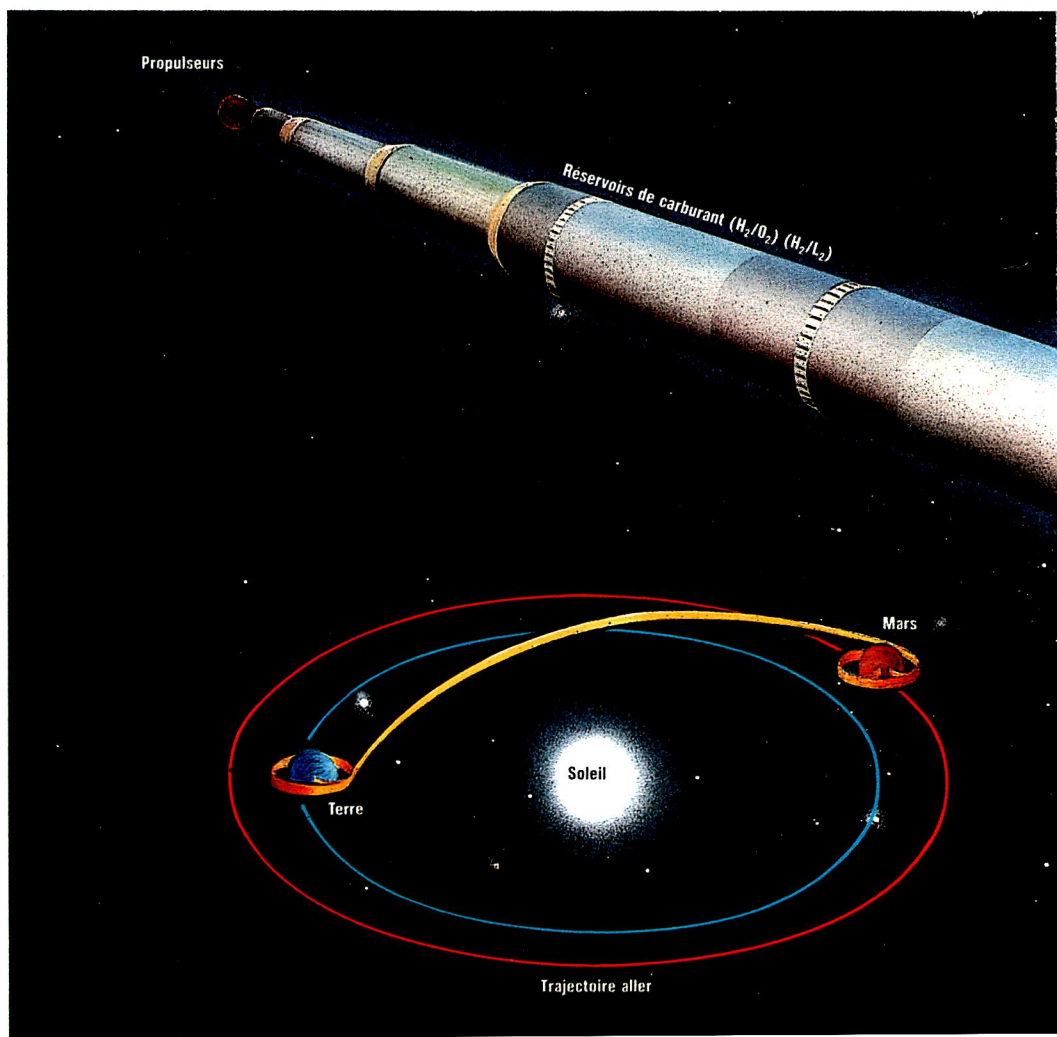
C'EST PARTI POUR LA CONQUÊTE DE MARS !

Les Russes viennent de révéler les caractéristiques principales du vaisseau interplanétaire qui doit emmener les premiers hommes sur Mars en 2025 ⁽¹⁾.

L'académicien et pionnier Valentin Pétrovitch Glouchko estime qu'il est techniquement possible d'envisager un voyage de 12 à 18 mois qui permettrait à 4 ou 6 hommes une promenade sur Mars. Le vaisseau martien, assemblé en orbite autour de la Terre grâce à la fusée

Energia, qui peut porter des modules de 100 tonnes, sera constitué de trois parties :

La section habitable sera dérivée de la station orbitale Mir. Mais un compartiment spécifique permettra aux cosmonautes de se mettre à l'abri des rayonnements en cas d'éruptions solaires.



La section martienne descendra sur Mars, permettra d'y séjourner et de remonter vers le vaisseau resté en orbite.

La section propulsion comprenant les moteurs et les réservoirs de carburant. Le choix du mode de propulsion conditionne la masse initiale au départ de la Terre et la durée du voyage. V.P. Glouchko envisage 3 modes possibles de propulsion :

- la propulsion chimique classique (hydrogène/oxygène liquides). Compte tenu du carburant nécessaire pour le freinage à proximité de Mars, l'accélération pour le retour vers la Terre et le freinage à proximité de la Terre, la masse initiale du vaisseau avoisine les 2 500 tonnes.

- la propulsion nucléaire. Un réacteur nucléaire agit comme une source de chaleur pour réchauffer un gaz qui est détendu dans une tuyère. La masse initiale n'atteint plus que 800 tonnes. Cette technologie est déjà appliquée par les Américains et les Soviétiques, mais elle demande à être améliorée.

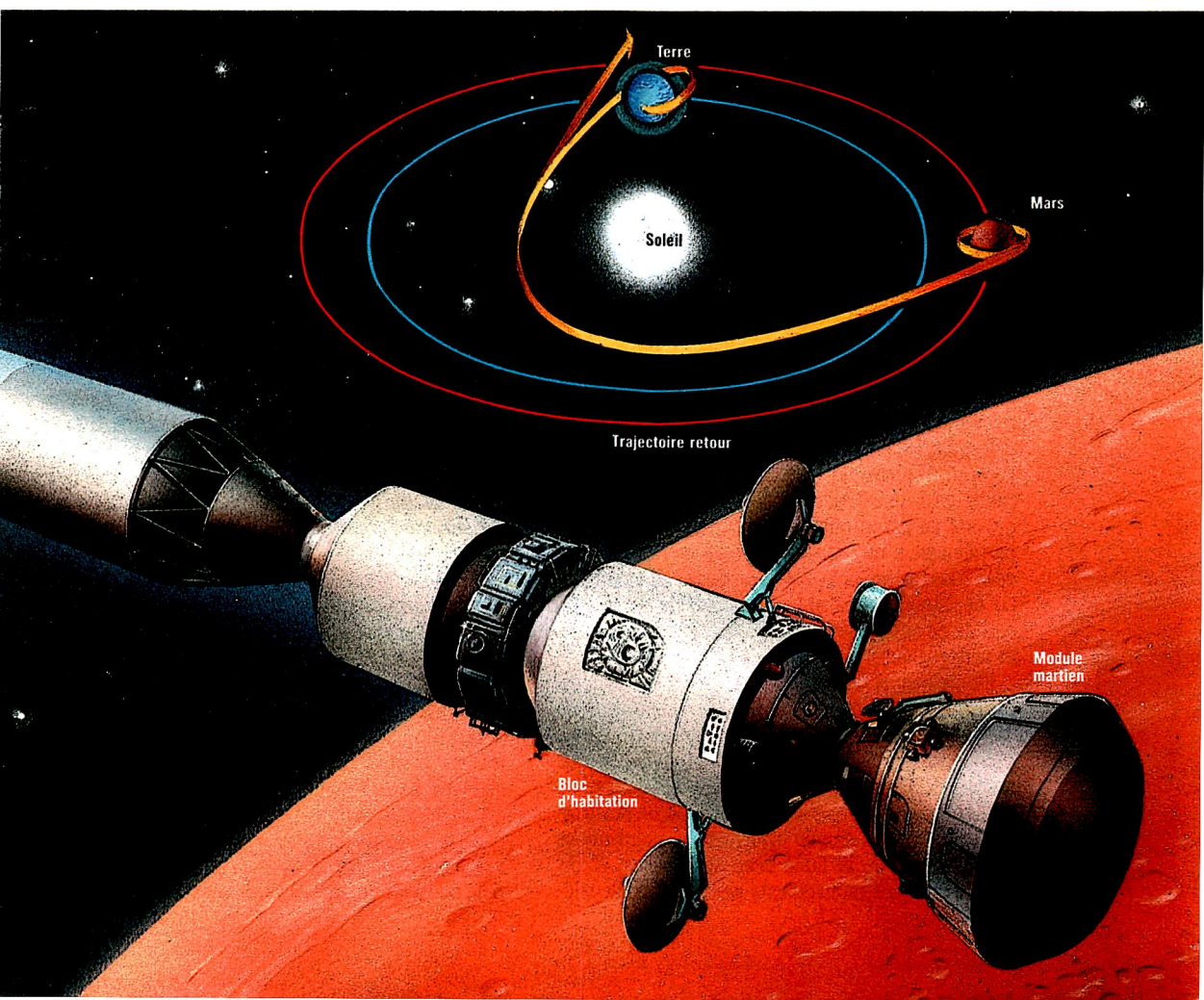
- la propulsion thermoionique. La chaleur d'un

réacteur nucléaire est utilisée pour produire un champ électrique servant à accélérer des ions assurant la propulsion. Cette technologie a déjà été appliquée à très petite échelle pour la correction de trajectoire de satellites. Beaucoup de travail reste à faire pour l'envisager dans le cadre d'un vol martien piloté. La masse initiale descend alors à 450 tonnes.

Le retour sur Terre à 11 km/s peut s'effectuer de deux façons : soit une mise en orbite autour de la Terre en utilisant quantité de carburant pour le freinage, soit un retour aérodynamique direct. Prudent, V.P. Glouchko ne donne pas d'estimation chiffrée de l'aventure. Néanmoins, des déclarations de Roald Sagdéev, le "patron" de l'IKI, l'Institut de recherches spatiales de Moscou, pense que l'expédition coûterait entre 50 et 100 milliards de dollars. Il préconise la constitution d'une commission internationale pour fixer d'ici 3 à 5 ans les grandes lignes du projet.

Jean-René Germain

(1) Voir aussi *Science & Vie* de décembre 1987, p. 14.





LES ÉTOILES DE BRETAGNE

Une pléiade de personnalités politiques et scientifiques coupant un ruban d'inauguration, voilà qui n'a rien d'exceptionnel ! Mais lorsque ce ruban symbolise la mise en service d'un nouveau planétarium, voilà qui est rare, du moins en France.

Le 17 juin dernier, les présidents du conseil général et du conseil régional, le représentant du ministre de la Recherche scientifique, l'ambassadeur de la République démocratique allemande, messieurs Pecker et Schatzmann, de l'Académie des sciences, ainsi que les élus locaux et de nombreuses personnalités se sont retrouvés sur ce coin de la côte de granit rose pour inaugurer le planétarium de Trégor (*photo ci-dessus*). Un événement qu'il convient de saluer à sa juste mesure, lorsqu'on se souvient de la triste situation dans laquelle se trouvait la France en matière de planétarium, il y a seulement une dizaine d'années. Le seul équipement de ce genre était alors celui du Palais de la découverte, à Paris. C'est-à-dire que nous avions autant que l'Albanie, alors que des pays comme l'Espagne et l'Italie en possédaient déjà, à cette époque, une vingtaine !

Depuis, les choses ont heureusement évolué. On recense, à l'heure actuelle, une trentaine de planétariums en France. Mais hélas ils ne sont pas tous ouverts au grand public, notamment ceux qui appartiennent à des associations ou des firmes privées. Mais qu'importe, l'élan est donné et une dizaine de municipalités ont fait l'effort de doter leur cité de ce merveilleux outil, à la fois spectaculaire et pédagogique.

Rappelons qu'un planétarium est un système de projection qui permet de simuler le ciel étoilé sous une coupole. L'appareil est fort complexe car il doit permettre de rendre compte du ciel visible à tout instant de l'année pour le lieu d'utilisation, mais aussi pour n'importe quel autre endroit de la surface de la Terre. Il simule également le mouvement des planètes, de la Lune avec ses phases, et du Soleil. Tous ces mouvements peuvent être accélérés

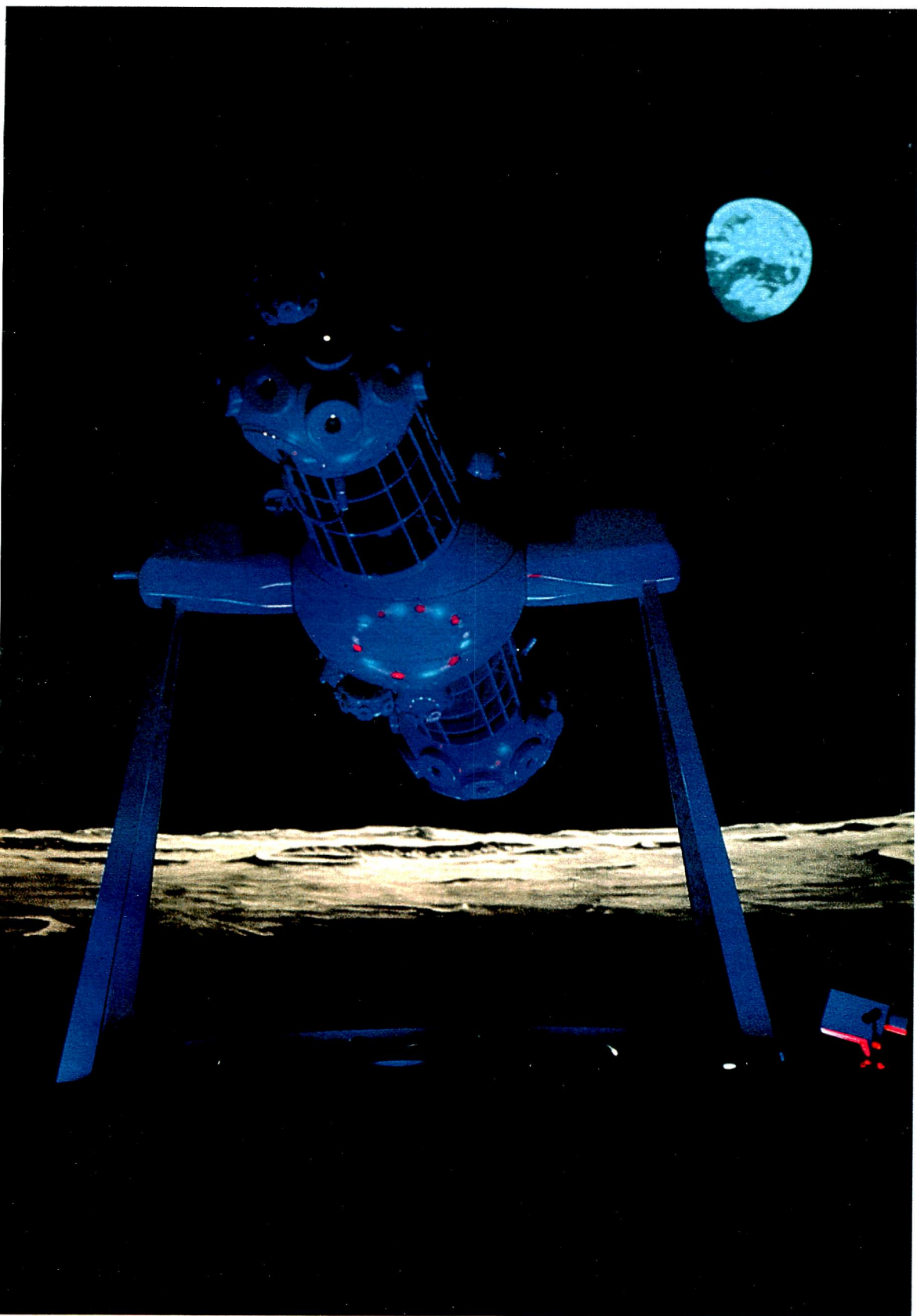
pour remonter dans le temps ou au contraire visualiser le futur.

Suivant l'importance de l'appareil, des projecteurs annexes simulent les "lignes confortables" que sont le méridien, l'équateur céleste, l'écliptique ou les différents systèmes de coordonnées. Des ordinateurs peuvent être couplés à l'ensemble pour automatiser un certain nombre de fonctions. Enfin, une sonorisation permet au démonstrateur de commenter le spectacle ou de diffuser de la musique, tandis qu'un jeu de lumière simule le crépuscule ou l'aurore. Au total, c'est une machinerie qui doit être extrêmement performante sur le plan de l'optique, de la mécanique et de l'électronique.

Le marché mondial des planétariums est dominé par trois firmes : Zeiss en RFA, Spitz aux Etats-Unis et Goto au Japon. Ce sont ces trois sociétés qui ont fourni les planétariums existant en France. Il faut dire que leur politique commerciale a été particulièrement judicieuse, en proposant aux intéressés des appareils de petit "calibre", moins perfectionnés que les grands, certes, mais bien entendu beaucoup moins chers aussi.

Il faut savoir que l'on estime la taille d'un planétarium au diamètre de la coupole qui lui est nécessaire. Par exemple celui du Palais de la découverte, un grand, mesure 15 mètres; celui de la Cité des sciences et de l'industrie, 21 mètres. C'est dire qu'au prix de l'appareil, 6 à 9 millions de francs, il faut ajouter le prix du bâtiment qui peut, dans ces conditions, facilement atteindre ou même dépasser celui de la machine. Rien d'étonnant si beaucoup de collectiv-

Que voit-on sous la coupole du planétarium de Trégor ? La Lune et les étoiles simulées par un appareil identique à celui du Palais de la découverte (ci-contre).



LES AUTRES PLANÉTARIUMS EN FRANCE

Profitez de vos vacances pour visiter les planétariums qui sont ouverts régulièrement au public.

• **Paris.** Palais de la découverte, av. Franklin-Roosevelt ; ouvert tous les jours sauf le lundi ; 200 places ; séances à 11 h, 14 h, 15 h 15, 16 h 30. Cité des sciences et de l'industrie, 26 av. Corentin Cariou ; ouvert tous les jours sauf le lundi ; 260 places ; séances à 14 h 30, 16 h, 17 h 30, 19 h.

• **Le Bourget.** Musée de l'air et de l'espace, aéroport du Bourget ; ouvert du lundi au vendredi ; 40 places ; sur rendez-vous ; tél. (1) 48 35 99 99.

• **Cholet.** Maison des sciences, des lettres et des arts ; ouvert d'octobre à Pâques, le dimanche ; 20 places ; séances à 15 h, 16 h, 17 h.

• **Nantes.** Rue Lehuédé ; ouvert du mardi au dimanche ; séances à 10 h 30, 14 h 15, 15 h 45.

• **Nice.** Club des Pléiades, collège Valérie, 128 av. Saint-Lambert ; ouvert pendant l'année scolaire, les lundi, mardi et vendredi ; 30 places ; séances de 9 h à 12 h et de 14 h à 17 h.

• **Nîmes.** Av. du Mont-Duplan ; ouvert les mercredi, samedi et dimanche ; 65 places ; séances à 15 h, 16 h 30 et le vendredi à 21 h.

• **Méribel.** Office du tourisme ; tél. (16) 79 08 60 01 ; ouvert 3 ou 4 fois par semaine en saison ; 20 places.

• **Reims.** Ancien collège des Jésuites, place Museaux ; ouvert le samedi à 15 h et dimanche à 14 h 15, 15 h 30 et 16 h 45 ; 40 places.

• **Strasbourg.** Rue de l'Observatoire ; les mercredi, jeudi et vendredi, séances à 10 h 45, 14 h 15, 15 h 30 ; le samedi, séance unique à 20 h.

tés intéressées ont reculé devant un investissement de cette importance.

L'arrivée des petits planétariums a changé les données du problème. Avec un prix de l'ordre de 50 000 F pour un 5 à 8 mètres, de simples associations ont pu accéder à ces équipements. Certes, le nombre de spectateurs est limité à quelques dizaines par séance, mais la multiplication des lieux de projection a créé un public. Partant de là, plusieurs villes ont décidé de franchir le pas en s'équipant à leur tour. Conséquence de cet engouement, une société française stéphanoise vient de se créer avec pour objectif la construction de planétariums *made in France*. On ne peut que s'en féliciter, d'autant qu'il y aurait maintenant une douzaine de projets à l'étude dans notre pays.

Si le planétarium breton retient tout particulièrement notre attention, c'est qu'il est original à plusieurs titres. Sa dimension tout d'abord. Avec une coupole de 20 mètres, il est l'un des plus grands d'Europe et le deuxième de France après celui de La Villette. Voilà qui surprendra tous ceux qui pensaient que seule une grande ville pouvait s'offrir ce luxe. Car à y bien regarder, les communes avoisinantes, Lannion, Pleumeur, Trégastel, Perros-Guirec et Ploumanach ne réunissent pas une population suffisamment importante pour assurer un remplissage régulier à longueur d'année.

C'est oublier trop vite la grande sœur du planétarium de Trégor, la coupole de 50 mètres du radome du Centre de télécommunications de Pleumeur Bodou. Cette gigantesque oreille à l'écoute des satellites, mise en service en 1962, draine chaque année près de 80 000 visiteurs, dont le planétarium espère bien récupérer une bonne partie. Il y a aussi les scolaires de toute la région qui viendront par classes entières bénéficier de cet outil scientifique et pédagogique, dont le succès ne s'est jamais démenti auprès du jeune public. N'oublions pas enfin les nombreux touristes qui profiteront des jours pluvieux ou nuageux pour s'initier aux choses célestes. Dès lors, le pari semble réaliste, du moins on peut le souhaiter.

Autre originalité, le planétarium est complété par un ensemble de

24 projecteurs de diapositives, permettant la réalisation de spectacles audiovisuels en multivision 360° sur la coupole du dôme. Une salle annexe diffuse en permanence des films ou des diaporamas, et le vaste hall d'accueil reçoit des expositions temporaires. C'est donc un véritable ensemble astronomique très complet qui a vu le jour à Trégor.

Quant au montage administratif et financier qui a permis cette réalisation, il ne manque pas non plus d'originalité. En fait, c'est une société d'économie mixte qui réunit des partenaires aussi différents que : les communes de la région, le département des Côtes-du-Nord, la Chambre de commerce et d'industrie, la Caisse régionale agricole mutuelle, la Banque de Bretagne, la caisse fédérale du Crédit mutuel et le Palais de la découverte. Ce dernier a fourni le planétarium lui-même, fabriqué par Carl Zeiss Iena. Initialement prévu pour remplacer celui de Paris, il n'avait pu être utilisé, la coupole du palais étant trop petite et les crédits faisant défaut pour l'agrandir.

D'où l'idée de l'utiliser en province, en jouant en quelque sorte la carte de la décentralisation. De fait, le Palais de la découverte joue le rôle de tuteur pour le Trégor. Au-delà de la fourniture de l'appareil et de l'aide à l'installation, c'est lui qui a délégué l'un de ses spécialistes comme directeur de l'équipe de 6 personnes qui assure la marche de l'installation. Son action va

LE PLANÉTARIUM DE TRÉGOR

Diamètre de la coupole : 20 mètres

Projecteur Zeiss

Multivision à l'aide de 24 projecteurs

250 places assises

Ouvert toute l'année

Séances à 11 h, 14 h 30, 16 h 15, 18 h.

Tarifs : adultes 25 F, enfants et groupes 15 F.

Tél. (16) 96 91 83 78

plus loin en assurant également la responsabilité scientifique de l'ensemble et en prenant l'engagement de subvenir aux pertes éventuelles durant les trois premières années. Une garantie rassurante pour la petite ville.

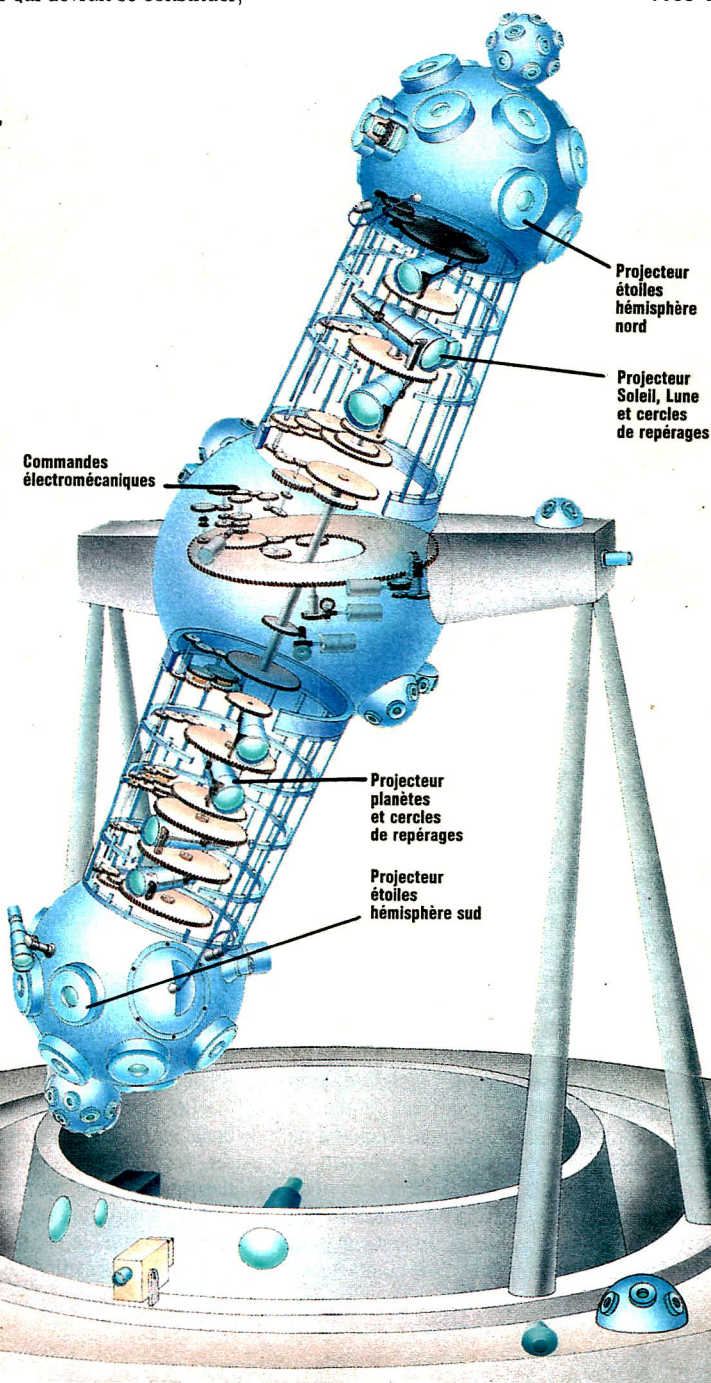
Il est à parier que beaucoup de regards seront tournés vers le planétarium breton dans les mois qui suivent et que, si le succès escompté se confirme, des initiatives de ce genre se multiplieront. L'avenir de Trégor est d'ailleurs déjà tracé, c'est un véritable parc scientifique qui devrait se constituer,

comprenant le radome, le planétarium, un musée des télécommunications, le centre ornithologique de l'Ile Grande, un village gaulois et un aquarium marin.

Les Bretons sont têtus, c'est bien connu ; ils ont, grâce au planétarium, réussi à mettre les étoiles à la portée de tous, quelle que soit la météo. Gageons qu'ils tiendront le pari jusqu'au bout et que leur expérience servira d'exemple au plus grand nombre.

Yves Delaye

C'est le projecteur Zeiss, mis au point dès 1920, qui équipe le planétarium de Trégor. Cet ensemble optique à commande électro-mécanique est l'appareil le plus diffusé dans le monde. Grâce à ses jeux d'engrenages qui reproduisent les orbites planétaires, il reconstitue le ciel nocturne avec un excellent réalisme.



RESPIRER DE L'EAU ?

Notre collaborateur Robert Sténuît est reconnu comme un des plus grands plongeurs sous-marins de notre époque. La sortie de son nouveau livre, « Ces mondes secrets où j'ai plongé » ⁽¹⁾, est pour nous l'occasion de publier les bonnes pages d'un de ses chapitres où il nous parle de ses travaux avec le Pr Johannes A. Kylstra. Ce physiologiste américain a mis au point un liquide que l'homme pourrait respirer comme de l'air.



Dans les années 60, après mes premières plongées en saturation à Villefranche-sur-mer et aux Bahamas, tout s'est mis à bouger, tant en Europe qu'aux Etats-Unis, sous l'impulsion du formidable marché que représentait l'assistance en plongée à l'industrie du pétrole offshore, alors en plein essor. Notre préoccupation première à l'époque — disons plutôt, notre obsession : des tables de désaturation ⁽²⁾ pour des séjours sous l'eau de plus en plus longs, de plus en plus profonds. Décidé à ne pas être la lanterne rouge de ma profession, je passai toute l'année 1965, soit à l'intérieur d'un caisson hyperbare, soit à l'extérieur, devant les écrans des tableaux de contrôle. Justement pour surveiller les autres volontaires qui, comme moi,

vérifiaient expérimentalement la justesse de certaines tables de décompression calculées par un ordinateur à partir d'une quantité de données fournies par une équipe de médecins, de biochimistes, de physiologistes et de mathématiciens réunie par la firme Ocean Systems. Ces exercices de plongées simulées se déroulaient à Tonawanda, dans l'Etat de New York, siège des laboratoires Linde, une filiale d'Union Carbide.

» Les données fournies à l'ordinateur par les spécialistes concernaient les modèles mathématiques des volumes de gaz dissous dans une dizaine de tissus-types du corps humain après une plongée de X minutes à Y mètres, ainsi que le degré de sursaturation acceptable par ces tissus sans formation de bulles ⁽³⁾. En fonction de quoi l'ordinateur calculait



la vitesse de remontée permise et la durée nécessaire des paliers, c'est-à-dire des étapes de décompression qui donnent au plongeur la possibilité de se réadapter progressivement à l'atmosphère de surface. Mais on pouvait jouer sans fin avec les données de base, largement élastiques. Prenons un cas. La solution d'un gaz dans un liquide — le taux de saturation — est directement proportionnelle à la pression ambiante. Le sang d'un plongeur autonome soumis à 30 bars contient donc une quantité de gaz dissous beaucoup plus importante que dans les conditions normales; aussi faut-il réduire fortement le pourcentage d'oxygène dans le mélange gazeux qu'on lui donne à respirer. Intervient ici la notion de "pression partielle" (pp), celle qu'aurait le constituant d'un mélange gazeux s'il occupait seul,

à une même température donnée, le volume entier occupé par le mélange. En considérant que la pression dite normale, c'est-à-dire mesurée au niveau de la mer, est d'environ 1 000 millibars, et que l'air contient moins de 30 % d'oxygène, on dira que la pp d'oxygène nécessaire à la vie est de quelque 300 millibars. Le plongeur à - 300 mètres (30 bars) pourra vivre, théoriquement, en respirant un mélange contenant seulement 1 % d'oxygène, qui, à cette profondeur, correspond aux 300 millibars de pp de

(1) A paraître prochainement chez Laffont, dans la collection Vécu.

(2) Il s'agit de tables, dites aussi de décompression, codifiant les règles à observer par les plongeurs équipés d'un appareil à mélange respiratoire. Déterminées en fonction de la durée et de la profondeur de la plongée, elles permettent d'éviter les accidents dus à une décompression brutale au cours de la remontée.

(3) Le phénomène pathologique des bulles est expliqué plus loin.

LES ROBOTS AUSSI APPRENNENT À RESPIRER SOUS L'EAU

Pour la vie en milieu immergé, les poissons jouissent d'un avantage formidable sur les sous-marins et autres engins artificiels de plongée : leurs branchies, ces expansions de tissus très richement vascularisées où s'élaborent les échanges gazeux entre l'eau et le sang. Grâce à ces ingénieux appareils biologiques, la faune aquatique est capable de respirer l'oxygène dissous dans l'eau.

Les véhicules sous-marins n'ont pas cette possibilité ; ils doivent recourir à d'encombrantes batteries d'accumulateurs ou à des réacteurs nucléaires, éventuellement à de grosses réserves d'oxygène, pour pouvoir rester en profondeur de façon prolongée.

Mais, nos machines de plongée pourraient bien être dotées, dans l'avenir, d'un système respiratoire comparable à celui des créatures marines. Une entreprise californienne, *Aquanautics Corporation* (1), bénéficiant d'un important soutien financier du département de la Défense, a mis au point une branchie artificielle qui extrait l'oxygène contenu dans l'eau de mer et s'en sert pour faire fonctionner une pile à combustible — un type de générateur qui convertit des gaz en courant électrique. Constituée de deux électrodes — une anode et une cathode — séparées par un électrolyte, elle fait intervenir deux réactions simultanées et complémentaires : oxydation du combustible à l'anode et, inversement, réduction du comburant à la cathode. Entre les deux électrodes s'établit une différence de potentiel qui permet d'alimenter un circuit extérieur en énergie électrique. De tels généra-

teurs allient les avantages de l'accumulateur (très haut rendement, fonctionnement silencieux) à ceux de la machine thermique (recharge instantanée, autonomie importante, bonne puissance massique). Dans l'application sous-marine qui nous intéresse, c'est l'aluminium et l'air qui forment le couple combustible-comburant ; l'aluminium est brûlé comme combustible en présence d'oxygène.

Le système utilise une réplique synthétique légèrement simplifiée de l'hémoglobine naturelle (2), ce pigment rouge de nos hématies dont la fonction est de fixer l'oxygène, lequel sera alors transporté vers les différents tissus par le sang. Etant propre à tous les vertébrés, cette hémoglobine existe donc aussi dans l'appareil circulatoire des poissons, où elle participe au métabolisme de la respiration sous-marine.

Dans le cas de la branchie artificielle, la fausse hémoglobine agit comme la vraie, en fixant l'oxygène dissout dans l'eau de mer. Diffusant à travers une membrane de fibres creuses, qui, en la circonstance, fait fonction d'ouïe, l'oxygène se trouve emprisonné dans ce qui pourrait correspondre, au niveau zoologique, à la cavité branchiale, qui est ici un compartiment électrochimique parcouru par un liquide porteur. Là, les molécules d'oxygène sont attendues par les molécules de la pseudo-hémoglobine, très friandes de ce gaz ; les secondes se saisissent des premières et se soudent à elles. Ce couple fortement enlacé est dès lors entraîné à l'autre extrémité du compartiment électrochimique, où l'on retire un électron à l'hémoglobine, ce qui a

pour effet de lui faire lâcher prise et d'abandonner la molécule d'oxygène. Elle est ainsi renvoyée par le liquide porteur à l'entrée du compartiment électrochimique, côté membrane, où on lui restitue l'électron manquant. Résultat : l'hémoglobine retrouve ses instincts primitifs et s'empare goulûment d'une nouvelle molécule d'oxygène. Et le processus se répète ainsi à l'infini.

Pendant ce temps, la première molécule d'oxygène — celle qui a été libérée de l'emprise de l'hémoglobine — a été expédiée sur l'anode de la pile à combustible, où elle contribue à la combustion de l'aluminium.

Une partie de l'énergie produite par la pile, un cinquième seulement, sert à faire fonctionner cet astucieux mécanisme, l'excédent restant disponible pour subvenir à certains, voire à tous les besoins énergétiques d'un sous-marin ou d'un robot des grandes profondeurs. La principale difficulté dans la mise au point d'un tel dispositif a été l'intégration des différents éléments, condition nécessaire pour assurer au système un fonctionnement homogène et continu. Faire travailler en synergie une membrane sélective, un fluide porteur, une cellule électrochimique qui retire et rajoute des électrons libres au matériau, une pile à combustible qui fabrique du courant n'était pas une mince affaire.

Un petit modèle expérimental a produit l'an dernier 15 watts sans interruption pendant douze jours, et on s'apprête à construire un prototype beaucoup plus important, qui produira 300 watts sur de très longues périodes — de nombreux mois — sans aucun

l'oxygène dans le sang d'un homme en surface.

» Ainsi, partant du principe que le volume de gaz dissous dans le corps d'un plongeur saturé augmente en proportion de sa pression partielle, et par conséquent que le volume de gaz dissous de chaque composant du diluant sera d'autant plus petit qu'il y aura un plus grand nombre de gaz différents dans le mélange, les chercheurs suisses Hannes Keller et Albert A. Bühlmann mettaient au point des cocktails de gaz très compliqués, panachés de toute une quantité de diluants différents (3), inertes ou quasi inertes, à seule fin d'augmenter la population des gaz.

» Une autre approche étudiée à l'époque consistait à mettre dans le mélange le plus d'oxygène possible ; ce gaz, fixé à l'hémoglobine, est brûlé

rapidement au lieu de stationner dans le circuit sanguin. Mais quand un plongeur respire trop d'oxygène sous pression partielle élevée, il est vite sujet à des convulsions dont l'issue peut être fatale, du fait de la toxicité de l'oxygène (4) pour le système nerveux central. Des expériences étaient en cours sur des rats, auxquels on inoculait des drogues pour leur permettre d'échapper à ces accidents hypertoniques. Pouvoir respirer sans risque un mélange plus riche en oxygène aurait permis en outre d'accélérer, pendant la décompression, le rythme d'évacuation des diluants dissous ; leur vitesse d'élimination est en effet proportionnelle au

(4) Air ou mélange hélium-oxygène par exemple, qui servent à maintenir un taux raisonnable d'oxygène et favorisent une décompression plus rapide.

apport extérieur d'énergie. De plus, une torpille actionnée selon ce principe devrait être testée cette année au large d'Hawaii.

La méthode la plus courante pour obtenir de l'oxygène à partir de l'eau est l'électrolyse. Elle consiste à dissocier les composants du liquide, hydrogène et oxygène, sous l'effet d'un courant électrique : c'est le moyen utilisé par les sous-marins pour donner de l'oxygène aux équipages, lorsque les navires ne sont pas pourvus de lourds réservoirs de ce gaz. Selon la firme *Aquanautics*, son procédé est dix à trente fois plus efficace en eau de mer que l'électrolyse. En effet, cette dernière exige 360 watts pour traiter un litre d'eau par minute. Or, pour récupérer de l'oxygène par le procédé de la pile à combustion associée à une branchie artificielle, il suffit en théorie de 10 watts par litre et par minute ; et on est déjà descendu, en laboratoire, à une puissance dépensée de 30 watts seulement pour le même débit d'eau et le même temps. Cette grande économie d'énergie, jointe au fort rendement de la pile à combustible, permet à l'ensemble du système de propulser dans d'excellentes conditions un sous-marin de poche.

C'est la première fois qu'on a réussi à faire marcher en immersion, et de façon autonome, un convertisseur d'énergie de type classique. A ces conditions, on comprend que la US Navy s'intéresse beaucoup à ces travaux ; elle projette en effet de dépenser 5 milliards de dollars pour constituer une flotte de près de 400 minisubmersibles robots capables d'effectuer quelque soixante-dix sortes de missions différentes, dont la plupart restent secrètes. Parmi celles qui ne le sont pas, citons la pose des mines, le

guidage de bâtiments de guerre à travers des eaux minées, la surveillance des fonds marins, l'espionnage des ports ennemis (leur petite taille rend ces engins difficilement décelables), etc. Selon le département américain de la Défense, la branchie artificielle d'*Aquanautics* pourrait donc bouleverser les données de la guerre sous-marine, en procurant aux minisubmersibles à vocation tactique une autonomie jusqu'à quatre fois supérieure à ce qu'elle peut être actuellement.

Un inconvénient toutefois : le système branchie-pile électrochimique ne se prête pas aux grandes vitesses de croisière à régime soutenu. A partir de six nœuds, sur de longues distances, d'autres techniques lui sont préférables. Mais les missions d'un robot sous-marin n'appellent pas toutes des vitesses constantes élevées. La plupart exigent de courtes périodes de course rapide, alternant avec des périodes plus longues où l'allure peut être lente. On pourrait donc très bien envisager de profiter des périodes de relative lenteur pour extraire l'oxygène de l'eau, l'utiliser dans la réaction électrochimique, fabriquer du courant, stocker cette électricité dans des accumulateurs, et s'en servir à l'occasion d'un grand sprint. La même technique pourrait également être exploitée sur Mars, dont l'atmosphère contient une certaine quantité d'oxygène libre. La NASA vient de passer un contrat avec *Aquanautics* dans cette perspective.

Georges Dupont

(1) Pour certains grands projets de développement, cette société est associée à l'Air liquide.

(2) Sa composition est secrète. On sait seulement que c'est une molécule organique possédant un cœur métallique, mais qui n'est pas du fer comme dans l'hémoglobine naturelle.

une certaine quantité de gaz en dissolution dans le sang. Quand la pression baisse, le taux de saturation diminue en conséquence ; le gaz dissous étant alors "en excédent" pour ce nouvel état de pression, il va se regazéifier en libérant des bulles. Celles-ci se bloquent dans le cerveau ou dans le cœur⁽⁶⁾, provoquant ainsi des troubles graves et, éventuellement, un coma mortel.

» On peut facilement vérifier ce phénomène en décapsulant une bouteille d'eau gazeuse. Tant que le récipient reste fermé, la pression y est plus forte qu'à l'extérieur : le gaz est en dissolution dans le liquide et ne se transforme pas en bulles. Mais dès que la bouteille est ouverte, la pression interne tombe d'un seul coup, le taux de saturation aussi : cette décompression soudaine dégage un train de globules effervescents.

» Afin de prévenir de tels accidents, des laboratoires mettaient au point un capteur à effet Doppler, qui, placé sur un trajet veineux, décelait la moindre apparition de bulles gazeuses dans le sang. On expérimentait aussi les

ultrasons pour détecter la formation des premières bulles dans l'organisme sursaturé d'un plongeur d'essai. En Californie, une équipe traitait avec un certain succès des accidents de plongée infligés à des chiens par le remplacement partiel du plasma et une hypothermie modérée du corps.

» Des études sur l'apparente immunité des céta-cés aux accidents de décompression ouvraient un champ tout à fait nouveau à la physiologie des mammifères marins, avec peut-être, pensaient leurs auteurs, des espoirs d'applications humaines. Des chercheurs de la société General Electric réussissaient à maintenir vivants des souris et des cochons

"gradient" — ce terme étant utilisé pour désigner la différence entre la concentration du gaz dissous dans le sang et sa concentration dans le mélange qui est respiré par le plongeur.

» D'autres chercheurs travaillaient sur les moyens de sauver les victimes d'un accident de décompression brutale. La transition rapide d'une pression forte à une pression faible expose l'homme au péril majeur de l'aéroembolie, qu'on appelle aussi embolie gazeuse, dysbarisme ou maladie des caissons. C'est un processus déclenché par la formation de bulles gazeuses dans le sang ou les tissus. Pour une pression donnée, on trouve en effet

(5) L'oxygène est toxique lorsque sa pression partielle est trop élevée, soit supérieure à 1,6 bar. Au-delà de ce seuil, la toxicité dépend du temps d'exposition et des conditions d'environnement.

(6) Lorsque ces bulles atteignent les capillaires sanguins très fins, elles s'y coïncent et arrêtent la circulation sanguine et donc l'irrigation de ces organes vitaux.

LA GUERRE DES CORAUX

C'est toute une stratégie de prédation que certains coraux déploient dès lors que d'autres coraux envahissent leurs territoires. Mais là, c'est en fin de compte pour mieux cohabiter que l'on se fait la guerre !



Au plongeur profane, les coraux apparaissent comme des merveilles pacifiques. Vivrait-il sous l'eau, qu'il verrait les guerres que se mènent leurs colonies entre elles pour occuper tout l'espace disponible et que les adultes eux-mêmes font aux larves.

Dans les eaux chaudes, la survie d'une espèce dépend plus de son aptitude à se défendre au sein du territoire conquis que de sa capacité d'adaptation au milieu. Aussi, hormis les zones proches de la surface, où les turbulences éliminent les espèces aux squelettes fragiles, et les régions situées au-dessous de 30 m, où la lumière est trop faible, la concurrence est sévère. D'où l'enchevêtrement extraordinaire, tout interstice étant occupé par des éponges, des anémones, des algues calcaires et des organismes encroûtants. Comme dans les forêts équatoriales, où chacun pousse l'autre pour recueillir le plus de lumière, la lutte territoriale ne finit jamais.

Indissociable de la compétitivité et de l'agressivité, la territorialité est un comportement bien connu des animaux terrestres et marins ; elle leur fait délimiter un territoire alimentaire et/ou de reproduction. On le retrouve pourtant aussi chez les animaux sessiles, c'est-à-dire fixés sur le fond. Dans le cas des coraux, elle s'exprime de plusieurs façons.

Chez certains coraux mous, sans squelette rigide, c'est la colonie entière qui peut se déplacer, soit pour occuper une partie du fond laissée vacante par la mort d'un autre organisme, soit pour grimper sur un massif corallien calcaire et s'y installer. Les coraux mous ont, d'ailleurs, la capacité d'émettre en permanence des substances toxiques qui provoquent des troubles importants, voire la mort des colonies rivales.

Chez les coraux au squelette calcaire, formidables bâtisseurs de récifs, les polypes, minuscules animaux primitifs regroupés en colonie, recourent à deux armes pour défendre leurs domaines.

Si une colonie voisine se rapproche un peu trop, par exemple, ou si une éponge devient envahissante, elles sont détectées par des substances chimiques dans l'eau de mer ou par le contact direct des tentacules. Ce repérage chimique fournit les informations sur la défense à employer. Si l'ennemi est très proche, 2 à 3 cm, les polypes réagissent immédiatement en synthétisant des filaments digestifs qu'ils émettent dans les heures qui suivent. Projetés sur l'intrus, ils détruisent, en quelques heures également, les parties vivantes de son organisme. Il s'agit là, à l'échelon du monde corallien, d'une réaction éclair. Si l'ennemi est un peu plus éloigné, les polypes fabriquent en une ou plusieurs semaines des tentacules très longs, dits "balayeurs" (*Sweeper tentacles* en anglais), qui peuvent être dix fois plus long que les tentacules normaux qui entourent la bouche et servent à l'alimentation. Bourrés de cel-

lules semblables à des seringues, les nématocystes, ces tentacules injectent à l'ennemi le venin qu'elles contiennent. Ce venin nécrose les tissus de l'ennemi ; la progression est arrêtée. La même stratégie est d'ailleurs utilisée chez les anémones de mer, cousines des coraux ; mais là, la tentacule est dite "de capture" (*catch tentacles*).

Lors de ces attaques, seule la partie de l'envahisseur qui pénètre le territoire défendu est atteinte. Il n'y a donc pas destruction, mais freinage de l'envahisseur en fonction d'une distance minimale à respecter. Ainsi s'expliquent les formes sinueuses de certains coraux, qui se développent en contournant des colonies, et les imbrications de différentes espèces entre elles, qui font la complexité d'un récif.



La cohabitation est parfois bien difficile à respecter entre toutes ces espèces coralliennes si profondément enchevêtrées.

Il existe cependant une hiérarchie de l'agressivité : certaines espèces semblent toujours l'emporter sur les autres. Toutefois, ces dernières pallient leur infériorité par d'autres atouts tels qu'une croissance plus rapide, une meilleure résistance aux variations du milieu, une moindre vulnérabilité aux prédateurs, la symbiose avec d'autres organismes...

Ainsi, la lente suprématie de certaines colonies par "défaite" des espèces les plus faibles peut être entièrement inversée ; par exemple, un prédateur sélectif, comme un poisson corallivore, broutera exclusivement l'espèce dominante. Il peut également advenir qu'une espèce qui a été dominante soit à son tour dominée, quand son adversaire a développé ses tentacules balayeuses !

Aucune partie n'est donc entièrement gagnée, ni perdue, la guerre, ou plutôt la guérilla, ne connaît pas de relâche. Mais le but n'est que la cohabitation pacifique !

Véronique Sarano-Simon



LES PEINTURES ANTI... HUÎTRES

*Les substances
chimiques,
utilisées pour*

*empêcher l'incrustation d'organismes vivants sur
les coques de bateaux, sont en train de pourrir
l'eau des côtes. Premiers touchés, les mollusques.*

En France, en Grande-Bretagne, aux Etats-Unis, partout on constate le même phénomène : la faune marine se raréfie de façon dramatique près des ports, qu'ils soient de plaisance ou de commerce. C'est notamment le cas des crustacés et des mollusques. Le parc ostréicole déperit, les naissains ne se fixent plus sur les "collecteurs", la reproduction est mal assurée, d'étranges mutations font leur apparition. En quelques années, la population d'huîtres du Bassin d'Arcachon s'est réduite des trois quarts, la moitié des marayeurs ont dû changer de métier. Le buccin-chien, gastéropode des eaux atlantiques, disparaît des côtes britanniques autour de toutes les zones portuaires. Sur le littoral américain, les pêcheurs de homards du Maine connaissent le même problème.

Ne s'agissant pas d'une épizootie, épidémie chez les animaux, on se doutait bien qu'une forme parti-

culièrement pernicieuse de pollution était ici à l'œuvre. Les biologistes ont identifié le coupable : les peintures antisalissure, couramment désignées sous l'appellation anglo-saxonne *antifouling*, ces produits servent à combattre la prolifération des parasites végétaux et animaux qui s'incrustent sur les coques de bateaux et augmentent le frottement contre l'eau, réduisant ainsi sérieusement la vitesse de croisière des bâtiments.

Les peintures utilisées à cet effet contiennent toute une variété de pigments toxiques — oxyde cuivreux, poudre de cuivre, sulfocyanure cuivreux, acétoarséniate de cuivre, oxyde et arséniate de mercure, dérivés organométalliques du mercure ou de l'étain, composés argentiques et même certains complexes radioactifs — associée à un liant dit "matrice", lequel ajoute, à l'effet toxique des biocides, les qualités d'étalement d'une peinture classique. Le rôle du liant, nous le verrons, est aussi de

libérer et de prolonger l'action du produit toxique par sa propre dégradation progressive dans l'eau. Là où existent une grosse concentration de navires et un trafic maritime important, ces substances fortement délétères finissent par contaminer le milieu marin et l'empoisonnent petit à petit.

Dans l'antiquité déjà, les Phéniciens, peuple de haute tradition nautique, plantaient des clous de cuivre dans les bordés, sous la ligne de flottaison de leurs vaisseaux. Ces pointes qui garnissaient la coque avaient un effet dissuasif sur les salissures, à la fois par la présence toxique du cuivre et par la forêt de clous qui faisaient obstacle à la fixation des larves de parasites, comme autant de piquants d'un hérisson.

Au temps des galions, les aspérités vivantes qui tapissaient en profusion les œuvres vives du vaisseau, servaient d'appareil de torture. Pour châtier un homme d'équipage ou martyriser un ennemi, on le traînait avec une corde de long en large sur cette surface aux saillies tranchantes, lesquelles lui déchiraient la chair, le lacéraient, le tailladaient, l'écharpaient vif. L'eau de mer sur les plaies ajoutait un ultime raffinement à cette punition.

Les biologistes ont recensé quatre mille espèces différentes d'organismes marins responsables du *fouling*. Les premiers à s'implanter sont des bactéries ; elles enduisent la carène d'une sous-couche gluante qui permet ensuite à une multitude d'algues et de petites larves de s'y agripper à leur tour. La salissure sans doute la plus redoutée des gens de mer est la balane, crustacé cirripède qui a besoin de se fixer sur un support pour atteindre l'âge adulte. Elle soude sa carapace, sorte de forteresse inexpugnable, à un rocher, à une moule, à la coque d'un bateau, en sécrétant des plaques calcaires mobiles qui constituent un véritable ciment. Elle est pratiquement indéchirable. Parmi les hôtes de ces lieux, il y a aussi les anatifes⁽¹⁾, crustacés qui s'attachent avec insolence et ténacité à une surface par leur pédoncule ; les bryozoaires, petits invertébrés marins vivant en colonies, équipés de tentacules qui les rendent également très aptes à se cramponner à un corps dur ; les ascidies, dont la larve est munie de papilles adhésives par lesquelles elle adhère solidement au substrat ; ou encore des éponges, des anémones de mer et quantité de vers marins.

Chaque printemps, les entreprises de carénage sont débordées. Il faut gratter, nettoyer, poncer, repeindre les œuvres vives des bateaux. Les salissures sont la hantise du navigateur. Le moindre corps étranger en saillie à la surface d'une coque perturbe le trajet des filets d'eau et absorbe une partie de l'énergie dépensée à faire avancer le navire. Chaque

balane, chaque anatifé nuit à l'hydrodynamisme, freine la course du bateau et affaiblit sa maniabilité. On estime que pour un accroissement des micro-rugosités d'un centième de millimètre sur la coque, la consommation augmente de 0,3 à 1 % pour les bâtiments de grande puissance, ce qui n'est tolérable ni pour un supertanker, ni pour un navire de guerre. La dépense en carburant peut en effet compter pour moitié dans le budget total de leur fonctionnement. Le carénage bisannuel d'un pétrolier géant coûte un million de dollars, mais cette facture est rapidement amortie, l'économie de fuel sur un trajet aller-retour USA-Golfe Persique s'élevant au quart de cet investissement. Ces chiffres, toute proportion gardée, valent pour les embarcations de plaisance. Pour les voiliers de course, le *fouling* est un paramètre critique de performance ; pendant l'*America's Cup*, les bateaux sont retirés de l'eau après chaque régate pour permettre le nettoyage complet de la carène.

Les produits antisalissure sont aujourd'hui de plus en plus actifs. L'étain associé à une molécule organique, le tributylétain ou TBT, est en voie de détrôner le traditionnel dioxyde de cuivre, d'autant que l'aluminium et l'acier de certaines coques modernes sont des métaux incompatibles avec un traitement au cuivre, lequel provoque une réaction d'hydrolyse entre la carène et la peinture. Le TBT agit sur un nombre important d'espèces marines vivantes, et il est efficace à des concentrations dix fois inférieures à la concentration active du cuivre.

Les peintures antisalissure agissent selon des modes différents. Lorsqu'il n'existe pas de liaison chimique stable entre le biocide et la matrice, le principe toxique est libéré à mesure que cette dernière se dissout dans l'eau. La quantité libérée est alors d'autant plus forte que la solubilité de la matrice est élevée. Dans la pratique, la diffusion du poison est rapide tant que les travaux de carénage sont récents ; elle ralentit progressivement pour devenir nulle au bout de deux ans. En effet, des microalvéoles se creusent dans l'épaisseur de la peinture, du fait de la dissolution continuelle du liant ; ces minuscules cavités se remplissent de carbonate de calcium insoluble, qui les obstrue, empêchant le produit biocide de se dégager.

Cette peinture est très toxique pour l'environnement marin, ce qui n'est pas surprenant, puisqu'elle a précisément pour but de détruire les organismes aquatiques. Par malheur, elle n'agit pas seulement contre les salissures avec lesquelles elle est en contact, elle diffuse aussi son mal à distance. Au début, immédiatement après le carénage, la dilution de matière active est très importante ; les produits *antifouling* se répandent alors profusément dans les eaux environnantes. Ensuite, à mesure que la couche d'enduit vieillit et s'épuise, son potentiel toxique est de plus en plus impuissant à empêcher les

(1) Du latin *anatifér*, de *anas*, *anatis*, canard, et *ferre*, porter, car on croyait autrefois que sa coquille donnait naissance à des canards sauvages.



La peinture "antifouling" empêche les parasites végétaux et animaux de coloniser la coque des bateaux, mais pollue gravement l'environnement marin.

salissures, sans pour autant devenir inoffensif à l'égard du milieu ambiant. Et lorsqu'on procèdera au prochain carénage, on rejettera très probablement les éclats de vieille peinture à la mer, qui continueront d'y libérer leur reste de poison.

Il existe un autre type de liant qui ne se dissout pas dans la mer mais se desquame en fines écailles, mettant à nu une nouvelle surface de peinture, qui se trouve alors exposée à l'eau salée et à son action corrosive. On retrouve les mêmes inconvénients qu'avec la formule précédente : ici aussi, la vitesse d'érosion diminue rapidement avec le temps, et il faut éliminer l'ancienne couche — qui, on peut en être pratiquement sûr, finira dans la mer — avant d'en redéposer une nouvelle.

Dans les années 70 sont apparues des peintures aux copolymères ⁽²⁾, le biocide employé étant le TBT. Cette molécule est chimiquement attachée à la matrice par une liaison covalente ⁽³⁾ qui se décompose par hydrolyse au contact de l'eau de mer. Une réaction qui se déroule lentement et très progressivement. Le taux de diffusion du TBT est suffisant pour lui assurer une grande efficacité. L'action se prolonge jusqu'à la dissolution totale du revêtement — 5 ans en moyenne pour 15 mm d'épaisseur. Ce type de peinture peut en outre être déposé sur la couche précédente sans qu'il soit nécessaire d'éliminer celle-ci avant le nouveau traitement. D'où un coût de main d'œuvre moins cher au carénage et un

peu moins de pollution en fin de compte : on peut "enterrer" les restes de l'ancienne couche sous la nouvelle, plutôt que de les envoyer au rebut dans l'océan.

Techniquement, la bataille contre les salissures semblait gagnée lorsque, à partir de 1976, à Arcachon, un brusque et persistant déclin dans le captage des naissains d'huîtres a mis en cause ces molécules meurtrières, employées de plus en plus massivement par l'industrie navale. Que ce bassin ait été le premier contaminé par le TBT n'a rien d'étonnant : Claude Alzien, du centre IFREMER ⁽⁴⁾ de Nantes, esti-

mait en 1981 que pas loin d'une tonne et demie de ce poison était utilisée annuellement par les pêcheurs du coin et surtout les nombreux plaisanciers. L'étroitesse des passes reliant le bassin intérieur à l'océan du large explique le faible renouvellement des eaux et la montée de la pollution. La mortalité quasi totale des naissains s'est renouvelée les années suivantes.

Ce havre naturel est un centre naisseur très important puisque sa production en larves d'huîtres de haute qualité — qui seront ensemencées ensuite dans d'autres bassins ostréicoles — équivaut à celle de trente éclosiers industriels. Dans certaines régions où l'activité conchylicole et nautique se côtoient également — la rade de Brest, la baie de Lorient, Saint-Jean-de-Luz, Marennes-Oléron —, et où le poids économique de la production de naissains est négligeable par rapport à celui de l'élevage d'huîtres adultes, les conséquences de cette pollution ont été moins sensibles. La meilleure circulation de l'eau dans les baies, et surtout la moindre vulnérabilité des mollusques adultes à cette forme d'empoisonnement, ont limité l'ampleur du mal.

Mais on sait maintenant que toutes les zones portuaires sont touchées. En France, en grande-Bretagne, au Portugal, en Espagne, en Amérique, les biologistes notent chez les mollusques des anomalies de croissance très spectaculaires. L'huître creuse (*Crassostrea gigas*, dite "japonaise") à l'état adulte adopte à proximité des ports une consistance feuilletée extrêmement friable. Ses valves monstrueuses renferment des chambres emplies d'un gel protéique. Il semblerait que le TBT modifie les protéines nécessaires au processus de constitution d'un calcaire sain à partir du carbonate de calcium dissous. En conséquence de quoi, l'huître croît en

(2) Macromolécules obtenues par polymérisation d'un mélange de monomères.

(3) Liaison entre deux atomes caractérisée par la mise en commun d'une ou plusieurs paires d'électrons.

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

(5) On parle d'un facteur subléthal lorsqu'il entraîne la mort de moins de 90 % des individus qui en sont porteurs.

épaisseur plutôt qu'en longueur ; la coquille se recroqueville sur elle-même, prenant une forme de boulet.

En Irlande, dans les baies où l'on exploite la coquille Saint-Jaques, l'huître creuse sert maintenant de témoin ; elle permet de contrôler la teneur des eaux en TBT. Sur la côte sud-ouest de l'Angleterre, le buccin-chien, *Nucella lapillus*, est lui aussi très atteint. Chez les femelles de ce gastéropode se développent des organes sexuels mâles. Cette mutation hermaphrodite est d'autant plus fréquente que les colonies de buccins sont plus proches des centres nautiques. Les chercheurs britanniques ont démontré l'action indirecte du poison sur le petit mollusque : il se nourrit, dans la zone de balancement des marées, d'algues microscopiques qui ont assimilé du TBT. Le mécanisme de la reproduction est totalement bloqué par ces avatars physiologiques et les populations de buccins s'éteignent peu à peu.

Les chercheurs ont noté des malformations de valves chez différentes espèces de moules — *Mytilus edulis* et *Mytilus californianus*. Le TBT attaque également l'huître plate (*Ostrea edulis*, la fameuse belon), la palourde, de nombreux crustacés et poissons comestibles, sans parler des espèces

non commercialisables et donc beaucoup moins étudiées. L'expérimentation montre que les invertébrés exposés à de fortes doses de TBT subissent une intoxication aiguë, généralement mortelle. L'absorption chronique à moindres doses perturbe profondément leur croissance et leur capacité de reproduction.

En janvier 1982, la France a réagi la première, encore que timidement, à l'emploi massif des peintures antisalissure à base de TBT. Leur utilisation fut interdite en Manche et en Atlantique pour les bateaux de moins de 25 mètres, à l'exception des coques en aluminium et en acier. La conséquence bénéfique de cette mesure a été très rapide au début : à Arcachon, le captage des naissains est revenu à la normale dès l'été 1982. La teneur des huîtres en étain, ainsi que la proportion d'huîtres malformées ont chuté spectaculairement. Mais trois ans plus tard, 40 % des huîtres adultes présentaient encore des chambres gorgées de gel. En 1984, la réglementation a été étendue à toutes les côtes françaises.

En 1986, la Grande-Bretagne et l'Allemagne fédérale ont suivi l'exemple français, en limitant la vente des peintures à base de TBT. Aux Etats-Unis, en 1985, la communauté scientifique a vivement réagi à l'annonce de l'utilisation du TBT sur toutes les unités de l'US Navy en remplacement des peintures traditionnelles au cuivre. Face à ces véhémentes protestations, le Congrès en a interdit l'usage, en attendant des tests approfondis sur la toxicité du trybutylétain. Plusieurs états américains ont d'ores et déjà adopté une législation restrictive à l'égard de ce produit. La Caroline du nord, par exemple, a établi une norme de qualité des eaux : la teneur en étain ne doit pas dépasser 0,002 microgramme par litre. A titre de comparaison, des teneurs de 0,05 de TBT provoquent des perturbations physiologiques chez les larves de l'huître "japonaise". Les anomalies de calcification subsistent, chez les adultes, à une concentration de 0,01 microgramme par litre. Chez les adultes toujours, les effet sublétaux (*) apparaissent à partir de 1 microgramme par litre.

La recherche s'oriente aujourd'hui vers des revêtements antisalissure à base de molécules non toxiques, qui empêcheraient ou rendraient difficile l'adhérence des organismes parasites à la carène, sans toutefois les empoisonner. Ils seraient délogés par le simple frottement mécanique de l'eau sur la coque en mouvement. Les études ont débuté aux Etats-Unis en 1972. Il est naturel que le premier produit testé ait été un polytétrafluoroéthylène connu sous le nom commercial de téflon, matière plastique réputée pour ses qualités anti-adhésives — les ustensiles en téflon n'attachent pas, on le sait bien. Mais un cirripède vivant s'accroche plus obstinément à la coque d'un bateau qu'un bifteck à une poêle. Il a fallu d'abord trouver une résine

La croissance de cette huître du bassin d'Arcachon a été fortement perturbée (partie renflée, à droite) par les TBT diffusés par les peintures "antifouling", jusqu'en 1982. Depuis, la limitation de l'emploi de ces produits toxiques lui a permis de reprendre un développement normal (partie plate, à gauche).



MYXOMATOSE SALUONS LE Dr PUCE

*Les puces auxiliaires
de médecins contre
la myxomatose ?
C'est leur nouvelle fonction,
grâce à une prouesse
française de laboratoire.*

La puce sera-t-elle une arme contre la myxomatose ? Inventeur, avec le Pr Gilbert, du fameux SG 33, seul vaccin réellement efficace contre cette maladie, le Pr Saurat, de l'université de Toulouse, s'est en effet lancé dans une nouvelle voie de recherche : la protection collective des lapins de garenne par l'intermédiaire de puces chargées de vaccin. La technique est utilisée par les Australiens... pour injecter la myxomatose à leurs envahissants rongeurs.

Le fléau, qui transforme périodiquement les sous-bois en charniers, a 35 ans ; c'est en 1952 qu'un chercheur français, Armand Delille, introduit le virus dans sa propriété de Maillebois près de Dreux, pour se débarrasser de lapins envahissants. Cet apprenti-sorcier ignorait, bien sûr, que la maladie allait se propager comme un incendie et gagner l'ensemble du territoire. Depuis, en dépit des sommes importantes (environ 600 000 F par an) consacrées à la lutte contre la myxomatose, on piétine. On ignore en particulier quel est le "réservoir" du virus. Les travaux du Laboratoire central de recherches vétérinaires sur les puces n'ont pas permis de déceler le virus sur les parasites récoltés sur les lapins à différentes époques de l'année (560 lots étudiés), y compris sur des lapins myxomateux. La terre serait-elle alors le réservoir. Pas sûr. La chute dans la concentration virale est extrêmement rapide. Cependant, dans certains types de sols, le virus a été retrouvé au bout d'un an, mais à des concentrations tellement faibles qu'elles ne pouvaient donner lieu à la transmission. Reste le lapin lui-même. Une sonde d'ADN permettant de retrouver le virus chez un lapin porteur sain est en cours de fabrication à l'École vétérinaire de Toulouse.

La myxomatose continue donc de sévir un peu partout en France. Une étude dans le département

du Rhône a montré que, du début septembre 1984 à fin août 1985, 50 % des sociétés de chasse de ce département ont eu au moins une flambée myxomateuse.

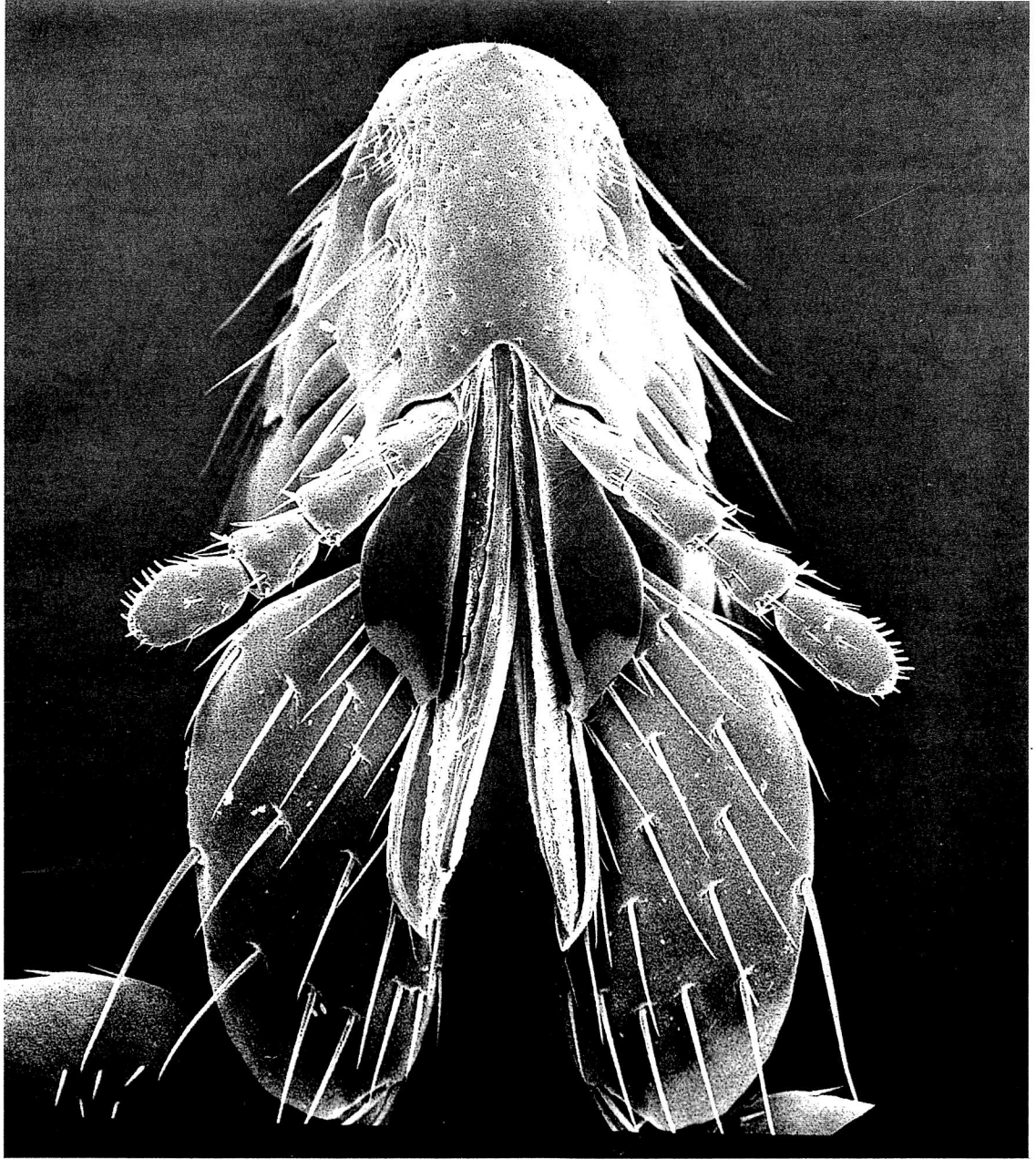
Reste le vaccin. Il est efficace. Les Prs Saurat et Gilbert l'ont réalisé à partir d'une souche de virus moins virulente que les autres, l'ont cultivée sur des embryons de poulet, puis sur des cellules rénales de lapin, enfin sur des cellules embryonnaires de poulet, à une température de 33 °C, selon la technique des passages : en cultivant en série une souche de virus sur des supports différents et dans des conditions différentes de son mode habituel de reproduction on peut atténuer sa virulence. A la fin des expériences, qui ont duré deux ans, le virus était devenu inoffensif et pouvait donc être testé comme vaccin. Depuis 1979, l'Institut Mérieux a vendu environ quatre millions de doses de ce vaccin qui protège le lapin pendant environ six mois.



Le lapin de garenne...

Seulement il est malaisé de capturer des lapins de garenne ! Le Pr Saurat s'est donc orienté vers la vaccination collective. Il a songé d'abord... à l'aérosol et obtenu de bons résultats en laboratoire, un lapin respirant une atmosphère contenant une particule de vaccin pour 1 cm³ d'air immunisé. Mais les terriers de laboratoire sont bien différents des terriers naturels, beaucoup plus profonds, ramifiés et percés de nombreuses ouvertures. Dans la pratique, ce type de vaccination n'était donc pas réalisable.

Les insectes vecteurs, le moustique et la puce, s'offraient aux essais. Le Pr Saurat choisit la puce, parce que l'espèce, bien fixée à l'animal, ne vit que sur lui ; elle n'ira donc pas s'égarer ailleurs. Revers de la médaille : l'élevage des puces à lapin est un casse-tête. Ces insectes ne s'accouplant que sur des lapereaux, il faut les placer en permanence sur des lapines gestantes ! Utilisant la technique australienne (il existe là-



...et la puce. « On a toujours besoin d'un plus petit que soi. »

bas de véritables fermes de puces), le chercheur fait tremper les parasites dans une solution contenant du vaccin et les place ensuite sur les lapins. Sans résultat, car il est beaucoup plus difficile de protéger que d'inoculer le virus. Une dilution à un milliardième permet de déclencher la maladie alors qu'il faut une concentration de vaccin très forte pour protéger les lapins. Les puces seront donc chargées selon une technique originale et secrète qui doit faire l'objet d'un brevet à l'ANVAR. En laboratoire, cinq puces ainsi traitées suffisent à immuniser un lapin.

Et les expériences en enclos et milieu ouvert se sont avérées satisfaisantes. Du coup, les dirigeants de l'Anclatra (Association nationale des chasseurs de la-

pins et de défense des chasses traditionnelles) ont décidé de créer une société anonyme, Bio-espace SA. Elle sera basée à Montpellier et son laboratoire fonctionnera à l'université des sciences et techniques du Languedoc. Objectif : passer progressivement à la phase de commercialisation de puces "chargées" de vaccin. L'Anclatra a reçu l'engagement financier du conseil général de l'Hérault pour un montant de 100 000 F et lancé une vaste souscription auprès de ses adhérents. Le budget de fonctionnement de la société a été évalué à 1 million de francs par an.

Dans quelques années, pour sauver les lapins de garenne, il suffira peut-être de passer commande de sacs de puces.

Eric Joly

Fruit de la Passion



Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique. Chaque mois, on passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels, on traque l'innovation géniale qui vous fera encore gagner du temps, on enquête partout où ça bouge dans la micro pour vous dire ce qui se fait de mieux.

On est constamment à l'écoute de vos besoins pour y répondre concrètement dans chaque numéro.

On teste, on critique, on sélectionne, bref, on fait SVM et on aime ça, passionnément.

Résultat : notre journal est le N° 1 de la presse informatique.

SCIENCE & VIE MICRO

SVM

N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

AU SOMMAIRE DU NUMÉRO DE JUILLET-AOÛT

- La guerre des standards : les tout nouveaux PS/2 d'IBM contre les nouveaux PC de Compaq.
- Banc d'essai comparatif : 12 imprimantes professionnelles.
- Hypertext : une méthode révolutionnaire d'organisation et de gestion de l'information.

ECHOS DE LA RECHERCHE

NEUROLOGIE

La Maladie d'Alzheimer serait-elle un mythe ?

Si elle n'avait été publiée par une revue qui fait autorité — « The Lancet » (1) —, la thèse paraîtrait farfelue.

C'est que la Maladie d'Alzheimer, définie actuellement comme une dégénérescence du cerveau — qui entraîne, ou coïncide, avec la formation de plaques dites séniles et de paquets de neurofibrilles, et que l'on soupçonne d'être une maladie à part entière — n'est en fait qu'un aboutissement normal du vieillissement.

Comparant les travaux sur la Maladie d'Alzheimer à la fable des hommes aveugles qui examinaient un éléphant et qui, bien entendu, trouvaient chacun quelque chose de bizarre sous leurs mains, les auteurs, Caroline Brayne et Paul Calloway, respectivement des hôpitaux britanniques Addenbrooke et Fulbourn, passent en revue les différentes hypothèses explicatives de la maladie. Par exemple celle selon laquelle la maladie serait déclenchée par un gène autosome dominant qui s'exprimerait à la fin de la vie ; dans ce cas, ce gène existerait chez 20 % des populations, du moins des populations examinées, car le taux de gens de plus de 80 ans atteints de la maladie est justement de 20 %. Cependant, les études comparatives faites entre les malades et les gens sains indiquent que les anomalies des systèmes neurotransmetteurs, notamment le système cholinergique, ne diffèrent d'un groupe à l'autre que du point de vue quantitatif et non qualitatif.

En termes simples, cela signifie qu'il n'y a pas de différence fonda-

mentale entre les anomalies de ces systèmes relevées chez les malades et chez les non-malades. Chez les premiers, elles sont "simplement" plus nombreuses.

On a cru, relèvent les auteurs, que la Maladie d'Alzheimer présentait au moins une spécificité, c'est qu'elle est plus aiguë chez les jeunes que chez les gens âgés ; mais on peut en dire autant des maladies ischémiques du cœur et du cancer du sein. Et cela n'explique pas davantage l'origine de la maladie.

Une étude a été menée sur 479 femmes de 70 à 79 ans. Destinée à détecter, de manière psychologique, les corrélations éventuelles entre l'altération de la mémoire et des capacités cognitives d'une part, et des signes de démence (qui inciteraient à soupçonner une Maladie d'Alzheimer) d'autre part, elle semble indiquer qu'il n'y en avait pas. Les faits sont décourageants tels que les présentent les auteurs britanniques : plus on vieillit, plus les fonctions intellectuelles tendent à se dégrader, et c'est tout.

Rappelons donc, avec ces auteurs, qu'il n'existe actuellement pas de marqueur biologique de la Maladie d'Alzheimer, et que les données matérielles dont on dispose sont très incomplètes, car personne n'a encore entrepris de campagne de dissection des cerveaux de toutes les personnes âgées, de tous les malades d'Alzheimer. En attendant qu'on trouve ce marqueur, l'hypothèse, assez hérétique,

que, de Braine et Calloway invite à vérifier que la Maladie d'Alzheimer ne serait pas, tout bonnement, un mirage ou, comme on dit en langage médical, un artefact nosologique.

Il reste que la disparition de la Maladie d'Alzheimer du catalogue de la neurologie poserait quelques problèmes ardu, tels que celui du cas Maurice Ravel. Ravel (1872-1937), l'un des plus grands compositeurs français, accusa à partir de 52 ans, donc à partir de 1924, des troubles neurologiques qui allèrent s'aggravant jusqu'à sa mort. Un article du *British Medical Journal* (2), signé R.A. Henson, reprend l'énigme médicale que constitue ce cas tragique, car Ravel souffrit d'aphasie, c'est-à-dire d'incapacité de parler, d'apraxie, c'est-à-dire de désordres moteurs avec incapacité d'organiser ses gestes, d'agraphie, ou incapacité d'écrire, et d'alexie, c'est-à-dire d'incapacité de lire et de reconnaître les mots. Le désastre que fut la perte de son génie et la volonté d'y remédier, au moins partiellement, engagèrent le neurologue Clovis Vincent à tenter (avec l'accord du frère du compositeur, Edouard Ravel) une craniotomie, au cours de laquelle Ravel mourut des suites d'un hématome subdural. On peut douter que l'intervention ait notablement précipité sa fin, car le compositeur souffrait déjà de troubles extrêmement accusés, dont une atrophie cérébrale, avec hypertrophie bilatérale des ventricules cérébraux, diagnostiquée par le célèbre neurologue Th. Alajouanine. En bref, Ravel souffrait de dégénérescence cérébrale.

Quelle en aurait été la cause ? On a parlé d'un accident de taxi ; en fait, celui-ci se produisit en 1932, et s'il précipita l'évolution de l'affection de Ravel, hypothèse invérifiable, bien sûr, il n'en a certainement pas été la cause, les premiers troubles de Ravel étant antérieurs de 8 ans. Dès 1927, en effet,

(1) 4 juin 1988 pour les deux publications.

GÉNÉTIQUE

Bactéries suicidaires et tourisme génétique

Les généticiens américains de l'Environmental Protection Agency se sont livrés à un bizarre petit travail ; ils ont mis au point une bactérie suicidaire ou, plus précisément, une bactérie qui comporte un élément suicidaire.

le musicien éprouva de la peine à interpréter sa propre musique, par exemple sa sonate pour violon lors d'un concert public. Le fait fut tellement patent et alarmant qu'Hélène Jourdan-Morhange, musicologue et amie dévouée qui veillait sur Ravel, en alerta rapidement le Pr. Pasteur Valléry-Radot.

L'autopsie a révélé que la dégénérescence cérébrale de Ravel ressemblait beaucoup à celle de certains cas de Maladie d'Alzheimer. Mais Henson n'exclut pas d'autres affections, telles que la Maladie de Pick et encore la Maladie de Creutzfeldt-Jakob ; la première de ces affections implique des comportements ressemblant à la démence, et Ravel ne semble pas avoir souffert de démence, mais il faut dire que les définitions de la démence elle-même sont floues ; quant à la seconde maladie, qui entraîne en effet des signes cérébelleux et qui est classée parmi les maladies à virus lents, elle était trop inconnue à l'époque pour qu'on puisse établir un diagnostic un demi-siècle plus tard. Ce serait, peut-être, la seule hypothèse qui resterait pour l'affection de Ravel si la Maladie d'Alzheimer devait disparaître de la nosologie. **G.M.**

ASTRONOMIE

Les deux lunes de Mai

Mai 88 a été marqué par un événement relativement rare : deux pleines lunes, les 1^{er} et 31 du mois. Ce phénomène se reproduit tous les deux ans sept dixièmes. L'avant-dernière fois était en juillet 1985, la prochaine sera en décembre 1990. Beaucoup plus rares, toutefois, sont les mois sans pleine lune. Le dernier fut février 1866, le prochain sera février 1999. Curieuse année que 1999, à propos, car elle comptera, aussi exceptionnellement, deux mois à deux lunes, janvier et mars... **G.M.**

Guérison par imposition des mains

: une étude randomisée sur les effets de cette pratique sur l'hypertension, menée sur trois groupes de sujets, a abouti à des résultats parfaitement nuls, selon le *British Medical Journal* (28 mai 1988).

Cet élément, qu'on appelle plasmide, est une sorte de petite poche qui contient des informations génétiques autres que celle du noyau. Pourquoi les gens de l'EPA ont-ils donc fabriqué un tel plasmide ? Pour qu'il ne communique pas ses informations aux plasmides d'autres bactéries d'autres espèces. Car c'est par l'entremise des plasmides que les bactéries échangent, d'espèce à espèce, et non seulement d'un individu à l'autre d'une même espèce, des informations qui leur permettent de synthétiser telle ou telle substance qui leur est utile. C'est par cette tactique que des bactéries dangereuses pour les humains sont devenues antibiorésistantes. Certaines bactéries qui avaient survécu aux antibiotiques, et qui n'étaient pourtant pas de la même espèce, leur ont passé les informations servant à synthétiser des enzymes qui détruisent les antibiotiques.

Or, on en est à l'agriculture génétique. On commence à inoculer aux plantes des gènes d'organismes, et notamment de bactéries, qui les rendent capables de fabriquer des substances qui leur sont, elles aussi, utiles. C'est ainsi que l'on a isolé un gène du *Bacillus thuringiensis* qui permet à un organisme de fabriquer une toxine inoffensive pour l'être humain et les animaux, mais mortelle pour les insectes prédateurs. On a, de même, modifié une bactérie, *Rhizobium melioli*, de telle sorte qu'elle fixe 17 % de plus d'azote que ses congénères non modifiées, ce qui est bien utile pour les légumineuses avec lesquelles cette bactérie vit normalement en symbiose.

On voudrait donc, et c'est compréhensible, que les bactéries modifiées n'aillent pas échanger des informations à tort et à travers avec d'autres. On a d'ailleurs fait à

ce sujet un autre petit travail bien intéressant, qui a consisté à évaluer ce que l'on pourrait appeler le rayon d'action génétique d'une bactérie ; jusqu'où, en moyenne, peut-elle transmettre des informations ? On a trouvé que ce rayon d'action est d'une vingtaine de centimètres environ. Donc, sauf à être transportées par l'animal, le vent ou l'être humain, une bactérie n'est pas censée quitter son lieu de travail...

C'est que l'on a déjà assez de difficulté à maintenir le "tourisme" des gènes dans des proportions acceptables. Le Département américain de l'agriculture a ainsi estimé qu'entre 1982 et 1986 c'est une moyenne de 8 000 plantes qui ont été introduites aux Etats-Unis ! Soit 32 000 plantes nouvelles, qui arrivent avec, chacune, 20 000 gènes nouveaux, ce qui signifie encore que ce ne sont pas moins de 640 millions de gènes végétaux nouveaux qui sont entrés aux Etats-Unis pendant ces quatre années-là. On n'a pas fait le compte pour la France, mais il n'y a aucun lieu de penser que le tourisme génétique soit, chez nous, moins intense. Or, ces touristes-là ont une incidence sur le milieu naturel (aux Etats-Unis, l'immigration de la jacinthe d'eau et de la véronique a été catastrophique), parce qu'ils modifient aussi les taux de prédateurs éventuels, ainsi que l'équilibre bactérien antérieur, du fait de leur seule prolifération. Et ne parlons pas des bactéries nouvelles que les plantes elles-mêmes peuvent introduire et qui viennent s'ajouter aux modifications écologiques.

Il n'y a donc pas lieu d'ajouter aux bouleversements du milieu par l'introduction de bactéries nouvelles dont on ne sait pas l'action à long terme. **G.M.**

Les dangers de la peinture éclatante

Rubens, Renoir, Dufy et Paul Klee, entre autres peintres, ont eu deux points en commun : ils ont tous quatre utilisé des couleurs vives, c'est-à-dire à base de métaux lourds toxiques, et très peu de couleurs sourdes, à base d'oxydes de fer et de composés carbonés ; par ailleurs, les trois premiers d'entre eux ont souffert de la même maladie, l'arthrite rhumatoïde, Klee ayant, lui, souffert de sclérodémie. Deux chercheurs anglais ont publié dans *The Lancet* une étude qui explique ces maladies par l'intoxication aux sulfures de mercure, de cadmium et d'arsenic, ainsi qu'au plomb, à l'étain, à l'antimoine, au cobalt, au manganèse et au chrome, métaux de base des couleurs les plus brillantes. Rappelons ici que ce genre d'enquêtes n'est pas neuf, car on avait déjà établi il y a quelques années un rapport entre l'usage intensif du blanc de céruse, en fait du blanc de plomb, et la maladie mystérieuse qui emporta Watteau à l'âge inhabituel de 37 ans.

Comment se serait donc faite l'intoxication ? Par contamination des aliments par des mains souillées de peinture et, surtout, par la proximité de la nourriture et des couleurs, les peintres tendant à prendre leurs repas dans l'atelier. Elle aurait été aussi favorisée par pénétration des pigments toxiques à travers la peau, en quantité infinitésimale mais prolongée, du fait que les peintres du XIX^e siècle roulaient eux-mêmes leurs cigarettes et qu'ils portaient donc à la bouche des cigarettes portant des traces de peinture.

Ce genre d'étude devrait décourager les peintres de la manie prétendument moderne qui consiste à étaler la peinture avec les doigts. Et elle devrait les encourager à bien lire les étiquettes des tubes de peinture, qui comportent depuis plusieurs années la mention "Dangereux" pour les pigments à base de métaux lourds. G.M.



Dans le tableau de Rubens ci-dessus, on ne compte pas moins de trois couleurs qui contenaient des métaux lourds toxiques susceptibles de déclencher une arthrite rhumatoïde (rouge de cadmium, bleu de cobalt et jaune de chrome). Mais si le rutillement pictural se paie, la sagesse peut aussi être dangereuse, car le Gilles de Watteau (ci-dessous) a été peint, lui, au blanc de céruse, en fait du blanc de plomb, autre métal lourd très toxique : Watteau mourut mystérieusement à 37 ans.



GÉOLOGIE

LANGAGE

175 séismes en 36 jours !

Moodus, petite ville américaine du Connecticut, est en émoi, et les sismologues et géologues américains sont aux abois : les parages de la ville ont enregistré du 17 septembre au 22 octobre dernier pas moins de 175 séismes. Pas grand-chose sur l'échelle de Richter, des valeurs de 2 environ, mais la plupart des séismes sont accompagnés de bruits de détonation, et le plus fort a fait trembler une camionnette. C'est beaucoup, pour les nerfs et la vaisselle. Et ça continue.

Les gens du cru devraient quand même être un peu plus sereins, car les séismes en chaîne dans cette région ont été signalés dès 1568. Moodus, qui se trouve dans l'angle formé par deux lignes de fracture géologique, celle du Lac Char et celle de Honey Hill, est un mot indien qui signifie "endroit bruyant". L'observatoire de Weston, qui dépend de l'université de Boston, avait installé dans la région six stations de sismologie dès 1979 ; il a enregistré au cours de la dernière décennie quatre "épidémies" de séismes en chaîne, dont la dernière continue donc. Mais il reste qu'en face de la ville il y a une centrale nucléaire, celle de Connecticut Yankee, et que, tout près de là, sur la côte, s'en trouve une autre, celle de Millstone.

On pourrait évidemment rappeler qu'il eut fallu un peu mieux étudier l'histoire du site avant d'y construire des centrales nucléaires, mais enfin, ce qui est fait est fait, et les compagnies qui exploitent ces centrales ont réalisé des études sismologiques et géologi-

ques à leurs frais pour savoir si ces secousses en chaîne ne risquent pas d'aboutir à un séisme majeur. Des chercheurs ont donc foré un puits de 3 600 m pour étudier le terrain. Jusqu'ici, leurs travaux ne les ont pas alarmés. Il semblerait que ce soit la nature spécifique des terrains de la région qui les rende si bon conducteurs de secousses relativement faibles, et qu'il n'y a pas lieu de craindre un grand tremblement de terre. Quand même, le Dr Gabriel Leblanc, de la Weston Geophysical Corporation, qui s'intéresse à cette tremblote géologique, a déclaré à une récente conférence qu'il ne connaissait aucun autre endroit au monde aussi bizarre.

Il ne reste qu'à espérer que les tuyauteries des centrales nucléaires tiendront le coup. **G.M.**

Des délicatesses périlleuses

L'expression "coma dépassé" prête à confusion. Elle laisse entendre aux profanes que ce coma pourrait être réversible. Campan et Lazorthes, de l'Académie de médecine, la dénoncent comme contresens : il n'y a pas de dépassement du coma, parce que c'est tout simplement la mort cérébrale, notion décrite par Bichat dès 1800. Le monde entier utilise l'expression "mort cérébrale" pour désigner les cas où le cerveau est mort, mais où la vie végétative se poursuit. Nous avons pourtant continué à dire, par fausseté et périlleuse délicatesse, "coma dépassé". C'est ce genre de préciosité qui fait que l'on ne dit plus "cancer" quand la personne en est morte, mais "longue et douloureuse maladie". **G.M.**

INFORMATION

Du bon usage des blurgs

Les chercheurs tendent souvent à consacrer des études extrêmement savantes et ennuyeuses sur des sujets qui n'ont bien souvent qu'un intérêt tout à fait ténu, et la langue de bois dans laquelle ils publient leurs résultats n'ajoute certes pas au charme de leurs rapports. Mais beaucoup d'entre eux, dans le monde anglo-saxon, font quand même leurs délices d'une publication qui les tourne en bourrique, *The Journal of the Irreproducible Results*, publié à Chicago, évidemment par des savants. Au sommaire d'un des derniers numéros, "Une expérience novatrice canadienne : la turbine à récupérer l'air chaud (de la bouche des parlementaires)", "Le golf en tant que pouvoir sexuel, une opinion psychanalytique", "Manuel d'anesthésie pour le profane", "Les limites à la proximité de la présence divine" (3,2.10³ m), "L'induction du saturnisme, une solution simple et efficace aux attaques de chiens contre les joggeurs" (elle consiste à tirer de la grenaille de plomb sur les animaux), "L'asternutation, un

symptôme psychiatrique méconnu" (c'est le fait de ne pas éternuer), etc. Le tout est rédigé dans ce sabir fameux, dont voici un exemple : « Dérégulation de bruitification répercussive homéosonique orthotubulaire ». On y trouve aussi un théorème exquis : « Une porte qui est ouverte ne peut pas être fermée et une porte qui est fermée ne peut pas se trouver ouverte. »

"Le manuel d'anesthésie pour le profane" prescrit d'abord de se raser avant lecture, de donner de fortes doses de sédatifs, d'utiliser le sérum de vérité, surtout quand on anesthésie des agents de change, parce qu'ils donnent alors des tuyaux boursiers, de prendre un congé de maladie quand il y a un cas compliqué, ou bien alors de se servir d'oxygène et de bandes adhésives pour sceller la bouche du malade, enfin, de ne pas jouer de la musique mélancolique pendant l'intervention, mais au contraire du rock and roll, qui peut influencer favorablement le rythme de l'opération... **G.M.**

Les machines perfectionnées augmentent la fatigue mentale : cette donnée a été citée par le Dr R. Amiel, psychiatre des hôpitaux, dans un article sur la psychopathologie du travail.

L'Atlantique nord-est devient de plus en plus violent, selon une étude océanographique britannique. Les vagues augmentent progressivement de hauteur depuis 25 ans.

Détermination des sexes ou extermination des femmes ?

Dangereuse à la fois pour la mère et pour l'enfant, l'amniocentèse n'est pratiquée en Occident que dans des circonstances strictes. Or, elle est singulièrement à la mode en Inde.

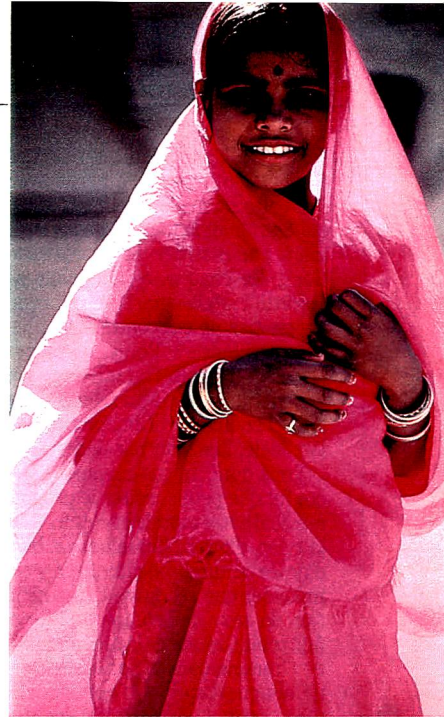
L'amniocentèse est une technique qui vise à détecter d'éventuelles anomalies génétiques dans les chromosomes des cellules du fœtus, à partir de cellules présentes dans des prélèvements de liquide amniotique. Et la seule ville de Bombay compte 258 centres spécialisés et 16 cliniques agréées par l'Etat du Maharashtra, où on la pratique. Celle-ci, en effet, permet accessoirement de déterminer le sexe de l'enfant à naître. De 1978 à 1982, il y aurait eu en Inde plus de 78 000 amniocentèses, suivies d'avortements de fœtus, qui, comme on eut pu s'y attendre, étaient de sexe féminin. Le Dr Datta Paï, du Pearl Center de Bombay, admet que sa clinique a pratiqué 400 000 avortements consécutifs aux "examens de présélection" et que sur les 1 000 derniers, il n'y eut qu'un fœtus mâle. Le Women's Center, également de Bombay, affirme que sur 8 000 avortements recensés à Bombay en 1982, il y avait 7 999 fœtus de filles.

D'abord peu mécontent de voir la population pratiquer une sorte d'autorégulation qui freinait l'expansion démographique, le gouvernement fait actuellement face à une réaction assez vive de la part de nombreuses organisations, dont les mouvements de femmes, très actifs en Inde. Ces mouvements ont obtenu, à la fin de 1987, une réglementation de l'amniocentèse dans l'Etat du Maharashtra, déjà cité, étant donné que les cliniques le pratiquant commençaient à déborder les limites de Bombay pour s'étendre dans les agglomérations voisines. Une loi a donc été votée et l'amniocentèse ne pourra plus être pratiquée que dans les hôpitaux contrôlés par l'Etat et les instituts de recherche médicale agréés, et cela à seule fin de détecter réellement des anomalies génétiques. Conditions supplémentai-

res: la demandeuse devra avoir plus de 35 ans, une grossesse tardive ou des antécédents génétiques ou obstétricaux avérés. Certains estiment toutefois que la loi n'est pas assez rigoureuse et qu'elle laisse quand même une porte entrouverte à des passe-droits, étant donné que de nombreuses anomalies génétiques sont liées au sexe du fœtus.

Les passe-droits pourraient être d'ordre financier, privilégiant donc une classe sans avoir d'effets sur les couches populaires, qui contribuent évidemment à l'expansion démographique. Une enquête du ministère de la Santé indien auprès d'une cinquantaine de gynécologues de Bombay, qui en compte un millier, a révélé que 84 % de ces médecins pratiquaient l'amniocentèse et l'avortement dans la foulée. Or, leur clientèle était constituée de femmes des couches aisées ayant déjà une ou deux filles; les mêmes médecins reconnaissent ne jamais avoir vu de femme de milieu populaire. Ce dernier point s'explique par le prix relativement élevé du test, 300 roupies, soit quelque 150 F, c'est-à-dire la moitié du salaire d'un ouvrier.

L'affaire se complique socialement, car selon le Dr Lakshmi Kulkarni, plus de la moitié de ses clientes avouaient agir sous la pression des maris ou des beaux-parents. Quelle que soit la conviction déontologique du corps médical indien, le fait est que l'amniocentèse était jusqu'ici tolérée, et que la responsabilité morale de la pratique est au moins autant le fait de la société que le leur. La détermination du sexe est, en effet, un problème social et financier. Une fille doit être dotée, un garçon, non. Or, une dot va de 5 000 à 150 000 roupies, selon le statut social du père, et comporte en plus un certain nombre d'appareils tels



qu'un réfrigérateur, un magnétoscope, un scooter ou une voiture... Certains pères de famille préfèrent donc payer 500 roupies tout de suite plutôt que 5 000 plus tard ! Et le Dr Tank, président de la Société des gynécologues et obstétriciens indiens, refuse donc de faire assumer la seule responsabilité de la pratique aux médecins. Le Dr Dharma Kurma estime pour sa part que la solution consisterait à émanciper les femmes... D'autres, tels le Dr Sudha Dimaye, chef du service de gynécologie de l'hôpital de Bokaré, dans l'Etat du Bihar, replacent le problème dans le contexte du contrôle général des naissances. L'amniocentèse suivie d'avortement permet à la fois d'équilibrer une famille et d'en contrôler le nombre, outre qu'elle participe au contrôle démographique qui est, lui, un problème d'Etat.

On peut s'alarmer, à ce propos, du déséquilibre singulier que la pratique de l'amniocentèse, fut-elle clandestine, risque d'aggraver. L'Inde est déjà l'un des quatre seuls pays au monde à avoir un quota de population inversé, avec plus d'hommes que de femmes. Et cet écart n'a cessé de s'accroître depuis le début de ce siècle : en 1901, on y dénombrait 972 femmes pour 1 000 hommes; en 1981, on est tombé à 935 femmes, malgré une proportion équilibrée de naissances des deux sexes. L'Inde a toujours pratiqué le contrôle des

MÉDECINE

Une cause infectieuse à la rectocolite hémorragique

sexes : au Tamil Nadu, les petites filles étaient tuées au biberon avec des baies de madar, plante toxique qui entraînait la mort dans les trois jours par diarrhée et déshydratation... Et chaque région avait sa "recette". Mais que l'on ne s'empresse pas de concentrer l'anathème sur l'Inde : à Rome, mère des armes et des lois, l'infanticide était traditionnel et le resta même après que l'empereur Constantin, au IV^e siècle, l'interdit par décret.

Voilà donc un cas exemplaire du conflit que peut susciter le progrès médical entre morale et culture. Car la crise, dans ce domaine, est bien d'ordre culturel : en plus de l'aspect financier que recouvre l'identification du sexe de l'enfant à naître, il faut tenir compte de la prééminence de l'homme dans la société indienne, comme dans bien d'autres sociétés contemporaines d'ailleurs. L'homme travaille et rapporte de l'argent, la femme est une reproductrice qui coûte de l'argent. Telle est la raison pour laquelle 78 % des fillettes indiennes souffrent de malnutrition, contre 28 % des garçons, et que la mortalité féminine infantile est beaucoup plus élevée que celle des garçons. Mais toutes ces considérations ne modifient nullement le problème éthique fondamental, qui sacrifie donc les femmes sur l'autel de la dot et de la tradition. **R.G.**

La rectocolite hémorragique est une affection du colon qui se traduit par des pertes importantes de fragments de la muqueuse et des hémorragies, ainsi que par des atteintes générales pénibles, comme la polyarthrite, de l'œdème, des rougeurs de la peau, une leucocytose ; la maladie semble comporter des risques de cancer.

Jusqu'ici, sa cause était inconnue (on a évoqué autrefois des composantes psychiques). Plusieurs types de colites infectieuses et parasitaires sont incriminés, sans qu'on sache exactement quel est le mécanisme par lequel celles-ci déclenchent des lésions dans certains cas et pas dans d'autres. Mais un article du *British Medical Journal* (vol. 296, n° 6626) apporte quelques lumières sur au moins une cause infectieuse de colite infectieuse. Il rapporte que cette maladie semble survenir de façon épidémique, comme en témoigne l'épisode de 1982, où 47 personnes qui avaient consommé un hamburger dans un restaurant d'une chaîne américaine de cuisine rapide

(fast-food) en furent atteintes. Fait intéressant : on isolait de leurs selles des *Escherichia coli* porteurs des antigènes 0157 et H7 ; or, ces mêmes bactéries singulières d'une espèce très banale avaient été retrouvées dans la viande des hamburgers. Depuis lors, des *E. coli* 0157-H7 ont été retrouvés dans 12 cas de rectocolite hémorragique aux États-Unis et 2 en Grande-Bretagne.

Ces *E. coli* sécrètent deux toxines qui ressemblent beaucoup à la toxine shiga d'une bactérie également redoutable, la *Shigella dysenteriae*. L'auteur de l'article britannique relève que ce type d'*E. coli* est sensible à de nombreux antibiotiques, mais n'en recommande paradoxalement pas l'usage, qui pourrait accroître le risque hémorragique, dit-il. Il recommande également d'éviter les médicaments qui pourraient ralentir le transit intestinal. Bref, il propose de ne rien faire, sinon soutenir les forces du malade. Nous recommanderons, pour notre part, de bien faire cuire les viandes, surtout hachées... **G.M.**

TECHNOLOGIES & SOCIÉTÉ

Les progrès des télécommunications augmentent l'isolement

Le bon sens voudrait que les télécommunications favorisent les échanges sociaux. Une petite étude d'un journaliste américain, Eric Fox, indique qu'il en est sans doute autrement. Quand, au début de ce siècle, on commença, aux États-Unis, à remettre le courrier au domicile des cultivateurs, ils n'eurent plus l'occasion, comme auparavant, de se rendre à la poste centrale du village et, partant, d'échanger quelques conversations par-ci par-là. Quand vint la radio, dans les années trente, les mêmes cultivateurs eurent des causeries, des nouvelles et de la musique à domicile ; c'en fut fini des réunions culturelles où se produisaient, par

exemple, des musiciens et des conférenciers ambulants. La télévision, à son tour, a réduit les échanges sociaux et familiaux. Quand on dispose à domicile de tous les films possibles, pourquoi sortir ? Et l'on n'a plus envie d'interrompre les émissions par des réflexions personnelles. Les gens vivent donc par procuration et prennent l'image des choses pour les choses elles-mêmes. C'est ce qu'illustre l'anecdote que cite Burns d'après l'historien Daniel Boorstin : une femme vient d'avoir un enfant. On la complimente sur la beauté du bébé. « Et ce n'est rien encore, » dit-elle, « vous devriez le voir en photo ! ». **G.M.**

GÉNÉTIQUE

Il ne tient qu'à un cheveu...

L'analyse génétique d'un seul cheveu permet désormais d'en identifier le propriétaire avec autant de certitude que ses empreintes digitales. Des travaux menés par la firme Cetus, et le département des sciences médico-légales de l'université de Californie à Berkeley, ont permis d'identifier des séquences de gènes spécifiques à un individu dans une seule molécule d'ADN. On trouve de telles molécules à la racine des cheveux, qu'il aient été arrachés ou qu'ils soient naturellement tombés. On peut également distinguer sans coup férir un cheveu d'origine européenne d'un cheveu africain ou asiatique. **A.D.**

Suaire de Turin : rien ne va plus

Trois laboratoires avaient été choisis par le Cardinal-archevêque de Turin, Anastasio Ballestero, pour procéder aux essais de datation au carbone 14 sur le Suaire de Turin, censé représenter l'effigie de Jésus (reportée sur le tissu par un processus photochimique mal élucidé). On pouvait émettre quelques réserves sur le fait que c'était une autorité religieuse qui avait choisi les laboratoires, car la datation au carbone 14 est une méthode générique, qui est appliquée de différentes manières, et il est toujours intéressant d'avoir le plus d'expertises possibles dans un cas pareil. Ainsi, rappelle le Dr Harry Gove, de l'université de Rochester, un test effectué par l'Institut fédéral de technologie à Zurich comportait une erreur d'un millier d'années, ce qui est évidemment énorme. Mais enfin, les réserves s'atténuèrent lorsque les experts de ces laboratoires décidèrent de faire appel à ceux de quatre autres laboratoires pour effectuer les tests nécessaires. Les trois laboratoires originels étaient le British Museum de Londres, l'Université de l'Arizona à Tucson et l'Institut fédéral de technologie à Zurich.

Patatras ! Après avoir passé quelque deux ans à mettre au point un protocole de travail, les sept laboratoires se sont vus signifier par le même Ballestero que l'université de Rochester, le Brookhaven National Laboratory, le Laboratoire de Saclay et l'Atomic Energy Research Authority de Harwell étaient exclus de l'expertise. C'est-à-dire que l'on supprime quatre chances sur sept d'aboutir à un résultat valide. C'est-à-dire encore que personne ne prendra les résultats au sérieux. Reste à savoir si les laboratoires restants accepteront de travailler sur les débris du protocole démolé de façon mystérieusement arbitraire.

G.M.

■ Un manuscrit inédit d'Einstein a été vendu aux enchères 1,2 million de dollars, soit quelque 5,5 millions de francs.

Enquête à Bériac

Bériac, dans l'Aude, est un site archéologique déjà connu. Une enquête y est en cours. En effet, Jean Vaquer, archéologue au Centre d'anthropologie des sociétés rurales à Toulouse, et son équipe, y ont retrouvé deux sépultures de l'époque chasséenne, de 4 000 à 2 700 avant notre ère, les Chasséens étant une civilisation du Néolithique moyen.

Deux squelettes, ceux d'un homme et d'une femme, ont donc été retrouvés chacun dans une tombe de forme cylindrique. Ils étaient en position fléchie, les jambes repliées vers le thorax. L'intérêt de la découverte est déjà grand, car on ne connaît qu'une trentaine de sépultures chasséennes en France, et très peu sont en aussi bon état que celles-ci. La qualité des squelettes, dit Vaquer, permettra de préciser les caractéristiques physiques de ces ancêtres.

Toutefois, ces sépultures présentent un intérêt supplémentaire, qui est celui qui suscite l'enquête, car on y a aussi retrouvé de singulières poteries fondues. Dans une des deux tombes, en silo, le squelette était enseveli entre deux couches de poterie fondue. A première vue, la température de fusion des céramiques se situerait entre 1 200 et 1 300 °C, ce qui est inconnu pour l'époque, car les techniques de cuisson ne permettaient pas d'atteindre une température aussi élevée. On attend donc une analyse en laboratoire du dégraissant utilisé par les Chasséens pour fabriquer cette poterie ; rappelons, en effet, que la pâte avec laquelle on fabrique une céramique est constituée de deux matériaux principaux, l'argile et le dégraissant.

L'argile se trouve en abondance dans la nature, mais, seule, elle ne possède pas les qualités plastiques nécessaires à la fabrication d'une poterie ; en effet, elle ne résiste pas aux fortes températures imposées par la cuisson. Il faut donc, au préalable, la mélanger au dégraissant — à l'époque des grains de sable ou de matière organique — et, en laboratoire, on s'efforce de déterminer les proportions qu'ils utilisaient. Cette idée d'allier plu-



sieurs matériaux pour fabriquer des poteries est d'ailleurs la révolution technologique qui caractérise le Néolithique.

Deux hypothèses sont actuellement en cours de vérification pour expliquer la température atteinte à la sépulture de Bériac. La première est celle d'un incendie. L'habitat des Chasséens aurait brûlé et fondu une partie des poteries, car un feu de bois fortement ventilé permettrait d'atteindre, en effet, une température très élevée. La seconde est que le dégraissant aurait diminué la température de fusion de la silice contenue dans l'argile ; les poteries fondues seraient donc des ratés de cuisson et les températures estimées à première vue seraient erronées et, en fait, beaucoup plus basses.

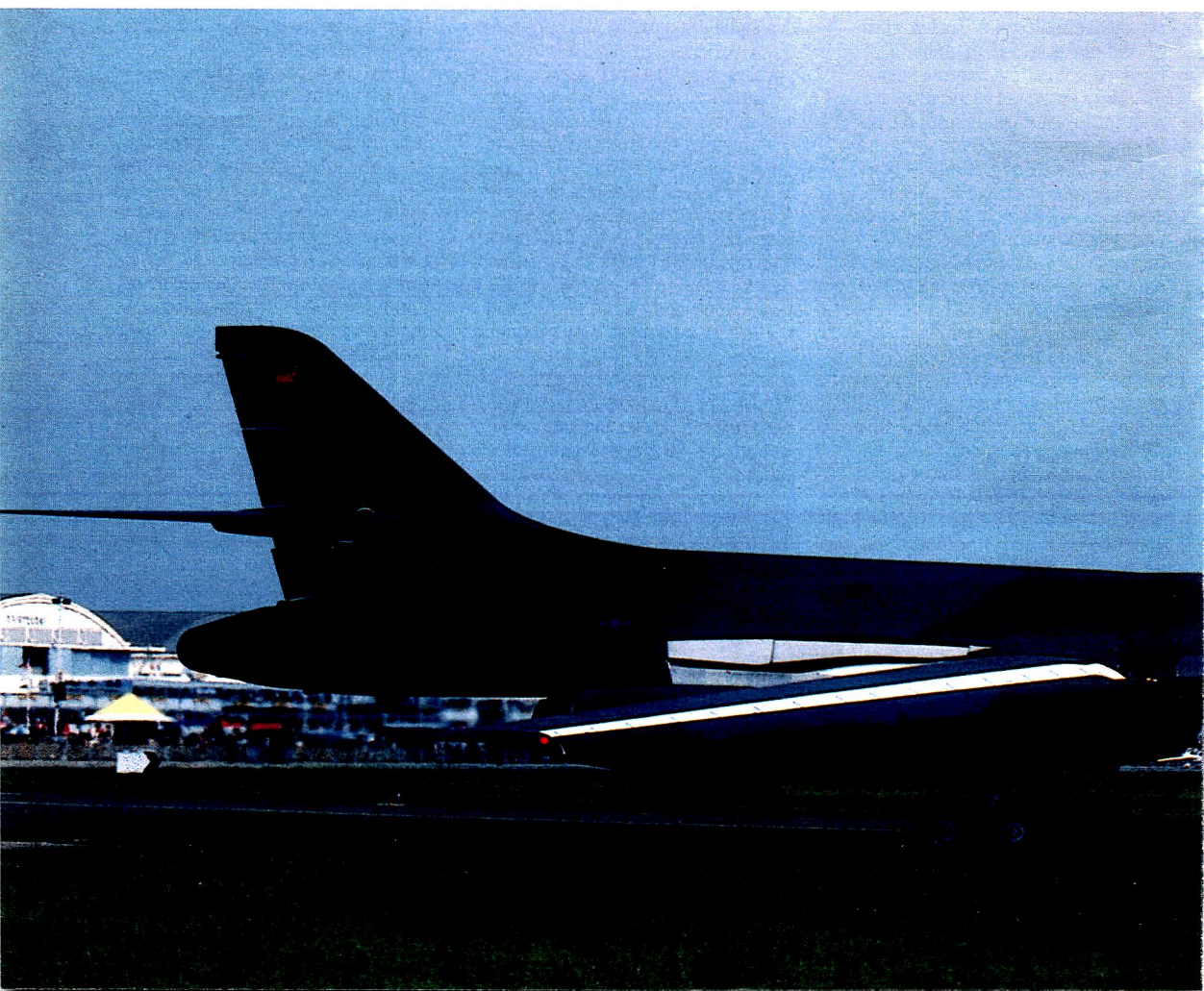
A proximité des deux sépultures en question s'en trouvait une troisième, également cylindrique et emplie de poteries fondues à la base desquelles se trouvait une assiette magnifique, intacte. Cette fosse est certainement en relation avec les deux autres, et elle indiquerait un rite funéraire jusque-là inconnu chez les Chasséens. Une belle enquête est donc en cours.

D.D.

■ Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Alexandre Dorozynski, Didier Dubrana, Richard Garcia et Gerald Messadié. ●

USA : VICISSITUDES D'UN BOMBARDIER STRATÉGIQUE

*Prise dans un incroyable
imbroglio d'intérêts,
enjeu de conflits politiques, militaires,
financiers, industriels, syndicaux, une des plus
importantes armes de l'arsenal américain, l'une
des plus coûteuses aussi, apparaît aujourd'hui
comme le jouet de la stratégie de l'échec.*



Palmdale, Californie, le 20 janvier 1988. Le centième et dernier exemplaire du bombardier stratégique B-1B sort des chaînes de montage de Rockwell International, important constructeur d'avions militaires. L'appareil est réceptionné en grande pompe par un parterre d'officiels galonnés. « L'histoire, déclame avec éloquence et style le général Elbert Harbour, montrera qu'on tient là une sacrément bonne machine. » Le sénateur Phil Gramm voit dans cette réalisation un « témoin du génie créatif de la technologie américaine ».

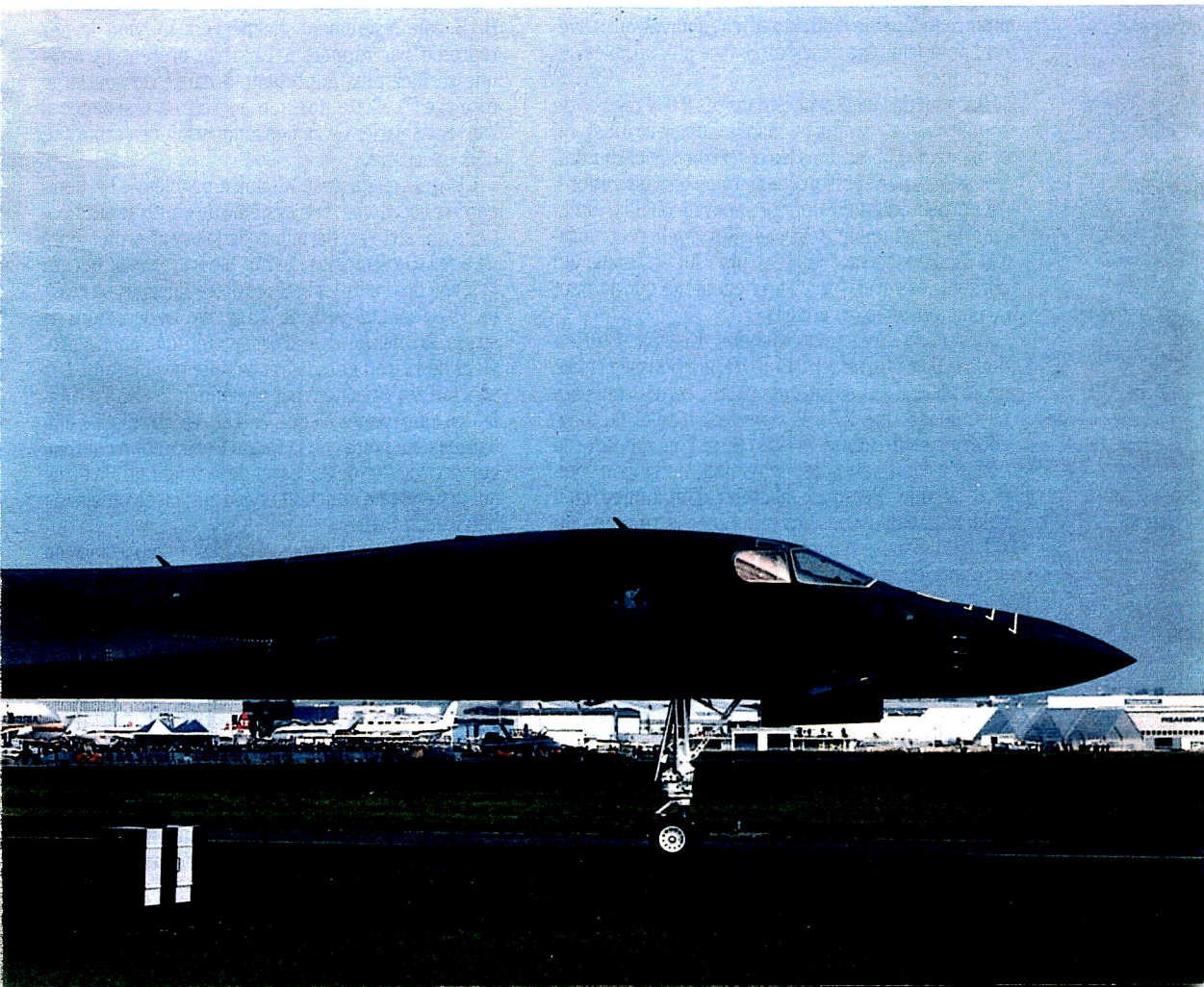
Pourtant, la très sérieuse *Technology Review* n'hésite pas à qualifier cet appareil d'« Edsel volante », allusion à ce modèle de voiture Ford des années 50 qui reste l'exemple le plus retentissant d'un bide dans l'histoire automobile. Les sobriquets ne manquent pas pour persifler la dernière merveille aéronautique : *flying flop*, le « fiasco volant », lit-on dans la presse américaine. Pour l'hebdomadaire *Der Spiegel*, « l'US Air Force a couvé un coucou dans son nid d'aigle ». Le prix de cent de ces bom-

bardiers — plus de 28 milliards de dollars — est considéré par les experts comme plus impressionnant que les performances de l'appareil.

Revenons quelques années en arrière. Après l'abandon dans les années 60 du programme B 70, un bombardier lourd volant à Mach 3 et à très haute altitude, les aviateurs de l'US Air Force ne voyaient venir aucun successeur au B 52. Or, la dissuasion des principales puissances nucléaires (USA, URSS et France) repose sur une triade de vecteurs : missiles intercontinentaux, sous-marins lanceurs d'engins et bombardiers stratégiques. L'Amérique allait-elle se passer de ce dernier vecteur, celui qui offre pourtant le plus de souplesse d'emploi ? On put un moment le croire.

Dans l'éternelle compétition de l'épée et du bouclier, le bouclier (moyens de détection et de lutte anti-aérienne), en effet, dans les années 70, prend une longueur d'avance sur les techniques aéronautiques. Mais l'apparition des procédés Stealth (1), qui

(1) Les Américains qualifient de *stealth* ce qui est furtif, secret. Ils appellent le B-1B un *stealth bomber*.



permettent de rendre les avions plus furtifs et plus discrets, va une nouvelle fois modifier l'équilibre. Le développement d'un nouveau bombardier stratégique redevient possible. L'Amérique choisit alors le B-1B. Le premier appareil entre en service en juin 1985.

Depuis, les défauts de l'avion sont devenus de plus en plus flagrants, ses défaillances de plus en plus énormes. Les pilotes, les ingénieurs et les hommes d'état-major lui reprochent de mal voler tout en consommant trop de carburant, de ne pouvoir emporter que 30 tonnes d'armements au lieu des 50 prévues, de manquer des capacités électroniques nécessaires pour franchir les lignes de défenses aériennes de l'"ennemi potentiel".

Qui plus est, les ailes à géométrie variable⁽²⁾ ont une surface insuffisante par rapport au poids de l'avion. Avec une masse maximale au décollage de 216 tonnes par unité de surface, la voilure du B-1B sustente environ deux fois plus de poids que celle d'un Jumbo Jet. Conséquence : conçu (ou plutôt, reconçu) pour la pénétration à basse altitude, en vue d'échapper à la surveillance radar de l'adversaire, ce bombardier manœuvre avec difficulté et se montre incapable d'effectuer les esquives qui s'avèrent pour le moins nécessaires face aux missiles qui le traquent.

Il y a eu des négligences dans les 8 000 mètres de soudures que comporte chaque appareil. Ainsi, on constate des fuites dans les réservoirs de carburant. Les pilotes parlent ironiquement de "transpiration". Au dernier Salon du Bourget, Sam Iacobellis, directeur du programme B-1B chez Rockwell, reconnaissait l'existence de "suintements" sur les ailes, qui abritent les réservoirs. Un phénomène qui ne peut qu'empirer avec les années.

Les quatre réacteurs General Electric F 101 à double flux fournissent au B-1B une poussée totale de 95 960 kg. Un chiffre imposant, certes, mais qui n'est jamais que 1,7 fois supérieur à celui du long-courrier civil Boeing 747-200 B, si l'on rapporte la poussée totale au poids maximum de l'avion lorsqu'il décolle. Personne n'attend d'un Jumbo qu'il vole longtemps dans les turbulences proches du sol, qu'il dispose d'une capacité d'accélération foudroyante ou qu'il puisse se livrer à des manœuvres délicates. Toutes choses qui constituent la condition sine qua non de la survie d'un bombardier moderne. Seule l'expérience pourra dire si le B-1B est suffisamment motorisé.

Sa vitesse de croisière est de Mach 0,84. Une postcombustion⁽³⁾ lui permet cependant de voler

plus vite. En condition expérimentale, il a pu ainsi monter en régime supersonique et atteindre Mach 1,4. Une allure somme toute modeste comparée au Mach 2,10 du Tupolev Blackjack ou au Mach 1,92 du Tupolev Backfire. Pour sa part, et à basse altitude, le bombardier de pénétration Tornado atteint Mach 1,2. Avec la postcombustion, ses quatre réacteurs brûlent la totalité du kérosène en trois malheureux quarts d'heure. Or une mission stratégique peut durer plus d'une demi-journée ! Décollant du Texas, le B-1B doit traverser tout le continent américain vers le Nord, survoler l'Antarctique, pénétrer profondément dans le territoire soviétique et... revenir.

On peut, il est vrai, le ravitailler en vol, mais pendant tout le temps de cette opération, il offre, ainsi que l'avion citerne qui l'alimente, une cible idéale à la chasse adverse. Les experts s'accordent à penser que, pour mener à bien ses missions, le B-1B doit être ravitaillé juste avant d'entamer son vol à basse altitude, à la frontière de l'espace aérien de l'URSS. C'est-à-dire au vu et au su des radars soviétiques. Belle discrétion.

A cause de la faible portance de la voilure, le B-1B vole légèrement incliné vers le haut, le nez redressé par rapport à l'arrière, présentant ainsi une surface plus importante à cause de son large fuselage⁽⁴⁾. Cette position accroît sa résistance à l'air. Sans parler de sa consommation de carburant, déjà excessive.

L'électronique pose un autre problème. Le bombardier est équipé d'un système de contrôle automatique qui teste en permanence les neuf ordinateurs de bord. Ce dispositif devrait théoriquement alléger la tâche des quatre membres de l'équipage ; en réalité, il leur complique la vie et aggrave les occasions de stress. La moitié des alarmes qu'il déclenche provient de la trop grande excitabilité des circuits. Les spécialistes n'hésitent pas à qualifier de "faillite totale" les cinq tonnes d'équipements électroniques embarqués. Au point que la Eaton Corporation cherche aujourd'hui à se débarrasser de sa filiale AIL, la firme qui justement a conçu et construit l'électronique de défense du B-1B.

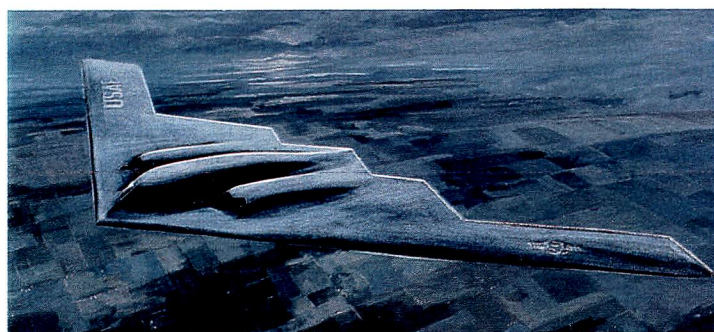
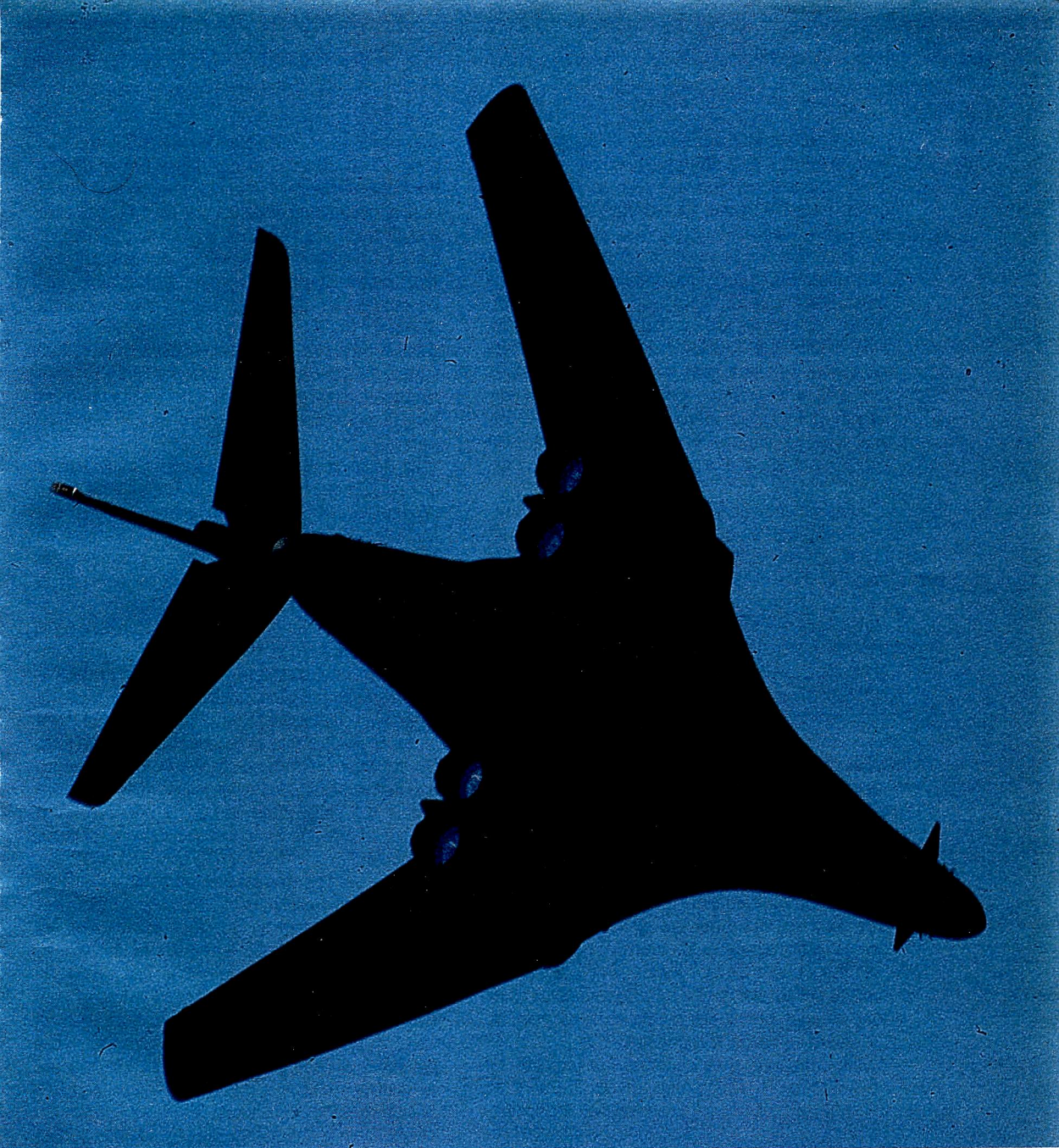
Comble de malchance, l'un des bombardiers en service s'est écrasé le 28 septembre 1987 après une collision avec... un pélican. Sous le choc, l'aile droite a été perforée au-dessus des réacteurs, causant la déchirure des circuits hydrauliques et des systèmes d'alimentation en carburant, insuffisamment protégés. Au vu des dommages provoqués par un pauvre volatile, on imagine les effets d'une roquette.

On doit, par contre, reconnaître à cet appareil une qualité supérieure du point de vue de la "discrétion", c'est-à-dire de son invisibilité pour les systèmes de détection adverses. Sa "surface équivalente radar" (SER) — qui mesure la quantité d'échos renvoyés

(2) Cette technique, dont on attendait des miracles, fut très à la mode à la fin des années 60 et au début des années 70. Aujourd'hui, elle est à peu près totalement abandonnée à cause de sa grande fragilité et du surplus de poids qu'elle entraîne.

(3) Deuxième combustion obtenue par l'injection de carburant dans la tuyère et qui accroît la poussée d'un moteur à réaction : les gaz d'échappement enflamment le carburant.

(4) Voir *Science & Vie* avril 87, p. 106.



Les ailes de géant du bombardier stratégique B-1B (ci-dessus) n'ont cependant qu'une surface insuffisante par rapport au poids de l'avion. Elles sont à géométrie variable, technique à peu près totalement abandonnée aujourd'hui. Son successeur, le bombardier B2 (ci-contre), est gardé secret. Ce document officiel, qui donne l'aspect général de cette aile volante, ne révèle rien de plus.

— est cent fois inférieure à celle de son prédécesseur, le fameux B 52 Strato fortress ; elle est même moitié moins importante que celle du petit Cessna de tourisme avec lequel Mathias Rust s'est posé sur la Place Rouge ! S'il ne parvient pas, en ce qui concerne son image radar, à se faire aussi petit qu'un moineau, comme l'ont prétendu certains, il ne laisse guère plus de trace, sur les écrans radar, qu'une très grosse oie sauvage. Paradoxalement, pour réduire à tel point son ostensibilité, il a fallu alourdir la structure pour y inclure des matériaux très peu réfléchissants, des couvertures trompe-l'œil et camoufler les entrées d'air de ses réacteurs. Mais ces aménagements se sont fait chèrement payer par un amoindrissement des qualités de rapidité et d'agilité.

Indépendamment de ces contraintes, les problèmes techniques du B-1B trouvent leur origine dans la hâte excessive avec laquelle le programme a été mené. Le projet fut lancé en 1970, annulé en 1977 par le président Carter, relancé en décembre 1981 après l'arrivée de Reagan à la Maison Blanche ; la dernière phase de développement du B-1B a finalement été expédiée en quelques mois.

Son premier vol a eu lieu en octobre 1984, et il est entré en service opérationnel dès l'été 1985. Sa mise au point, il est vrai, s'appuyait sur les prototypes du B-1A, version plus rapide, quoique moins "discrète" vis-à-vis des ondes radar, et qui datait de la première moitié des années 70. Néanmoins, le B-1B n'effectuera que 650 heures d'essais en vol, comparées aux 3 351 heures pour le B-1A. Un nombre d'heures considéré par les spécialistes comme tout à fait insuffisant. Dans le même temps, la durée des ultimes contrôles des différents systèmes a été ramenée de quinze semaines à... moins de quinze jours !

Pourquoi cette fièvre ? Parce que l'Amérique de Reagan voulait mettre les bouchées doubles et en finir avec les hésitations politiques concernant ce gigantesque programme militaire.

Une entreprise aussi coûteuse fait toujours, en effet, l'objet de tiraillements divers. L'affaire en question a donné lieu à un inextricable enchevêtrement de magouilles politiciennes, d'intrigues au sein du Pentagone, de luttes d'influence dans les états-majors, de pressions par les grands syndicats nationaux, de manœuvres de la part de groupes de pression (les fameux *lobbies*) commandités par l'industrie ou par les localités où sont implantées les usines intéressées⁽⁵⁾. Sans exclure les préoccupations de défense nationale.

Conformément au programme mis en route en 1970 par les militaires pour assurer la relève des bombardiers stratégiques B-52, le premier prototype de B-1 prend son envol à la fin 1974. En 1976, sous le président Gerald Ford, le gouvernement en

commande deux cents. Mais en juin 1977, usant de son pouvoir discrétionnaire, Jimmy Carter revient sur cette décision et annule les contrats. On se trouvait à un moment de détente avec l'URSS, et le président avait pris l'engagement électoral de tailler dans les dépenses d'armements. En outre, il pensait, comme un certain nombre de militaires, que les missiles de croisière à longue portée seraient plus aptes à percer les lignes de défense soviétiques qu'un bombardier — le débat est d'ailleurs toujours ouvert, il s'enracine surtout dans des conflits corporatistes et, d'une manière générale, les bombardiers servent aujourd'hui de vecteurs de missiles de croisière.

La décision du président américain déclencha une bataille terrible au Congrès. Un puissant lobby pro-bombardier fut mis en place, financé par Rockwell et soutenu par les chefs d'état-major de l'US Air Force, par la haute hiérarchie du ministère de la Défense et par une coterie de membres de la Chambre des représentants et du Sénat.

Quand l'interruption du programme, malgré cette opposition organisée, devint officielle et irrévocable, les travaux entrèrent tout simplement dans la clandestinité. Les généraux et les industriels comptaient bien que Carter ne serait pas réélu, après quoi on ferait réapparaître le bombardier au grand jour. Un des rares moments de colère de Jimmy Carter, pendant sa présidence, se produisit lorsqu'il découvrit le B-1 caché dans le budget militaire qu'on voulait lui faire signer, et masqué sous une appellation bidon.

Carter perd en effet les élections suivantes. Il est remplacé par Reagan, qui s'empresse de redonner une existence légale au B-1. Mais, entre-temps, les données de la stratégie aérienne ont changé. La condition déterminante de survie des avions de combat est désormais la "discrétion radar", qui exige de voler à très basse altitude et d'emporter un vaste attirail de contre-mesures électroniques. Les bombardiers de la précédente génération devaient au contraire croiser à très haute altitude et à très grande vitesse pour échapper aux intercepteurs ennemis. Avec la technologie de plus en plus perfectionnée des moyens de guerre électronique et des missiles air-air, cette configuration n'est plus du tout de mise.

Aussi, lorsqu'en décembre 1981 Reagan remet sur pied le programme de bombardier stratégique, Rockwell est obligé de revoir les spécifications du B-1, qui devient alors le B-1B. Et il s'agit d'aller vite car, à l'ère reaganienne première période, l'URSS de la détente est devenue l'"empire du mal" et le temps presse. Le constructeur va "bricoler" son avion pour la pénétration à basse altitude, à grands frais et beaucoup trop hâtivement, alors qu'il eût fallu repenser intégralement le concept même de l'appareil.

(suite du texte page 149)

(5) Des dizaines de milliers d'emplois étaient en jeu, et les contrats concernaient 5 200 sous-traitants dans 48 Etats.

RÉFLEXE HUMAIN CONTRE RÉFLEXE ÉLECTRONIQUE

L'excès de sécurité peut-il nuire à la sécurité ? La question vaut d'être posée après la catastrophe de l'Airbus A320 qui s'est écrasé près de l'aérodrome de Mulhouse-Habsheim, le dimanche 26 juin dernier.



La réponse qui peut être fournie à une telle question concerne non seulement l'aéronautique, mais toutes les technologies modernes vis-à-vis desquelles l'homme se trouve confronté à des perfectionnements qui visent à suppléer certaines de ses facultés.

« Jamais, avec un avion classique, le pilote de l'A 320 n'aurait osé tenter ce qu'il a tenté le 26 juin », reconnaît le pilote de la compagnie nationale Air France. « Cet avion incite à la confiance... » Sous-entendu : à l'excès de confiance ?

Sur l'Airbus A 320, en effet, tout a été prévu pour empêcher, non seulement ce que le grand public appelle la « faute de pilotage », mais aussi tout dépassement intempestif des capacités de l'avion, quelles qu'en soient les causes : erreur humaine, conditions météorologiques, etc. Cela a été rendu possible par un recours généralisé à l'informatique. Avec les commandes dont il dispose dans le poste de pilotage, le pilote n'agit plus directement sur les gouvernes ou sur les moteurs, il ne fait qu'exprimer un ordre. Les calculateurs analysent cet ordre et réagissent en tenant compte de l'ensemble des paramètres de vol, afin que l'exécution de l'ordre se fasse dans les conditions optimum de sécurité et d'économie. Chaque calculateur joue donc un rôle d'intermédiaire et possède en mémoire la totalité de ce que peut faire, ou ne pas faire, l'avion. Quand

on sait que 80 % environ des accidents d'avions qui se produisent sont dus à des erreurs humaines, l'A 320 devrait être l'avion de ligne le plus à l'abri d'une catastrophe aérienne. Le paradoxe est que, précisément, il ne l'a pas été, et pratiquement dès sa mise en service au sein de la compagnie Air France. Il s'agit de comprendre pourquoi.

Pour voler en toute sécurité, un avion doit évoluer à l'intérieur d'une plage de vitesses bien précise. S'il dépasse le maximum autorisé par le constructeur, il y a risque de déformation de la structure et des ailes, voire risque de rupture. Car l'effort aérodynamique consécutif à cet excès de vitesse outrepassa la résistance structurale de l'avion. Sur un appareil de conception classique, le pilote sera averti de l'approche de cette vitesse maximum autorisée. A lui de réagir en conséquence, de redresser la barre s'il est en train de piquer, de réduire la puissance des moteurs, etc. Sur l'A 320, c'est le calculateur qui se chargera de réagir. Le pilote pourra continuer de donner des ordres de piquage, mais ces ordres ne seront plus suivis. L'avion rectifiera de lui-même une trajectoire qui peut se révéler dangereuse pour lui.

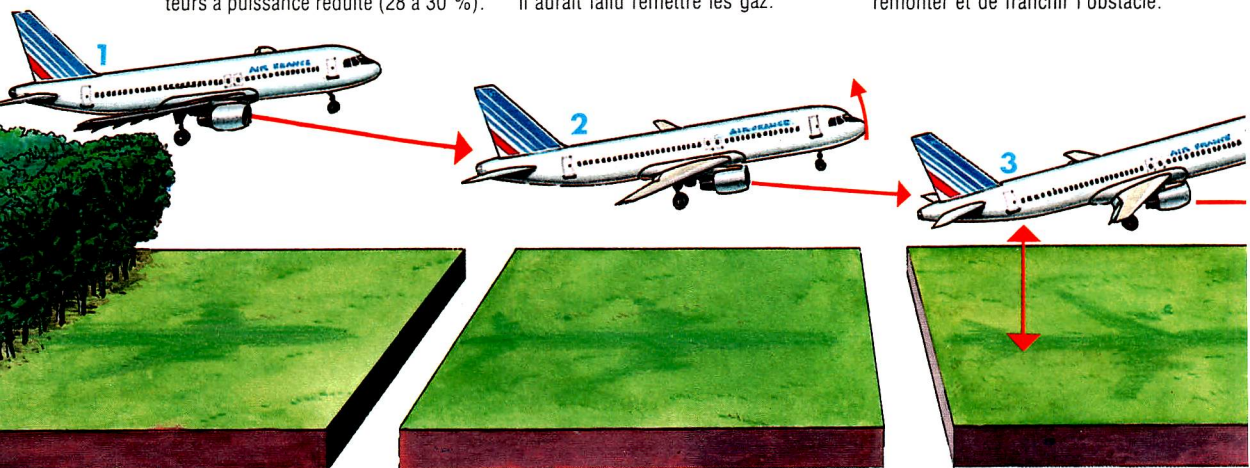
Il en va de même pour l'inclinaison. Si elle dépasse une certaine valeur (67° dans le cas du A 320), et que dans le même temps la vitesse approche de la vitesse maximum autorisée, l'avion va

LES CINQ ÉTAPES DE LA CATASTROPHE À L'AÉROPORT

1. L'Airbus A 320 aborde les 1 000 mètres de piste en herbe de l'aéroport d'Habsheim en forte décélération (-3 nœuds par seconde) et avec ses réacteurs à puissance réduite (28 à 30 %).

2. L'avion parcourt le terrain à 10 m d'altitude et 60 m/s. Il se "cabre" pour augmenter la portance et compenser la perte de vitesse. A 500 m des arbres, il aurait fallu remettre les gaz.

3. Le pilote remet les gaz à 180 m des arbres. Mais il faut 7 secondes pour que les réacteurs retrouvent une puissance qui aurait permis à l'avion de remonter et de franchir l'obstacle.



réduire de lui-même l'inclinaison jusqu'à une valeur jugée non dangereuse, en l'occurrence 40° . Une telle protection a pour but d'empêcher que l'appareil ne se trouve impliqué dans ce que l'on appelle une "spirale engagée". Il s'agit d'un piqué accentué à forte vitesse et forte inclinaison, conditions qui ont toutes les chances d'entraîner un dépassement des limites de résistance structurale.

De même, un pilote ne pourra pas faire subir n'importe quelle accélération à son avion. L'accélération naît d'un changement brusque de trajectoire, quand on passe par exemple d'un piqué accentué à une montée très rapide. Ou que l'on vire à forte inclinaison, ne serait-ce que pour éviter un obstacle qui a surgi soudain devant le nez de l'avion. L'accélération, on le sait, s'exprime en nombre de "g", la lettre g donnant la valeur de l'accélération que nous subissons normalement par l'attraction terrestre. L'accroissement de cette valeur, sur un mobile comme l'avion, va se traduire là encore par des efforts sur la structure et les ailes. Un avion de combat est capable d'encaisser jusqu'à 9 ou 10 g, parfois davantage. Pas un avion de ligne. Celui-ci subira donc des dommages, ou risquera de se briser, au-delà de 3 ou 4 g. Sur un appareil de ligne classique, pour éviter que le pilote n'atteigne de telles valeurs, l'effort à accomplir sur les commandes devient de plus en plus important au fur et à mesure. Sur l'A 320, la calculateur limite l'accélération maximum à 2,5 g. Tout juste peut-on aller jusqu'à 2,8 g en cas de nécessité. En ce domaine aussi, la protection est totale.

Mais si un avion ne doit pas dépasser certaines valeurs maximales de vitesse ou d'accélération, il

ne doit pas évoluer non plus en dessous d'une certaine vitesse. Faute de quoi, il décroche. C'est-à-dire que la portance fournie par l'aile n'est plus suffisante pour équilibrer le poids de l'avion et que celui-ci bascule vers l'avant. Une fois encore, sur un avion de type classique, l'approche du décrochage est signalée au pilote par des avertisseurs divers (sonore, mécanique...), et c'est à lui de réagir. Sur l'A 320, il est impossible d'aller jusqu'au décrochage, même si le pilote continue d'agir sur sa commande de profondeur (commande qui permet de faire varier l'"assiette" de l'avion) alors qu'il atteint la vitesse minimum de sustentation. Le calculateur empêche tout dépassement.

En plus de l'impossibilité de dépasser une certaine vitesse minimum, l'A 320 est doté d'un système de remise des gaz automatique. Lorsque la vitesse tombe en dessous d'une valeur donnée, les manettes des gaz se placent immédiatement en position plein avant, c'est-à-dire qu'elles affichent la puissance maximum sur les réacteurs. Dispositif particulièrement intéressant lorsque l'appareil rencontre ce que l'on appelle le cisaillement de vent en approche sur un aéroport. Dans de telles conditions météorologiques, des avions se sont trouvés entraînés jusqu'au sol avant que le pilote ait eu le temps ou la possibilité de réagir. Les Airbus en général, et l'A 320 en particulier, sont beaucoup mieux armés que d'autres pour faire face à ce genre de situations provoquées par de brutales variations de vent, à la fois en force et en direction.

Muni de tels dispositifs, on peut alors se demander comment l'A 320 d'Air France a pu se faire piéger au-dessus de l'aérodrome d'Habsheim. Tout

DE MULHOUSE-HABSHEIM

4. A une vitesse d'environ 215 km/h et à 17° d'incidence, les ailes de l'avion touchent la cime des arbres d'une douzaine de mètres de hauteur qui se trouvaient dans l'axe de la petite piste.

5. Les réacteurs "avalent" feuilles et branchages. L'avion s'abat dans le bois où il prend feu ensuite. La catastrophe s'est jouée à quelques secondes et centaines de mètres près.



simplement, semble-t-il, parce que le pilote s'est affranchi des dispositifs de sécurité censés le protéger contre une erreur éventuelle. Il s'est présenté très bas, à 30 pieds environ (10 mètres) au-dessus du sol, alors que des arbres d'une douzaine de mètres de hauteur se trouvent dans l'axe de la petite piste. Il volait très lentement, à 119 noeuds (220 km/h), à peine au-dessus de la vitesse minimum de sustentation. Mais il pouvait le faire parce qu'il savait que le calculateur le protégeait contre le risque d'atteindre la vitesse de décrochage. En revanche, il avait apparemment débranché le dispositif qui aurait dû agir sur les commandes des réacteurs et afficher pleine puissance. Et, surtout, il avait réduit la puissance de ses réacteurs à leur valeur minimale, soit environ 28 à 30 %. Il volait donc "plein réduit", les moteurs quasiment silencieux. Le problème est que, dans ces conditions, il faut sept secondes aux réacteurs pour passer de plein réduit à pleins gaz, temps exigé par les normes de certification d'un avion.

Les réacteurs ont d'ailleurs fait mieux que les normes. Il ne leur a fallu que cinq secondes pour passer de plein réduit à pleins gaz. Mais il ne restait plus assez d'espace au A 320 pour reprendre un peu de la vitesse qui lui aurait permis de remonter et de franchir les arbres. Cela s'est joué à quelques secondes et quelques centaines de mètres près.

Les dispositifs de sécurité ont en revanche joué leur rôle ensuite. Ce sont eux qui ont empêché, d'une part le décrochage, autrement dit le basculement vers l'avant lorsque, comme on peut le supposer, le pilote continuait d'agir sur sa commande de profondeur, et d'autre part l'abaissement d'une aile.

Les divers dispositifs sont en effet couplés entre eux et ils ont continué de "piloter" l'avion, même durant la phase critique. Du coup, le A 320 a effectué une sorte d'atterrissage, ailes parfaitement horizontales. Le malheur a voulu que ce soit dans une forêt, non sur une surface dégagée.

Encore une fois, il est probable que le pilote d'un avion autre que l'Airbus A 320 aurait été amené à prendre des marges de vitesse et de hauteur au-dessus du sol qui auraient sans doute évité la catastrophe d'Habsheim. Mais une autre question se pose. Celle de l'éventuelle intervention d'un troisième homme d'équipage, en l'occurrence un officier mécanicien navigant, si l'A 320 n'était conçu pour être piloté par seulement deux personnes, sans officier mécanicien navigant. Précisément parce que les automatismes dont est doté le nouvel Airbus sont censés remplacer le troisième homme.

On peut penser, en effet, que le troisième homme aurait exprimé au moins des doutes, ou certaines inquiétudes, sur la manière dont le pilote effectuait sa présentation sur l'aérodrome d'Habsheim. Le pilote en aurait-il tenu compte ? Cela est une autre histoire. Les spectateurs de certains meetings d'aviation peuvent en témoigner : des présentations d'avions de ligne qui défient la sécurité ont parfois lieu. Ce que l'on appelle l'"effet meeting" pousse les pilotes à s'affranchir des règles, à transgresser les interdictions. Et ces avions de ligne-là sont pilotés à trois par des équipages de compagnies aériennes. Mais ils n'emportent pas de passagers, c'est vrai, comme le dimande 26 juin. **Germain Chambost**

LE PLUS PETIT JET DU MONDE

Un Mirage 2000 de la taille d'un modèle réduit et propulsé par un véritable réacteur, ça n'existe pas ? Et pourquoi pas.

Regardez bien : cet avion a tout du Mirage 2000, la carlingue, le turbo réacteur, le train d'atterrissage escamotable, et même le parachute de secours. Seule différence avec l'original : notre Mirage possède une envergure de 2,26 m pour une longueur de 3,30 m et une hauteur de 1,2 m !

Cette miniature sera certainement l'une des vedettes du 3^e Festival international de la télécommande et du modélisme (FITEM), qui se tient du 24 au 31 juillet à Corbier-La Toussuire en Savoie, mais il faudra attendre septembre pour assister à son premier vol. Elle est l'œuvre de M. Michel Serrier de St-Vincent-de-Tyrosse, dans les Landes, qui a bénéficié pour la réaliser de la collaboration de la Société SC Viscos, de Pau.

Pour se rendre compte de la performance technologique que représente ce modèle réduit, rapprochons-nous d'un peu plus près. La structure de l'avion est en contreplaqué-balsa recouvert d'une double peau en résine. Remarquez le train d'atterrissage qui s'escamote dans la carlingue une fois en vol ! Il est en tous points semblable à celui du véritable Mirage, y compris la roulette avant directionnelle. Les trois roues (pneus Michelin !) sont dotées d'un système de freinage à disque exactement comme son grand frère. En cas d'incident en vol (perte radio par exemple), un parachute de secours se déploie automatiquement. Les réservoirs du mini-Mirage permettent d'emporter une masse de carburant de 2,40 kg, soit une autonomie de vol de 9 minutes, ce qui n'est déjà pas si mal. Les prises d'alimentation du

moteur dans le réservoir sont conçues de manière à permettre des évolutions sur le dos, et même la voltige. La masse totale de l'engin au décollage, en tenant compte naturellement du réacteur, n'est que de 45 kilos.

Une maquette de cette grandeur, capable d'atteindre la vitesse maximale de 300 km/h à basse altitude et de se poser à 70-80 km/h, ne pourrait voler sans télécommande. Les signaux de deux émetteurs au sol sont reçus à bord de l'avion par trois récepteurs alimentés par des accumulateurs Ni-Cd, assurant les fonctions "gauche-droite" ainsi que les différentes servitudes (régulation du carburant, arrêt d'urgence du moteur, récupération par parachute, etc.). La masse de l'ensemble, câblage compris, représente 2,4 kg.

Sans la création du miniréacteur de 15 kgp de poussée, une telle maquette n'aurait pu voir le jour. En le concevant, M. Serrier a privilégié les solutions de fonctionnement les plus simples. Le montage et l'entretien s'en trouvent facilités. Excepté sa taille, il s'agit d'un réacteur tout à fait classique (diamètre : 170 mm ; longueur : 330 mm ; poids : 5 kg) équipé de tous les attributs indispensables : injecteurs couronne, nano-turbine, chambre de combustion, tuyère (les gaz chauffés à 800° subissent une pression de 2 bars). Il démarre en 10 secondes grâce à un apport extérieur d'air comprimé (12 bars).

De l'aveu de son créateur, les astuces technologiques qui truffent ce premier moteur miniaturisé, concernent principalement son architecture, la chambre de combustion, le graissage et la turbine. Elles ont d'ailleurs fait l'objet d'un brevet. Résultat : le rapport poids/poussée est de 0,33, ce qui n'est pas si mal. La consommation spécifique est de 1,6 kg de carburant par heure pour 1 kgp de poussée. M. Serrier envisage le développement d'un réac-

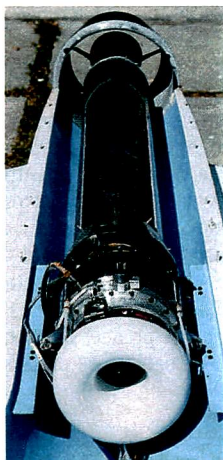
Deux éléments clefs de l'avion : le bloc télécommande et le micro-réacteur disposé en aval des entrées d'air. Les réservoirs, ici invisibles, sont disposés dans les ailes, comme sur les vrais avions.





▲ Cette maquette volante du Mirage 2000 possède d'excellentes qualités aéronautiques avec une longueur hors tout de seulement 3,3 m.

Le micro-réacteur, dont on voit la turbine au premier plan, suivie de la longue tuyère, est d'une conception originale. Il développe une poussée de 15 kgp, en brûlant du gaz propane éjecté à la température de 800°C.



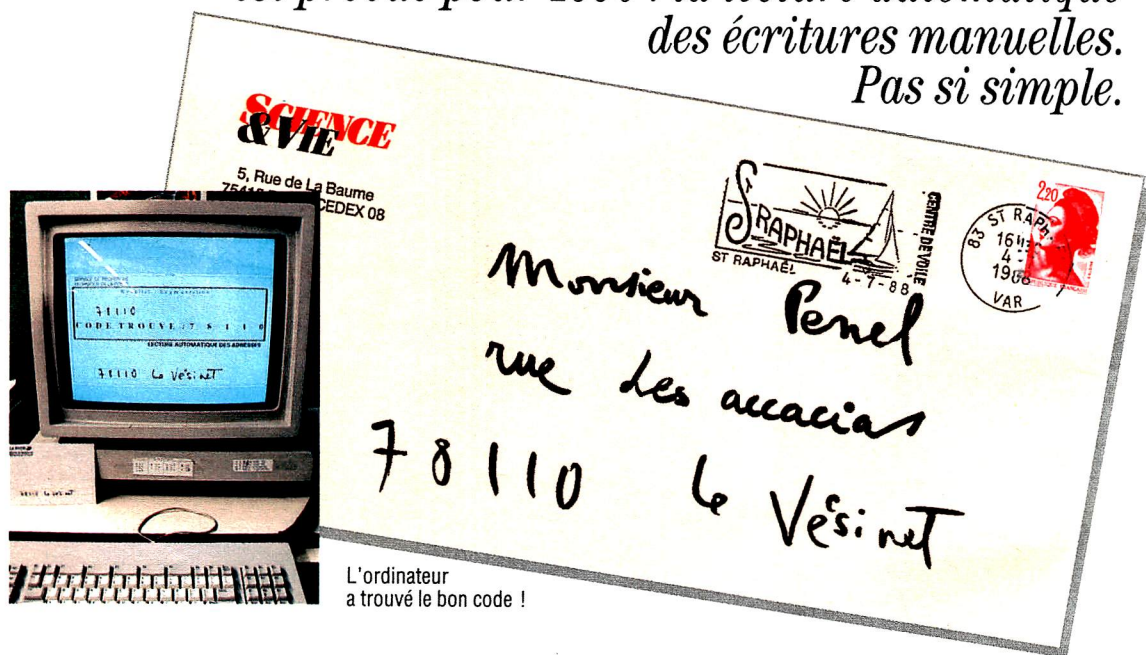
teur du même type, mais d'une poussée plus importante de 24 kgp.

Mais le plaisir du modéliste n'est pas le seul but visé. Leur créateur estime qu'une famille de micro-réacteurs de ce type conviendrait parfaitement à la propulsion des petits avions cibles ou de reconnaissance utilisés par l'armée, ou encore aux bancs d'essais pédagogiques destinés aux instituts techniques. Mais pour que ces développements voient le jour, encore faudrait-il que les frictions internes à la Société Viscos soient résolues, ce qui sera peut être plus difficile à réaliser que les moteurs eux-mêmes.

Jean-René Germain

QUAND LES ORDINATEURS LISENT VOS LETTRES

En 1987, la Poste a transporté 17 milliards de lettres et colis. Pas toujours très vite. La solution miracle pour améliorer les délais d'acheminement est prévue pour 1990 : la lecture automatique des écritures manuelles. Pas si simple.



L'ordinateur a trouvé le bon code !

Si la reconnaissance des caractères dactylographiés est relativement simple sur le plan informatique, il n'en va pas de même des adresses manuscrites. On ne compte pas en effet le nombre de manières différentes de représenter un 7, un 2 ou un 1, sans même parler des caractères alphabétiques. Comment les machines pourraient-elles débrouiller ces énigmes ? Celles du Service de recherche technique de la Poste (SRTP) commencent à s'y employer avec talent.

La première étape d'une chaîne d'identification automatique des adresses sera la numérisation de l'image de l'enveloppe sous forme d'un ensemble de points élémentaires. C'est le rôle du scanner qui fonctionne un peu à la manière d'une caméra. L'ordinateur peut alors commencer le traitement des informations contenues dans cette image. Comme nous le verrons plus loin, les logiciels actuels n'a-

nalysent pas l'ensemble des caractères portés par l'enveloppe mais s'attachent seulement à identifier le code postal puis à en vérifier sa cohérence. La lecture des seuls chiffres permet en effet au système de fonctionner.

La première tâche de l'ordinateur consiste donc à localiser l'emplacement du code postal, autrement dit une surface comprenant cinq zones sombres de petites dimensions régulièrement espacées, chaque zone sombre correspondant à un chiffre. Notons que, pour simplifier cette opération, les fabricants d'enveloppes se verront certainement astreints, dans un proche avenir, à prévoir les cinq cases où inscrire le code postal.

À présent, le plus dur reste à faire : reconnaître chaque chiffre. Pour ce faire, deux procédés existent. Le premier fait correspondre à chaque chiffre la probabilité de présence de points sombres à un

endroit donné. Le second s'intéresse aux directions, axes de symétrie et courbes au moyen desquels se décompose le tracé d'un chiffre. Ces deux méthodes donnent des résultats complémentaires. En effet, les erreurs de lecture inhérentes à chaque procédé ne se produisent pas dans les mêmes circonstances et il est actuellement question de tirer parti des points forts de chaque système pour créer un procédé hybride, plus perspicace.

Une fois le code postal supposé lu correctement, le logiciel vérifie sa cohérence. Pour cela, l'ordinateur dispose en mémoire de l'ensemble des codes postaux. Prenons l'exemple d'une lettre adressée à un habitant de Vincennes. L'enveloppe porte donc la mention "94300 Vincennes". Supposons qu'à la suite d'une erreur de lecture ou d'un mauvais tracé, le chiffre 3 soit confondu avec un 5. L'adresse du destinataire devrait donc être "94500 Champigny-sur-Marne". Même s'il n'est pas en mesure de déchiffrer le nom de la localité, l'ordinateur s'attend à trouver, à la suite du code postal, une zone sombre unique de longueur moyenne dans le cas de Vincennes, et, dans le cas de Champigny-sur-Marne, trois zones sombres : une moyenne, une courte et une de longueur intermédiaire. Si le résultat du test de cohérence est négatif, dans notre cas si le 3 est pris pour un 5, l'enveloppe est rejetée et aiguillée vers le tri manuel. Ce type de rejet ne pose que peu de problèmes car la lettre reste au sein du centre de tri. Plus graves sont les erreurs complètes d'interprétation qui auraient par exemple pour effet d'envoyer à Brest (code postal 29000) des lettres à destination de Valence (code 26000). Car seule la longueur de la tache sombre permet de lever le doute. Il faut donc réexpédier l'enveloppe égarée, opération longue et coûteuse pour la Poste. Le taux d'erreurs graves se situe actuellement aux alentours de 3 %. Pour que les premiers systèmes soient réellement opérationnels, ce taux encore prohibitif devra être ramené aux alentours de 1 %.

Jusqu'ici, le procédé de codage utilisé ne faisait que repousser le problème du déchiffrement des enveloppes sans le résoudre. Proche dans son principe du code à barres figurant sur de nombreux produits destinés à la vente, il apparaît sur la quasi totalité du courrier que nous recevons, en bas des enveloppes, sous forme d'une série de bâtonnets verticaux. Ce codage, destiné aux appareils de tri automatique, contient les informations relatives au code postal et aux conditions de distribution : cedex, boîte postale, etc. Mais ce traitement manuel — c'est la tâche d'un opérateur d'extraire ces informations des enveloppes — pénalise fortement les délais moyens d'acheminement du courrier.

L'unité d'analyse des adresses du SRTIP, prévue pour 1990, ne laisse entrevoir qu'une petite partie de ce que sera un centre de tri robotisé, dans un

futur proche, lorsque toutes les opérations jusqu'à présent manuelles seront automatisées. Premier grand changement : exit les bons vieux sacs postaux ! Ils seront remplacés par des containers. Un robot pourra les extirper plus facilement de gigantesques casiers de rangement pour les poser délicatement sur le dos d'un chariot, également robotisé et guidé par des bandes de peinture blanche tracées sur le sol. En fonction du container chargé, le chariot le conduira soit vers un autre robot de classage des containers s'il s'agit de lettres, soit vers un "éparpilleur" où les colis seront présentés à la machine de lecture, un par un et bien séparés les uns des autres.

Deux chaînes tourneront donc parallèlement : l'une réservée aux colis, l'autre aux lettres. A la sortie de cette véritable usine à courrier, enveloppes et colis seront replacés dans des containers qui, cette fois, correspondront chacun à une direction d'envoi précise, et le chariot les rangera dans un casier réservé aux départs. Un poste informatique unique permettra à un petit nombre d'agents spécialisés de superviser l'ensemble des opérations.

Forte de cette expérience, la Poste se propose d'appliquer un procédé de traitement similaire aux chèques postaux. Qui plus est, dans ce dernier cas, les CCP possèdent un atout majeur par rapport à tous les autres types de chèque. En effet, les CCP sont constitués de deux volets, ce qui oblige le détenteur du compte à inscrire deux fois de suite, en chiffres manuscrits, le montant du chèque. Détail d'importance puisqu'il permet à l'ordinateur un contrôle de redondance entre les deux lectures. Si ces dernières sont identiques, le montant lu informatiquement est considéré comme exact. Dans le cas contraire, et comme pour le courrier, le chèque est aiguillé vers une unité de traitement manuel. Les autres informations inscrites sur le chèque, telles que numéro de compte, siège, etc., sont déjà présentes, comme sur tout autre chèque, sous un codage compatible avec leur lecture électronique : elles ne posent donc aucun problème particulier.

Ce type de robotisation devrait prochainement permettre de raccourcir bien des délais, tant en ce qui concerne l'acheminement du courrier que celui du traitement des CCP. Cependant, il est probable qu'une certaine discipline devra être adoptée par le public en ce qui concerne l'écriture des chiffres. Il sera par exemple très fortement déconseillé de lier deux chiffres entre eux. De même pour les lettres, il sera bon d'inscrire le code postal dans les emplacements prévus à cet effet et, si possible, sans trop de fantaisies calligraphiques. Bref, pour que les ordinateurs apprennent à lire sans erreur, encore faut-il que les usagers réapprennent à écrire correctement.

Henri-Pierre Penel

VIDÉO AUX PÉAGES ROUTIERS

Les gares de péage sont, sur les autoroutes, une cause d'engorgement. Deux sociétés d'électronique, Elsydel et l'Electronique lyonnaise, mettent au point un projet de paiement automatique évitant l'arrêt des véhicules.

Avec un trafic chargé, mais en dessous de la saturation, le débit d'une autoroute est de l'ordre de 1 800 véhicules à l'heure. Cependant, un poste de gare de péage possède un débit de l'ordre de 200 véhicules à l'heure. Pour absorber ce flot de voitures, la solution actuelle consiste à multiplier le nombre de postes. On ne peut toutefois accroître à l'infini la surface de ces gares ; d'où l'engorgement chronique de ces dernières aux jours de pointe. Qui plus est, les responsables de la gestion des autoroutes hésitent à étendre des installations dont les grandes dimensions ne se justifient que deux ou trois fois l'an.

La solution retenue pour le problème est le télé-péage, encore appelé péage dynamique ; dynamique car il ne sera plus nécessaire aux automobilistes de s'arrêter pour acquitter leur droit de passage !

L'identification du véhicule est assurée par

analyse vidéo de sa plaque d'immatriculation. Dans ce cas, le temps d'identification est inférieur à 2 secondes. Ceci permet donc, avec un taux d'erreur de lecture nul, un débit par poste de 1 800 véhicules à l'heure, dix fois supérieur au débit actuel.

Pour mettre ce projet en oeuvre, le ministère de l'Équipement a lancé un concours sur l'étude d'un prototype de faisabilité auprès de deux sociétés d'électronique. L'Electronique lyonnaise est spécialisée dans le domaine de la reconnaissance de forme et connaît donc bien les problèmes de traitement informatique d'images vidéo. Elsydel est une filiale de Trindel, société possédant déjà une longue expérience en matière de péage, qu'il s'agisse d'autoroutes ou de parkings.

Dans sa première version, celle du prototype, le télé-péage ne touchera que les possesseurs d'une carte d'abonnement spécifique de la section d'autoroute équipée du dispositif. Principe de fonctionnement : le cœur de l'installation est un micro-ordinateur type PC ou compatible. En mémoire centrale sont enregistrées toutes les immatriculations des abonnés. Chaque plaque lue sera donc comparée à ce fichier, puis la somme correspondant au trajet débitée sur le "compte" de l'abonné. En fin de mois, ce dernier recevra une facture correspondant au cumul de ses déplacements durant le mois.

L'équipement d'analyse vidéo, fondé sur l'utilisation de processeurs spécialisés, a, quant à lui, été étudié par chaque société. Si les micro-ordinateurs et les logiciels de traitement des fichiers sont pratiquement identiques sur les deux projets, les équipements vidéo, eux, sont différents. Les dispositifs sont beaucoup moins complexes que ceux de l'analyse d'écriture manuscrite, par exemple. En effet, les caractères des plaques minéralogiques sont nor-



Le système Elsydel d'identification d'une plaque minéralogique repose sur la détection du contour du numéro à partir d'un cliché du véhicule.



Le système de l'Electronique lyonnaise se déclenche par coupure du faisceau infrarouge. Automatiquement, un éclairage rasant illumine la plaque, photographiée par une caméra placée juste après. L'identification se fait en quelques secondes. Si le véhicule n'est pas abonné, le conducteur paiera la somme inscrite sur l'écran placé avant la borne de péage. Sinon, il n'aura pas à s'arrêter.

malisés, et leur répartition correspond à un ordre fixe. Ce dernier point permettra notamment la correction automatique d'erreurs de lecture dites "syntaxiques", autrement dit facilitera un contrôle de cohérence des caractères lus.

Exemple : une voiture immatriculée 5427 SN 69 ; le mauvais état de la plaque ou son encrassement la font lire S427 5N 69. Eut égard aux plaques françaises, l'ordinateur trouvera automatiquement une position incohérente pour le premier 5 ainsi que pour le S. Dans les deux cas, il les convertira en caractère cohérent et retrouvera bien 5427 SN 69.

Le système de l'Electronique lyonnaise est équipé d'une caméra monocoup, dont l'obturateur électronique est capable de prendre une image en une fraction de seconde. Pour assurer une lecture correcte de la plaque en toutes circonstances, un éclairage rasant de la voie est assuré par deux projecteurs spéciaux placés de part et d'autre du véhicule. La prise de vue est commandée par la rupture d'un faisceau infrarouge lors de l'entrée du véhicule dans le couloir de péage. Alors s'enclenche le système d'identification.

Pour cela, deux cartes électroniques complémentaires ont été placées directement à l'intérieur du PC. Dans un premier temps, la plaque minéralogique est localisée sur l'image du véhicule. Cette détection sera assurée par l'analyse des transitions de contraste de l'image. Lorsque celles-ci "reconnaissent" la plaque à son gabarit, les coordonnées verticales et horizontales de l'image seront enregistrées sur l'ordinateur : l'analyse du numéro peut commencer. D'abord par segmentation, c'est-à-dire que l'ordinateur repère l'emplacement de chaque chiffre ou lettre sur la plaque. Puis chacun d'entre eux est déchiffré par analyse statistique de la répartition des zones sombres et claires qui le composent. L'ensemble de ces traitements est effectué en moins de deux secondes. Connaissant l'immatriculation de la voiture, l'ordinateur n'aura plus qu'à la comparer au contenu du fichier des abonnés pour commander, ou non, l'ouverture de la barrière de passage. Cette dernière opération est extrêmement brève, et donc pratiquement négligeable en regard des deux secondes nécessaires à la lecture de la plaque.

Pour l'identification, le système Elsydel procède de manière légèrement différente. Le dispositif est équipé d'une caméra vidéo standard, mais ici l'entrée du véhicule dans le couloir de péage déclenche, toujours par rupture de faisceaux infrarouges, le déclenchement simultané de quatre flashes. Ainsi la caméra fixe également l'image de la voiture. Et le traitement électronique de reconnaissance du numéro minéralogique est effectué en dehors de l'ordinateur avant de lui être transmis par l'intermédiaire d'une liaison-série : c'est le type de liaison qu'utilisent généralement les PC pour s'entretenir

avec un périphérique, tel que Modem ou imprimante. Le traitement de l'information, lui, est très différent du précédent. En effet l'électronique, spécialement étudiée par Elsydel pour ce projet, fonctionne sur le principe d'une détection de contour du numéro. Ceci revient à dire que seules les zones à forte transition de contraste seront prises en compte à la suite d'un pré-traitement électronique. La photo page précédente donne une assez bonne idée de ce que "voient" les circuits de traitement d'image et d'identification de numéro minéralogique. La localisation de la plaque est assurée par détection de contours réguliers, conformes à ceux présentés par les zones de transition de contraste de l'image d'une plaque normale. Reste à déterminer chaque caractère, ce qui se fait encore grâce aux contours. Par exemple, deux contours réguliers concentriques seront interprétés comme un 0. Mais si ces contours mêmes présentent une légère excroissance, un Q sera lu. Si deux contours sont trouvés sur un troisième plus ou moins rond, un 5 sera déchiffré, etc. Une fois le numéro complet obtenu, l'ordinateur n'aura plus qu'à le comparer au fichier pour commander l'ouverture de la barrière.

Deux prototypes, l'un de l'Electronique lyonnaise, l'autre d'Elsydel, sont actuellement en service au péage de Beynost, dans la région lyonnaise. Deux cents abonnés se sont portés volontaires pour les tester et faire part de leurs avis et remarques à la Société des autoroutes Paris-Rhin-Rhône (SAPRR), en échange de la gratuité sur la durée de l'essai. Deux voies de péage ont été modifiées en conséquence, non sans quelques problèmes. En effet, les couloirs classiques sont relativement étroits et surtout courts, ce qui conduit à placer caméra et barrière à une faible distance l'une de l'autre. Pour des raisons évidentes de sécurité, le passage doit s'effectuer à 20 km/h au maximum. Il faudra donc modifier tous les couloirs si l'on généralise le système, car l'électronique est déjà capable de lire l'immatriculation de voitures roulant à plus de 80 km/h, il n'y aura donc pas à ralentir beaucoup.

Avantage majeur : l'absence de matériel à mettre en place sur le véhicule. Seule contrainte pour l'automobiliste peut-être, veiller à la propreté de sa plaque. En effet, en cas de mauvaise lecture, la barrière restera baissée et le péage devra se régler en monnaie.

Sociétés d'autoroutes et constructeurs ont d'autres projets dans leur cartons, fondés sur l'électronique embarquée dans le véhicule et permettant une conversation à distance avec un centre de paiement. Les péages seront alors totalement insensibles à l'utilisateur, puisqu'il n'y aura même plus lieu de ralentir pour les franchir. Le système serait intégré dans les futurs dispositifs d'assistance à la conduite, tels que Carminat ou Prométhéus.

Henri-Pierre Penel

ECHOS DE L'INDUSTRIE

NETTOYAGE INDUSTRIEL

Le premier robot mobile et autonome est français

"Auto-Vacc" (*Autonomous Vacuum Cleaner*), contrairement aux matériels de ce type jusqu'ici connus — tel le "Chariot autonome de balayage" (CAB) tout récemment conçu par le Commissariat à l'énergie atomique pour la RATP — est un robot aspirateur autonome et mobile qui se passe de l'assistance d'un opérateur.

C'est une première mondiale puisque la société Electrolux n'en est toujours qu'au stade du projet — bien qu'elle travaille avec Joseph Engelberg, père de la robotique industrielle —, et que le Japonais Toshiba n'a encore mis au point qu'un prototype, Sweepy, sur lequel elle n'a du reste laissé filtrer aucune information.

Auto-Vacc est équipé de 24 capteurs à ultrasons qui lui permettent de "voir" tout autour de lui et de détecter d'éventuels obstacles. Ces capteurs fonctionnent sur le même principe que le sonar: chacun émet une onde sonore qui est réfléchiée par tout obstacle. La mesure du temps que met l'onde pour revenir, indique la distance à laquelle se trouve l'obstacle. Le robot peut alors "décider" de le contourner ou de s'arrêter.

Les capteurs permettent également au robot de se repositionner de manière précise. C'est ce qu'on appelle la procédure de recalage, dans laquelle ils jouent le rôle de la canne de l'aveugle: ils "reconnaissent" une forme simple, en général un angle droit, et définissent la position du robot par rapport à cet angle.

En fonctionnement autonome, l'opérateur n'intervient que pour positionner le robot à son point de départ et lui décrire de façon succincte la surface à nettoyer. Ces deux opérations effectuées une fois pour toutes, Auto-Vacc calcule ensuite lui-même la trajectoire qu'il doit suivre pour mener à bien sa tâche de nettoyage et décide de l'ensemble des opérations à réaliser. Qui peut le plus peut le moins. Auto-Vacc est également utilisable par apprentissage comme par télécommande.

Dans le premier cas, le robot est piloté par l'opérateur qui, une fois la trajectoire enregistrée, le positionne à son point de départ. A partir de là, il reproduira sur demande le parcours qui lui a été indiqué.

Dans le second, le robot se trouve sous le contrôle permanent d'un opérateur qui le pilote à distance par l'intermédiaire d'un ordinateur. L'opérateur sélectionne ainsi la vitesse d'avancement, la direction et le mouvement de la buse et la mise en route de l'aspirateur. Ce mode de fonctionnement est particulièrement important pour le nettoyage des zones irradiées ou dangereuses. Toutes ces performances sont réalisées grâce à un calculateur embarqué, spécialement conçu pour la robotique mobile, qui prend en charge non seulement le traitement des informations fournies par les capteurs, mais aussi contrôle en permanence les mouvements de l'engin et de sa buse et

assure le dialogue avec l'opérateur.

Conçu par deux chercheurs de la firme Robosoft, âgés de 30 et 31 ans, pour le compte de GSF (Groupe Services France), l'une des principales firmes de nettoyage industriel, Auto-Vacc, doté d'une autonomie de 8 heures, est prêt à être industrialisé avec un système de programmation (actuellement en phase de mise au point) encore simplifié: il sera graphique, la trajectoire de l'engin étant dessinée par CAO (conception assistée par ordinateur) et chargée en mémoire par simple liaison radio.

Ses concepteurs annoncent, pour très bientôt, de nouveaux appareils fonctionnant selon les mêmes principes, ainsi un robot balayeur-ramasseur et un robot-lustrer grande vitesse, car Auto-Vacc se limite pour l'instant à l'aspiration.

Pour tout renseignement: GSF, 45 rue de Tréville, 75009 Paris, tél. (1) 42 46 82 70.





RISQUES INDUSTRIELS

Une assurance contre la contamination criminelle des produits

En Amérique du Nord, en Grande-Bretagne, récemment en Israël avec l'affaire des pamplemousses empoisonnés, la contamination criminelle des produits frappe régulièrement les industries pharmaceutiques et agro-alimentaires. Nouvelle forme de terrorisme, de chantage ou de malveillance, une telle contamination peut conduire une entreprise à une baisse considérable de ses ventes, voire à déposer son bilan.

Le cas le plus connu, encore présent dans tous les esprits, est celui du Tylénol, un médicament à base de paracétamol conditionné en gélules dont certaines furent empoisonnées aux Etats-Unis en 1982. Le laboratoire pharmaceutique qui le produisait dut immédiatement le retirer de la vente, ce qui lui coûta quelque 3 milliards de francs. Le coupable, un fou pense-t-on, ne fut jamais retrouvé. L'emballage du médicament fut modifié afin d'être rendu plus sûr. Ce qui n'empêche que, 3 à 4 ans plus tard, on enregistra encore quelques cas d'empoisonnement...

En Grande-Bretagne, on compte un "incident"... tous les 15 jours. Quant à la France, si aucune affaire n'a été encore officiellement signalée, on estime cependant que cela n'est dû qu'à une grande "discretion" à la fois des pouvoirs publics et des industriels qui, d'un commun accord, auraient étouffé des cas de contamination criminelle de denrées qui se seraient bel et bien produits.

C'est du moins ce qu'affirme la compagnie d'assurances UNAT, filiale française à vocation européenne d'*American International Group*, spécialisée dans la couverture des risques industriels, qui lance une police couvrant les entreprises contre tout acte criminel d'altération ou de contamination de leurs produits, qu'il soit réel ou simplement prétendu — les risques de contamination accidentel-

le involontaire étant exclus. Cette police existe déjà depuis un an et demi aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne. Elle sera donc bientôt étendue à l'Europe des douze.

Avec un plafond de 45 millions de francs, elle assure le remboursement des frais de retrait du produit contaminé, dans quelque pays que ce soit, la perte de bénéfice subie par l'entreprise et les coûts de rétablissement du niveau de ventes des produits.

Ce dernier point est particulièrement important. Dans le cas du Tylénol, le laboratoire pharmaceutique concerné sut si bien orchestrer sa capacité à retirer immédia-

tement le produit de la vente et son sérieux à considérer l'affaire comme importante, qu'elle parvint à mettre l'opinion publique de son côté. Au point que, finalement, elle augmenta la notoriété de son image de marque, et ses ventes, donc ses bénéfices, grimpèrent en flèche...

Les taux des primes appliqués pour la nouvelle assurance sont calculés au "coup par coup", selon une bonne dizaine de critères, qui vont de la renommée de l'entreprise à sa taille et à sa santé financière, de son expérience en matière de retrait d'un produit à l'importance qu'elle accorde à la qualité, de la résistance des emballages qu'elle utilise à la durée moyenne pendant laquelle ses produits restent en rayons dans les magasins. UNAT ne cache pas qu'il s'agit cependant d'une assurance assez coûteuse.

Pour tout renseignement : UNAT, Tour American International, cedex 46, 92079 Paris la Défense 2, tél. (1) 49 02 42 22.

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

900 000 marques en accès direct

Premier pays au monde à avoir adopté une loi sur les marques au début du XIX^e siècle, premier déposant de marques de fabrique, de commerce ou de service en Europe, avec 66 052 dépôts ou renouvellements en 1987 (soit une augmentation de 16,5 % par rapport à 1986) et 9 443 dépôts internationaux, la France connaît bien l'importance économique et commerciale de ce titre de propriété industrielle.

Permettant de distinguer les produits et services d'une entreprise de ceux de ses concurrents, de fidéliser la clientèle, et également de conquérir de nouveaux marchés, la marque constitue un moyen sans équivalent pour stimuler la concurrence.

Mais il manquait jusqu'ici un outil simple et rapide permettant de choisir une marque et de connaître celles déjà déposées. Cette lacune est désormais comblée par

l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) qui vient de mettre en place "Icimarques", un nouvel accès à sa base de données sur les marques françaises et internationales, gigantesque fichier de 900 000 marques.

Plus besoin d'écrire ou de se déplacer. Conçu pour le grand public, ce service est accessible au moyen du minitel, sans abonnement, en composant simplement le numéro de téléphone 36 29 36 30. Moyennant quoi l'on obtient instantanément, pour un coût de 9,06 F la minute, la marque, les classes de produits et de services pour laquelle elle est déposée, le nom et l'adresse du déposant, les pays (s'il s'agit d'un dépôt international) où la protection a été demandée, les numéros de dépôt et d'enregistrement avec leurs dates pour les marques françaises, enfin la référence du bulletin officiel où la marque a été publiée.

Voir l'intérieur de sa bouche...

C'est ce que propose ce poste de soins dentaires, le "GI 310", conçu et fabriqué en France par Gallus Union, leader sur le marché de l'équipement dentaire. C'est le premier et le seul au monde à combiner l'optique (caméra CCD) et l'électronique, pour visualiser sur un moniteur couleur de haute définition (acceptant tous les signaux standard vidéo PAL/SECAM) l'intérieur de la bouche d'un patient.

Son endoscope, à prise de vue latérale (90°) et champ de vision de 60°, et son objectif constituent un bloc optique original qui comporte le système de mise au point, celui de rotation de l'image, la source de lumière et une gaine de protection stérilisable.

Ainsi le patient peut constater lui-même l'état de sa dentition et plus généralement de sa bouche, reconnaître l'utilité d'une interven-

tion, suivre (s'il le désire...) le travail effectué.

Mais surtout, le GI 310 permet au praticien de travailler en suivant ses gestes sur le moniteur. Le champ opératoire est toujours parfaitement éclairé et l'image, en couleurs, agrandie dix fois est en permanence bien orientée. Cette nouvelle technique, l'orthoscopie endobuccale intégrée, permet aussi d'éliminer les mauvaises postures de travail.

Enfin, dans l'enseignement et la formation post-universitaire, il devient facile de montrer à un nombre quelconque d'étudiants d'excellentes images dynamiques, sans que la prise de vue modifie les gestes de l'opérateur.

Pour tout renseignement: Gallus Union, 20 rue Maryse-Bastie, BP 114; 86101 Chatelleraut cedex, tél. (16) 49 21 29 19.

MÉDECINE

La douleur objectivement mesurée

C'est désormais chose possible grâce à l'"Algomètre", un appareil issu des travaux du Dr Jean-Claude Willer, du laboratoire de neurophysiologie clinique du CHU Saint-Antoine à Paris.

Le principe consiste à mesurer le réflexe de retrait consécutif à la stimulation électrique nociceptive: c'est-à-dire douloureuse, d'un nerf cutané sensitif de la cheville au moyen d'une paire d'électrodes placées sur la peau. Les signaux électriques — intensité des stimulations et réflexes de retrait — sont connectés en parallèle et enregistrés sur un oscilloscope cathodique, un enregistreur magnétique et un micro-système informatisé. En augmentant progressivement l'intensité de la stimulation électrique, ce dispositif per-

met de déceler le seuil douloureux, c'est-à-dire l'intensité qui détermine un réflexe de retrait.

Les applications cliniques sont nombreuses. Aux pharmacologues, l'Algomètre permettra d'évaluer les effets des placebos, de quantifier l'action des antalgiques et des analgésiques, de préciser les doses des médicaments à administrer pour soulager les patients et de

connaître l'efficacité exacte des nouveaux médicaments. Aux anesthésistes, il apportera une connaissance précise et suivie de l'effet des produits injectés aux opérés.

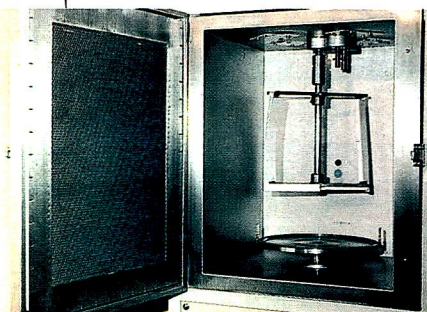
Enfin, au même titre que l'électro-encéphalogramme, l'Algomètre pourra servir de moniteur mesurant la réactivité douloureuse des patients, dépistant des complications éventuelles et permettant l'établissement du pronostic neurologique chez certains comateux.

L'Algomètre, qui a été testé dans différents hôpitaux, commence à être commercialisé au prix de 350 000 F par la firme bordelaise Racia, riche d'une expérience de 36 ans dans l'électrophysiologie. Pour tout renseignement: Racia, 65 bd Pierre I^{er}, 33110 Le Bouscat, tél. (16) 56 08 54 76.



ALIMENTATION

Les micro-ondes apprivoisées



On connaît le principe de la cuisson par micro-ondes : celles-ci traversent les molécules d'eau contenues dans les aliments et entraînent leur vibration, d'où un effet de frottement qui est source d'énergie. Triple avantage : la cuisson est uniforme à l'intérieur comme à l'extérieur du produit ; celui-ci, moins altéré, gagne en saveur ; enfin les économies de temps et de consommation d'énergie sont particulièrement importantes. Pour les artisans et les industriels de l'alimentation un "point noir" subsistait cependant. Il fallait améliorer la répartition des ondes dans les matières traitées afin d'obtenir une plus grande uniformité de la température, car des "points de chauffe" se constituaient.

Ce nouveau four à usage professionnel y parvient grâce à trois perfectionnements essentiels. D'abord l'enceinte de cuisson proprement dite devient aussi enceinte de travail pour la préparation des produits. En effet, elle peut recevoir différents accessoires qui permettent de travailler les matières lors même du traitement thermique, sans manipulation extérieure. Ensuite, son générateur est constitué de 4 magnétrons dont l'énergie est amenée dans l'enceinte de travail par 4 guides d'ondes distincts, d'où déjà une meilleure répartition de cette énergie. Enfin, cette enceinte de travail est équipée d'un système de pales en acier inoxydable, véritable brasseur mécanique d'ondes qui assure leur répartition homogène.

Au total, chacune des particules des matières contenues dans le four est ainsi chauffée de façon

strictement uniforme — et à température voulue grâce à une sonde thermique de contrôle fixée sur l'agitateur et pilotée par un automate programmable.

Ce nouveau four peut aussi fonctionner en continu, grâce à un système de pompes à injection et à extraction. Il peut encore recevoir un système de pasteurisation. C'est dire la diversité de ses applications pour les professionnels de l'alimentation (crème pâtissière, anglaise, pâte à choux, travail du chocolat, pâtes de fruits, sauces, préparation de poissons et de viandes en sauce, de produits de char-

cutterie, etc.). Mais d'autres industries ont déjà fait connaître leur intérêt pour cette technologie, notamment appliquée à la cosmétologie, à la pharmacie et à la chimie. Enfin un prototype plus petit est en cours d'élaboration pour une version grand public.

L'inventeur souhaite trouver des partenaires pour commercialiser son four en France (prix public 15 000 F HT) et céder des licences à des fabricants dans les pays industrialisés.

Pour toute information : Michel Boulard, 11 rue de Metz, 8000 Amiens, tél. (16) 22 92 13 48.

RESTAURATION COLLECTIVE

Une friteuse sans huile...

Cuire des frites sans huile, voilà qui ressemble à une gageure. La firme Acma y parvient pourtant grâce à ce four à air pulsé qui utilise un puissant courant d'air extrêmement chaud — jusqu'à 330 °C. Le four est équipé d'un panier grillagé tournant en permanence, si bien que la cuisson est égale sur toute la surface des pommes de terre.

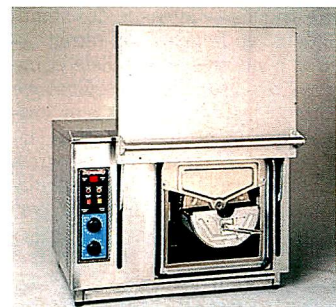
Comme toute friture impose cependant un minimum d'huile, cette "friteuse" n'accepte que des frites surgelées ou emballées sous vide, qui ont été blanchies pendant quelques minutes dans un bain d'huile. La faible quantité d'huile restant dans ces frites (5 % de leur poids contre 20 % dans les frites cuites dans une friteuse classique à bain d'huile) suffit à les dorer et à les rendre croustillantes.

Un peu trop croustillantes peut-être : beaucoup plus sèches, leur saveur se rapproche de celle des chips industrielles, qui ont d'ailleurs un mode de cuisson similaire. Acma répond en faisant valoir que, précisément, ses frites sont particulièrement légères. Elles contiennent environ trois fois moins de calories que celles plongées dans un bain d'huile. Et le consommateur n'a plus à craindre ces résidus

carbonisés microscopiques dangereux pour la santé et même cancérigènes, si le bain d'huile n'est pas changé régulièrement.

L'appareil est capable de préparer 1,5 kg de frites en 5 minutes seulement. Des frites qui peuvent être mises de côté en attendant les heures de pointes : une minute suffit pour les réchauffer. Autre avantage, le four Acma étant similaire aux fours conventionnels, il n'utilise aucune matière inflammable, ce qui signifie qu'il peut être installé à bord de trains ou d'avions. Enfin, en retirant le panier rotatif, l'appareil se comporte comme un four classique.

La friteuse Acma, conçue au Japon, est depuis peu disponible en France pour environ 29 300 F HT auprès de Multi Distribution, 7 rue Chantecoq, 92800 Puteaux, tél. (1) 47 67 03 09.



La plate-forme élévatrice passe-partout

1,42 m de long, 0,76 m de large, 0,80 m de haut en position repliée, un rayon de braquage de 1,50 m seulement, la plate-forme élévatrice automotrice "PEA" passe dans tous les endroits jusqu'ici inaccessibles à ce type d'engins : portes, monte-charge et allées étroites des magasins, entrepôts ou usines.

Arrivée sur le lieu où son intervention est nécessaire, son système de vérins à éléments télescopiques peut élever instantanément 2 personnes et leur outillage (charge totale : 265 kg) jusqu'à 6,5 m — et bientôt 8,5 m.

Sa vitesse de déplacement se module automatiquement : 4,5 km/h en position basse et en ligne droite, 0,6 km/h dès que la plate-forme est en élévation ou change de direction.

L'utilisateur travaille en parfaite sécurité. Il dispose d'un poste de contrôle complet : dispositifs de surveillance du braquage de la roue motrice et de l'horizontabilité de la plate-forme, avertisseur sonore, utilisation du principe de l'homme mort pour un arrêt d'urgence, etc. Ce poste de commande situé sur la nacelle est doublé par un

autre poste de secours au niveau du sol. En option, la plate-forme peut en outre recevoir un toit de protection.

L'alimentation en énergie du PEA est assurée par quatre batteries de 6 volts 175 A. Comme elles pèsent 28 kg chacune, elles garantissent, avec le poids du châssis, la

stabilité de l'appareil. Suprême raffinement, la plate-forme élévatrice PEA ne laisse aucune trace sur son passage : ses roues sont bandées de polyuréthane.

Pour tout renseignement : Duarib, Division nacelles, route de la Limouzinière, 44310 Saint-Philbert-de-Grand-Lieu, tél. (16) 40 78 97 22.



AGRONOMIE

Les pulpes de betteraves dans l'alimentation

Couramment utilisées jusqu'ici pour l'alimentation des ruminants, les pulpes de betteraves — sous produit abondant de l'industrie sucrière, avec 2 millions de tonnes de matières sèches par an — vont prochainement faire leur apparition dans l'alimentation humaine.

Leurs principaux éléments — pectine, cellulose, hémicellulose, lignine — constituent une source de fibres que le corps médical recommande pour faciliter le transit

intestinal. Par rapport au son de blé, la référence dans ce domaine, ces pulpes sont plus riches en fibres.

Elle ont aussi une faible teneur en protéines et ne renferment ni amidon ni phytates, ces éléments contenus dans les enveloppes de céréales qui bloquent l'absorption intestinale des éléments minéraux comme le calcium, le magnésium, le zinc, etc.

Les chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomi-

que (INRA) viennent de réussir à obtenir des fibres de betteraves blanches, sans odeur et sans goût, à forte capacité de rétention en eau, supérieure à celle du son. Il devient ainsi possible de les intégrer à la préparation de plats de viande, charcuterie, pain, produits à base de céréales, etc.

Pour tout renseignement : INRA, 147 rue de l'Université, 75341 Paris cedex 07, tél. (1) 42 75 90 00.

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.

UNE VOITURE À CHEVAL À UN SEUL BRANCARD

Quoi ?

Un attelage d'une conception radicalement nouvelle qui, laissant évoluer le cheval dans toutes les directions, permet à la fois un dressage plus rapide et un nouveau sport, le cross à cheval tous terrains.

Comment ?

L'"Equimobile" est une voiture à cheval à deux places, ultra-légère (70 kg), qui se met en place en moins d'une minute. Son châssis est relié à deux roues pneumatiques à haute portance. Cette voiture est attelée au cheval par un brancard unique passant au-dessus

du dos. Un harnais est fixé à ce mono-brancard, il est constitué d'une seule pièce et est articulé à ce dernier au moyen d'un pivot. C'est ce pivot qui donne au cheval toute liberté de mouvement.

Le cheval se trouve ainsi capable de tourner à angle droit sous son brancard — jusqu'à se placer carrément face à vous pour vous faire reculer tout en avançant — avant de repartir dans la direction que vous souhaitez, grâce à un simple mouvement de guide à droite ou à gauche.

Cette mobilité, alliée à la légèreté de la voiture et à la portance de

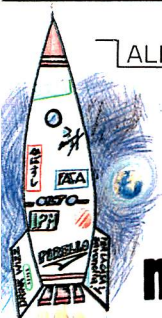
ses roues, permet au cheval d'évoluer sur tous les terrains, d'escalader les talus, de vous conduire partout où vous le souhaitez, dans les prés, la boue, la neige ou le sable.

L'Equimobile constitue d'autre part un excellent outil professionnel pour le déboufrage et le dressage du cheval. Il élimine en effet le traumatisme du passage de l'état naturel à l'état attelé : dès la première leçon, la confiance du cheval est acquise.

Pour qui ?

L'inventeur cherche soit à trouver des fabricants, soit à vendre des licences.





L'espace, outil de marketing

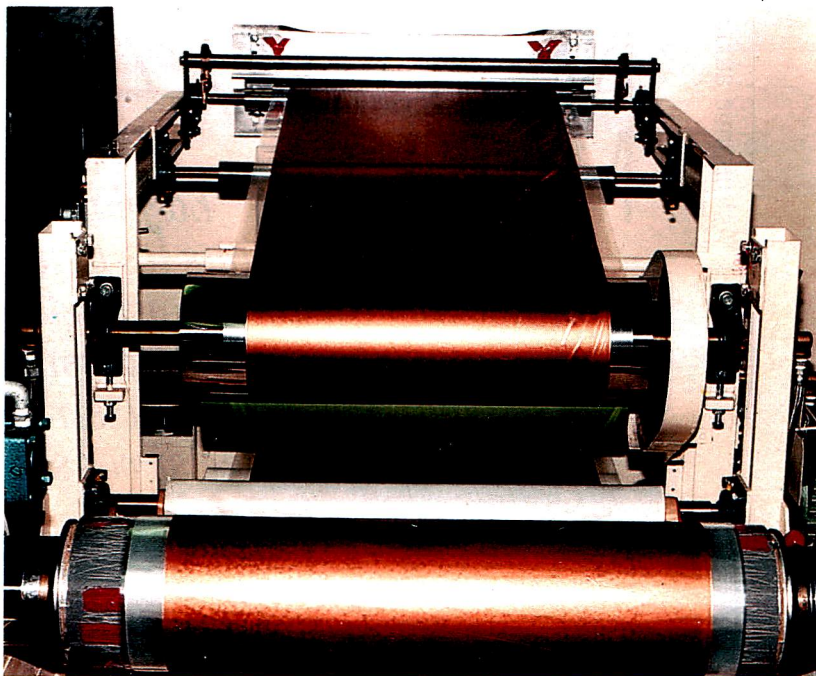
L'astronaute japonais qui travaillera à bord de la station orbitale qui sera lancée au milieu de la prochaine décennie, mangera... japonais. Quelque six grandes sociétés de l'alimentaire et de l'emballage ont décidé de se regrouper pour développer des techniques de fabrication et de conservation des aliments adaptées à l'environnement particulier d'une station en apesanteur.

Au menu : sushi (boulette de riz vinaigré surmontée d'une tranche de poisson cru), sashimi (lamelles de poisson cru), soba (nouilles de sarrasin), tempura (beignets de légumes) etc.. Bref, des repas comme ceux pris à la maison, aliments congelés et réfrigérés compris, la station orbitale devant posséder un coin cuisine.

Les retombées commerciales de cette opération s'annoncent fort lucratives, compte-tenu du prestige du label "aliment de l'espace" qui séduira les consommateurs terrestres. C'est, du moins, ce sur quoi comptent les six partenaires du nouveau consortium.

Le plus grand radiotélescope du monde est en cours de construction en Inde à Puma, dans l'Ouest du pays. Il sera doté de 34 antennes de 45 m de diamètre chacune. Coût : 16 millions de dollars. Mise en service en 1992, année internationale de l'espace.

Le transformateur le plus puissant jamais construit est en cours d'installation dans une centrale thermique au charbon de l'Ohio, par la firme autrichienne Elin. Sa puissance atteint 975 MVA, ce qui équivaut à plus d'un million de ch-DIN. Ce monstre mesure 10,5 m de long, 3,5 m de large et 4,6 m de haut. Il servira à élever la tension de génératrice dans la centrale, 25 000 volts, à la tension de secteur, 345 000 V. Mise en service prévue : 1989.



CONSOMMATION

Les produits alimentaires en film

Les Japonais n'arrêtent pas le progrès... Il ont mis au point un système de production d'aliments en film; une manière pratique pour un industriel, un voyageur, un cuisinier de stocker des arômes mais aussi tout autre aliment (fromage, algues, nouilles, poivre, café, thé, soja fermenté...) apte à s'étirer.

La technique a été développée par la société Osaka Kagaku Gokin à partir d'une polysaccharide neutre (type amidon ou cellulose), le Pullulan. Ce dernier, fabriqué par les laboratoires Hayashibara Company, est le produit d'une levure, *Aureo basidium pullulans* cultivée sur un milieu sucré. Séchée, c'est une fine poudre, sans odeur ni saveur. Diluée dans l'eau froide ou tiède, cette poudre donne une solution incolore, visqueuse, collante qui peut être étirée en un film très fin (0,02 mm), transparent, comestible et très peu perméable aux gaz (donc apte à conserver arômes et goûts).

En bref, l'aliment que l'on veut produire en feuille est mélangé avec le Pullulan, puis laminé et étalé sur un support de film polyester déroulé industriellement et enfin séché pour agglomérer l'ensemble. Le film final a une épaisseur maximum de 2 à 3 mm, ce qui limite fatalement les capacités aromatiques de l'aliment incorporé.

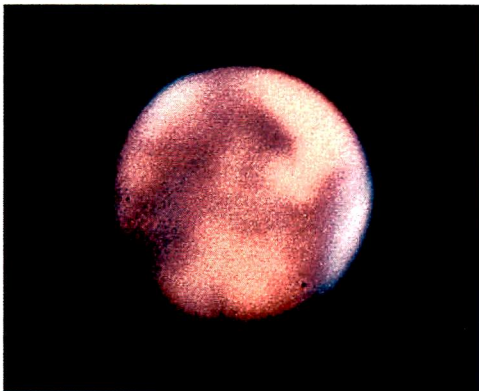
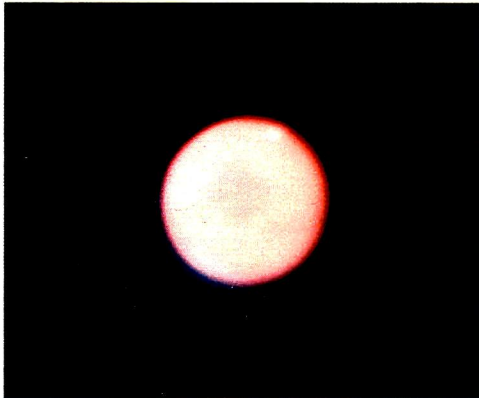
Cette nourriture en feuille, encore chère au Japon, peut cependant rapidement trouver un marché en apportant une alternative aux traditionnelles feuilles d'algues séchées, les "nori", qui enveloppent diverses préparations de riz froid fourré de poisson, les "sushi".

Autres applications envisagées : des décalcomanies alimentaires, des gélules pharmaceutiques, des enrobages de semences, des sachets biodégradables... Pour tout renseignement : Osaka Kagaku Gokin Co, Ltd, 41 Nishidaimotsucho, Amagasaki-city, Hyogo-pref, 660 Japon.

NE MANQUEZ PAS MARS

La planète rouge se rapproche de la Terre tous les deux ans, mais il faudra attendre l'an 2003 pour retrouver des conditions d'observation aussi favorables. Voici tout le matériel pour réussir une telle observation, même si vous n'êtes pas astronome.





▲ **Voici Mars** et sa calotte polaire photographiés, en haut, avec un télescope Celestron 8 (20 cm). Avec un télescope C14 (35 cm), les "continents" sont plus nets (au milieu). Mais ces photos ne montrent qu'une partie des détails que votre œil verra pendant l'opposition, avec un télescope de 15 à 20 cm (en bas).

◀ **Et la panoplie complète** pour réussir son observation, en commençant par l'indispensable carte de Mars des éditions Hallwag (124×86 cm) ici dépliée. Pour le débutant, voici deux lunettes au prix raisonnable, la Perh Halléy 70, à gauche, peu encombrante (environ 3 100 F), et la Perl Etudiant, à droite, la moins onéreuse (environ 1 600 F). Devant, toute une gamme de filtres colorés et d'oculaires, et quelques livres utiles.

Ce rendez-vous fidèle de Mars avec la Terre, les astronomes l'appellent "opposition". Nous avons expliqué, dans nos numéros de juin et juillet, ce phénomène et comment observer et photographier Mars. Mais tous nos lecteurs ne sont pas équipés d'une lunette ou d'un télescope. A l'attention de ceux qui souhaiteraient profiter de cette occasion exceptionnelle pour commencer une découverte du ciel, nous avons réalisé cette enquête afin de les guider dans le choix d'un équipement. Voici donc la panoplie de l'observateur "martien", mais aussi de l'astronome amateur.

Avant toute chose, un rappel des notions de base. Ce qui est déterminant dans l'observation des planètes, c'est leur diamètre apparent. Toutes les planètes du système solaire, y compris la Terre, tournent autour du Soleil. Au cours de ce ballet perpétuel, les distances entre elles et notamment par rapport à la Terre, varient sans cesse. Du fait de cette variation de distance, vu depuis notre observatoire terrestre, le diamètre apparent des planètes change régulièrement. Précisons qu'on appelle diamètre apparent d'un astre, le diamètre angulaire sous lequel il est observé. Il est exprimé en degrés, minutes et secondes d'arc. Par exemple, la Lune a un diamètre apparent moyen de 1,5 degré (ou 1,5°), soit 30 minutes d'arc (ou 30'). Bien évidemment, cette notion n'implique aucune réalité avec la dimension réelle de l'objet ; ainsi, un homme de 1,75 m, vu à 100 m de distance, a un diamètre apparent égal à celui de la Lune, qui mesure en réalité 3 476 km de diamètre ! En ce qui concerne les planètes, bien qu'elles aient un diamètre réel beaucoup plus important que celui de notre satellite, leur diamètre apparent est beaucoup plus faible. Pour la plupart, c'est en secondes d'arc qu'il s'exprime (*voir tableau p. 108*).

Comme l'œil humain n'a, dans le meilleur des cas, qu'un pouvoir séparateur de une minute d'arc, il nous est impossible de percevoir les planètes autrement que sous forme d'un point. C'est la raison pour laquelle on fait intervenir un auxiliaire optique, lunette ou télescope, pour observer en détail ces astres. De cette façon, si l'on observe par exemple Jupiter, alors que son diamètre apparent est de 40" (40 secondes d'arc), avec un grossissement de 45 fois, l'image observée aura un diamètre apparent de $40'' \times 45 = 1\,800''$ soit 30' (ou 30 minutes d'arc), soit comparable à celui de la pleine Lune vue à l'œil nu !

Dans le cas de Mars, on s'aperçoit que, en fonction de la période d'observation, les conditions sont très différentes. Lorsque la planète est au plus loin de la Terre, son diamètre est d'environ 4" ; si l'on veut grossir l'image pour qu'elle ait au moins le diamètre apparent de la Lune, il faut utiliser un grossissement de 450 fois ! Or un tel grossissement n'est pas à la portée du premier télescope venu. En effet, on considère qu'un instrument astronomique

ne peut pas être utilisé à un grossissement supérieur à son diamètre (en millimètres) multiplié par 2,5. Ce qui veut dire qu'une lunette de 60 mm de diamètre a un grossissement maximal de $60 \times 2,5 = 150$ fois. Pour obtenir un grossissement de 450 fois, il faudrait donc un télescope d'au moins 180 mm.

D'autre part, une autre loi de l'optique astronomique définit un grossissement "utile" : c'est celui qui donne, dans de bonnes conditions d'observation, tous les détails de l'image. Au-delà, l'image grossit davantage, mais aucun détail supplémentaire n'est perçu. Ce grossissement utile est égal à 1,5 fois le diamètre de l'instrument, exprimé en millimètres. On constate alors qu'un grossissement de 450 fois correspond à un appareil de 300 millimètres. Inutile de préciser que ce n'est pas là un appareil courant, à la portée de tous les amateurs !

L'opposition de cette année change complètement les données du problème. Avec un diamètre avoisinant les 24 secondes d'arc, Mars va devenir accessible aux petits instruments. En reprenant les conditions précédentes, il est facile de constater qu'un grossissement de 75 fois permet déjà d'observer quelque chose de significatif. Celui-ci est à la portée d'une lunette de 50 à 60 millimètres. Bien entendu, il s'agit là de conditions minimales.

Il est un facteur que nous avons négligé jusque-là : c'est le pouvoir séparateur, autrement dit les plus petits détails accessibles en fonction de l'appareil. Or ce pouvoir séparateur est fonction du diamètre de l'objectif ou du miroir. Ainsi, une lunette de 60 mm permet d'observer des détails de 2 secondes d'arc (ou 2"), ce qui représente 574 kilomètres à la surface de la planète rouge au moment de l'opposition ! De la même façon, un télescope de 100 mm arrive à 1,2" (soit 344 km), un 150 mm sépare 0,8" (229 km) et un 200 mm 0,6" (172 km). A l'évidence, on a intérêt à utiliser le plus grand diamètre possible pour distinguer les fins détails de surface, mais aussi les éventuelles tempêtes de poussières, la régression de la calotte polaire sud ou les nuages atmosphériques.

Ce genre d'observation requiert naturellement de très bons oculaires, et il sera souhaitable dans la majorité des cas de compléter la gamme de ceux

livrés avec l'instrument. Les filtres colorés sont quasiment obligatoires pour renforcer la visibilité de certains détails. Nous renvoyons le lecteur à notre article paru dans le *Science & Vie* de juin pour le choix et l'utilisation des filtres.

Choisir un instrument. Le matériel proposé aux amateurs comprend une grande variété de modèles de 50 à 350 millimètres de diamètre, se répartissant en lunettes, télescopes Newton ou Schmidt-Cassegrain (voir *Science & Vie* de décembre 1986). Il est bien évidemment impossible de tous les passer en revue ici. Aussi, avons-nous fait un choix, certes arbitraire, mais qui vise surtout à présenter ceux qui nous semblent les plus représentatifs dans chaque catégorie.

Le débutant qui souhaite faire l'acquisition d'un appareil doit, avant tout, se préoccuper des critères suivants :

- La qualité de l'optique : objectif dans le cas d'une lunette, ou miroir pour le télescope sont la pièce principale. Une bonne qualité optique est indispensable car, par la suite, il est impossible de l'améliorer, au contraire des oculaires qui peuvent toujours être remplacés. En la matière, il faut savoir que la qualité se paye. Aucun miracle ne permet d'acquérir un très bon matériel à bas prix.
- La précision et la qualité de la monture : la monture, c'est-à-dire la partie mécanique de l'appareil, permet le pointage de l'instrument, puis le suivi de l'objet pendant l'observation. Dès qu'on atteint ou dépasse une centaine de fois le grossissement, la monture "équatoriale", qui compense la rotation de la Terre, est indispensable. Des mouvements doux, sans jeu et sans à-coups, sont impératifs ; sinon, on risque de "perdre" l'objet rapidement. De même, le facteur stabilité de l'ensemble est très important pour les mêmes raisons. Si, à chaque fois qu'on change de grossissement, la lunette ou le télescope se met à vibrer, voire à se dépointer, il est facile de comprendre qu'une observation deviendra rapidement fastidieuse.
- L'encombrement. C'est un facteur qui peut sembler secondaire, mais il faut réfléchir aux conditions réelles d'utilisation. Celui ou celle qui dispose d'un jardin où l'instrument pourra être installé en permanence, peut faire l'acquisition d'un télescope de 300 millimètres sans problème. Par contre, si les observations sont réalisées occasionnellement, par exemple en vacances, il faut penser que, une fois la voiture chargée avec toute la famille et les bagages, on ne disposera peut-être pas de beaucoup de place pour le coffre de la lunette ! Dans ce cas, il vaudra mieux limiter ses ambitions, tant il est vrai que le meilleur appareil est celui dont on peut se servir le plus souvent possible ! Ajoutons qu'il existe maintenant, dans la gamme des compacts, des instruments très performants pourvus de tous les équipements indispensables.

**Diamètre apparent
des planètes du système solaire**

Planète	Diamètres apparents	
	Mini	Maxi
MERCURE	4"6	12"9
VENUS	9"8	65"2
MARS	3"6	26"
JUPITER	30"	49"5
SATURNE	15"5	20"5
URANUS	3"73	3"95
NEPTUNE	2"2	2"5
LUNE	29'3	33'5

La sélection. Commençons précisément par la catégorie des instruments compacts; nous verrons plus loin les appareils sur grand trépied.

- C'est une nouvelle fois la lunette Perh Halley 70 qui a retenu notre attention. Déjà analysée dans ces colonnes en novembre 1986, cette lunette de 70 millimètres de diamètre reste l'une des meilleures de sa catégorie. Montée en azimutal sur un pied de table, elle se range dans un coffret-valise à peine plus gros qu'un attaché-case. Elle est livrée avec un chercheur 6×30 , un oculaire de 9 mm qui donne un grossissement de $44\times$, et une Barlow qui double celui-ci, soit $88\times$. Un filtre permet l'observation du Soleil. Nous conseillons de faire l'acquisition d'un oculaire de 5 mm donnant $80\times$ et $160\times$ avec la Barlow; mais ce dernier grossissement sera la limite pour un suivi manuel sans équatorial. Son prix moyen se situe autour de 3 100 F.

La firme américaine Meade est spécialisée dans les télescopes Schmidt Cassegrain. Hormis les grands diamètres, nous avons retenu un petit compact de 100 mm, le Meade 2045. Cette formule optique permet la construction d'instruments puissants ayant une longue focale sous un faible encombrement. Ainsi, le 2045 a une focale de 1 000 mm pour un tube qui ne dépasse pas 25 cm. Il est équipé d'une monture équatoriale à fourche et comporte d'origine un moteur électrique de suivi. Le tout est pourvu d'un pied de table. Ce télescope, petit par la taille, permet cependant de grandes choses, l'entraînement équatorial électrique autorisant les grossissements jusqu'à $250\times$. Un chercheur 5×24 , un renvoi coudé et deux oculaires donnant $40\times$ et $110\times$ complètent l'ensemble de base. Le tout se loge dans une mallette $43 \times 26 \times 26$ cm et ne pèse que 6 kilos. On peut ajouter de nombreux accessoires pour aborder la photographie et l'observation terrestre. Notre conseil pour l'observation de Mars: compléter par un oculaire orthoscopique de 6 mm ($166\times$). Prix moyen: 7 600 F, ce qui est raisonnable pour ses performances.

Il existe une nouvelle version du 2045, baptisée 2045 LX 3. Ses possibilités et son allure sont comparables à la version classique. La différence vient du système d'entraînement. Equipé d'une mécanique de haute précision, il est alimenté par une batterie 12 volts, ce qui permet de s'installer n'importe où



Notre sélection d'instruments commence avec la série des petits modèles (en bas, de gauche à droite): la Perl Etudiant pour débutant (env. 1 600 F), la Perh Halley 70 (3 100 F), et la Meade 2045 (7 600 F). Dans la catégorie des instruments sur grand trépied (en haut, de gauche à droite): le Vixen 150 (9 400 F), la lunette Zeiss Telemotor (3 200 F), et enfin le coûteux Celestron 8 (20 000 F).

pour observer, sans chercher une prise de courant! Une raquette de commande peut compléter le télescope, ainsi qu'un moteur de centrage sur l'axe de déclinaison. Le 2045 LX 3 devient alors un véritable observatoire en mallette. Prix moyen: 9 300 F.

Avant d'aborder les instruments sur grand trépied, voici une lunette pour jeune débutant. Nous avons là aussi appliqué les mêmes critères de qualité que pour les appareils plus importants. Ce n'est donc pas la lunette la moins chère, mais c'est certainement la première de qualité pour un jeune. Il s'agit de la Perl Etudiant. Equipée, comme les précédentes, d'un pied de table, elle a un objectif achromatique de 52 mm de diamètre pour 600 mm de focale. Deux oculaires offrent les grossissements de 50 et 100 fois. On pourra déjà remarquer la calotte polaire de Mars à l'opposition. En dehors de cela, la Lune et ses cratères, les anneaux de Saturne ou les satellites de Jupiter garantissent des heures et des heures d'observation. Prix moyen: 1 600 F.

- Si les instruments sur pied de table sont séduisants pour leur capacité et leur facilité de transport, il faut reconnaître que les véritables observations commencent avec un instrument sur grand pied réglable. En dehors du fait qu'il évite la recherche systématique d'une table pour s'installer, il permet

à l'observateur de régler l'appareil à sa hauteur pour une observation confortable.

La lunette Zeiss Telementor est fabriquée par Zeiss Iena en Allemagne de l'Est ; c'est la lunette idéale pour s'initier. Elle fera aussi, en raison de sa robustesse, les belles nuits des centres de vacances. L'optique, un objectif achromatique de 63 mm de diamètre et 840 de focale, est d'une précision remarquable. Les images obtenues sont d'une luminosité et d'un piqué étonnants.

Une monture équatoriale, aux mouvements doux et sans vibration rend son utilisation agréable. La Telementor est livrée avec deux oculaires de 33 et 52 fois de grossissement. Ce n'est pas suffisant ; il faudra ajouter un 9 mm (93×), un 6 mm (140×) et peut-être même un 5 mm (168×) qui constitue la limite de la lunette.

Autre accessoire impératif : le renvoi coudé pour une observation à 90°, ce qui évite de se torturer le cou lorsque les astres observés sont hauts dans le ciel. La Telementor ne comporte pas de chercheur, mais une visée par alignement de type fusil. Son prix de 3 200 F en fait le meilleur rapport qualité/prix de sa catégorie.

Signalons l'existence d'une Telementor, identique à la précédente, mais pourvue d'un moteur d'entraînement électrique et d'un remarquable chercheur optique 7,5 × 42. Un troisième oculaire de 10 mm donnant 84×, fourni avec cette version, rend inutile l'acquisition du 9 mm. Le prix passe à 4 760 F.

Avec le télescope Vixen 150, les choses sérieuses commencent. Ce télescope de type Newton, de 15 centimètres de diamètre, est l'instrument idéal de celui qui souhaite réaliser un programme sérieux d'observations visuelles et photographiques. Le porte-oculaire d'origine, d'un diamètre de 24,5 mm, peut être remplacé facilement et à peu de frais par le diamètre américain de 31,75 mm ; cela donne accès à une gamme d'oculaires plus variés, notamment ceux qui ont un grand champ de vision, et aux Barlow de très haute définition.

Ce dernier accessoire sera particulièrement utile, car la focale de 750 mm du télescope limite les grossissements à 187 fois, alors que l'appareil peut supporter 375×, mais à condition toutefois d'utiliser une lentille de Barlow de qualité réellement irréprochable.

La monture équatoriale Super Polaris est précise et stable. Elle comporte d'origine un viseur polaire, judicieux accessoire qui permet un réglage de la monture précis et rapide sur le pôle céleste. Sur option, un moteur d'entraînement à quartz, fonctionnant sur pile, est disponible et, pour la photographie à longue pose des amas, nébuleuses et galaxies, un second moteur de rattrapage en déclinaison. Une raquette de commande pilote alors les deux moteurs.

Le trépied en aluminium est particulièrement efficace. Le Vixen 150 est livré avec un chercheur 6 × 30 et deux oculaires (37,5 × et 150 ×). Pour Mars, compléter par un 6 mm (125 ×) et un 4 mm (187 ×). Le prix moyen, hors option, se situe aux alentours de 9 400 F. Il existe un Vixen 130, de 130 mm de diamètre, comparable en tout point au 150. Son diamètre légèrement inférieur abaisse sensiblement le prix, puisqu'il tourne aux alentours de 7 800 F.

Nous terminerons cette sélection par un télescope bien connu des lecteurs de notre revue : il s'agit du Celestron 8. Rappelons que c'est un Schmidt Cassegrain américain de 203 mm de diamètre et 2 000 mm de focale. Comme pour le Meade 2045, la formule optique du Celestron le rend très compact avec un tube de 50 cm de long seulement. Un tel diamètre autorise toutes les audaces. Les nombreux accessoires complémentaires font du Celestron un appareil universel pour aborder tous les types d'observation, aussi bien en visuel qu'en photographie, en astronomie comme en terrestre.

La dernière version, baptisée Powerstar, est équipée d'origine d'un moteur d'entraînement à quartz, alimenté par de simples piles rondes. Désormais, donc, plus de fil à la patte pour observer. Son prix, près de 20 000 F avec base et trépied, ne le rend certes pas accessible à tous, mais c'est bien souvent le télescope d'une vie et... d'une passion !

Les compléments. La littérature est relativement pauvre en ce qui concerne Mars. Il y a toutefois une carte de la planète éditée par les éditions Hallwag qui, dépliée, mesure 124 × 86 cm : un outil indispensable pour "surveiller" la planète rouge. Au verso, un index des principales formations est très utile. Son prix de 67 F la rend accessible à tous.

Récemment paru aux Editions Masson, *La Planète Mars*, par André Louchet, est un traité remarquable sur la géographie et la géologie de la planète. L'historique des missions spatiales martiennes n'a pas été oublié : 120 F.

Rappelons également *A la recherche de la vie sur Mars*, par Albert Ducrocq, aux Editions Flammarion, 120 F. Le titre se passe de commentaire et la verve de l'auteur fait le reste. Les photographies font revivre la passionnante aventure des sondes d'exploration martienne.

La panoplie de l'observateur "martien" sera complète avec les oculaires et filtres colorés indispensables dont nous avons déjà parlé. Mais ceux qui se lanceraient dans ce merveilleux loisir qu'est l'astronomie à l'occasion de la prochaine opposition, doivent savoir qu'il existe bien d'autres appareils, accessoires, livres et cartes de tous niveaux et à tous les prix. Un dernier conseil pour terminer : si vous débutez, adressez-vous à un spécialiste pour faire votre choix et, si possible un astronome amateur qui saura vous guider et surtout vous faire partager sa passion.

Yves Delaye

L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.



Photo: ATGER/EDITING

Les grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans **SCIENCE & VIE ECONOMIE**, la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à

l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.



LA PHOTO EN COULEURS : MÉMOIRE MILLÉNAIRE ?

Les supports de l'image et du son se multiplient. Mais ces mémoires sont fragiles. Alors que la pierre nous a transmis les hiéroglyphes, que le papier nous a donné des bibliothèques de plus de 500 ans, nos bandes magnétiques et disquettes ne survivront que quelques années. La photo sera-t-elle notre seule mémoire comparable au livre ?



Les procédés modernes de photo en couleurs sont nés voilà un demi-siècle. C'est en effet en 1938 que Kodak lança le Kodachrome, film formant automatiquement des colorants dans trois couches superposées (une première version, plus complexe, avait été créée en 1936 pour le cinéma). A l'époque, le principe de cette reproduction trichrome avait déjà 70 ans. Il avait été inventé en 1868 par Charles Cros et par Louis Ducos du Hauron, mais bien sûr, il n'avait alors rien d'automatique.

Louis Ducos du Hauron produisait successivement les trois images monochromes, rouge, jaune et bleue (couleurs qui, pour les trois couches du Kodachrome, sont magenta, jaune et cyan), puis les superposait à la main. Il fallut encore attendre 40 ans pour que les frères Lumière fabriquent la première plaque, l'Autochrome, donnant automatiquement une image en couleurs. Toutefois, ce procédé — d'ailleurs imaginé par Louis Ducos du Hauron —, était totalement différent car, au lieu de trois cou-

ches superposées, il ne comportait qu'une émulsion sensible noir et blanc revêtue d'une mosaïque de microscopiques filtres colorés respectivement rouges, verts et bleus. L'Autochrome réalise la synthèse additive des couleurs alors que le Kodachrome et les premières photos de Louis Ducos du Hauron réalisent leur synthèse soustractive (*voir encadré p. 114*).

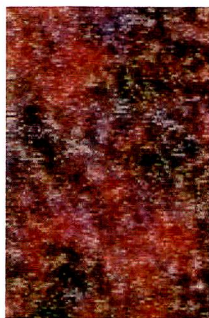
Ce qui caractérise ces procédés, tous trois à la base de la photo en couleurs, c'est qu'ils se sont révélés être d'excellentes mémoires, les images enregistrées ayant résisté au temps. On ne saurait en dire autant de milliers d'autres créés jusque dans les années 1960, ou même d'images en couleurs plus récentes encore, enregistrées par exemple sur des supports magnétiques. Mais il faut bien dire que, pendant longtemps, les fabricants de supports n'ont pas prêté une très grande attention aux problèmes de stockage à long terme des informations. Sait-on, par exemple, que les premiers enregistrements des ceintures de Van Allen en 1958, sont

tellement dégradés qu'ils sont aujourd'hui perdus ? Le besoin de conserver certaines images et des informations précieuses pour les générations futures s'est avivé à cette époque et l'on a vu, voilà une vingtaine d'années, les conservateurs de cinémathèque s'élever contre la fragilité des films en couleurs. Plus récemment, alors que les experts s'engageaient dans les recherches de la télévision à haute définition, des réalisateurs ont commencé à tourner pour elle et se sont inquiétés de la fiabilité des bandes vidéo. Atteindraient-elles seulement l'arrivée de cette télévision que l'on nous promet pour les années 95 ? Rien n'est moins certain et, finalement, ces réalisateurs sont revenus

prudemment à la pellicule Eastmancolor pour s'assurer de l'archivage de leurs œuvres.

Aujourd'hui, il semble bien que la photo et le cinéma apparaissent comme les moyens les plus sûrs de conserver des images en couleurs de haute qualité, éventuellement avec une bande sonore. Une performance qui, nous allons le voir, était impensable il n'y a pas si longtemps encore.

Au début du XX^e siècle, les plaques et les films à



Cette photo couleur a plus de 75 ans et pourtant, elle a conservé une fraîcheur remarquable. Le secret de la stabilité des teintes de cet autochrome de G. Balagny réside dans la mosaïque de filtres (visibles avec une simple loupe — photo ci-dessus) réalisant une synthèse trichrome additive (explication technique p. 114 et 115).

mosaïque du type autochrome se multiplièrent, tels l'Omnicolor de la firme Joula et le Diophtichrome de la société Guillemot en 1908, l'Agfacolor du groupe allemand Agfa en 1916 ou le Dufaycolor en 1923. Plusieurs centaines de procédés virent ainsi le jour durant la première moitié de notre siècle. Ils servirent à prendre un grand nombre de photographies. Mais toutes, sauf celles réalisées avec l'Autochrome, vieillirent très mal, les couleurs "passant" parfois en très peu de temps. Les réseaux eux-mêmes — qui étaient de gélatine bichromatée, de collodion, de matières plastiques — ne tinrent guère. Aujourd'hui on peut à peine trouver, dans des collections privées, quelques photos en Diophtichrome ou en Dufaycolor aux couleurs altérées. Seule la mosaïque des frères Lumière, constituée de grains de fécule de pomme de terre colorés, résista incroyablement au temps, nous léguant ces remarquables photographies que l'on expose et que l'on réédite aujourd'hui.

Mais lorsqu'en 1945 la société Lumière, à Lyon,

pensa améliorer l'autochrome en remplaçant les grains de fécule par des bactéries colorées, elle réalisa, en fait, une moins bonne émulsion. Sous le nom d'Alticolor, celle-ci était certes bien plus fine et plus sensible que l'Autochrome (devenue d'ailleurs Filmcolor et Lumaticolor lorsque le support plastique remplaça le verre), mais sa conservation était médiocre, les bactéries se dégradant relativement vite.

Si tous les procédés anciens, à l'exception donc de l'Autochrome, n'ont pas résisté au temps, les premiers procédés indirects, par contre, se sont révélés souvent très stables. C'est, en particulier, le cas des photographies trichromes obtenues par Louis Ducos du Hauron. Elles ont maintenant largement plus d'un siècle et présentent toujours des couleurs d'une grande fraîcheur. Cette grande qualité explique d'ailleurs le succès, auprès de certains artistes, des tirages qui, aujourd'hui, sont effectués par un procédé similaire dans les ateliers de Michel Fresson.

LA REPRODUCTION DES COULEURS...

La lumière blanche est constituée de radiations colorées que chacun peut voir dans un arc-en-ciel, celui-ci étant précisément le résultat de la décomposition de cette lumière. Tous les procédés de reproduction des couleurs (photo, cinéma, télévision, imprimerie...) font appel à cette lumière blanche qu'ils reconstituent par synthèse soustractive ou par synthèse additive. On sait toutefois, depuis Thomas Young (1804) et Hermann von Helmholtz (1852) que, pour réaliser ces synthèses, il n'est pas nécessaire d'utiliser les sept couleurs de l'arc-en-ciel, mais seulement trois: le vert, le rouge et le bleu-violet en synthèse additive, et leurs complémentaires, le magenta, le cyan et le jaune en synthèse soustractive.

● **La synthèse soustractive** fut utilisée par Louis Ducos du Hauron dès 1867. Elle peut être réalisée avec des filtres colorés. Ceux-ci, rappelons-le, laissent passer les radiations de leur propre couleur et arrêtent les autres. Ainsi, lorsqu'un filtre bleu est traversé par un faisceau de lumière blanche, il laisse passer les radiations bleues et arrête les autres. Le bleu est donc obtenu par "soustraction" des radiations vertes, jaunes et rouges de cette lumière blanche. De la même manière un filtre rouge laisse seulement passer la lumière rouge, ou un filtre jaune la lumière jaune.

Si l'on superpose deux filtres, chacun arrête une proportion de radia-

tions et la couleur de la lumière incidente résulte alors de deux filtrages successifs. Par exemple, en superposant un filtre jaune et un filtre bleu, la lumière devient verte parce que le filtre jaune arrête les radiations du spectre qui s'étendent du bleu au violet, et que le filtre bleu arrête celles qui vont du jaune au rouge. Seule la partie centrale de ce spectre, verte, n'est pas arrêtée.

En photo et en cinéma, on fait appel à trois filtres superposés matérialisés par les trois couches de gélatine colorées du film (respectivement magenta, cyan et jaune). La lumière blanche atteint donc ces trois couches. De la proportion de radiations colorées qui les traverse, dépendent les nuances de couleurs reproduites. C'est le principe de tous les films soustractifs anciens et actuels, négatifs ou positifs.

Les procédés trichromes conçus par Louis Ducos du Hauron à partir de 1867, faisaient appel à trois images monochromes distinctes. Il réalisait tout d'abord trois négatifs du sujet en le photographiant successivement à travers un filtre vert, un filtre bleu et un filtre rouge. Il en tirait ensuite trois positifs sur des laques transparentes teintées, soit un monochrome rouge à partir du négatif du vert, un monochrome jaune avec le négatif du bleu et un monochrome bleu avec le négatif du rouge. Enfin, il superposait à la main ces trois monochromes, soit sur une plaque de verre donnant une diapositive, soit sur un bois donnant une

épreuve. Les couleurs utilisées, du carmin pour le rouge, des sels de chrome pour le jaune et du bleu de Prusse pour le bleu, étaient stables puisque ces images sont toujours visibles aujourd'hui.

Les procédés soustractifs modernes sont conçus pour que les colorants se forment automatiquement dans les couches sensibles au moment du traitement. Pour cela, chaque couche comporte des sels d'argent sensibles à la lumière. Au développement, les sels impressionnés à la prise de vue se transforment en argent. En même temps, les produits d'oxydation réagissent avec des formateurs de colorants, les coupleurs. Ainsi, chaque grain d'argent en formation s'entoure de colorant. Il ne reste alors qu'à dissoudre l'argent (les laboratoires le récupèrent) pour que ne subsiste plus que ce colorant.

Le procédé Cibachrome, procédé soustractif destiné uniquement au tirage d'épreuves en couleurs d'après diapositives, est différent des autres. Les colorants ne s'y forment pas chimiquement pendant le développement: ils sont incorporés aux trois couches dès la fabrication du papier. Le choix de colorants stables est donc plus simple. Le développement consiste à détruire les colorants inutiles à l'image. Par exemple, et en schématisant, le bleu d'un ciel est obtenu en détruisant les colorants jaunes et magenta sur cette zone.

● **La synthèse additive** revient à projeter trois faisceaux lumineux colorés

Le procédé Fresson consiste essentiellement à déposer sur un support de papier des pigments inertes, de nature minérale ou métallique, qui sont parfaitement stables à l'action de la lumière. La durée de conservation est presque illimitée et dépend finalement du support employé, un papier qui doit être aussi neutre que possible.

Durant la première moitié de notre siècle, les procédés indirects de reproduction des couleurs furent aussi nombreux que les procédés directs à réseaux. Ils firent appel à des techniques de transfert comme la photographie au charbon. Mais au lieu de se contenter de pigments déposés sur une couche de gélatine, afin d'obtenir une image sans réaction chimique, ils faisaient souvent intervenir une teinture ou un dépôt de pigments dans des couches photosensibles, donc avec un processus chimique.

Les premiers procédés de ce type furent l'Uvatypie (1902) et l'Ozobrome (1906), devenu Carbro en 1919. Puis vinrent le Kodachrome (1923, émulsion bichrome de gélatine teintée, différente de l'actuel Kodachrome), le Technicolor (1923, également bichrome), le Duxochrome (1929) et le Kodak Dye Transfer (1945).

La plupart de ces procédés n'ont pas donné des images durables, soit que les processus chimiques n'aient pas été maîtrisés, soit que les colorants employés n'aient pas été stables. Seul le Technicolor et le Dye Transfer Kodak sont toujours employés aujourd'hui, parce qu'ils fournissent des images relativement stables.

A partir des années trente débuta l'ère des procédés soustractifs à trois couches que nous connaissons au-

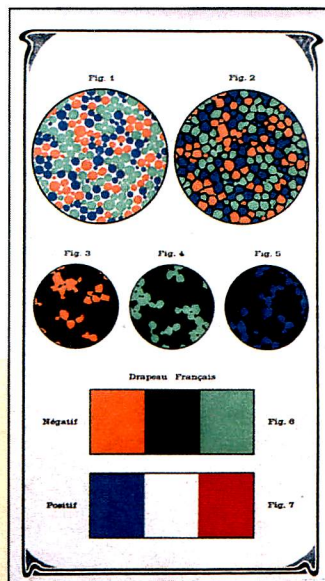
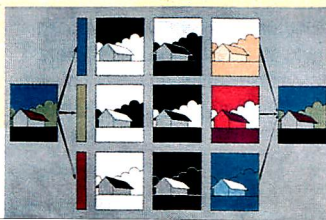
(respectivement bleu, vert et rouge) sur un écran ou sur la rétine de l'œil où ils se fondent. La coloration de ces faisceaux est obtenue par des filtres, lesquels agissent toujours selon le même principe : un filtre ne laisse passer que la lumière de sa couleur. Ainsi, lorsqu'au moyen de trois spots munis respectivement de filtres rouge, vert et bleu, on projette sur un écran blanc, dans des proportions égales, un faisceau rouge, un vert et un bleu, la lumière blanche est reconstituée (l'écran reste blanc). En modulant l'intensité de chaque faisceau, on crée les diverses couleurs (le noir étant obtenu par l'extinction des trois sources lumineuses). En cinéma, de nombreux procédés additifs ont été utilisés : ils ont tous été éliminés à partir de 1938 au profit des procédés soustractifs. En photo, le plus connu des procédés additifs, l'autochrome Lumière, occupa pratiquement le marché de la couleur de 1918 à 1940. Il était constitué d'une émulsion noir et blanc revêtue d'une microscopique mosaïque de filtres colorés rouges, verts et bleus. La fusion des fractions d'image située sous chaque filtre se faisait sur la rétine de l'œil, y réalisant la synthèse additive.

Aujourd'hui, il n'existe plus sur le marché qu'un seul film additif à mosaïque : le Polachrome de Polaroid. Observons enfin que la télévision en couleurs utilise aussi la synthèse additive : la mosaïque de filtres est constituée des photophores disposés sur l'écran du téléviseur et qui sont parfaitement visibles à la loupe.

...ET SES PROCÉDÉS

Avec le film soustractif (Kodachrome, Agfacolor) l'image du sujet atteint les trois couches du film après avoir été filtrée. Le filtre bleu de la première couche ne laisse passer que la lumière bleue du ciel, laquelle impressionne l'émulsion. Après développement, on observe donc seulement un noircissement au niveau de l'image du ciel : c'est le négatif. Le film est inversé pour donner le positif : à cet effet, on dissout l'argent de l'image du ciel, qui devient donc blanc, puis on développe les sels d'argent qui n'avaient pas été impressionnés, ce qui donne un noircissement. La couche est alors teintée de la couleur complémentaire du bleu, donc en jaune.

Le processus est le même pour les autres couches. La seconde, filtrée au vert, n'enregistre que l'image des arbres verts. Après développement et inversion, elle est teintée de magenta. La troisième, filtrée au rouge, n'enregistre que le rouge du toit. Elle est teintée en cyan après la phase d'inversion. La diapositive finale comporte donc respectivement les images jaune, magenta et cyan qui reconstituent les couleurs du sujet lorsqu'elles sont traversées par la lumière blanche.



Pour comprendre le film additif (autochrome) voici un schéma qui était proposé par la société Lumière au début du siècle. Dans un premier cercle, on distingue la mosaïque de filtres rouges, verts et bleus de l'autochrome. Sur l'émulsion noir et blanc, cette mosaïque est collée en même temps que des particules de charbon distribuées entre les filtres pour empêcher le passage de toute lumière parasite (cercle de droite). La seconde ligne de cercles montre qu'une microscopique parcelle d'image se forme sous chaque filtre, ce qui se traduit après développement par un noircissement (l'argent métal) qui empêche la lumière de passer. Ailleurs, les sels d'argent non impressionnés laissent passer cette lumière : ils correspondent à l'image négative, donc en couleurs complémentaires du sujet (la synthèse additive donne ainsi à cet instant un drapeau jaune, noir, bleu). On inverse alors le film, ce qui revient à dissoudre l'argent puis à développer les sels d'argent non impressionnés. Ceux-ci donnent l'image complémentaire de la première et le drapeau retrouve ses couleurs : bleu, blanc, rouge.

jour d'hui. Le premier, le Kodachrome, nous l'avons vu, fut commercialisé en 1936 dans une première version pour le cinéma. L'Agfacolor fit son apparition sur le marché un an plus tard.

Depuis, les films à trois couches se sont multipliés et l'on peut mentionner l'Ektachrome (1946), l'Anscochrome, le Gévacolor, le Ferraniacolor, l'Adoxcolor, l'Ilford-Colour. Tous sont inversibles (donnant des diapositives de projection).

Le premier négatif, de même structure, l'Agfacolor, vit le jour en 1940 pour le cinéma. Il fut suivi par le Kodacolor (1942), le Sovcolor (pour le cinéma en URSS en 1945), l'Ektacolor (1948), l'Eastmancolor (pour le cinéma, 1950).

La plupart de ces émulsions sont du type à coupleurs incorporés, agents qui permettent aux colorants de se former durant les réactions chimiques du développement chromogène. Deux émulsions, le Kodachrome et l'Ilford-Colour, ne possèdent pas de coupleurs dans leurs couches : ils sont incorporés

ques tiraient leurs copies d'exploitation en Technicolor, seule pellicule qui ait fournie les preuves de sa stabilité. Les négatifs couleurs, quant à eux, particulièrement économiques, n'étaient employés que pour la prise de vues.

Les émulsions à coupleurs non incorporés comme le Kodachrome se sont révélées plus résistantes au temps que celles à coupleurs incorporés. Nous possédons plusieurs milliers de diapositives Kodachrome, dont certaines ont plus de quarante ans et qui, pour la plupart, ont conservé leurs couleurs et ne semblent pas avoir beaucoup évolué. Toutefois, on ne peut affirmer que le fait que le Kodachrome soit un procédé sans coupleurs incorporés, explique à lui seul sa stabilité. Dans nos archives, il y a aussi quelques centaines d'Agfacolor réalisés de 1947 à 1952 dont aucun n'a subi d'altération sensible. Or, l'Agfacolor est à coupleurs incorporés. Il est donc probable que la nature des colorants employés ait joué un rôle.

De ce point de vue, en cherchant à améliorer leurs émulsions, les fabricants ont souvent compromis leur stabilité. Nous avons déjà mentionné l'exemple de Lumière lorsqu'il transforma l'autochrome en Alticolor. Ce fut aussi le cas de la société Agfa lorsque, vers 1954, elle augmenta la finesse et la sensibilité de l'Agfacolor : la résistance au vieillissement des couches colorées fut compromise. Les Agfacolor inversibles des années 1955-58 ont subi des altérations profondes.

Si les films et les papiers sous-traités modernes sont du type à coupleurs, il est tout de même un procédé, le Cibachrome, qui relève d'une autre technique. Destiné au tirage d'épreuves d'après diapositives, le Cibachrome ne produit aucun colorant durant le traitement. Ceux-ci sont incorporés aux couches dès leur fabrication, lesquelles sont ainsi teintées respectivement en jaune, magenta et cyan. Ces colorants ont été choisis pour leur transparence spectrale et leur résistance. Le processus de traitement conduit à décolorer plus ou

moins chaque couche. Le recours à des teintures a facilité la recherche de substances stables. Toutefois, cette stabilité peut encore être compromise par le traitement, par la qualité du support, par la permanence de la fixation des couches sur ce support. De ce point de vue, il faut observer que nous n'avons aucune information sur les dernières émulsions Cibachrome à support plastique.

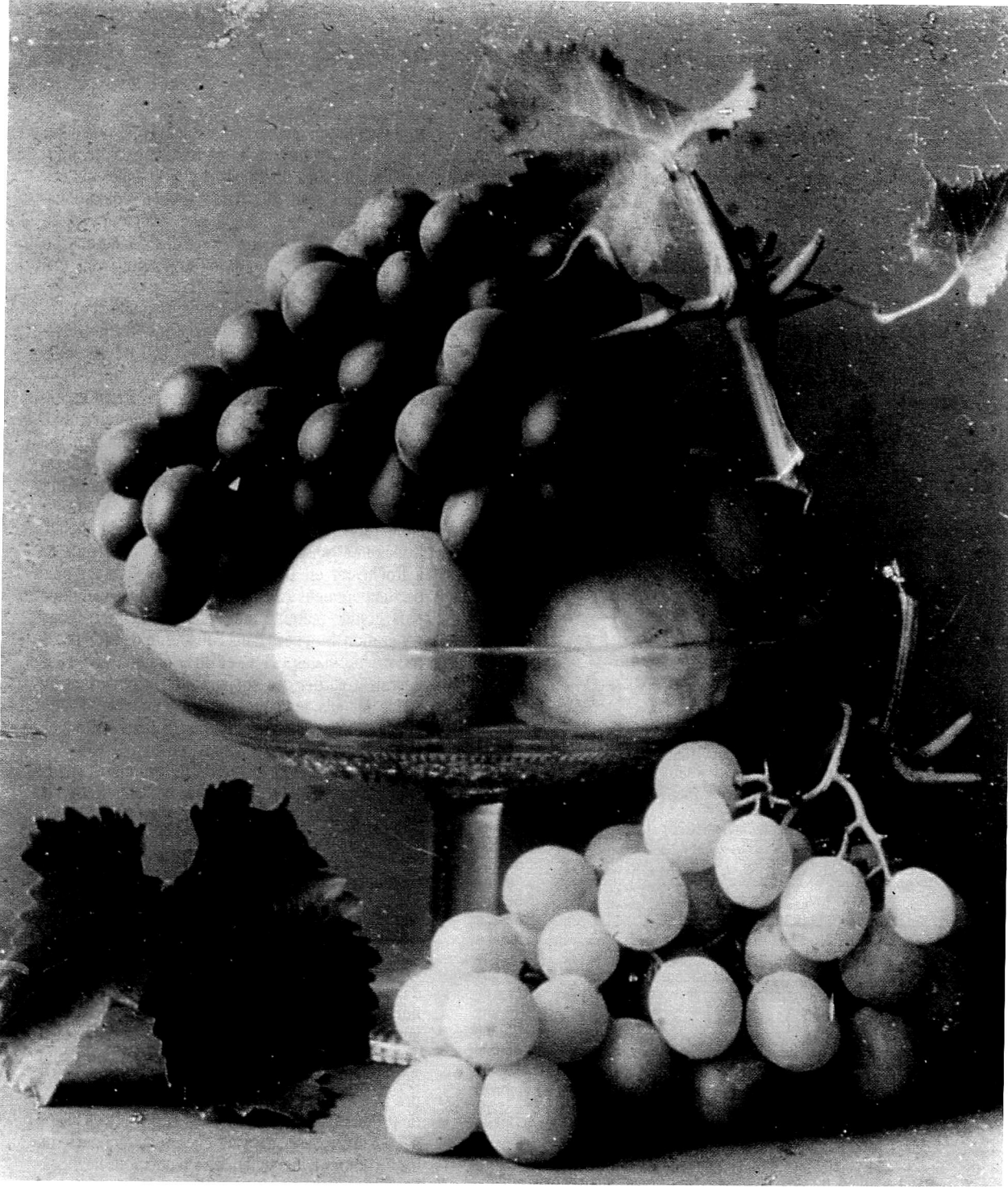
1869. La première photo stable en couleurs, réalisée par Louis Ducos du Hauron, reste intacte aujourd'hui après pourtant 120 années d'existence.



Éricromie rétrospective - Ancienne mail.
Feuilles et fleurs de fleurs par contact, 1869.

Louis Ducos du Hauron

aux bains de traitement. Du point de vue de la stabilité des couleurs, les films à coupleurs incorporés de la première époque (jusqu'en 1960 surtout) furent souvent mauvais. Quelques mois suffisaient parfois pour que les couleurs basculent vers le violet ou le jaune, ou pour que l'image soit détruite. À partir de 1956, pour pallier la mauvaise tenue des procédés, beaucoup de sociétés cinématographi-



1935. Nature morte sur film Dufaycolor à mosaïque. En vieillissant, cette photo a perdu la vivacité de ses couleurs, signe d'une détérioration lente et irréversible.

1948. L'église russe de Nice photographiée sur film Lumicolor. Sur ce film dérivé de l'autochrome, les grains de féculé sont remplacés par des bactéries colorées. Résultat : il a moins bien résisté au temps.

Parmi les procédés de photographie en couleurs, il faut encore mentionner la photo à développement instantané : Polacolor (1963), Polaroid SX-70 (1974) et Système Image depuis trois ans. Les images y sont obtenues directement, par formation puis transfert des colorants dans les couches.

Les premières images Polacolor et Polaroid SX-

70 étaient peu stables. Mais leur résistance au temps devrait être améliorée par l'emploi de colorants métalliques annoncés il y a quelques années par Polaroid. Toutefois, il ne semble pas, pour l'instant, que cette stabilité soit plus grande que celle des procédés classiques. Dans des conditions de vieillissement accéléré, en effet, nous n'avons pas observé de différences sensibles.

Revenons aux procédés conventionnels, tout d'abord les émulsions inversibles. Elles se sont fortement améliorées dans les années 1970. Certes, nous n'avons pas un grand recul pour en juger. Mais l'expérience des films de ces quinze dernières années montre que les diapositives rangées au frais, à l'abri de la lumière et des agents chimiques de l'environnement, n'ont pas subi de grosses altérations. Il faut aussi observer que les fabricants ont inclus le problème de la stabilité des couleurs à leurs recherches. Dès les années 1970, la société Kodak indique dans l'une de ses brochures (publiée à Rochester en 1979) que ses émulsions, et plus particulièrement les Ektachrome E6, possèdent une plus grande stabilité que celles de la précédente génération. Stockées dans l'obscurité dans des conditions normales (21 °C et 40 % d'humidité), elles devraient garder des couleurs normales durant un siècle. Depuis, les colorants ont à nouveau bénéficié de progrès. Ceux-ci sont particulièrement significatifs pour les films de copie cinéma.

Dès 1981, le Dr Charlton Bard, responsable de la stabilité de l'image au sein de Kodak, annonçait à la SMPTE (*Society of Motion Pictures and Television Engineers*) qu'en retenant comme base de calcul une perte de densité de 0,2 du colorant cyan (le moins stable), on prévoit cette perte de 0,2 en 10 ans avec les films de tirage des années 1970, contre 500 ans avec le nouveau film de tirage LFSP créé en 1981. A 7 °C, la perte de 0,2 interviendra en 100 ans avec le film ancien, alors qu'il faudra des milliers d'années avec le film LFSP. Par suite de cette amélioration de la stabilité du cyan, c'est le colorant jaune qui est devenu le plus fragile, c'est-à-dire qu'il sera le premier à subir une modification. Au début des années 1980, on prévoyait qu'il faudrait attendre 40 à 50 ans pour constater une perte de densité de 0,2 du colorant jaune à 24 °C, et de 400 à 500 ans à 7 °C. Le Dr Bard précisait encore qu'une perte de 0,2 du colorant jaune peut être tenue pour négligeable et non perceptible à l'œil sans référence.

Rappelant les quatre méthodes de production des copies commerciales : le tirage direct à partir du négatif original ; la confection d'un duplicata négatif à partir duquel on réalise les copies commerciales ; le système du double contretype et la réalisation de sélections positives noir et blanc, le Dr Bard soulignait encore les avantages de ces deux dernières.

La méthode du double contretype consiste, par-

DURÉE DE VIE DE QUELQUES FILMS ET ÉPREUVES EN COULEURS

I - Diapositives en archive

Gévacolor (traitées en 1950-1970)	1 an
Agfacolor (fabrication Wolfen 1954-1959)	5 ans
Agfacolor (fabrication Leverkusen 1950-1960)	6 ans
Ferranicolor Dia 28 (1969-1970)	6 ans
Fujichrome R 100 (1968-1970)	6 ans
Ektachrome (1954-1960)	6 ans
Ektachrome X (1967-1970)	8 ans
Alticolor Lumière (1954-1955)	8 ans
Lumicolor Lumière (1947-1950)	15 ans
Kodachrome (1947-1961)	15 ans
Kodachrome II et X (1962-1970)	20 ans

II - Films et papiers photo

Ektachrome Professionnel (type E4 ; avant 1974)	6 ans
Kodacolor II (négatif ; année 1970)	6 ans
Agfachrome 64 et 100 (1981)	6 ans
Fujicolor F-II et F-400 (négatif ; avant 1977)	6 ans
Ektacolor 74 RC (papier couleur ; 1980)	8 ans
Ektacolor 37 RC (papier couleur ; 1980)	8 ans
Ektachrome 14 (papier couleur ; 1980)	10 ans
Kodacolor 400 (négatif ; 1977)	10 ans
Fujichrome 100 (inversible ; 1980)	10 ans
Ektachrome X (inversible ; avant 1975)	20 ans
Ektachrome HS (avant 1975)	20 ans
Ektachrome 64-100 (1975)	50 ans
Kodachrome II et X (1974)	50 ans
Ektachrome Duplicating (1980)	50 ans
Fujichrome 100 (1980)	50 ans
Kodachrome 25 et 64 (1980)	90 ans
Kodak Dye Transfer (papier ; 1980)	300 ans
Cibachrome (support papier seulement ; 1980)	300 ans

III - Cinéma professionnel

Eastman Color 5383	10 ans
Eastman Color 5243	45 ans
Gevacolor Print 982	45 ans
Eastman Color 7379	500 ans

Le groupe I est constitué de films que nous avons en archives depuis 20 à 40 ans aux températures d'un appartement, dans l'obscurité. La durée de vie correspond ici aux premières altérations perçues à l'œil (légère dominante ou léger voile) sur plus de 20 % des vues (sur un total général d'environ 5 000).

Le groupe II est constitué de films essayés en laboratoire (films dans l'obscurité à 24 °C et 40 % d'humidité relative). Ces essais ont été faits par Eastman Kodak, ou par Henry Wilhelm, spécialiste américain de la recherche sur la stabilité des couleurs et membre de l'*American National Standards Institute*. Les durées de vie correspondent à une altération des couleurs de 10 % (c'est-à-dire à une perte de densité de 0,1 pour l'une des 3 couches).

Le groupe III est constitué de films de cinéma testés par Kodak et Agfa Gevaert, également pour l'hypothèse d'un archivage en obscurité, à 24 °C et 40 % d'humidité relative. Les durées de vie correspondent aussi à une perte de 10 % de l'une des couches.



UN BANC D'ESSAI DE 20 ANS

Fin 1967, Kodak introduit dans ses papiers de tirage Kodachrome et Kodacolor des substances destinées à ralentir fortement la destruction des colorants par l'ultraviolet. Mais en 1968, *Science & Vie* publie un banc d'essai de ces papiers comparés aux autres. Dans ce test, un jeu d'épreuves est soumis au rayonnement ultraviolet d'une lampe au xénon durant 72 heures. Résultat : une forte destruction des colorants des papiers classiques (Anso, Agfa, Ferrania) et une résistance élevée des papiers anti-UV de Kodak. Puis ces épreuves et les diapositives ayant servi à les tirer sont archivées à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur. Juillet 1988, nous avons ressorti ces épreuves et ces

diapositives, 20 ans après, et nous publions ici les 6 les plus caractéristiques avec une diapositive Kodachrome (**ci-dessous**). Les conclusions : tout d'abord, cet original Kodachrome ne semble pas avoir vieilli, ses couleurs étant saturées. A l'inverse, les épreuves ont perdu un peu de contraste et de brillance. Elles ont toutefois bien résisté au temps. Pour chaque marque (Kodachrome, Anso Printon et Agfacolor) nous retrouvons les deux épreuves de

1968 : celle de référence qui n'avait pas été exposée au xénon et l'épreuve qui avait subi le vieillissement. Première question : les dégradations importantes provoquées par l'ultraviolet ont-elles amorcé une autodestruction rapide ? La réponse est négative : les tirages exposés ont évolué sensiblement de la même manière et, finalement, de façon peu visible. Il n'en reste pas moins que l'Agfacolor, et surtout l'Anso, ont plus mal vieilli que le tirage Kodachrome. Aujourd'hui, le procédé Anso a disparu et les autres papiers ont bénéficié d'améliorations importantes avec de nouveaux colorants. Les amateurs peuvent donc espérer une vie largement allongée pour leurs photos.



tant du négatif original, à opérer en deux étapes en passant par le film Eastman Color Intermediate II (5243) pour aboutir à la copie. Or ce film a une excellente stabilité des colorants : à 24 ° et avec une humidité relative de 40 %, on prévoit une perte de densité de 0,2 en 45 ans. A 7 °, cette perte n'interviendrait que dans 600 ans. A -10 °, il faudrait des milliers d'années.

Un autre grand fabricant de film, Agfa-Gevaert, annonçait des progrès similaires fin 1982 en ce qui concerne ses films Gevacolor Print 982. Sur la base d'essais de vieillissement accélérés, les techniciens indiquaient que les images d'un film Gevacolor Print, conservées à une température constante de +5°C avec une humidité relative de 40 %, ne présenteront une perte de densité de l'image originale cyan de 0,1 qu'après 44 ans. La même perte de densité ne sera perceptible pour l'image de colorant jaune qu'après 58 ans et qu'après 137 ans pour l'image de colorant magenta.

Pour un film stocké à plus basse température, la perte de densité est tellement ralentie qu'il est nécessaire d'attendre 400 ans pour l'observer avec les colorants cyan et jaune, et de

1 200 ans dans le cas du colorant magenta !.

L'altération d'une image en couleurs dépend donc de nombreux facteurs. Ce sont tout d'abord les conditions de fabrication (choix du support et des colorants notamment) et les conditions de traitement. Ce sont ensuite les agents extérieurs : la lumière, l'humidité, la chaleur et certains produits chimiques. Ces derniers, en particulier, peuvent se trouver dans l'atmosphère des villes ou des zones industrielles. Ils provoquent des oxydations, des réductions ou des sulfurations : acide sulfhydrique, hydrogène sulfureux, dioxyde de soufre. Des matières plastiques instables peuvent dégager des peroxydes très dangereux pour les couches colorées. Certains vernis dégagent des solvants volatils également nocifs.

Dans des conditions de température et d'humidité déterminées, d'autre part, peuvent se développer des micro-organismes et des moisissures à la surface des émulsions.

Pour prolonger la vie des images (films, diapositives, papiers) il faut éliminer ou réduire les causes de destruction lente des couches colorées. Des normes de conservation ont été établies pour les documents précieux à archiver. Ainsi, la Fédération internationale des archives du film préconise-t-elle une température de l'ordre de -7°C pour les émulsions en couleurs. En France, les films sont déposés au Service des archives du film dans le fort de Bois

DEUX FAÇONS DE BIEN VIEILLIR...



1948. Kodachrome du port de Nice. Malgré son aspect bleuté, cette diapositive a conservé intactes ses couleurs. Les tons froids étaient courants à l'époque avec les photos prises sans filtre UV par ciel très pur. Aujourd'hui, un filtrage ultraviolet est incorporé à tous les films.



1953. La tonalité froide se retrouve sur le Kodachrome d'un champ de jasmin à Grasse. Mais ici, l'extrême pureté des blancs de la diapositive montre que l'équilibre des couches colorées n'a pas bougé en 35 ans.

d'Arcy près de Paris. Des casemates y ont été construites afin de maintenir les films dans l'obscurité et dans un air conditionné à température constante. Leur capacité est de 500 000 boîtes de pellicule 35 mm.

Ces conditions d'archivage sont onéreuses, ne serait-ce que pour maintenir une basse température. Elles ne sauraient donc convenir aux amateurs. Ceux-ci peuvent cependant obtenir une longue conservation de leurs photos en couleurs (avec les films actuels, largement au-delà d'une vie humaine) en prenant les précautions suivantes :

Protection contre la lumière et la chaleur. Pour ranger les photographies, il faut éliminer les pièces trop chauffées, les meubles proches des radiateurs ou recevant le soleil d'été.

On peut enfermer les diapositives dans les boîtes utilisées par les fabricants pour les livrer, puis placer ces boîtes dans un meuble hermétique à la lumière.

Les tirages sur papier peuvent être rangés dans une boîte en carton neutre ou dans un album, avant d'être enfermés dans un meuble. En ce qui concerne la température, un stockage à 17 - 21 °C est satisfaisant pour les films actuels. Il faut se méfier d'un stockage en réfrigérateur à cause de l'humidité relative qui y est toujours élevée.

L'archivage en congélateur ou chambre froide à -18 °C arrête toute évolution des colorants (diapositives ou négatifs). Mais il faut commencer par glisser les images dans des emballages spéciaux thermo-collables, les placer dans une atmosphère à 21 °C dont l'humidité relative se situe entre 25 et 35 %, puis sceller ces emballages au fer chaud. Après quoi, les paquets peuvent être stockés à -18 °C.

Protection contre l'humidité. Il est indispensable d'archiver les photographies en couleurs dans un lieu sec. Une humidité de 40 à 60 % est acceptable (l'idéal, difficile à obtenir, serait de 25 à 40 %).

Protection contre les contaminations chimiques. Dans certains locaux, la pollution atmosphérique et les émanations de vapeurs nocives pour les couches colorées sont les agents destructeurs les plus sournois et les moins prévisibles. Le stockage dans les zones industrielles n'est pas recommandé, à moins de pouvoir contrôler la composition de l'air et de filtrer celui qui pénètre dans le local de rangement. Cela n'est guère concevable en appartement, mais peut être nécessaire pour un organisme qui a la charge d'assurer la bonne conservation d'une précieuse photothèque.

...OU DE MAL VIEILLIR

1959. L'image peut tout d'abord prendre une dominante comme ce Geva-color devenu magenta avec le temps. Le phénomène provient d'une détérioration inégale des trois couches du film.



1966. L'image peut aussi s'effacer progressivement, sans laisser apparaître de dominante visible, comme c'est le cas avec cet Adoxcolor montrant la Seine gelée à Paris. Ce sont alors les trois couches qui s'altèrent de la même façon.

Certains composés, nous l'avons vu, sont capables de dégager des gaz provoquant des réactions chimiques destructives dans les couches colorées. Ce sont des matières plastiques, des solvants, des cartons ou des bois résineux. Les matières plastiques hygroscopiques (qui absorbent l'humidité de l'air) sont également nocives :

- les meubles ou boîtes récemment vernis ou peints (notamment avec des laques acryliques, des vernis contenant des solvants et des catalyseurs) ;
- les boîtes en plastiques non stables à base de nitrate, de polyvinyle ;
- les boîtes et meubles métalliques s'oxydant ;
- les pochettes en chlorure de polyvinyle, en papiers cristal ou kraft riches en lignine (ceux-ci dégagent des acides et des peroxydes) ;
- les colles acryliques, les adhésifs hygroscopiques ;
- les caoutchoucs.

On peut employer, par contre, les boîtes de diapositives livrées par les laboratoires de traitement, les pochettes en polyester (se méfier toutefois de celles qui sont trop hermétiques et qui risquent d'emprisonner de la vapeur d'eau). De ce point de

vue, il faut éviter de trop serrer les pochettes contenant des diapositives, afin que l'air puisse circuler librement à l'intérieur.

Pour une bonne conservation, la mise sous verre des diapositives est déconseillée... à moins que la monture ne soit pas hermétique, laissant circuler l'air et permettant l'élimination de l'humidité.

Lorsqu'on observe des altérations de couleurs sur des photos anciennes, souvent prises avant les années 1970, et auxquelles

on attache de l'importance, le mieux est d'en tirer une copie sur un film moderne. Les meilleurs résultats sont obtenus sur un film spécial comme l'Ektachrome Duplicating. On peut aussi utiliser un négatif couleur qui facilitera les tirages sur papier. Mais les négatifs couleurs semblent actuellement moins stables que les films inversibles et, surtout, leurs altérations ne sont pas perceptibles à l'œil à cause de la présence des masques incorporés (qui leur donne une couleur rouge-orangée tout à fait caractéristique).

En ce qui concerne la finesse du détail et le contraste, la duplication d'une photo, comme la duplication de tous autres documents, est source de perte de qualité. Avec les films de duplication,

ces pertes sont fort heureusement infimes et négligeables. En ce qui concerne la restitution des couleurs, dans certains cas la duplication permet au contraire des améliorations. Par le jeu des masques et des filtrages, il est possible d'éliminer une dominante et de rétablir l'équilibre normal des couleurs. Dans les cinémathèques, on restaure de la sorte de vieux films en couleurs.

Une autre technique de copie réside dans le transfert d'un film sur bande magnétique ou sur vidéodisque. Les services d'archivage ont déjà recherché si le transfert de films sur support vidéo ne serait pas une technique bon marché de conservation du patrimoine cinématographique. Pour l'instant les essais se sont révélés des plus décevants : mauvaise qualité des images tant du point de vue de la finesse du détail que du rendu des couleurs. De plus la conservation des images en vidéo est bien moindre qu'en photo ou cinéma. Il n'est pas exclu, à l'avenir, que la vidéo à haute définition et les procédés numériques de stockage de l'information permettent d'accroître les performances actuelles (définition, couleur et temps de conservation).

D'une façon générale, les enregistrements sur bande magnétique sont de durée limitée, une dizaine d'années au mieux. Par exemple, les archives des images du satellite SPOT ne garantissent une conservation sûre des documents (donc exploitables de façon fiable) que sur dix ans. Si les conditions de stockage ne sont pas rigoureuses, les enregistrements peuvent être détériorés en quelques années. S'il s'agit d'une bande sonore, l'oreille humaine peut tolérer bien des défauts (n'écoutez-t-on pas la radio en automobile malgré la présence de parasites ?). Mais s'il s'agit d'une bande vidéo les altérations sont vite insupportables à l'œil car elle se traduisent sur l'écran par des pluies de points colorés et des pertes de synchronisation.

La compagnie BASF recommande de stocker les cassettes vidéo verticalement pour éviter tout dommage au bord inférieur de la bande. Il importe de protéger efficacement ces cassettes de la poussière et de toutes contraintes physiques. Il faut éviter les changements brutaux de température et d'hygrométrie. Lorsqu'on passe d'un local à un autre où règnent des températures très différentes, il faut laisser la bande "s'acclimater" à la température ambiante au moins durant 4 heures pour éviter les risques d'étirement et de distorsion. Le meilleur environnement d'une bande magnétique réunit les conditions suivantes : température de 0 à 50 °, humidité relative de 20 à 80 %, absence de champ magnétique parasite (éviter la proximité de haut-parleurs, d'amplificateurs, de moteurs électriques...), absence de vibrations externes (moteurs par exemple), local très propre.

Lorsqu'une bande est stockée plus de 6 mois, il est recommandé de la faire défiler et de la rebobi-

DURÉE DE VIE DE QUELQUES SUPPORTS D'INFORMATION

Pierre	7 000 ans
Papyrus	3 000 ans
Parchemin	2 000 ans
Papier (neutre)	1 000 ans
Support polyester	1 000 ans
Support triacétate de cellulose	300 ans
Vidéodisque optique ...	100 ans
Bande magnétique	10 ans

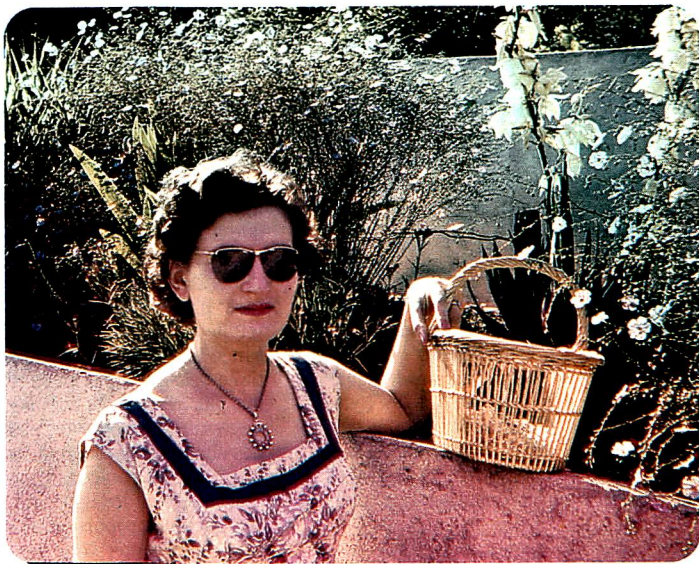
ner avant de procéder à une lecture ou à un enregistrement. A côté des bandes magnétiques existent aujourd'hui des disques, mécaniques (microsillon), magnétiques ou optiques (notamment à lecture laser). La durée de conservation des vidéodisques, disques compacts et disques compacts vidéo est meilleure que celle des bandes. La matière du support est suffisamment stable sur une centaine d'années. Toutefois des incidents peuvent compromettre cette durée de vie, comme cela s'est d'ailleurs produit pour les disques compacts de première génération : oxydation ou décollement du revêtement métallisé. Les fabricants affirment que ces défauts de jeunesse sont aujourd'hui éliminés. Il faudra cependant observer le comportement des disques sur quelques dizaines d'années avant de se prononcer.

Dans le domaine du vidéodisque, les laboratoires étudient de nouveaux matériaux composites, tel le

En définitive, les technologies de l'image électronique sont encore loin d'assurer aux images une qualité et une vie aussi élevées que la photographie. Il faut cependant observer que cette technologie est encore très jeune, à peine une vingtaine d'années, alors que la photo a derrière elle 150 ans de recherches, dont 120 pour la couleur. Il est certain que de gros progrès seront réalisés d'ici la fin du siècle car le marché potentiel des techniques d'enregistrement opto-numériques est trop important pour que les moyens nécessaires à ces progrès ne soient pas mis à la disposition des laboratoires.

Malgré tout, on peut se demander si la photo et le cinéma ne garderont pas une situation privilégiée, non seulement en raison des qualités intrinsèques de leurs supports (bas prix, durée de vie possible de plusieurs siècles, qualité d'image en couleurs supérieure à la télévision haute définition ou au vidéo-

Ce Gevacolor de 1962 a basculé vers le magenta. Pour le sauver, une copie a été tirée sur Ektachrome avec des masques pour rétablir l'équilibre des couleurs et supprimer cette dominante rouge. Mais cette technique ne peut être utilisée à tout coup dans la mesure où elle est onéreuse.



tellure-sélénium dopé à l'arsenic, destinés à la réalisation de vidéodisques effaçables. Ils examinent en particulier les réponses de ces matières au vieillissement et, dès maintenant, celles-ci se révèlent supérieures à la bande magnétique. Des tests réalisés par Philips ont montré que le stockage d'informations sur ces disques pouvait être garanti au moins dix ans sans conditions particulières. Dans une salle climatisée cette durée est beaucoup plus longue. D'autres matériaux opto-magnétiques comme les composés gadolinium, fer, cobalt, sont à l'étude pour la même application. Des recherches sont poursuivies actuellement sur la durée de vie des informations que ces nouveaux supports permettent d'enregistrer.

disque), mais aussi à cause de la possibilité d'une visualisation directe des images. En effet, les supports magnétiques et opto-électroniques exigent un codage de l'information et un matériel de lecture spécifique. Chaque fois que les standards changent, qu'une nouvelle technologie apparaît, les enregistrements anciens se périment très vite et ne sont plus exploitables. Combien d'enregistrements magnétiques utilisant des standards antérieurs au VHS ou au Beta peuvent-ils encore être lus aujourd'hui ? Alors qu'en photo, nous pourrions toujours regarder les images de Louis Ducos du Hauron ou les plaques autochromes Lumière, quels que soient leurs formats.

Roger Bellone

SCIENCE JEUX

Chambre claire

PHYSIQUE AMUSANTE

*Si vous savez écrire, vous savez dessiner ;
le célèbre slogan de la méthode ABC a le mérite
de bien poser le problème puisque l'écriture
est déjà une forme de dessin.*

Tirer correctement une ligne d'écriture est un premier pas vers le tracé des formes, mais l'en-nui, c'est qu'il manque encore le respect des proportions et le sens de la perspective.

Apparemment, c'est ce qu'il y a de plus dur à acquérir puisque les Egyptiens qui savaient écrire — en cunéiforme — n'ont jamais su restituer convenablement la silhouette d'un pharaon. Les fresques et bas-reliefs qui ornent les Pyramides sont admirables ; leurs dessinateurs ont su donner un tel réalisme aux scènes représentées qu'on a pu reconstituer la plupart des outils et des instruments.

Dès qu'il s'agissait de peindre des hommes ou des animaux, ce réalisme leur faisait défaut : leurs personnages sont presque toujours représentés le visage et les pieds de profil, mais les épaules de face, ce qui n'est pas très conforme à la réalité. Par contre, il n'y a jamais eu de pareilles erreurs en sculpture ; sans doute est-ce dû au fait que la sculpture colle au réel puisqu'elle reproduit en 3 dimensions des objets qui ont bien 3 dimensions (hauteur, longueur, largeur).

Le dessin, lui, vise à étaler sur 2 dimensions seulement ce qui en possède 3 dans la réalité ; or, projeter un espace à 3 dimensions sur un espace à 2 dimensions relève d'une abstraction mathématique

qui a mis longtemps à être codifiée et formulée parce qu'elle n'est en rien naturelle. Il ne faut donc pas s'étonner que, même au moyen-âge, les maisons aient même taille que les habitants.

La capacité de représenter les 3 dimensions de l'espace sur la surface plane (2 dimensions) d'une feuille de papier date de la Renaissance (codifiée en 1436 par Alberti : le dessin en perspective n'existait pas avant dans aucun pays). Il s'agissait alors pour les peintres et dessinateurs de reproduire l'effet de profondeur en construisant géométriquement les lignes de fuite et l'étagement proportionnel des objets comme nos yeux les perçoivent.

Pour y parvenir, certains diposaient devant le sujet un cadre

muni de fils disposés selon un carroyage ; ce même carroyage était reporté sur la feuille de dessin et l'artiste reproduisait à l'estime les angles formés par les lignes de fuite, ce qui l'aidait considérablement à construire les grandes masses de son sujet. Mais cette technique délicate ne pouvait s'adresser qu'à des dessinateurs déjà fort habiles.

Une autre solution consistait à projeter le sujet sur une feuille de papier huilé (un genre de calque) à l'aide d'une chambre noire dont l'objectif était un simple trou (sténopé) ; le dessin consistait alors à suivre les traits du modèle projeté et devenait, du moins pour les grandes lignes, un simple décalque. Mais le dispositif souffrait d'un grave défaut : l'image produite était très peu lumineuse et devait être observée dans l'obscurité absolue.

Cela obligeait le dessinateur à cacher sa tête et l'écran huilé sous un capuchon de toile noire épaisse (comme le faisaient, et pour les mêmes raisons, les premiers photographes). Restait à trouver une solution différente utilisable par tous et partout. Pour cela, il fallait créer une image virtuelle du sujet et la faire apparaître sur une feuille de papier. Le dessinateur, même débutant, serait alors capable de restituer le sujet en suivant ses lignes avec un simple crayon.

Une solution consiste à utiliser un prisme taillé de façon à être semi-réfléchissant sous l'angle auquel il sera utilisé. En disposant l'œil convenablement, l'image du sujet est visible en même temps que le crayon sur la feuille de papier. Le prisme est monté sur un support articulé, fixé sur la table, ce qui permet de l'incliner convenablement. Ce système, connu depuis longtemps, fut nommé chambre claire par opposition à son ancêtre, la chambre noire.

Il est toujours utilisé et on peut le trouver dans le commerce ; son principal inconvénient reste son prix, justifié par la précision du prisme et par la construction du support articulé. Par chance, l'optique nous offre un autre moyen d'arriver au même résultat en utilisant les propriétés des lames semi-réfléchissantes en lieu et place des réflexions et réfractions au sein d'un prisme. Notre montage repose

AU LECTEUR

Des impératifs rédactionnels nous obligent à réduire le nombre de pages réservées aux jeux dans Science & Vie. Aussi ne trouverez-vous plus dans nos colonnes la rubrique Le "micro" de l'ingénieur. Par ailleurs, les rubriques Informatique amusante et Informatique pratique vous seront proposées un mois sur deux, alternativement.

d'ailleurs sur cet autre moyen.

Pour être juste, toute surface transparente polie est plus ou moins réfléchissante, et le meilleur exemple est fourni par le verre qui garnit toutes les fenêtres. En plein jour, dans une rue normalement éclairée, on ne voit pratiquement rien à travers les vitres d'un rez-de-chaussée ; mais on voit très bien les maisons d'en face se refléter sur ces vitres.

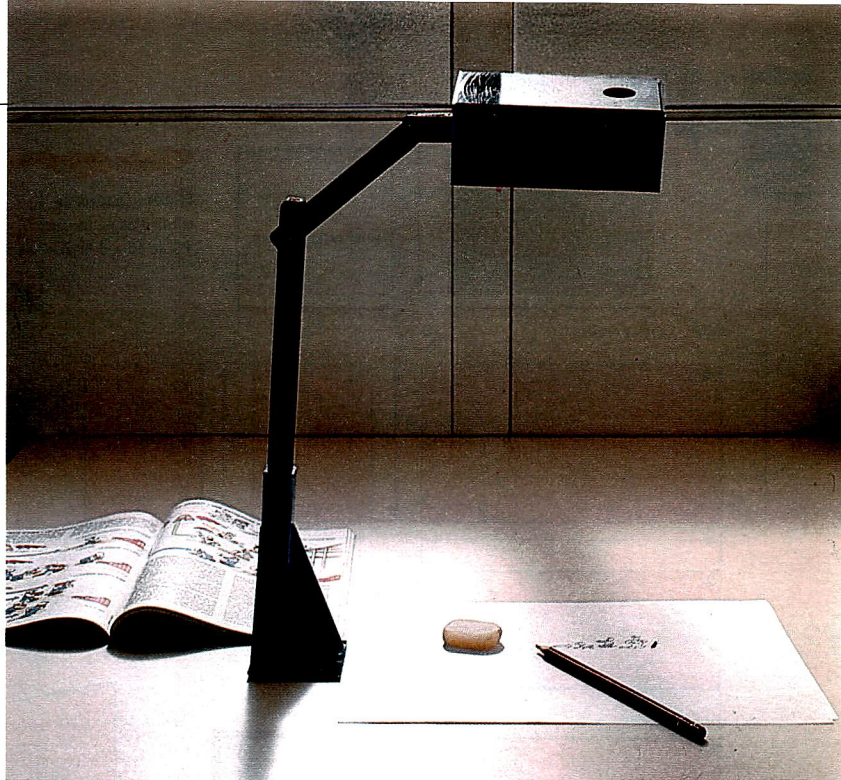
En revanche, il suffit que l'occupant des lieux allume la lumière chez lui pour qu'on distingue fort bien l'intérieur de la pièce. Pour peu que le soir tombe, le reflet de la rue sur les fenêtres devient de moins en moins important alors que le mobilier à l'intérieur se verra de mieux en mieux. Bien entendu, le verre n'a pas changé de propriétés et ces différences ne tiennent qu'au niveau d'éclairage de part et d'autre de la surface transparente.

Un phénomène absolument semblable se produit à la surface d'un étang, d'une rivière, ou même d'une simple flaque : selon l'ensoleillement, on peut ou non apercevoir le fond — à condition qu'il ne s'agisse pas d'un fleuve complètement pollué comme la Seine ou le Rhône, auquel cas on ne voit rigoureusement rien au fond ; il est vrai qu'il ne s'agit plus en ce cas de milieu transparent.

En pratique, tout matériau transparent peut être considéré comme également semi-transparent — ou, ce qui revient au même, semi-réfléchissant. D'une manière absolument générale, toute surface polie, qu'elle soit transparente, translucide, ou opaque, renvoie une partie de la lumière qui lui arrive dessus ; le reste est soit absorbé, soit transmis avec réfraction.

Qui plus est, s'il s'agit d'un matériau transparent, la proportion réfléchié/réfracté dépend de l'angle d'incidence du rayon lumineux, autrement dit de l'angle avec lequel ce rayon arrive sur la surface ; la lumière rasante sur un plan d'eau est presque entièrement réfléchié, comme on le voit facilement au soleil couchant — ou sur une route mouillée pour les phares de la voiture en face. Inversement, à midi (lumière perpendiculaire à la surface), on voit facilement des fonds profonds dans les mers claires.

Si on considère maintenant des



Cette chambre est surtout destinée à reproduire documents et petits objets.

milieux transparents mais teintés, genre verres pour lunettes de soleil, on constate qu'ils apparaissent plus réfléchissants que transparents, et ce d'autant plus qu'ils sont plus épais ; en réalité, ils ne sont pas plus réfléchissants qu'un verre mince et clair, mais ils sont beaucoup plus absorbants, donc transmettent moins. A la limite, un verre teinté épais mais comme vitre apparaît comme un miroir pour celui qui est dehors et comme une vitre foncée pour celui qui est à l'intérieur.

Ce n'est qu'au soir, quand la luminosité de la rue baisse et que les lumières s'allument à l'intérieur que l'effet miroir va s'estomper ; il y aura d'ailleurs une période intermédiaire où on verra simultanément les reflets de la rue et le mobilier dans la pièce. Cette superposition des deux images, celle réfléchié et celle transmise, constitue d'ailleurs une gêne fréquente et connue pour tout objet que l'on désire observer à travers un verre — le cas des tableaux mis sous verre étant l'exemple type.

Pour l'optique, ce phénomène tient à la nature même de la lumière qui est un rayonnement électromagnétique ; à elle seule, cette dénomination montre que réflexion et réfraction vont dépendre des ca-

ractéristiques électriques et magnétiques du milieu sur lequel tombe cette lumière, en particulier la permittivité électrique et la perméabilité magnétique de ce milieu — la vitesse de la lumière y est égale à la racine carrée de ces deux constantes.

On peut noter aussi que les éléments conducteurs, en l'occurrence les métaux, sont opaques alors que les corps transparents sont isolants ; cela dit, les notions d'opacité et de transparence sont relatives : à une épaisseur de quelques km le verre est complètement opaque. D'un autre côté, en épaisseur de quelques μm , les métaux sont translucides : c'est ainsi que l'or apparaît vert, et l'argent bleu.

L'interprétation de l'interaction entre matière et rayonnement fait appel, nous l'avons dit, aux propriétés électriques et magnétiques du milieu, mais aussi à la fréquence du rayonnement et à la polarisation de la lumière mise en jeu ; autant dire que cette interprétation s'étend sur des dizaines de pages des traités d'optique qu'il n'est pas question de recopier ici.

Nous en retiendrons, pour le cas des milieux transparents — avec les métaux il faut faire appel à des indices de réfraction imaginaires — que la surface importante pour

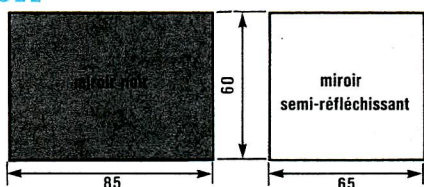


Figure 1 : les miroirs

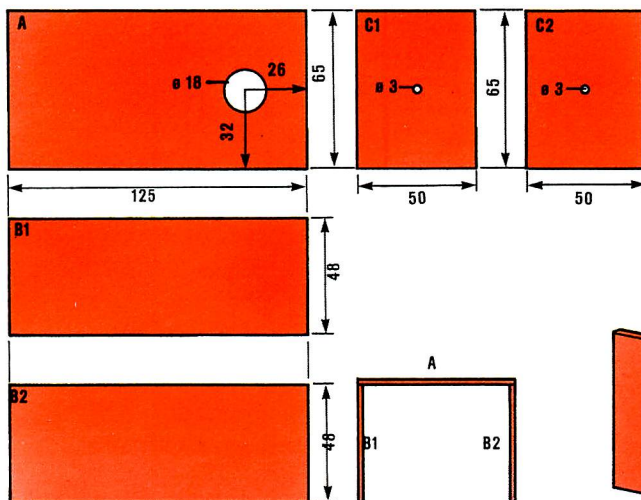


FIGURE 2 : le boîtier

l'optique est celle qui sépare les deux milieux : par exemple l'interface air-verre, ou eau-verre, ou air-eau, etc. Quand la lumière passe d'un milieu dans un autre, une partie est réfléchiée par cet interface, l'autre traverse mais en subissant une déviation dite réfraction.

La proportion réfractée par rapport à celle réfléchiée dépend avant tout de l'angle sous lequel parvient le rayon : arrive-t-il perpendiculairement à la surface qu'il traverse pratiquement en totalité, la portion réfléchiée étant infime. Sous incidence rasante, c'est l'inverse. Et, en ce qui concerne les angles intermédiaires, la proportion réfléchi/réfracté peut prendre toutes les valeurs possibles selon la nature des milieux et leurs indices de réfraction (il peut même y avoir réflexion totale).

Une simple lame de verre peut déjà servir de lame semi-transparente si l'objet à observer en réflexion est bien éclairé et celui à voir en transparence peu éclairé. Dans le cas général, où les éclairagements sont assez voisins, il faut modifier l'interface air-verre pour que la proportion réfléchi/

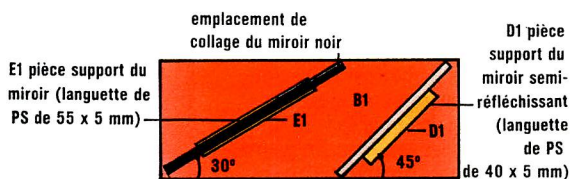


FIGURE 3 : mise en place des miroirs

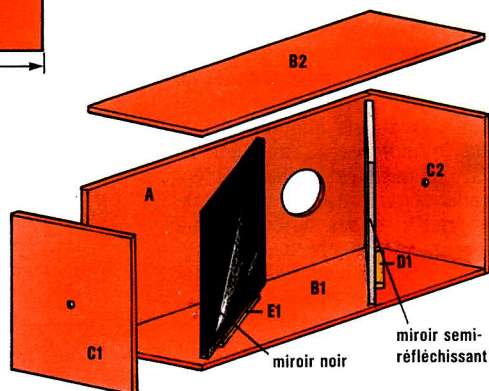


FIGURE 4 : chambre claire en cours d'assemblage

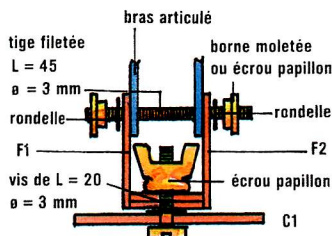
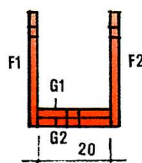
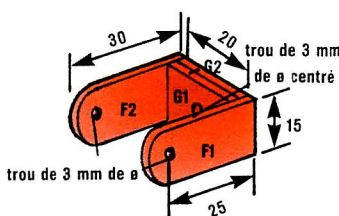


FIGURE 5 : la genouillère

transmis (avec réfraction) atteigne la valeur souhaitée. On y arrive le plus souvent par dépôt en couche très mince de métaux ou d'oxydes métalliques.

Ce sont ces lames ainsi spécialement préparées pour servir à la fois de miroir et de verre que l'on appelle lames semi-réfléchissantes ; mais, comme nous l'avons vu, c'est là un terme un peu abusif dans la mesure où toute lame transparente peut, selon les conditions d'éclairage et l'incidence des rayons, être considérée aussi comme semi-transparente.

Toutefois, pour notre montage, nous utiliserons une lame spécialement préparée qui peut seule assurer les meilleurs résultats. Il s'agit, comme nous l'avons dit au départ, de faciliter le dessin à l'aide d'une chambre claire et nous nous sommes inspirés d'un modèle qui était jadis proposé sous le nom de dessinographe ; cet instrument fait appel à deux miroirs, l'un semi-transparent dit miroir oculaire, l'autre sans métallisation dit miroir objectif — ou miroir noir.

Le premier, incliné à 45°, a pour

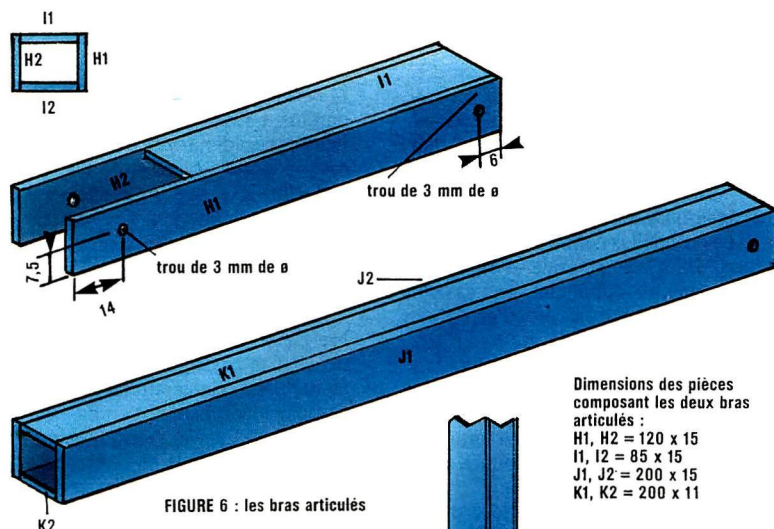


FIGURE 6 : les bras articulés

fonction de renvoyer sur la feuille de papier disposée en dessous l'image du sujet tout en laissant apercevoir le crayon : il s'agit donc de superposer le reflet et le papier vu en transparence, en s'arrangeant pour que les deux aient sensiblement la même luminosité. Pour cela, on utilise un second miroir, incliné à 30°, qui capte l'image du sujet à dessiner et la renvoie sur le miroir objectif.

Sa caractéristique est d'être noir (en l'occurrence un morceau de plexiglas noir). Il faut en effet satisfaire à la condition d'égal éclairage et, avec un miroir argenté classique, l'image est trop lumineuse par rapport au papier qui est noyé dans cette lumière : il est presque impossible d'apercevoir le crayon, et donc de dessiner.

La construction fait appel au polystyrène choc en feuilles de 2 mm d'épaisseur ; toutes les cotes sont données en mm. Le matériel à réunir est alors le suivant :

- cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast et trichloréthylène ; crayon, gomme, papier abrasif, colle cyanacrylate gel.
- polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur.
- plexiglas noir 60 x 95 mm.
- lame semi-réfléchissante 60 x 65 mm.
- 2 tiges filetées 3 mm, longueur 45 mm.
- 5 écrous papillon ou bornes moulées 3 mm.
- 6 rondelles 3 mm.
- 2 vis 3 mm, longueur 20 mm.
- presse à vis (fixation du pied sur la table).

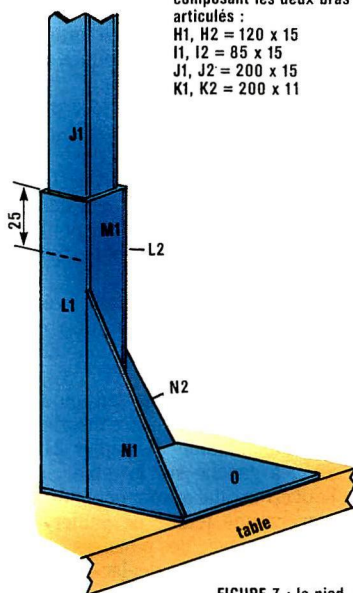


FIGURE 7 : le pied

Les tiges et écrous peuvent être de récupération ; on les trouve aussi chez les spécialistes en maquettes ou en matériel radio. Le polystyrène est disponible, directement ou sur commande, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris (43 20 68 53) ou chez Pierron Entreprise, BP 609, 57206 Sarreguemines cedex (87 95 14 77).

On peut se procurer la lame semi-transparente en écrivant à : Prilège 2 Impasse des Balmes 78450 Villepreux, et en joignant un chèque de 80 francs.

On commence la construction par la découpe du miroir noir — **figure 1** ; il sera taillé — 60x95 mm — dans un morceau de plexiglas noir ; si l'on rencontre quelque difficulté à se procurer ce

matériau, que l'on trouve facilement à condition de l'acheter par plaques de grandes dimensions, il existe deux autres possibilités en utilisant un rectangle de verre à vitre dont le verso sera peint en noir, ou couvert d'un morceau de Canson noir.

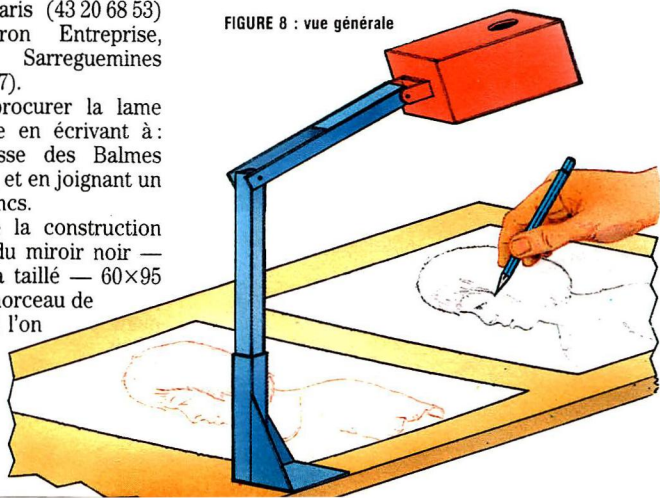
Mais, en raison de la double réflexion sur les deux faces du verre, la qualité de l'image sera moins bonne tout en restant acceptable. Le miroir oculaire est constitué par une lame semi-transparente que l'on peut se procurer à l'adresse indiquée.

Le boîtier est illustré **figures 2 à 4**. Après avoir tracé, marqué au cutter et découpé aux cotes indiquées les pièces A, B₁, B₂, C₁, C₂, D₁, D₂, E₁, E₂, et percé les trous aux emplacements indiqués, on tracera deux lignes sur B₁ et sur B₂, l'une à 45°, l'autre à 30°. Le long de ces lignes, on collera les languettes D₁, D₂, E₁, E₂ en vérifiant que les miroirs puissent se loger à l'intérieur du périmètre de la pièce B₁, faute de quoi il serait impossible de terminer le volume.

Les deux miroirs seront collés sur B₁ avec de la colle cyanacrylate du type gel, en veillant à n'en déposer que la quantité strictement nécessaire. En effet cette colle, fort pratique au demeurant, crée en séchant une trace blanchâtre aux endroits où elle déborde.

On collera ensuite A sur la tranche de B₁ (colle Uhu-Plast), le trou qui sert d'oculaire devant être situé en face du miroir semi-réfléchissant, puis B₂. Sur cette pièce, on enduira les languettes E₂ et D₂ de colle cyanacrylate gel aux endroits où les tranches des miroirs doivent

FIGURE 8 : vue générale



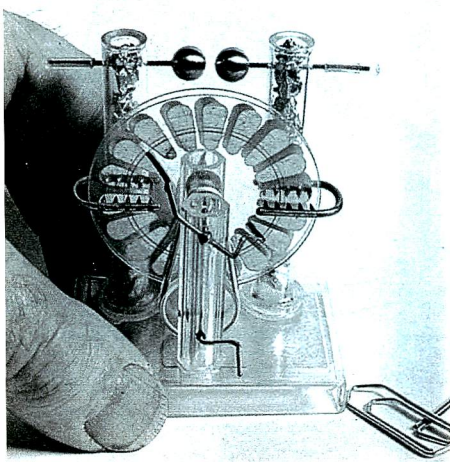
reposer et on s'assurera de leur disposition avant d'assembler B_2 (colle Uhu-Plast). On ne collera pas C_1 pour l'instant.

La genouillère, **figure 5**, est destinée à relier le bras articulé supérieur de la chambre claire proprement dite et à permettre son inclinaison dans deux directions. Elle est composée des pièces F_1 , F_2 , G_1 et G_2 . Avant les collages, on les percera aux endroits indiqués de trous de 3 mm de diamètre. La présence d'un écrou papillon permettant un blocage manuel de l'inclinaison de la chambre nécessite un certain débattement afin qu'il puisse tourner librement.

On s'assurera que c'est bien le cas en fonction du type d'écrou dont on dispose ; éventuellement, on modifiera les cotes en conséquence. La genouillère terminée, on mettra alors en place une vis de 3 mm longue de 20 mm sur C_1 et, après avoir intercalé une rondelle, on l'assemblera en la retenant avec l'écrou papillon. Une vis identique, retenue par un écrou, pourra alors être mise en place dans le trou de 3 mm percé sur C_2 .

Les bras articulés, **figure 6**, sont tous deux constitués par 4 rectangles allongés que l'on découpera et assemblera selon les indications données. Les pièces qui doivent être percées de trous de 3 mm seront superposées et retenues provisoirement avec des morceaux de ruban adhésif avant d'être percées soigneusement.

Pour notre machine de Wimshurst, un lecteur d'Asnières, M. Damery, est passé du miniature au subminiature : le bâti est un couvercle de boîte à punaises et les étincelles mesurent 3 mm. Quelqu'un fera-t-il plus petit ?



Les tranches des pièces seront soigneusement ponçées avant d'être collées. Après séchage, on formera les articulations en enfilaient et serrant les tiges filetées de 3 mm longues de 45 mm. Entre les écrous de serrage, bornes moulées ou vis papillon, on disposera des rondelles comme indiqué **figure 5**. La vue générale — **figure 8** — montre comment sont assemblés les deux bras articulés.

Le bras articulé inférieur est maintenu par un pied de fixation composé des pièces L_1 , L_2 , M_1 , M_2 , N_1 , N_2 et 0 — **figure 7**. Les pièces N_1 et N_2 sont des équerres en forme de triangles rectangles découpés dans un rectangle de 40×85 mm.

Le pied articulé inférieur pénétrera de 25 mm, et sera collé, dans la gaine formée par les pièces L_1 , L_2 , M_1 et M_2 . La pièce 0 est destinée à être serrée sur la table à dessin par une presse à vis — disponible dans les quincailleries et les magasins de bricolage.

La chambre claire étant fixée à la table comme on vient de l'indiquer, on mettra l'œil gauche à l'oculaire (l'œil droit pour les gauchers) et on posera un modèle (dont les dimensions s'inscrivent dans une feuille de papier $21 \times 29,7$) à gauche sur la table. Sous l'ouverture du miroir oculaire, on placera une feuille de papier qui sera fixée avec des punaises ou du ruban adhésif. On déplacera éventuellement le modèle pour que son image vienne s'inscrire dans le format de la feuille de papier.

En fermant l'œil droit, il ne restera plus qu'à décalquer en suivant son image virtuelle avec un simple crayon. Il se peut que les conditions d'éclairage ne soient pas excellentes d'emblée, le modèle ou la feuille de papier étant éclairés différemment ; on les améliorera en déplaçant une simple lampe, soit devant le modèle, soit devant la feuille de papier.

Tout en dessinant, on veillera à ne pas déplacer la position de la chambre claire avec le nez ou toute autre partie du visage, et à laisser l'œil à la même place ; faute de ces précautions, l'image virtuelle serait décalée et la fidélité du dessin — qui constitue justement le but recherché — en souffrirait.

On n'est toutefois pas obligé de rester l'œil fixe et immobile durant

toute l'exécution du dessin ; si l'on s'arrête, il est possible de retrouver la bonne position en déplaçant légèrement l'œil jusqu'à ce que les lignes précédemment tracées correspondent avec celles de l'image virtuelle. On peut alors continuer à décalquer ce que l'on voit, en traçant les grandes lignes d'un dessin que l'on pourra terminer ultérieurement.

Il est possible d'utiliser la chambre claire pour tracer les grandes lignes d'un paysage ou d'un monument ; pour cela, il faut la disposer verticalement, oculaire en bas. On devra donc fixer la genouillère sur la vis solidaire de la pièce C_2 . Mais l'image du paysage viendra se former au dessous de la chambre et l'on devra disposer d'un chevalet inclinable sur lequel on fixera la feuille de papier.

Mais, telle qu'elle est conçue, notre chambre claire est surtout destinée à reproduire des dessins, des photographies ou des objets en volume de petites dimensions. On

RAPPEL

Les expériences les plus marquantes et les plus importantes de cette rubrique ont été regroupées dans l'ouvrage *La physique amusante*. En vente à Science & Vie, 5 rue de La Baume, 75008 Paris. Prix : 75 F (85 F par envoi direct).

notera, en dessinant un objet posé sur la table et ayant une troisième dimension relativement importante (10 à 12 cm) que la perspective est très accusée, voire semblera déformée. En réalité elle est juste, mais le point de vue de l'observateur est trop proche.

On peut y remédier en éloignant l'objet qui sera alors posé sur une surface plus basse que le plan de la table ; à ce moment, l'image de l'objet et celle du crayon sont à des distances différentes et l'œil ne peut accommoder sur les deux. En pratique, on finit par trouver un compromis permettant d'avoir de manière très correcte les grandes lignes de l'objet à dessiner ; la suite relève du talent de l'artiste.

Renaud de La Taille
Modèle de Pierre Courbier

Virages et loopings

INFORMATIQUE AMUSANTE

Qu'il s'agisse des virages d'un circuit routier, de l'inclinaison d'un avion lorsqu'il décrit une courbe ou des rails du réseau SNCF, l'angle qu'ils forment par rapport au plan horizontal permet d'optimiser la stabilité du mobile sur sa trajectoire. Tout ceci se résume à une compensation de la force centrifuge, apparaissant lors du virage, par la pesanteur. Le cas du looping est un cas limite où, lorsque le mobile se trouve "la tête en bas", la force centrifuge doit être au moins égale à l'attraction terrestre.

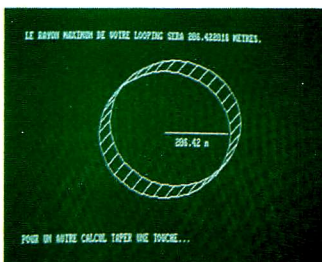
Grâce à notre programme, vous pourrez constater qu'un TGV lancé

à 210 km/h pourrait, s'il ne perdait pas de vitesse durant cette opération, exécuter un looping d'une hauteur supérieure à deux fois celle de la tour Eiffel. Nous avons muni notre programme de divers choix d'unités, la vitesse pourra être exprimée en km/h ou en mètre/seconde et les distances en centimètres, mètres ou kilomètres. Ceci nous permettra de nous attacher à des problèmes plus réalistes que la valse des TGV. Ce programme intéressera tout particulièrement les passionnés de modélisme. Il sera en effet facile de calculer le dévers d'une courbe sur un circuit ferroviaire miniature ou sur une piste de voitures.

Passons donc à l'écriture du programme. Afin de simplifier la lecture des résultats nous demanderons à l'Amstrad de travailler en degrés (ligne 30). Nous initialiserons ensuite, lignes 40 et 50, les variables nécessaires aux calculs. Nous trouverons G, variable représentant la

pesanteur terrestre, donc égale à 9,81. CORV et CORC seront utilisées pour introduire des facteurs correctifs en fonction des unités choisies. CORV s'adressera aux vitesses et CORC aux distances. Enfin LOOP permettra, après choix du problème à résoudre, d'aiguiller le programme soit vers la détermination des dévers d'un virage, soit vers celle du rayon maximum d'un looping.

Une série de menus permet ensuite à l'utilisateur de faire son



```

10 CLS:MODE 2
20 CLS
23 REM *****
24 REM *
25 REM * DEMANDE DES CALCULS EN DEGRES *
26 REM *
27 REM *****
30 DEG
33 REM *****
34 REM *
35 REM * INITIALISATION DES PARAMETRES DE *
36 REM * CALCULS ET DES CORRECTIFS *
37 REM *
38 REM *****
40 LET G=9.81
50 LET CORV=1:LET CORC=0.01:LET LOOP=0
53 REM *****
54 REM *
55 REM * CHOIX DE L'UNITE DE VITESSE *
56 REM *
57 REM *****
60 LOCATE 1,5:PRINT "DESIREZ-VOUS EXPRIMER LA VITE
SSE EN METRES PAR SECONDE"
70 LOCATE 1,7:PRINT "OU EN KILOMETRE HEURE ?"
80 LOCATE 1,13:PRINT "TAPER 'M' POUR M/S"
90 LOCATE 1,15:PRINT "TAPER 'K' POUR Km/H."
100 LET K$=UPPER$(INKEY$)
110 IF K$<>"M" AND K$<>"K" THEN GOTO 100
120 IF K$="K" THEN LET CORV=3.6
130 CLS:PRINT CHR$(7)
133 REM *****
134 REM *
135 REM * INDICATION DE LA VITESSE DU MOBILE *
136 REM *
137 REM *****
140 LOCATE 5,10
150 IF K$="K" THEN PRINT "VITESSE DU MOBILE EN Km/
H."
160 IF K$="M" THEN PRINT "VITESSE DU MOBILE EN M/S
";
170 INPUT V
173 REM *****
174 REM *
175 REM * APPLICATION DU FACTEUR CORRECTIF *
176 REM *
177 REM *****
180 LET V=V/CORV

200 CLS:PRINT CHR$(7)
203 REM *****
204 REM *
205 REM * CHOIX DU CALCUL A EFFECTUER *
206 REM *
207 REM *****
210 LOCATE 1,5:PRINT "DESIREZ-VOUS CALCULER L'INCL
INAISON D'UN VIRAGE"
220 LOCATE 1,7:PRINT "OU LE RAYON MAXIMUM D'UN LOO
PING ?"
230 LOCATE 1,13:PRINT "TAPER 'V' POUR UN VIRAGE"
240 LOCATE 1,15:PRINT "TAPER 'L' POUR UN LOOPING."
250 LET K$=UPPER$(INKEY$)
260 IF K$<>"V" AND K$<>"L" THEN GOTO 250
270 IF K$="L" THEN LET LOOP=1
280 CLS:PRINT CHR$(7)
283 REM *****
284 REM *
285 REM * CALCUL DE L'INCLINAISON D'UN VIRAGE *
286 REM *
287 REM *****
290 IF LOOP=1 THEN GOTO 310
293 REM *****
294 REM *
295 REM * CHOIX DE L'UNITE DE LONGUEUR *
296 REM *
297 REM *****
300 LOCATE 1,5:PRINT "DESIREZ-VOUS EXPRIMER LE RAY
ON DE COURBURE DU VIRAGE"
310 LOCATE 1,7:PRINT "EN CENTIMETRES, METRES OU KI
LOMETRES ?"
320 LOCATE 1,13:PRINT "TAPER 'C' POUR cm."
330 LOCATE 1,15:PRINT "TAPER 'M' POUR M."
340 LOCATE 1,17:PRINT "TAPER 'K' POUR Km."
350 LET K$=UPPER$(INKEY$)
360 IF K$<>"C" AND K$<>"M" AND K$<>"K" THEN GOTO 3
50
370 IF K$="M" THEN LET CORC=1
380 IF K$="K" THEN LET CORC=1000
390 CLS:PRINT CHR$(7)
393 REM *****
394 REM *
395 REM * INDICATION RAYON COURBURE DU VIRAGE *
396 REM *
397 REM *****
400 LOCATE 5,10
410 IF K$="C" THEN PRINT "RAYON DE COURBURE DU VIR

```


choix parmi les unités proposées et le type de calcul.

Le premier menu, lignes 60 à 130, permet de choisir l'unité de vitesse. Puis, des lignes 140 à 200, la valeur de cette dernière sera indiquée au programme qui lui appliquera le facteur CORV dont la valeur sera fonction de l'unité choisie. Le menu suivant concerne le choix du type de calcul à effectuer. Placé des lignes 210 à 280, il aura pour fonction de modifier, ou non, la valeur de LOOP en fonction du

choix indiqué. Si LOOP vaut 1, le programme se rendra directement au calcul du looping, dans le cas contraire, il effectuera celui de l'inclinaison d'un virage. Cet aiguillage est assuré par la ligne 290.

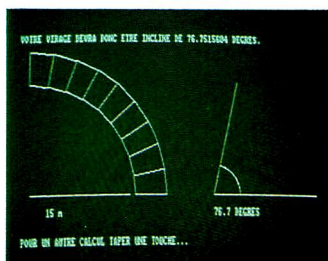
Le calcul de l'inclinaison d'un virage est assuré par les lignes 300 à 490. En premier lieu, un menu de choix de l'unité de distance sera affiché (lignes 300 à 390). Puis le rayon de courbure sera indiqué et sa valeur modifiée en fonction du paramètre CORC, ensuite le calcul sera effectué par les lignes 460 et 490. Le résultat, en degrés, de ce calcul sera contenu par la variable A. Accompagné d'une petite représentation graphique, il sera présenté sur l'écran par les lignes 500 à 770. Enfin, la frappe d'une touche permettra de reboucler le programme pour un autre calcul.

La détermination du rayon maximum d'un looping est effectuée par la ligne 810. Le résultat, en mètres, sera attribué à la variable R.

Comme précédemment, une petite représentation graphique accompagnera son affichage sur l'écran. Cette dernière opération est assurée par les lignes 820 à 960 et le programme rebouclera sur la frappe d'une touche.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier, si ce n'est l'utilisation du symbole puissance ("6" des lignes 460 et 810). Ce symbole correspond à la flèche vers le haut placée sur la touche comportant également le symbole livre sterling placé en haut et à droite du clavier. Précisons que lors de la frappe du programme l'écran affiche effectivement, lorsqu'on tape cette touche, une flèche vers le haut. Son utilisation est également des plus simples. Une fois RUN demandé, il suffira de répondre correctement aux questions posées par chaque menu, pour que le calcul soit effectué et que le résultat s'affiche sur l'écran.

Henri-Pierre Penel



```

AGE EN cm ";
420 IF K$="M" THEN PRINT "RAYON DE COURBURE DU VIR
AGE EN M. ";
430 IF K$="K" THEN PRINT "RAYON DE COURBURE DU VIR
AGE EN Km ";
440 INPUT R
450 LET R=R*CORC
453 REM *****
454 REM *
455 REM *   CALCUL DE L'ANGLE D'INCLINAISON   *
456 REM *
457 REM *****
460 LET W=V^2
470 LET TG=W/(R*G)
480 LET A=ATN(TG)
490 CLS:PRINT CHR$(7)
493 REM *****
494 REM *
495 REM *   AFFICHAGE DU RESULTAT   *
496 REM *
497 REM *****
500 LOCATE 5,2:PRINT "VOTRE VIRAGE DEVRA DONC ETRE
    INCLINE DE":A;"DEGRES."
510 PLOT 50,290
520 FOR I=0 TO 90 STEP 10
530 LET XA=50+(200*SIN(I)):LET YA=100+(190*COS(I))
540 LET XB=50+(260*SIN(I)):LET YB=100+(250*COS(I))
550 DRAW XA,YA
560 DRAW XB,YB
570 PLOT XA,YA
580 NEXT I
590 PLOT 50,350
600 FOR I=0 TO 90 STEP 10
610 LET XB=50+(260*SIN(I)):LET YB=100+(250*COS(I))
620 DRAW XB,YB
630 NEXT I
640 PLOT 50,100
650 DRAW 240,100
660 PLOT 400,100
670 DRAW 600,100
680 LET AR=90-A
690 PLOT 400,100
700 DRAW 400+(200*SIN(AR)),100+(200*COS(AR))
710 FOR I=AR TO 90
720 PLOT 400+(50*SIN(I)),100+(50*COS(I))
730 NEXT I
740 LET AF=(INT(A*10))/10
750 LOCATE 50,21:PRINT AF;"DEGRES"

760 LOCATE 10,21
770 PRINT R;"m"
773 REM *****
774 REM *
775 REM *   REBOUCLAGE SUR FRAPPE D'UNE TOUCHE   *
776 REM *
777 REM *****
780 LOCATE 5,24:PRINT "POUR UN AUTRE CALCUL TAPER
    UNE TOUCHE..."
790 IF INKEY$="" THEN GOTO 790
800 GOTO 20
803 REM *****
804 REM *
805 REM *   CALCUL DU RAYON MAXIMUM D'UN LOOPING   *
806 REM *
807 REM *****
810 LET R=(V^2)/G
813 REM *****
814 REM *
815 REM *   AFFICHAGE DES RESULTATS   *
816 REM *
817 REM *****
820 LOCATE 5,2:PRINT "LE RAYON MAXIMUM DE VOTRE LO
    OPING SERA":R;"METRES."
830 PLOT 300,310
840 FOR P=0 TO 20 STEP 10
850 LET PR=20
860 IF P<10 THEN LET PR=0
870 FOR I=0 TO 360 STEP 10
880 LET X=300+(125*SIN(I)):LET Y=200+(110*COS(I))
890 IF P=20 THEN PLOT X,Y
900 DRAW X+PR,Y+PR
910 NEXT I
920 NEXT P
930 PLOT 300,200
940 DRAW 420,200
950 LET AFF=(INT(R*100))/100
960 LOCATE 40,14:PRINT AFF;"m"
963 REM *****
964 REM *
965 REM *   REBOUCLAGE SUR FRAPPE D'UNE TOUCHE   *
966 REM *
967 REM *****
970 LOCATE 5,24:PRINT "POUR UN AUTRE CALCUL TAPER
    UNE TOUCHE..."
980 IF INKEY$="" THEN GOTO 980
990 GOTO 20

```


Les Perséides

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Le mois d'août est, pour beaucoup de gens, celui des étoiles filantes. A en croire la sagesse populaire, c'est à cette période qu'on en observerait un maximum. Cela n'est pas tout à fait vrai. S'il est exact qu'on voit plus d'étoiles filantes en août, c'est avant tout parce que, à cette période, beaucoup de personnes sont en vacances, donc disponibles pour regarder le ciel pendant les belles et chaudes soirées d'été. En réalité, les étoiles filantes sont visibles tout au long de l'année, sans préférence particulière pour la saison estivale. Mais les "observateurs" occasionnels sont évidemment moins nombreux en hiver lorsque la température rend inconfortable une longue station en extérieur ; sans oublier qu'à ce moment-là les cieux, très souvent nuageux, gênent la bonne visibilité du phénomène.

Les étoiles filantes. Rappelons que ce qu'on nomme, dans le langage courant, "étoile filante" est désigné par les astronomes comme un météore. Il s'agit de corpuscules dont la taille va de la poussière de quelques fractions de gramme jusqu'à des corps pouvant atteindre plusieurs kilos ou centaines de kilos.

Lorsqu'une de ces particules rencontre l'atmosphère de la Terre, elle s'échauffe sous l'effet du frottement jusqu'à devenir incandescente : c'est alors qu'elle devient visible à l'œil nu. Une fois entièrement consumé, le météore s'éteint et les résidus de la combustion retombent sur Terre sous forme de poussière. L'espace interplanétaire parcouru par la Terre est encombré de ces particules ; aussi le phénomène est-il continu. On estime que notre planète balaie ainsi chaque jour plusieurs milliers de tonnes de particules d'origine cosmique.

Les météores deviennent lumineux vers 120 km d'altitude, pour terminer leur combustion vers 60 km. Comme leur vitesse est comprise entre 40 000 et 120 000 km/h, le phénomène ne

s'observe jamais plus de quelques secondes. Toutefois, il arrive que certains météores soient suivis par une traînée de "fumée" due à la combustion de la particule et qui reste visible beaucoup plus longtemps : on parle alors de traînée persistante.

Une origine contestée. Si les météores sont connus et observés depuis les temps les plus reculés, leur origine extraterrestre fut contestée pendant des siècles. Ce n'est que depuis les travaux de H.W. Brands et J.F. Benzenberg, en 1798, qu'on commença à admettre leur nature cosmique. Cette acceptation ne fut cependant pas immédiate et, pour la petite histoire, notons que le grand explorateur Alexandre von Humboldt doutait encore de cette hypothèse en 1845 dans son livre *Cosmos*, où il relatait une pluie d'étoiles filantes observée en Amérique du Sud.

Pluies d'étoiles filantes... pour l'amateur d'astronomie comme pour le profane, c'est un des plus beaux spectacles célestes. Par une belle nuit étoilée, un premier météore apparaît, puis un second, un troisième ; bientôt, le ciel est rayé de traits lumineux fugitifs, qui divergent tous d'un point imaginaire, dans un silence absolu. Un tel spectacle se produit de temps à

autre et il est même possible de connaître, par avance, la date à laquelle il peut éventuellement arriver. Une des plus extraordinaires pluies d'étoiles filantes fut observée le 9 octobre 1933 ; pendant trois heures, les météores apparurent à la cadence de soixante à la seconde.

S'il est possible d'établir des prévisions, c'est parce qu'on connaît maintenant l'origine de ces pluies. L'analyse des observations a, en effet, permis de déterminer la trajectoire des météores qui forment une "pluie". Long et patient travail, qui consiste, pour chacun d'entre eux, à déterminer exactement son point d'apparition et de disparition par rapport aux étoiles et, surtout, à mesurer la durée de visibilité. Grâce à ces travaux, on s'aperçut qu'il y avait identité de trajectoire entre les météores d'un essaim et celle d'une comète.

L'explication est évidente. Une comète périodique suit une trajectoire qui l'amène régulièrement à contourner le Soleil. Au fur et à mesure de ses passages successifs, elle épuise une partie de la masse de son noyau ; c'est ce qui forme la chevelure et la queue de gaz et de poussières. Ces poussières, précisément, continuent à suivre l'orbite de la comète. Petit à petit, elles

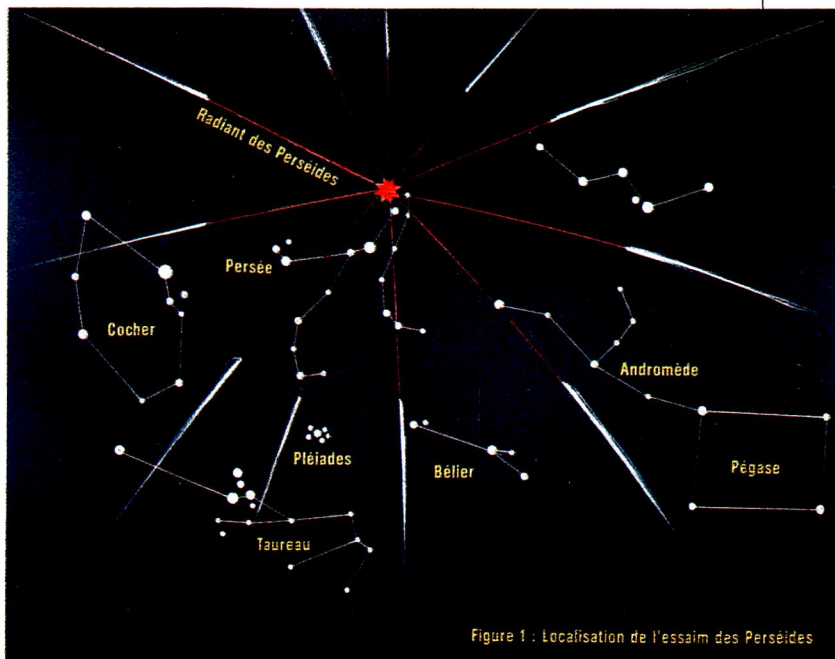


Figure 1 : Localisation de l'essaim des Perséides

constituent un véritable nuage de poussières cométaires réparties tout au long de l'orbite, sur un diamètre de plusieurs centaines de milliers de kilomètres.

Lorsque la Terre recoupe l'orbite d'une telle comète, elle traverse ce nuage et chaque particule donne naissance à un météore, l'ensemble donnant l'aspect de "pluie". Par un simple effet de perspective, il nous semble que les météores divergent d'un point unique, appelé radiant, mais, dans la réalité, les trajectoires sont parallèles. C'est la même illusion d'optique qui fait que, lorsqu'on roule vite sous la pluie, les gouttes d'eau semblent toutes provenir d'un point situé en avant du capot de la voiture. Les pluies périodiques d'étoiles filantes sont dénommées essaims et sont répertoriées. Il y en a une vingtaine chaque année. La plus spectaculaire se produit au mois d'août : c'est l'essaim des Perséides, du nom de la constellation où se situe le radiant (*figure 1*).

La comète-mère. L'essaim des Perséides a été observé bien avant qu'on en connaisse l'origine. Les plus anciennes observations sont signalées en Chine, en l'an 268, tandis que les relevés systématiques furent entrepris en 1779 ! C'est à Schiaparelli que nous devons l'identification de la comète-mère des Perséides. Il s'agit d'une comète découverte le 15 juillet 1862, simultanément par Swift et Tuttle. Le périhélie (point le plus proche du Soleil) de cette comète se situe à proximité de l'orbite terrestre, ce

qui expliquerait l'importance de cet essaim.

Constituées de poussières dont la masse est comprise, pour la plupart, entre le centigramme et le milligramme, les Perséides ont une magnitude moyenne de 2, soit l'éclat de l'étoile polaire. La période de visibilité va du 20 juillet au 22 août, mais les chances d'observation d'une véritable "pluie" se situent entre le 9 et le 13 août, le maximum ayant lieu, à notre époque, le 12.

Comme pour toutes les étoiles filantes, c'est vers la fin de nuit qu'on en voit un maximum. N'oublions pas, en effet, que pour qu'un météore se produise le soir, il faut qu'il "rattrape" la Terre. Celle-ci ayant une vitesse de 30 km/s, le météore pénètre dans l'atmosphère à : $70 - 30 = 40$ km/s. Le matin, au contraire, les vitesses s'ajoutent, puisque la Terre va à la rencontre des poussières météoriques. La vitesse de pénétration atteint alors 10 km/s ! De ce grand écart de vitesse, résulte une différence de brillance des météores. Ainsi, un plus grand nombre d'entre eux devient visible le matin.

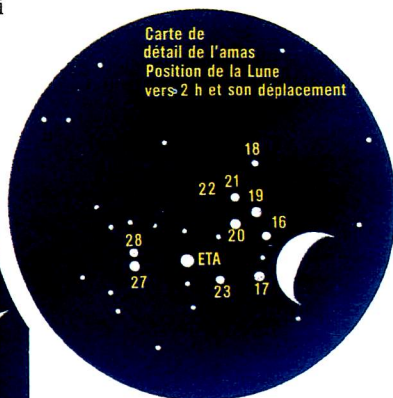
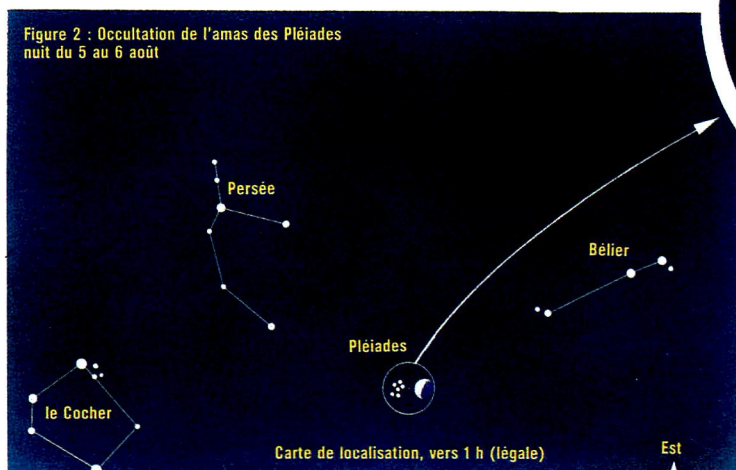
Les Perséides en 1988. C'est une bonne année pour l'observation des Perséides, car le maximum du 12 août coïncide avec la nouvelle Lune. On est donc assuré de ne pas être gêné par la lumière de celle-ci pour observer les météores. Bien entendu, il faudra se placer soi-même dans un site exempt de toute lumière parasite.

Visuellement aucun ma-

tériel n'est nécessaire, le mieux étant encore de s'allonger par terre, pour avoir une vision "panoramique" du ciel. Ceux qui connaissent bien les constellations pourront essayer de reporter les trajectoires observées sur une carte, au fur et à mesure. On mettra ainsi en évidence le radiant de l'essaim. Il est également possible de photographier les météores. Là, ce n'est qu'une affaire de chance et de patience. La technique est simple. Utilisez un boîtier 24x36 muni d'un objectif grand angle, focale de 35 à 24 mm. Le diaphragme sera ouvert au maximum (2,8, 2 ou l'idéal 1,4).

Un déclencheur souple "deux temps" permettra les poses longues. Le film noir et blanc ou diapositive aura une sensibilité de 100 à 400 ASA. L'appareil fixé sur un trépied stable sera pointé vers le zénith ou selon un angle de 30 degrés avec la direction du zénith. On réalisera alors des poses de 15 à 20 minutes.

Avec un peu de chance, un météore suffisamment brillant traversera le champ de l'appareil et se "photographiera" tout seul. Sur le cliché, les étoiles auront tracé des traînées parallèles, tandis que le ou les météores se distingueront par des traits obliques.



D'après les statistiques des années passées, les chances de photographies et d'observations visuelles sont loin d'être faibles, puisque, en moyenne, toutes brillances confondues, 6 météores sont détectés par heure !

Les observations du mois. Le mois d'août nous offre un autre beau spectacle céleste. Il s'agit

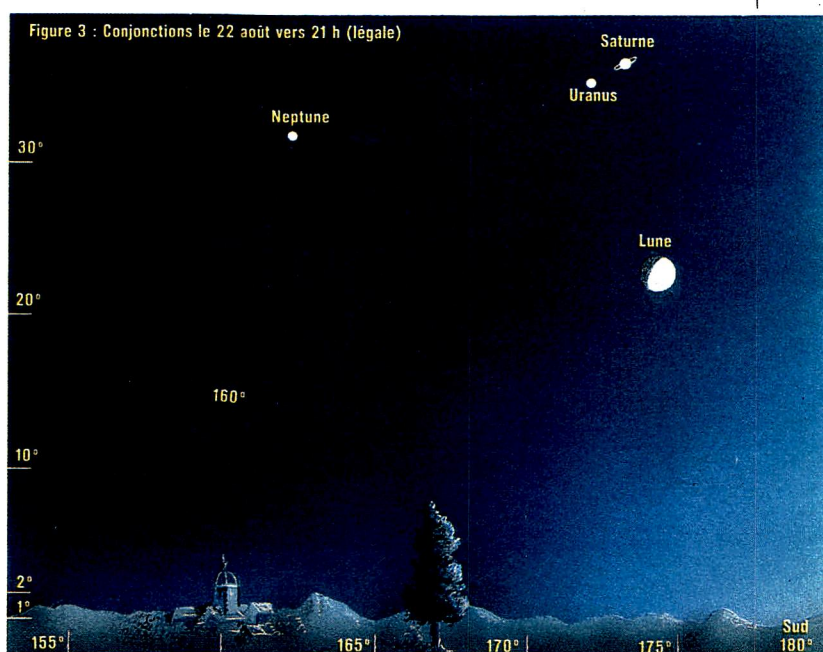
d'une occultation de l'amas des Pléiades par la Lune (**Figure 2**). Le phénomène aura lieu dans la nuit du 5 au 6 août (**tableau 1**). Il débutera un peu avant 2 heures, le 6, pour se terminer vers 5 heures du matin. Difficile d'indiquer pour les différentes villes de France les heures exactes du phénomène car, sur le plan de la mécanique céleste, une occultation s'apparente à une éclipse. Les calculs en sont donc aussi longs et complexes et il faudrait les faire pour chaque lieu d'observation. Nous donnons cependant, à titre indicatif, les heures d'immersion (disparition de l'étoile derrière le disque lunaire) et d'émergence (réapparition) des principales étoiles de l'amas pour trois villes en France (**tableau 2**). Les observateurs se baseront sur ces chiffres pour avoir une idée de l'heure des occultations locale-ment.

L'observation pourra être effectuée avec une paire de jumelles (*), dans ce cas, on aura soin de fixer celle-ci sur un trépied photographique pour éviter la fatigue pendant une observation d'aussi longue durée.

les possesseurs de lunette ou de télescope utiliseront un faible grossissement de façon à pouvoir observer la Lune en entier. De cette manière, il est plus facile de localiser les étoiles qui vont être occultées ou qui réapparaissent. Les astrophotographes pourront tenter de photographier le phénomène. Il faudra choisir judicieusement le temps de pose, pour que la Lune ne soit pas surexposée mais que les étoiles soient tout de mêmes visibles. Plusieurs clichés à quelques minutes d'intervalle montreront l'avance de la Lune par rapport à l'amas des Pléiades.

Du côté des planètes, Vénus est étoile du matin. Son éclat maximum est atteint vers le 22, date à laquelle elle sera à son plus grand écart angulaire du Soleil. Cela lui vaut d'être visible dès 3 h 10, soit environ 3 h 30 avant le lever du Soleil.

Jupiter brille dans la constella-



tion du Taureau. La planète géante et son cortège de satellites se lèvent vers 1 heure en début de mois et dès 23 heures le 31. Visible, donc, toute la deuxième moitié de la nuit.

Saturne, avec ses merveilleux anneaux, est entre Ophiucus et le Sagittaire. Malheureusement, sa déclinaison de -22° l'empêche d'être très haute sous nos latitudes. On pourra l'observer toute la nuit sur l'horizon sud à ouest. A noter une conjonction de Saturne, Uranus et Neptune avec la Lune, le 22 août en soirée (**Figure 3**).

Mars reste la vedette de l'été. Son opposition de septembre n'est plus très loin et on peut l'observer dès 23 heures. Son éclat augmente, passant de la magnitude $-1,5$ le 1^{er} août à $-2,1$ en fin de mois. Parallèlement, son diamètre se situe aux alentours de 20 secondes d'arc, soit un tout petit peu moins que la moitié du diamètre de Jupiter. Cela revient à dire que, avec un grossissement de 90 fois, la planète rouge se présente dans un télescope sous le même diamètre apparent que la pleine Lune, vue à l'œil nu !

Comme les mois précédents, nous publions les configurations martiennes visibles en fonction de la date (**tableau 3**). Affaire à suivre... avec une carte de Mars !

Yves Delaye

1. LEVER DE LA LUNE LE 6 AOÛT (heures légales)

PARIS	0 h 27
MARSEILLE	0 h 38
BREST	0 h 57
STRASBOURG	0 h 06
LILLE	0 h 14
TOULOUSE	0 h 32

2. OCCULTATION DES PLÉIADES LE 6 AOÛT (heures légales)

Etoiles	Phase (*)	Paris	Grenoble	Toulouse
16 Taureau	EM	1 h 57	1 h 53	(2)
17 Taureau	EM	1 h 59	1 h 53	1 h 52
ETA Taureau	IM	2 h 14	2 h 13	2 h 10
20 Taureau	EM	2 h 23	2 h 19	2 h 17
ETA Taureau	EM	2 h 46	2 h 33	2 h 33

(1) EM = émergence ; IM = immersion. (2)

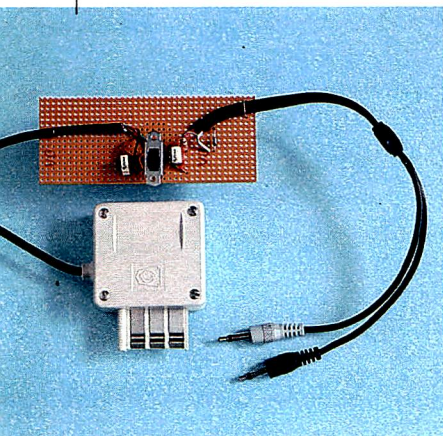
3. VOUS VERREZ SUR MARS

Date	Heure légale	L.M.C.	Zone
5 août 88	4 h 00	24°	Sinus margaritifer
10 août 88	2 h 00	307°	Syrtris major
15 août 88	2 h 00	261°	Syrtris minor
20 août 88	2 h 00	214°	Mare cimmerium
25 août 88	2 h 00	169°	Mesogaea
30 août 88	2 h 00	123°	Icaria Arcadia

(1) Grand choix de jumelles à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris (tél. 42 77 99 55). Prix spéciaux aux lecteurs de *Science & Vie* : 10 % de remise sur toutes les marques, pendant le mois d'août. Expédition franco, dans toute la France métropolitaine.

Un enregistreur de pages Minitel

ELECTRONIQUE AMUSANTE



Comme chacun le sait, surtout si l'on utilise le 36 15, l'accès au réseau Minitel reste d'un coût relativement élevé. Réduire au strict nécessaire la durée de la communication permet donc d'en réduire considérablement la facture. C'est dans ce but que nous avons conçu cet enregistreur de pages Minitel. Lors de la consultation du centre serveur, il sera possible de faire défiler rapidement les pages que vous jugerez intéressantes, sans même en lire le contenu. Au fur et à mesure elles seront automatiquement enregistrées. Ensuite, après avoir tapé "CONNEXION FIN", elles pourront être relues en toute tranquillité et gratuitement puisque le minitel ne sera plus connecté au réseau. Nous créerons donc ainsi une mémoire permettant au Minitel d'afficher des données de manière autonome.

Le cœur de notre réalisation sera une simple mini-cassette. Notre petit montage lui permettra, soit d'enregistrer les données transmises par le réseau téléphonique soit, en position lecture, de les renvoyer vers le Minitel. Ce changement de type de fonctionnement sera commandé par un interrupteur à glissière.

Le nombre de composants électroniques de ce montage reste extrêmement réduit. Leur fonction sera surtout d'adapter les signaux électriques issus de la ligne téléphonique pour leur enregistrement. Nous rencontrons en premier lieu deux condensateurs raccordés respectivement à chaque contact de la ligne. Leur but est de débarrasser le signal utile à la transmission de toute composante continue; cette tension, indispensable au fonctionnement du combiné, pourrait être préjudiciable au magnétophone.

Ensuite, nous trouverons une résistance associée à une diode zenner. Le but de ce dispositif est de limiter la valeur du signal alternatif transmis au magnétophone en cas d'appel, et donc, si un signal correspondant à la sonnerie se présente sur la ligne. En effet, dans ce dernier cas, une tension alternative de 100 volts est présente. Si elle était directement transmise vers l'enregistreur elle risquerait d'endommager gravement ses circuits électroniques. Notre diode zenner bloque donc cette tension tout en laissant passer le "signal utile", lui, de faible amplitude. Il ne sera dès lors pas surprenant de constater que le signal envoyé vers la fiche enregistrement de la mini-cassette soit directement prélevé aux bornes de la diode zenner.

Etant donné le faible nombre de composants qu'il comporte, le câblage de cet enregistreur ne doit pas poser de problème particulier. Notons cependant que les connexions de la fiche gigogne PTT devront être effectuées avec soin. Sur ce type de fiche, elles s'effectuent à l'aide de bornes à vis. Lorsque la fiche est neuve aucune connexion n'est établie entre ses points mâles et femelles. Cependant de petits "ponts métalliques", lamelles de contact,

peuvent être basculés puis vissés pour établir les liaisons.

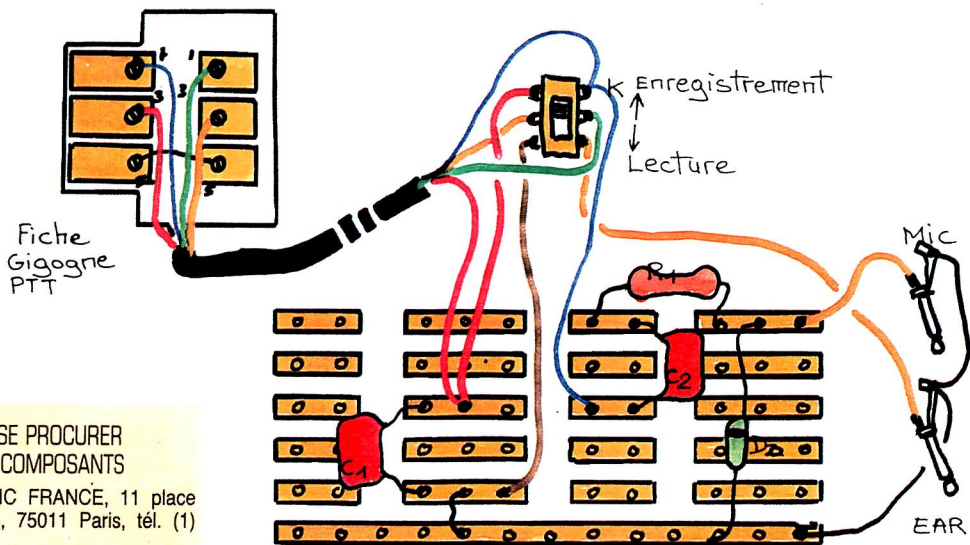
Il faudra, en premier lieu, établir toutes ces liaisons sauf celles des bornes 1 et 3. Le numéro de chaque contact est moulé dans le plastique formant le corps de la fiche. Cette opération effectuée, nous câblerons notre cordon de liaison. Il sera réalisé à l'aide de fil blindé comportant, au moins, 4 conducteurs internes de couleurs différentes.

Deux conducteurs seront reliés aux bornes 1 et 3 de la partie mâle de la fiche — fils d'entrée —, les deux autres à la partie femelle — fils de sortie. Nous vous conseillons de donner à ce câble une longueur d'environ 2 m. En effet, il devra relier la fiche murale de votre installation au montage, à priori, placé à proximité du Minitel. Il sera bon de prendre soin de contrôler la couleur du fil correspondant à chaque contact de la fiche.

La mise en service de ce montage est également extrêmement simple. Le câblage terminé, on le raccordera au magnétophone, en prenant soin de respecter l'ordre des fiches LECTURE et ENREGISTREMENT, souvent mentionnées "EAR" et "MIC" sur les mini-cassettes.

Ensuite la fiche gigogne sera branchée sur la fiche murale de votre installation et, le Minitel enfin branché dessus, toujours par sa fiche principale, un peu à la manière de deux lampes raccordées à une même prise par l'intermédiaire d'une fiche multiple. Il sera donc parfaitement inutile de débrancher le combiné téléphonique de l'arrière du Minitel d'autant plus que cette dernière fiche ne devra en aucun cas être utilisée pour le raccordement de notre montage.

Ces connexions effectuées, il vous faudra placer le bouton inverseur sur la position enregistrement. Pour tester votre montage nous vous conseillons de composer le 11. Le numéro composé, le magnétophone sera également placé en position enregistrement. Une fois le signal sonore obtenu, on appuiera sur la touche CONNEXION FIN du minitel, comme en fonctionnement normal. On agira donc comme pour une banale consultation. En fin de com-



OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

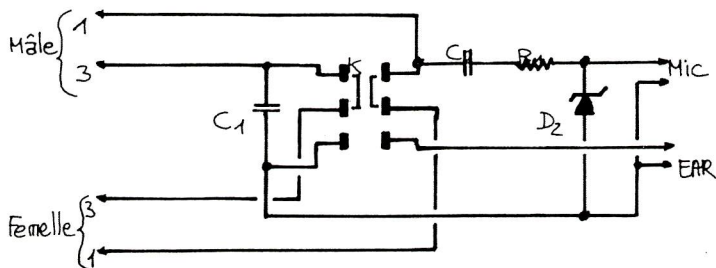
△ MAGNETIC FRANCE, 11 place
de la Nation, 75011 Paris, tél. (1)
43 79 39 88

△ PENTASONIC, 10 boulevard
Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpens,
95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ URS MEYER ELECTRONIC,
2 052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également
disponibles chez la plupart des re-
vendeurs régionaux.



PERITEL

Il semble que de nombreux lec-
teurs éprouvent quelques diffi-
cultés pour repérer les broches
de la fiche Peritel. Voici donc son
brochage avec la signification de
chaque broche. D'autre part, le
fil de liaison de la broche 19 a été
omis sur notre schéma de câbla-
ge. Il faut donc établir cette liai-
son sur la borne de C1.

Prise Peri. TV.

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

DESIGNATION	BR. N°
SORTIE AUDIO	1, 3
ENTREE AUDIO	2, 6
MASSE AUDIO	4
SORTIE VIDEO	19
ENTREE VIDEO	20
MASSE VIDEO	17
COMMUTATION LENTE L10-V1: INTERNE H10-V1: ACTIF	8
NON CONNECTE	10, 12, 14
ENTREE ROUGE	15
MASSE ROUGE	13
ENTREE VERT	11
MASSE VERT	9
ENTREE BLEU	7
MASSE BLEU	5
COMMUTATION RAPIDE L10-V1: INTERNE H10-V1: ACTIF	16
MASSE COMMUTATION	18
MASSE TUBE	21

munication, CONNEXION FIN
sera de nouveau demandé. La
cassette sera alors rembobinée et
l'inverseur sera placé en position
LECTURE. Sur le Minitel on ap-
puiera de nouveau sur CONNE-
XION FIN et la mini-cassette
sera mise en position lecture.

La lettre C apparaîtra sur le
Minitel et la lecture de la cas-
sette, à condition d'avoir placé le
réglage de volume de la mini-
cassette à peu près à mi-course,
reproduira fidèlement sur l'écran
l'ensemble de votre communica-
tion. Notons que le défilement de
la cassette pourra être interrom-
pu pour consulter une page. Ce-
pendant, cette opération provo-
quera la "déconnexion" automati-
que du Minitel. Pour consulter
les pages suivantes, il faudra
dans bien des cas, d'une part
rembobiner la cassette au début
et, d'autre part, appuyer de nou-
veau sur la touche CONNEXION
FIN du Minitel.

Pour terminer, précisons que la
modification de la position de

NOMENCLATURE

C₁ = 220 nanofarads
C₂ = 220 nanofarads
R₁ = 2,2 kilohms (rouge, rouge,
rouge, or)
K = Inverseur bipolaire à glissière
D₂ = Diode zener 5,6 volts
2 fiches Jack diamètre 3 mm
1 fiche PTT gigogne
Fil blindé 4 conducteurs
Fil blindé 1 conducteur

notre interrupteur à glissière est
équivalente à une action sur la tou-
che CONNEXION FIN et à l'extinc-
tion du Minitel. Par conséquent,
même les étourdis ne seront pas
pénalisés par une éventuelle néglig-
ence. De même, si dans votre lo-
gement vous disposez de deux pos-
tes téléphoniques, la ligne se trou-
vera libérée sur le combiné qui ne
dépend pas du Minitel, dès que
vous passerez en position lecture
sur notre montage.

Henri-Pierre Penel

Des couronnes pour les champions 88

JEUX MATHÉMATIQUES

La finale des deuxièmes Championnats de France des jeux mathématiques et logiques a désigné, les 8 et 9 juillet à Paris, les lauréats de la cuvée 88, au terme d'un marathon qui a tenu en haleine toute la France — 93 000 personnes avaient participé aux éliminatoires !

Les finalistes étaient ravis d'être parvenus à ce stade, d'avoir passé un week-end mémorable dans un des plus beaux hôtels de France, d'avoir emporté un des nombreux prix qui étaient en jeu (près de 300 000 F de lots en tout, dont 7 IBM PS2, à l'image de celui représenté sur la photo). Mais finalement, ce dont ils étaient le plus fiers, c'est du diplôme qui leur a été remis, et qui témoignera à jamais de leur performance.

Les épreuves, elles, consistaient en deux séances de 6 jeux-problèmes. Elles étaient différenciées suivant les catégories, mais un grand nombre de jeux étaient communs à plusieurs catégories. Voici les énoncés de la première séance, par ordre de difficulté croissante. Nous vous présenterons le mois prochain les énoncés de la deuxième séance, ainsi qu'un compte rendu plus complet de la finale.

QUESTIONS

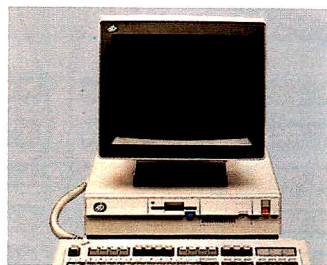
Semi-magique

Un carré semi-magique a la propriété remarquable suivante : les nombres qu'il contient donnent le même total sur chaque ligne, sur chaque colonne et sur chaque diagonale. Complétez ce carré pour qu'il soit semi-magique.

	- 5	
1 4		7

Les quatre collégiens

Au Championnat de France des Jeux mathématiques et logiques, quatre collégiens obtiennent des scores tous différents. Le total des



scores des deux garçons est égal au total des scores des filles. Le score de Denis dépasse le total Bernard + Carole. Anne et Bernard dépassent à eux deux le total des deux autres. Quel est le classement des 4 concurrents ? (On désignera chaque collégien par son initiale).

Solution :

Une somme astronomique

Trouvez les 3 derniers chiffres du nombre X égal à :

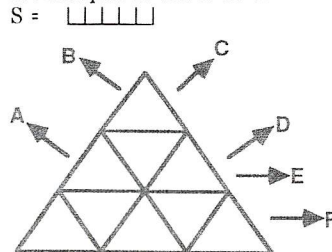
$$X = 1! + 2! + 3! + 4! + \dots + 1988!$$

On rappelle que $n!$ désigne le produit des entiers de 1 à n . Ainsi : $1! = 1$; $2! = 1 \times 2 = 2$; $3! = 1 \times 2 \times 3 = 6$;

$$4! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 = 24; \text{ etc.}$$

Maxi-facteurs

On dispose les 9 premiers entiers non nuls dans les cases triangulaires suivantes. On calcule les produits selon les 6 directions indiquées par une flèche, soit A, B, C, D, E et F. Comment placer les 9 entiers pour que la somme $S = A + B + C + D + E + F$ soit maximale ? Indiquez la valeur de S.



La tour de Hanoi bicolore

On dispose de 2 "tours de Hanoi" composées de 3 anneaux de tailles décroissantes enfilés autour d'une

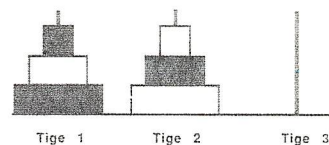
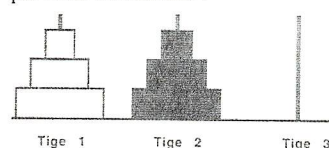
PALMARÈS DU 2^e CHAMPIONNAT DE FRANCE DES JEUX MATHÉMATIQUES ET LOGIQUES

Professionnels :
Jean BRACONNIER

Grand public :
Yves KOCHER

Lycéens :
Bruno SANCHIZ
Collégiens 4^e 3^e :
Vincent LEFEVRE
Collégiens 6^e 5^e :
Damien CHRISMENT
Concours S & V :
Vincent LEFEVRE

tige. Les anneaux sont noirs ou blancs, comme indiqué sur la figure du haut. On dispose également d'une troisième tige. Le but du jeu est de parvenir au résultat de la figure du bas, en sachant qu'à chaque coup, on ne peut poser un anneau sur un anneau plus grand ou de même dimension. Quel est le nombre minimum de coups pour parvenir au résultat ?



Les cases noires

On considère une grille 9×9 . Quel est le nombre maximum de cases que l'on peut noircir sans former aucune suite de 3 cases consécutives alignées dans une des 4 directions (verticale, horizontale, diagonales) ? Gilles Cohen

RÉPONSES

Les cases noires : 42
La tour de Hanoi : 29
Maxi-facteurs : $S = 17\ 585$
Une somme ... : 313

(solution)
Les quatre collégiens : ADBC (1

14	-36	7
-12	-5	2
-17	26	-24

Semi-magique.

LIVRES

Voici des fruits, des fleurs... et des papillons !

La saison est ouverte à la connaissance de la nature, et ceux de nos lecteurs qui y aspirent trouveront plaisir et profit à trois ouvrages récents qu'ils pourront emporter avec eux, afin de satisfaire au célèbre vers de Virgile, « Et nobiscum rusticantur », ils vont aux champs avec nous.

Tous les fruits comestibles du monde, de Marie Pierre Bonnasieux (1) sera fort apprécié des amateurs de fruits, car, comme l'observe l'auteur dès les premières lignes, « peu de merveilles de la nature sont aussi méconnues ». D'autant plus utile que sa grande richesse d'informations dépasse de loin le cadre des simples descriptions. L'auteur, qui a visité les marchés de presque tous les pays du monde, évoque aussi le contexte historique, les coutumes alimentaires, les propriétés thérapeutiques des fruits, leur comportement à la commercialisation (la congélation, par exemple)... Première conséquence : il nous faut admettre très vite que nous ne savons pas grand chose des fruits que nous croyons connaître. Ainsi en est-il des cerises, qui se mangent salées en soupe chaude en Bulgarie, des prunes, qui sont un régénérateur des cellules nerveuses ou des poires, qui conviennent particulièrement aux rhumatisants, aux arthritiques et aux gouteux parce que le tanin et les sels de potasse qu'elles contiennent dissolvent l'acide urique. En revanche, les graines de pastèques seraient cancérigènes. Mais qui savait que le premier néflier du

Japon a fleuri en France en 1801 ; que le fruit de l'arbre à pain est torréfié en Europe centrale pour faire de la chicorée ; que le grand public a commencé à connaître la noix de cola en 1886 au moment où, aux Etats-Unis, fut lancé le coca-cola qui en contient des extraits... Bref, il y a dans les 200 pages de ce petit livre fort bien présenté et illustré, de quoi fouetter l'appétit.

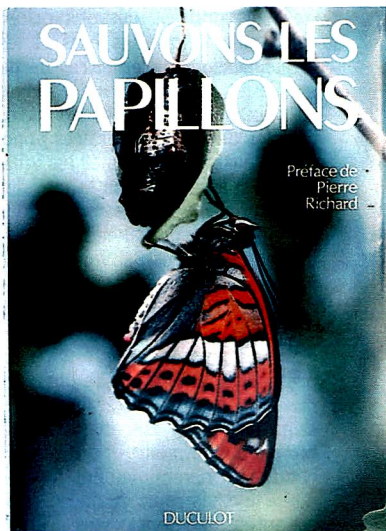
Fleurs des landes et des marais, de Roger Philips, (2) rappelle que chaque région possède une flore spécifique, même si certaines plantes se retrouvent souvent sur des territoires plus vastes. Conçu sur le principe de la photo d'identité, bien plus utile qu'un dessin, ce livre constituait une gageure, car beaucoup de plantes étant petites, poussant en milieu herbacé et peu lumineux, sont difficiles à photographier, ce qui donne des images confuses (l'impression, qui n'a pas toute la finesse de la photo, accentue encore ce défaut).

L'identification n'est donc pas commode pour un tiers des fleurs présentées. Malgré cela, le

livre est utile, ne serait-ce que par la description des espèces qui apporte quantité d'informations.

Sauvons les papillons (3), de Blab, Ruckstuhl, Eshe, Holzberger et Luquet, est un livre d'histoire naturelle construit comme un récit dans lequel l'écrivain utilise le comportement de ses personnages pour dépeindre un environnement social et une époque. Les auteurs, deux lépidoptéristes, un photographe animalier et un journaliste scientifique, nous font entrer dans la vie des papillons de divers habitats naturels, tous soumis aujourd'hui aux agressions humaines. Ainsi se révèlent à nous la gravité et l'ampleur des risques écologiques de l'industrialisation et de l'urbanisation.

Le récit commence par une constatation : les papillons disparaissent au fur et à mesure que la civilisation envahit la nature, grignotant leurs territoires. Cela laisse indifférents les industriels, les économistes et les politiques. « Les papillons, écrivent les auteurs, n'ont plus grand chose à faire ni dans cette singulière nature où tout est chaque jour davantage régi par les contraintes économiques et sociales, ni dans ce monde pris à son propre piège, où l'utilitaire et le fonctionnel prennent le pas sur les beautés de la nature. Ils n'ont plus beaucoup de prix en vérité. Les défenseurs de la nature seraient bien en peine de nous faire accroire qu'une quelcon-



(1) Bordas, 208 p., 110 F. (2) Bordas, 160 p., 64 F.
(3) Duculot, 192 p., 178 F.

que catastrophe nous menace simplement parce que dans cette guerre d'extermination que nous menons contre la nature, les papillons disparaissent tout doucement, sans crier gare, quittant la scène multicolore comme des fantômes vaporeux. » Les auteurs montrent ensuite comment se développe un véritable cancer écologique révélé ici par la mort des papillons, et provoqué par la réforme agraire, l'industrialisation d'une économie paysanne qui, en faisant appel aux engrais, aux herbicides, aux coupes des prairies, ont permis les rendements élevés des fermes et des cultures. « Ironie du sort : l'anéantissement des prairies fleuries, l'élimination des papillons n'eurent d'autre signification pour le paysan qu'une victoire à la Pyrrhus. Certes il engrangea bien davantage de foin et ses vaches donnèrent aussi davantage de lait ; mais comme tous ses voisins se mirent à faire comme lui, le lait ne se vendit plus et le zèle des paysans ne floua qu'eux-mêmes. Croître ou céder la place, l'implétoable sentence darwinienne ruina l'existence de milliers de paysans. Une couche sociale disparut presque aussi silencieusement que les plantes éliminées : d'abord les fleurs, ensuite les papillons, finalement les paysans eux-mêmes. La campagne menée contre la nature se commua en autodestruction. »

Les auteurs font alors la démonstration scientifique de ce processus dans une dizaine de chapitres : les prairies, laissons éclore cent mille fleurs ; les bois et les forêts, laissons filtrer les rayons du soleil ; les haies, laissons-les vivre en paix ; les champs et les terres incultes des déserts agraires ponctués d'oasis ; les villes et les villages, les papillons dans la cité des hommes ; les berges, sauvegardons la végétation spontanée des rives ; les lieux palustres, sauvons les ultimes relictés ; les Alpes et les Pyrénées, dernier éden pour nos papillons.

Avec les papillons, que nous apprenons ainsi à connaître plus intimement que par de simples descriptions, nous entrons dans un monde qui se meurt et qui semble conduire irréversiblement l'humanité à la catastrophe majeure. Mais les auteurs ne sont certes pas des

deiseurs de malheur. Ce sont des spécialistes conscients des réalités, et chez lesquels l'espoir s'entête : car on peut encore "sauver les papillons". Des solutions existent. Par exemple, "acheminer les paysans vers une seconde révolution idéologique. Après la poussée du modernisme et la doctrine du rendement à tout prix, loin de l'image démodée des fermes traditionnelles, pourquoi ne pas envisager un retour vers la saine réflexion des Anciens ? Un tel retour ne peut aboutir que si les paysans comprennent où se trouve leur destin, notre destin. Sauver les exploitations en laissant s'épanouir mille et une fleurs : l'un ne va pas sans l'autre."

"Sauvons les papillons" est un livre important...en dépit de l'agrément qu'il donne à la lecture : il donne une leçon, et sa rigueur d'information est imparable. C'est aussi un livre remarquablement illustré.

Roger Bellone

...Et puis des baleines !

*A ceux qui iront sur les mers,
cette année, signalons deux
ouvrages consacrés aux cétacés.*

Des Baleines (°), de Heathcote Williams est plus une célébration lyrique, littéraire et journalistique du sujet qu'un livre de voyage ou de science. Il est constitué en grande partie de citations d'auteurs anciens et modernes sur cet animal attachant. Comme le cochon, dont Georges Duhamel écrivait, dans "Scènes de la vie future", après une visite des abattoirs de Chicago, qu'on en utilisait tout, sauf le cri, comme la noix de coco aussi, "vache" des insulaires auxquels elle fournit du lait, des protéines et des éléments de construction, la baleine sert à faire des bougies, des armatures de corsets, des aliments pour chiens et des verges pour fouetter les enfants (avec le pénis desséché, en Angleterre !). Hélas, l'animal vaut bien mieux que ce qu'en font les humains, au prix de massacres ineptes. Affectivité et intelligence ne lui manquent

certes pas, et le livre mérite donc éloges pour l'avoir rappelé.

Les enfants de la baleine blanche (°), de Xavier Roy est un joli récit du voyage qu'ont fait huit enfants sur deux voiliers, pendant un an, à la poursuite des grandes baleines à bosse. L'auteur est l'un des fondateurs de cette aventure pédagogique originale, qui consiste à offrir à des enfants des leçons de choses sans tableau noir et d'une "école" appelée justement "La baleine blanche". On ne sait comment définir le récit, à mi-chemin donc entre la relation de croisière et l'expérience pédagogique. Plus d'un professeur y trouvera leçon à méditer. Les parents ne s'ennuieront pas et le livre fera les délices des jeunes de dix à seize ans.

Gerald Messadié

Bernard Devaux

LA TORTUE SAUVAGE

Sang de la Terre éd., 148 p., 130 F.

La tortue d'Hermann est une espèce en voie de disparition. En Corse, elle est encore assez largement distribuée, mais sur le Continent, sa situation n'est pas très bonne. Il y a un siècle et demi, elle existait encore près de Perpignan, à Port-Cros, dans l'Esterel ; on ne la trouve maintenant plus que dans les Maures. Elle n'est donc vraiment abondante que sur un millier de kilomètres carrés, entre Hyères et Fréjus.

Les causes du déclin sont complexes et l'auteur les analyse, certes, mais ne s'aventure pas à les classer par ordre d'importance. Le ramassage ne semble guère en cause, que ce soit à des fins commerciales, gastronomiques, ou scientifiques, car il est interdit. Les modifications du milieu, l'abandon des cultures, l'embroussalement des forêts constituent, eux, des facteurs négatifs certains, de même que les incendies de forêts. L'auteur semble cependant accorder une importance particulière à la prédation des nids par différents carnivores, encore qu'il ne montre pas clairement pourquoi la situation se serait récemment aggravée.

Quoiqu'il en soit, la tortue des Maures disparaît et c'est malheureux. Devaux nous la décrit, en effet, sous un jour particulièrement sympathique. Il raconte les

(4) Aubier, album coul. 191 p., 140 F.

(5) Robert Laffont, 231 p., 89 F.

combats des mâles, les accouplements violents, surprenants chez un animal qui semblerait léthargique (« le bruit ressemble à un combat entre bûcherons irascibles »), le creusement du nid, la ponte, l'éclosion... Il donne également de nombreuses informations intéressantes sur la biologie de l'animal, y compris les points obscurs.

L'auteur dit aussi comment il a entrepris avec quelques amis de sauver les tortues, en recueillant celles qui lui sont données, en provenance de jardins ou bien rencontrées dans de mauvaises conditions. Il les marque, les fait se reproduire et les relâche. Peut-être cet ouvrage incitera-t-il à visiter le "village des tortues", Gonfaron, dans le Var. Ce serait là une forme d'encouragement.

Jacques Lecomte

Patrick Lagader

ÉTATS D'URGENCE

Seuil ; 410 p. 140 F.

Chercheur à l'Ecole polytechnique, l'auteur dresse le constat alarmant de la croissance du risque technologique majeur, qui est peut-être l'un des grands phénomènes de ce siècle finissant. L'ouvrage, qui est plus un rapport et un mémoire sur des catastrophes telles que Bhopal, Amoco Cadiz, Tchernobyl, qu'une réflexion théorique sur le risque, comprend d'excellents entretiens avec des spécialistes français et étrangers. A ranger à côté du *Bluff technologique* de Jacques Ellul, dont nous avons déjà rendu compte.

G.M.

Madeleine Griselin

HUIT FEMMES

POUR UN PÔLE

Albin Michel, 370 p., 120 F.

Se rappelle-t-on cette tentative d'atteindre le Pôle nord au cours de janvier 1986, qui se solda par un échec, alors que Jean-Louis Etienne y réussit, seul et à pied ? Etienne aussi avait essuyé un échec. Ce sont là des souvenirs qu'il faut fixer ; Madeleine Griselin s'y est bien employée. Préparatifs, émerveillements, angoisses... et dettes au retour (la pudeur occulte généralement de

tels détails), tout y est. Relevons l'erreur fondamentale de l'idée de départ, car ce raid n'était certes pas le moyen le plus efficace, ni le moins onéreux, pour étudier la dérive polaire entre le Spitzberg et le Groënland.

André Giret

Gabriel Mazars

L'HOMME SANS DOULEURS

Calmann-Lévy, 318 p., 125 F.

L'idée que la souffrance possède une dimension sacrée imprègne notre culture depuis longtemps. Dans la recherche et la pratique médicale, elle a paralysé plus ou moins consciemment l'étude des mécanismes de la douleur et l'étude de thérapeutiques pouvant l'atténuer, voire la supprimer. Attitude qui se justifiait par le fait que la douleur joue le rôle d'un avertisseur de maladie et, en quelque sorte, d'un chien de garde de notre corps. Attitude moralisatrice également : les milieux conservateurs britanniques commencèrent par refuser l'accouchement sous anesthésie, sous prétexte qu'il contreviait à l'injonction biblique, « Tu enfanteras dans la douleur » ; il fallut que la reine Victoria elle-même accouchât sous anesthésie pour modifier leurs attitudes.

A ces notions dépassées d'une douleur rédemptrice et nécessaire, le Pr Mazars s'en prend avec la passion et la compétence d'un médecin pour qui la souffrance humaine a été, au contraire, l'ennemi à combattre au cours des vingt-cinq ans pendant lesquels il a dirigé un grand service parisien de neuro-chirurgie.

Si la douleur peut être, en effet, un signal d'alarme, c'est trop souvent aussi un signal défectueux : à quoi sert-il dans un rhumatisme chronique ou une migraine récurrente ? Pourquoi reste-t-il muet au début de tant de cancers, alors que l'alarme permettrait le dépistage ? Et puis, ce signal est en plus trompeur, car il est souvent le même dans des affections aussi différentes par le diagnostic et le traitement que l'infarctus du myocarde et la névralgie intercostale. Pis, il peut être mortel, car la douleur causée par l'écrasement d'un doigt peut tuer un cardiaque déjà sujet à des crises d'angines de poitrine.

Il a pourtant fallu une longue

lutte pour imposer la notion de douleur inutile ou néfaste, survivant parfois à la maladie qui la causa et devenant à elle seule une maladie indépendante. Le Pr Mazars retrace les étapes de ce combat qui a duré des décennies.

Il a d'abord fallu comprendre pourquoi et comment nous souffrons ; la plupart des douleurs proviennent d'une stimulation des fibres nerveuse spécialisées, qui déclenchent, à tort ou à raison, le fameux signal d'alarme. D'autres douleurs, au contraire, sont consécutives à une perte de sensibilité ; le malade souffre non parce que ses nerfs sont irrités, mais parce qu'ils sont hors service ; c'est le cas des douleurs que les amputés ressentent dans un membre fantôme. On a mis longtemps à assimiler le paradoxe de ces douleurs de "désafférentiation", mais on sait maintenant les traiter par stimulation électrique du thalamus, la formation cérébrale vers laquelle convergent les voies sensibles.

L'auteur expose les différentes variétés de douleurs et l'arsenal psychologique, chimique et chirurgical dont on dispose de nos jours pour les combattre. Car toutes, dit l'auteur, peuvent être maîtrisées dans de bonnes conditions. Et pourtant, on ne le fait pas toujours. Les obstacles tiennent à la survivance d'attitudes archaïques. Un public informé aide à lever les interdits, et ce message d'espoir qu'offre le Pr Mazars doit atteindre malades, entourage et médecins et rappeler avec force que l'objet de la médecine est aussi de combattre la douleur.

Michel Rouzé

Claude Olievenstein

LE NON-DIT DES ÉMOTIONS

Odile Jacob, 211 p., 99 F.

Ce livre traite de sujets simples, sinon banals, en termes savants, sinon compliqués. L'un des sujets, celui qui occupe le début du livre, est le chagrin des gens sans charmes physiques, et qui n'osent pas déclarer leur flamme à l'objet aimé. Leurs discours en est donc faussés. Les autres "non-dits" sont ceux de l'analyse, de la médecine, de la science et du non-dit lui-même.

Le premier de ces non-dits appartient au domaine de la sexualité.

té, sinon du sentiment, et il nous semble que l'auteur s'avance parfois aux lisières de l'analyse et de l'ethnologie d'un pas qui semble imprudent. Comme il est cultivé, il n'est pas ennuyeux, mais peut paraître superficiel. Le désir androgyne qu'il prête aux hommes beaux mériterait pour qu'on y croie des démonstrations plus riches en données. Et puis, s'agit-il bien d'androgynie, ou bien d'homosexualité ? Le cas n'est pas clair.

Le non-dit de la médecine résiderait « dans cet ensemble d'adhésions magiques, de superstitions plus ou moins structurées, enfin de jugements de valeur qui n'ont qu'un lointain rapport avec l'objectivité scientifique dans laquelle se drapent les hommes de l'Art ». Voilà qui est un peu sommaire, car si l'on trouve parfois, hélas, des médecins agités par l'irrationnel, il est un peu léger d'évoquer « la peur-haine des équipes soignantes », et en tout cas d'en faire un présupposé de la profession médicale.

Le non-dit de la science résiderait enfin dans les préjugés des

gens qui érigent la science « en fétiche ». Ce serait là « le lien indestructible destiné à éviter l'angoisse de mort, mais également l'Œdipe, l'inceste, la castration... » Confessons que, là, nous ne suivons plus du tout l'auteur. Que Newton et Pascal aient été de grands angoissés est certain, leurs biographies en attestent. Mais ce ne fut apparemment pas le cas de tous les savants et même pour Newton et Pascal, la science ne fut pas un « fétiche », mais un recours contre l'angoisse pour essayer de comprendre le monde. Ils y parvinrent quand même assez bien sans être scientistes. Leurs biographies ne donnent guère à penser non plus qu'un Feynmann, qui vient de mourir, ou un Heisenberg aient été ni scientistes, ni réductionnistes à outrance. Point n'est besoin d'aller fouiller dans leurs « Œdipes » pour chercher leur non-dit.

La réserve que ce livre finit par inspirer pourrait procéder d'un malentendu initial. D'entrée de jeu, l'auteur oppose en effet le langage, qui trouve le mot pour la chose, et

le non-dit, qui s'efforce de remplacer le discours audible par celui qu'on doit taire. Or, contrairement à ce que laisse entendre l'auteur, il se trouve qu'il n'y a pas de langage « total », parce que l'on choisit toujours parmi toutes les données de la pensée, celles qui permettent au discours d'être le plus efficace. C'est-à-dire que, même si l'on voulait dire tout ce que l'on pense, on serait contraint d'effectuer une sélection des données de sa pensée et d'en rejeter d'autres. Il existe donc un non-dit involontaire et un autre qui est volontaire, et cette distinction est assez différente de celle que propose l'auteur. Il n'empêche que l'ouvrage comporte de nombreuses notations pertinentes, touchantes et...non-dites ! G.M.

Philippe Lebreton

LA NATURE EN CRISE

Sang de la Terre, 341 p., 130 F.

Qui sait qu'il existe une « France des nitrates » (coupée en deux par une ligne qui va des Ardennes à la

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée. Grâce à sa méthode moderne, inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT ET A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information et à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez notre documentation gratuite :
UNIVERSALIS, 11, rue Fg Poissonnière, 75009 Paris
Belgique: rue Louvrex 30, 4000 Liège - T. 041/23.51.10

BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE ET SANS ENGAGEMENT

Nom F17

Prénom

Adresse

C.P. Ville

UNE OREILLE PARTOUT!...

MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T.

PORTÉE 5 km

Un modèle de micro-émetteur étonnant par sa puissance Performances améliorables (voir mode d'emploi en français)

225F. SPECIAL

BON A DECOUPER CI-DESSOUS

GARANTIE 1 AN

Pour les bricoleurs : une véritable radio libre

- **SIMPLE** : réception sur tout poste radio FM, auto-radio, chaîne Hi-Fi, etc. Il suffit de déplacer la fréquence pour trouver une zone libre sur votre radio actuelle en FM.
- **DISCRET** : sans fil, sans branchement, sans antenne extérieure, vous le mettez où vous voulez.
- **PRATIQUE** : petit et léger, fonctionne avec une pile courante de 9 volts jusqu'à 250 h en continu (livré sans pile).
- **UTILE ET EFFICACE** : pour surveiller enfants, commerces, garages, personnes malveillantes, ennemis, malhonnêtes, etc.

Essayez cet appareil (meilleur rapport qualité-prix de cette gamme !). Plus de 30.000 exemplaires vendus à ce jour ! Fournis aux professionnels, détectives, gardienhages, etc.

Bon à renvoyer à : SCANNER'S - BP 26
13351 MARSEILLE CEDEX 5
Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 F PRAGMA

Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h

☐ Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)
☐ MICRO-EMETTEUR TX2007 au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F
 Ci-joint mon règlement par ☐ CCP ☐ chèque bancaire ☐ Mandat-lettre, ☐ contre remboursement (- 25 F)

Nom
 Adresse
 Code postal : Ville :

Gironde)? Que les lignes électriques aériennes tuent chaque année des milliers d'oiseaux? Que 31 % du territoire français sont des espaces protégés? Scientifique, expert du "front écologique", l'auteur dresse un tableau rigoureux des problèmes qui se posent dans la conservation de la nature en France et des mesures qui ont été prises par les gouvernements. Ouvrage de référence. **G.M.**

Bernard Vidal

HISTOIRE DE LA CHIMIE

PUF-Que sais-je? 126 p., 28 F.

Fred Aftalion

HISTOIRE DE LA CHIMIE

Masson, 383 p., 225 F.

Ces deux ouvrages se complètent. Le premier expose surtout la genèse de la chimie moderne, de l'alchimie à l'atomisme de Dalton et d'Avogadro, inventeur de la notion de molécule, puis à l'avènement des notions de valence et de

substitution. Il est généralement clair, mais les impuretés de langage y sont trop fréquentes. On se demande, par exemple, ce que signifie au fond une phrase telle que celle-ci: « Le chercheur, au cours du XIX^e siècle, essaie d'ordonner la connaissance brute qu'une activité particulièrement intense lui donne de la matière ». Les impropriétés abondent (« les éléments peuvent se changer les uns dans les autres ») et les barbarismes anglicistes aussi, tels que celui-ci, qui est particulièrement inepte: « La spectroscopie raman a été initiée par Chandrasekhar V.Raman en 1928 ». A quoi donc a-t-elle été initiée? D'où l'agacement que ce petit précis suscite à l'occasion. N'a-t-on donc pas de correcteurs aux PUF?

Le second ouvrage est un excellent panorama historique de la chimie moderne et commence réellement à la naissance de l'industrie chimique, au XVIII^e siècle. C'est, entre autres qualités, une mine de renseignements rares sur le développement de la chimie et de la pharmacie au XX^e siècle. **G.M.**

Uri Zelbstein LES CERTITUDES DE L'A-PEU-PRÈS

Ed. Patino, Genève, diffusé par Le Cherche-Livres, 234 bd Raspail, 75014 Paris, 212 p., 100 F.

Très intéressante collection de réflexions d'un physicien et mécanicien sur un phénomène d'épistémologie négligé: l'accroissement de la précision des mesures n'entraîne pas forcément un accroissement proportionnel de la connaissance. Il peut même rendre problématique toute interprétation rationnelle de la nature, et cela d'autant plus que la causalité circulaire (par rétroaction) est venue depuis plusieurs décennies enrichir la causalité classique (linéaire). « Le raisonnement aux limites avec des quantités qui, de manière abstraite, tendent vers zéro, ne peut être confié à une machine opérant sur du discontinu (comme l'ordinateur). C'est pourquoi un ordinateur ne rejoindra jamais la pensée mathématique. » Notre époque est donc au probabilisme statistique. **G.M.**

COMMENT DEVELOPPER VOTRE MEMOIRE

Rien de plus simple avec l'étonnante méthode CHEST!

Grâce à elle, en un mois, vous doublerez les capacités actuelles de votre mémoire!

Rapide et agréable, cette méthode ne demande aucun effort. Elle est si simple qu'un enfant de 14 ans peut l'étudier entièrement en un mois. Un quart d'heure par jour suffit!

Et c'est facile! Grâce à une FORMULE UNIQUE D'EXERCICES

CORRIGES PAR L'AUTEUR LUI-MEME, vous retiendrez bientôt sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères, des listes de numéros de téléphone...

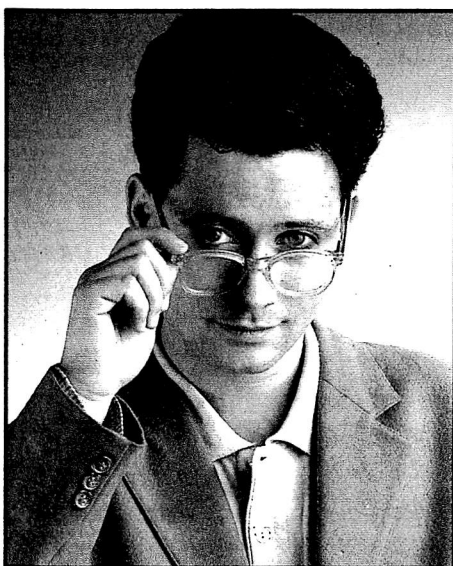
Tout ce que vous désirez, sans aucune limite!

Vous aussi, découvrez vite comment développer votre mémoire en lisant la passionnante brochure offerte gratuitement par FRANCE MARKETING DIFFUSION.

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

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

Tapez 3615
FIRST* CHEST



GRATUIT

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

NOM _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

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

SV8

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

PHOTO

Un flash-zoom



Les flashes changent de forme, du moins chez le fabricant allemand Metz. Leur dernier modèle, le Mécablitz 32 CT7 (nombre-guide 32 pour la sensibilité 100 ISO) possède en effet une esthétique ovale. C'est un flash de moyenne puissance,

utilisable sur n'importe quel appareil grâce à son système SCA. Celui-ci, rappelons-le, est constitué d'adaptateurs interchangeables qui assurent la compatibilité avec les divers reflex, y compris les modèles à mise au point automatique. Le Mécablitz 32 CT7 est doté d'un réflecteur à focalisation réglable qui couvre le champ de tous les objectifs de 28 à 250 mm. Ce réflecteur-zoom est par ailleurs orientable horizontalement sur 270°, vers le haut de 90° et vers le bas de 12°. Il est enfin équipé d'un réflecteur auxiliaire débrayable donnant un complément de lumière frontale (10 % du total) quand le réflecteur principal est utilisé en éclairage indirect (orienté vers le plafond par exemple). Prix : 1 300 F environ.

VIDÉO

La télévision par micro-ondes

Depuis plus de 15 ans, aux Etats Unis, la distribution de canaux de télévision dans un groupe d'immeubles se fait par micro-ondes lorsque le site n'est pas câblé. Généralement, les émissions provenant de satellites sont captées par un centre, puis diffusées par une antenne de très haute fréquence (2 GHz). Les abonnés les reçoivent alors grâce à une antenne spéciale et à un convertisseur de fréquences. Le système est souvent moins coûteux que le câble. Ce système vient de faire son entrée en Europe, le Royaume-Uni ayant décidé de l'utiliser à son tour dans certaines régions non encore câblées.

VIDÉO

La haute qualité en télévision

Avant même l'arrivée de la haute définition, la télévision va bénéficier d'améliorations. Grâce aux Japonais en particulier. Ainsi Matsushita a-t-il présenté, il y a quelques mois, le prototype d'un téléviseur, le TH-29M2, doté d'un nouveau tube, dit DAF, asservi par des circuits électroniques large bande. La résolution annoncée est de 600 lignes horizontalement. Ce téléviseur comporte en outre 4 entrées pour magnétoscope S-VHS.

Matsushita a aussi créé un magnétoscope VHS-C portable, doté d'un petit téléviseur à cristaux liquides.

De son côté, Hitachi a réalisé un téléviseur doublant le balayage pour accroître la finesse de l'image. Cette astuce technique suppose la mise en mémoire de chaque ligne pour permettre ensuite son double passage. Elle est obtenue par des circuits numériques. Ceux-ci autorisent aussi la séparation des signaux de luminance et de chrominance, afin d'éviter toutes interférences entre eux et améliorer l'image. Ces traitements assurent une définition réelle de 450 lignes en NTSC.

Toshiba utilise des techniques similaires sur des magnétoscopes S-VHS. Avec son modèle A-990 SV, la définition en VHS atteint 400 lignes. L'appareil étant totalement numérique, 16 incrustations d'images peuvent être obtenues sur l'écran, par exemple pour comparer des plans à monter.

Toshiba a également annoncé un caméscope A1-40SV doté d'un analyseur à transfert de charge de 400 000 points, capable de séparer 470 lignes horizontalement.

Un microphone pour la parole et le chant

Une grande fidélité impulsionnelle (la réponse aux rapides et brusques changements d'intensité sonore) est nécessaire à la transmission claire et intelligible de la parole. C'est cette qualité qu'a voulu obtenir la firme Sennheiser en concevant le microphone MKE 4032 P3, grâce à un transducteur électrostatique.

Conçu pour la tenue à proximité des lèvres, le MKE 4032 P3 est pourvu d'une grille le rendant insensible à toute pénétration d'humidité. Ce qui signifie en pratique que le son se maintient (même en

cas de rires et de glossements). Le micro garde toutes ses qualités, les aiguës n'ont pas besoin d'être réajustées, bien qu'elles s'atténuent normalement à mesure que l'humidité pénètre.

Le micro supporte sans risques la musique rock la plus dure. Pour les voix graves, il est possible d'atténuer leurs fréquences au moyen d'un filtre intégré. Son commutateur n'est accessible — de même que les piles — qu'après avoir dévissé le manchon de la poignée : ceci pour éviter toute manipulation intempestive.



Pour viser dans les coins au Leica

La firme Leitz lance un viseur d'angle Leica destiné à ses appareils 24 x 36 reflex. Orientable par paliers de 90°, il permet de photographier discrètement dans une direction différente de celle de l'axe de l'objectif et facilite les prises de vue au ras du sol ou sur pied. Il est conçu pour ne pas gêner l'emploi d'un flash lorsque celui-ci est fixé dans la griffe porte-accessoire. Enfin, il autorise une variation du grossissement de l'image de visée et son oculaire est réglable de +4 à -6 dioptries. Prix : environ 2 000 F.



Quatre modes de mise au point et huit d'exposition sur un reflex

Chinon vient de lancer le CP-9AM Multi-program, son premier 24 x 36 reflex doté de plusieurs automatismes de l'exposition et de la mise au point. Cette dernière, tout d'abord, peut être réalisée de quatre façons différentes avec les objectifs Chinon AF :

- mise au point automatique simple fondée sur l'analyse de l'image par capteurs DTC à transfert de charge ;
- mise au point automatique en continu permettant de suivre un sujet en déplacement ;
- mise au point avec déclenchement automatique dès que le sujet est net ;
- mise au point manuelle ;

D'autre part, en ce qui concerne l'exposition du film, l'appareil propose tous les systèmes de réglage aujourd'hui classiques :

- programme normal (automatisme total) ;
- programme favorisant les vitesses rapides ;
- programme favorisant les diaphragmes ;
- automatisme avec priorité au diaphragme (choix préalable du

diaphragme, l'appareil réglant ensuite la vitesse) ;

- automatisme avec priorité à l'ouverture ;
- automatisme au flash (flashomatic) ;
- automatisme TTL au flash (exposition avec mesure de la lumière de l'éclair sur le film durant l'exposition) ;
- réglage manuel.

Enfin, le Chinon CP-9AF propose les perfectionnements essentiels des grands reflex :

- un panneau à cristaux liquides donnant les paramètres de prise de vue ;
- la surimpression ;
- la possibilité d'utiliser tous les films de 25 à 5000 ISO ;
- un viseur reflex avec 18 diodes pour donner toutes les informations de prise de vue ;
- un obturateur électronique, de 8 à 1/2000 s et des poses lentes de 1 à 90 s ;
- un intervallo-mètre (1 à 90 minutes) avec prise de vue de 1 à 60 s ;
- l'entraînement par moteur.

Prix : environ 4 000 F.

VIDÉO

Un combiné télé-magnétoscope portable



La miniaturisation du matériel électronique ne semble pas connaître de limites. Témoin le Walkman GV-8, lancé ce mois-ci par Sony à Tokyo. C'est le premier baladeur qui intègre un téléviseur couleur et un magnétoscope 8 mm, le tout ne pesant guère plus de 1 kg et mesurant environ $13 \times 7 \times 21$ cm. Le téléviseur possède un écran à cristaux liquides mesurant 24×38 cm et comportant 92 160 cellules. C'est un récepteur complet captant les programmes UHF/VHF avec une bande passante de 5,4 MHz. Le magnétoscope utilise les cassettes vidéo 8 mm autorisant 4 heures

d'enregistrement. Une minuterie électronique permet de programmer 24 heures à l'avance l'enregistrement d'une émission. L'appareil comporte toutes les entrées et sorties disponibles sur les matériels de salon : microphone, casque, haut-parleurs et caméra vidéo. Cette dernière est d'ailleurs proposée par Sony sous la référence CCD-G1. L'alimentation de l'ensemble est possible sur piles au lithium ou batterie rechargeable de 6 V. Disponible au Japon en NTSC au prix de 2 900 F, le Sony GV-8 ne sera pas disponible en Europe, en PAL, avant le printemps 1989.

AUDIO

Citizen se lance dans le disque compact

Le roi japonais de l'horlogerie et des téléviseurs miniatures, Citizen, a commercialisé son premier lecteur de disque à laser sous la référence CBM. Il s'agit d'un modèle portable disponible sous trois habillages (CBM 777, 1 490 F ; CBM 1000 et 2000, 1 990 F). Le moins cher, utilisable sur secteur ou sur batterie de voiture, possède une réponse de 20-20 000 Hz (de +1 à -3 dB). Les deux autres, utilisables sur piles ou secteur, sont de performances un peu plus élevées : 5-20 000 Hz (de +0,5 -1,5 dB). Leurs caractéristiques sont celles de tous les lecteurs portables.



PHOTO

Progression du marché des surfaces sensibles

84 millions de films photographiques ont été vendus en France en 1987, soit 7,6 % de plus qu'en 1986. Cette évolution est inégale selon les types et les formats des pellicules. Les négatifs couleurs ont subi la plus forte hausse : +15,5 % avec 66 millions de films. La diapositive est en baisse légère : -4,2 % avec 12 millions de films. Le noir et blanc est en hausse pour la première fois depuis de nombreuses années : +5,6 % avec 6 millions de films. Les tirages d'épreuves en couleurs sont aussi en augmentation sensible : +15 % pour les papiers de tirage des négatifs (plus de 26 millions de mètres carrés) et +15,5 % pour les papiers de tirage des diapositives (2,25 millions de mètres carrés). Pour les quatre premiers mois de 1988, la tendance est sensiblement comparable, sauf qu'on note une remontée des films inversibles pour diapositives (+ 1,5 % environ) et une nouvelle poussée des tirages papier à partir de films négatifs (+22,8 %).

SON

Double antivol sur un autoradio

Conçu par Grundig, cet autoradio, également lecteur de cassette, sera commercialisé à l'automne prochain sous la référence WKC-4870 RDS. Il reçoit toutes les gammes d'ondes (FM, PO, GO et OC).

Première caractéristique importante, il est doté d'une double sécurité: l'obligation d'introduire un code à 4 chiffres pour pouvoir l'utiliser et la possibilité d'emporter son tableau de bord pour empêcher tout vol. Ce tableau, qui comporte toutes les commandes de l'appareil, est léger et maniable. Son retrait ou sa mise en place est immédiat. Lorsqu'il est enlevé, la partie restante du récepteur ne laisse aucun doute sur le fait qu'il est incomplet et donc inutilisable.

Le Grundig 4870 est équipé pour le système RDS, en cours d'introduction en Europe. Celui-ci assure la réception de la meilleure fréquence FM diffusant un même programme en fonction de la localisation géographique. La recherche est automatique par impulsion de la touche RDS de l'auto-radio.

L'appareil possède une puissance totale de 160 W (soit 40 W pour chacun des quatre haut-parleurs). La puissance sonore est automatiquement adaptée à la vitesse du véhicule par couplage de la commande de volume à la pédale d'accélérateur (cela permet d'ajuster le volume sonore au bruit que fait le véhicule en roulant, bruit qui augmente avec la vitesse).

Parmi les autres caractéristiques du Grundig WKC 4870, mentionnons encore le changement automatique du sens de défilement de la bande de la cassette en fin de course, la présence d'un réducteur de bruit du type Dolby, le réglage séparé des graves et des aigus et l'arrêt automatique de la cassette lors de la diffusion des messages de radioguidage. Prix: environ 4 000 F.



VIDÉO

Le quatre millième de seconde sur un caméscope submersible

L'éventail des perfectionnements ne cesse de s'élargir sur les caméscopes 8 mm. Ainsi, au Japon pour l'instant (fin 1988-début 1989 en France), Sony propose une version de son modèle Handycam doté d'un obturateur électronique à vitesse variable assurant des prises de vues au 1/60, 1/100, 1/250, 1/1000 et 1/4000 s. De plus, cet appareil autorise directement le tirage des films par surimpression de textes sur l'image grâce à un traitement numérique des signaux vidéo. Pour faciliter cette opération, ce caméscope, le Handycam CCD-F340, reçoit une titreuse miniature qui se fixe sur le boîtier.

L'appareil, enfin, est utilisable en

plongée sous-marine grâce à un caisson étanche, Marine Pack-F340, capable de supporter des profondeurs de - 40 m. Dans cette application, le caméscope peut être doté d'un complément optique élargissant le champ de prise de vue de 0,6X. Cela dit, les autres caractéristiques du CCD-F340 sont sensiblement les mêmes que celles des autres modèles Handycam: analyseur d'images à transfert de charge de 270 000 cellules, viseur électronique, zoom 1,4/9-54 mm du type Macro et à mise au point automatique par infrarouge, prise de vue à partir de 9 lux, poids de 1,3 kg avec batterie et cassette.

VIDÉO

Un Acrobate pour votre caméscope

Cet "Acrobate" n'est qu'un complément optique à quatre lentilles adaptables aux objectifs de tout caméscope. Etant réversible, il transforme ces objectifs, soit en grand angulaire (0,6 X), soit en téléobjectif (1,6 X). L'importateur, Inter Photo (BP 74, 94223 Charen-

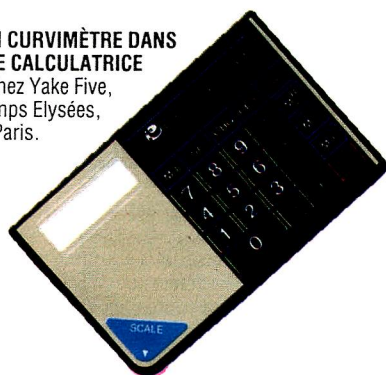
ton cedex), affirme que la qualité optique de ce système est très bonne. L'ensemble est relativement compact: 54 x 42 mm pour un poids de 120 g. Trois bagues sont livrées avec, pour couvrir les diamètres de 46, 49 et 52 mm. Prix: 750 F.

**3 UN ROBINET
TELESCOPIQUE**

1 280 F au BHV
à Paris

**6 UN CURVIMÈTRE DANS
UNE CALCULATRICE**

365 F chez Yake Five,
84 Champs Élysées,
75008 Paris.



LES OBJETS DU MOIS

1 Achetez votre automobile en kit et montez la vous-même. Cela ne vous coûtera probablement pas moins cher que l'achat d'un véhicule neuf. Par contre, vous pourrez ainsi réaliser la réplique fidèle d'une Seven. L'ensemble des quatre kits contient châssis, bloc moteur (7 cv, 4 cylindres en ligne), transmission, amortisseurs et coques, tableau de bord et électricité. Tous ces éléments sont prévus pour être assemblés avec des pièces d'occasion prélevées sur une Ford Sierra. Le kit a obtenu l'homologation de l'Administration.

2 AUTO VOLE !

220 F environ
dans les grands
magasins et chez
DARDA, 2 allée de
la Robertsau,
67003
Strasbourg.



2 Faire voler une automobile miniature en l'accrochant à une aile delta, également miniature, c'est ce que propose une petite firme française, la société Delta. L'équipement, Delta-Flyer, comprend une voiture à moteur, une aile delta à laquelle il est possible de la fixer et un circuit avec tremplin. Le moteur Darda n'a rien de comparable à celui des autres automobiles miniatures car il est le plus puissant du monde, puisqu'à la même échelle une véritable voiture roulerait à 1 000 km/h. L'aile a 45 cm d'envergure et le circuit mesure 160 x 20 x 80 cm.

3 Installé sur un lavabo ou un évier, il ressemble à un robinet mélangeur ordinaire. Mais en tirant dessus, il monte, guidé par une tige, de 10 cm, ce qui permet de remplir plus facilement un récipient assez profond, seau ou arrosoir par exemple. Autre caractéristique de ce robinet : il est équipé d'une vanne céramique qui lui assure une grande longévité.

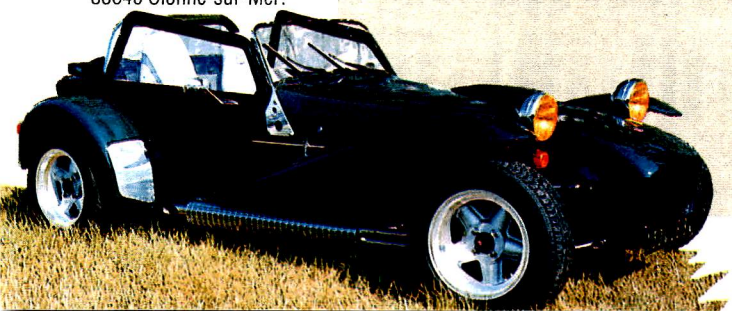
4 Le premier planétarium portable est né : le Star Mate. Fabriqué au Japon par l'opticien Kenko, il est destiné aux amateurs d'astronomie ou aux écoles. Il se pose au centre d'une table ronde et un écran hémisphérique de 1,6 m de diamètre s'adapte au-dessus. Les spectateurs, assis autour de la table, n'ont qu'à lever le nez pour admirer les quelque 580 étoiles et les planètes essentielles que dessine sous la voûte la sphère de projection. Ce mini-planétarium permet d'observer aussi la course du Soleil et de la Lune avec le lever du jour et la tombée de la nuit, ainsi que de voyager dans le passé ou l'avenir du ciel sur un espace temps de 25 800 ans. Les constellations sont également visibles, et un projecteur optionnel permet, grâce à des séries de diapositives, de superposer le tracé des lignes symboliques de ces constellations ou une image figurative du symbole qu'elles représentent.

5 Le rendement lumineux d'un tube à décharge est bien supérieur à celui d'une lampe à incandescence. L'économie d'énergie qui en découle est sensible et fort appréciable si cet éclairage utilise des sources de faible capacité comme les piles. Pour ce motif, un fabricant propose un éclairage d'appoint dans un boîtier mural, de 20 cm de long, susceptible d'être fixé en tous lieux ne comportant pas d'installation électrique. L'alimentation du tube se fait avec 4 piles type R 20.

6 Electronic Scale, tel est le nom de cette calculatrice grosse comme une carte de crédit. Sa particularité : elle est également dotée d'une roulette qui la transforme en curvimètre. L'utilisation est simple : on commence par programmer l'échelle de la carte sur laquelle va être mesurée une distance, puis on fait parcourir à la roulette la route choisie sur cette carte. La distance parcourue en kilomètres (ou en miles) apparaît sur un écran à cristaux liquides. Celle-ci peut-être immédiatement intégrée à un calcul effectué sur l'instrument.

**1 VOTRE
AUTOMOBILE EN KIT.**

57 341 F chez Martin
constructeur, rue Clément
Ader, ZI Les Fruchardières,
85840 Olonne-sur-Mer.





5 UN ÉCLAIRAGE D'APPOINT ÉCONOMIQUE

99 F chez Sedao, 39 rue des Grands Champs, 75020 Paris.



7 UN FEU D'ARTIFICE "PRÊT À L'EMPLOI".

1 890 F le coffret chez Etienne Lacroix, tél. (1) 61 44 55 66.



7 Abracadabra, tel est le nom de tout un spectacle de feu d'artifice entièrement programmé à l'intention des particuliers. Il se présente sous la forme d'un coffret à l'intérieur duquel sont fixées, sur un socle en bois, des bombes reliées entre elles par de la mèche lente ou du fil électrique. Aucune intervention n'est nécessaire de la part de l'utilisateur. Il suffit juste de tirer le fil électrique sur 5 mètres et de le connecter à une pile de 1,5 volt. 3 à 5 secondes plus tard, le feu d'artifice démarre. Il existe plusieurs modèles, le premier mesure 73 x 53 x 34 cm et pèse 13 kg.

LE LAVAGE DU LINGE CONFIE À UN MICRO-ORDINATEUR.

C'est ce qui se produit avec l'ISO-ELS 3 000, lancé par Thomson. L'utilisateur indique encore à la machine si le linge est délicat ou non, choisit le type de lavage, (avec prélavage, économique, rapide) la température et la vitesse d'essorage. Le microprocesseur détermine alors : le poids du linge, la quantité d'eau nécessaire pour ce poids, la nature des textiles, la cadence et la durée des brassages à effectuer pour laver correctement ces textiles, le volume et le temps de rinçage, la durée d'essorage. Pour éviter le froissage du linge, généralement provoqué par des chocs thermiques, l'appareil module l'arrivée d'eau pour obtenir un refroidissement par paliers de 8°. Le mouillage du linge se fait à faible vitesse pour favoriser la pénétration des produits lessiviels. Lors d'un défaut de remplissage ou de vidange, le moteur s'arrête et le programme se met en attente. En cas de coupure d'électricité, les mémoires sont protégées et seule une panne supérieure à 24 h oblige à reprogrammer. Toutes les anomalies sont signalées par des diodes situées sur le tableau de commande. Enfin, le lavage peut être différé de 9 heures. Prix : 6 290 F.

SI VOUS AIMEZ LES VOLCANS. LAVE (l'Association volcanique européenne), 7 rue de la Guadeloupe, 75018 Paris, regroupe des vulcanologues professionnels et amateurs. Elle édite un bulletin, propose des conférences, des cassettes vidéo, organise des voyages en régions volcaniques. Cotisation : 120 F.

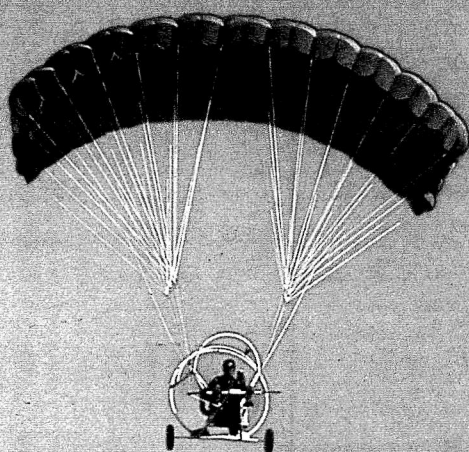
4 UN PLANÉTIARIUM D'APPARTEMENT

5 000 F au Japon. Pas encore importé en France.



Le plaisir des Dieux

PARAFAN



Décollage : 20 à 40 m.
Atterrissage : 0 à 20 m.
Vitesse de vol : env. 45 km/h
Taux de montée : env. 2,30 m/s

Nom :

Adresse :

..... Tél.

Je désire recevoir :

- Documentation sur PARAFAN I
- Documentation sur PARAFAN II
- Renseignements et modalités inscription pour formation au pilotage.

A retourner à SN CENTRAIR

BP 44 F 36300 LE BLANC
Tél. 54.37.07.96 - Télex : 750 272 F
Téléfax 54.37.48.64

LES PEINTURES ANTI... HUITRES

(suite de la page 73)

susceptible de s'étaler comme une peinture et à laquelle le téflon accepterait de se mélanger. On finit par développer un revêtement au téflon qui est presque autonettoyant, mais pas complètement : les balanes continuent avec entêtement de s'y fixer. La carène doit être vérifiée tous les trois mois par des plongeurs armés de brosses rotatives. Peut-être verra-t-on un jour s'installer des stations-service sous-marines pour le nettoyage automatique des coques au téflon.

D'autres essais concernent des enduits au silicone. Les premières tentatives furent désastreuses, le revêtement se déchirait au contact du moindre débris flottant. On a mis au point des variétés plus résistantes de ce caoutchouc synthétique, avec un résultat assez prometteur. En effet, les balanes, qui s'étaient malgré tout attachées à la coque, se sont laissées cueillir à la main. De mémoire de navigateur, on n'avait jamais vu cela.

En attendant la commercialisation d'une peinture inoffensive, le TBT reste l'altérage⁽⁶⁾ le plus toxique pour le milieu marin que l'homme ait jamais produit et utilisé à une pareille échelle.

Alexandre Meinesz, du Laboratoire de biologie et d'écologie marines de l'université de Nice, dénonce toujours plus ardemment les créations outrancières de ports et de marinas sur le littoral méditerranéen. Non seulement les herbiers producteurs d'oxygène — les "prairies sous la mer" — sont détruits par les aménagements auxquels on sacrifie l'étroite bande côtière⁽⁷⁾, mais encore les bateaux, à quai pratiquement tous les jours de l'année, diffusent dans l'eau des ports d'énormes quantités de métaux lourds sous forme d'oxyde de cuivre ou de tributylétain, contaminant toute la zone littorale. Il existe, en Méditerranée française, 250 000 bateaux soumis à la réglementation actuelle sur l'emploi des peintures antisalissure. Par contre, les bateaux étrangers, non concernés par la loi française, diffusent d'importantes quantités de biocides qui se répandent en Méditerranée bien au-delà des frontières.

Meinesz a calculé que la surface de coques libérant en continu des biocides, équivaut à la surface totale des plans d'eaux portuaires, c'est-à-dire 1 790 hectares pour la seule région Provence-Alpes Côte d'Azur. Comment convaincre les plaisanciers qu'il vaudrait mieux que leur bateau soit garé à terre, s'ils veulent profiter encore longtemps des joies de la mer ?

Claudine Chesnel

(6) Agent susceptible d'altérer la cellule vivante

(7) Déjà 11,6 % de la surface comprise entre 0 et - 12 mètres ont été "aménagés" dans les Alpes Maritimes et à Monaco par la grâce des promoteurs.

USA : VICISSITUDES D'UN BOMBARDIER STRATÉGIQUE

(suite de la page 88)

Mais voilà que le B-1B, sitôt né, est dépassé par la réalité technologique. L'amélioration de ses performances, son adaptation aux nouveaux paramètres de la guerre électronique, ne réussissent finalement pas à rendre utilisable ce canard boiteux de l'aviation américaine.

L'actualité donne aujourd'hui la vedette à son successeur, le *Stealth Bomber* B2, construit par Northrop. L'US Air Force vient de révéler la configuration de ce bombardier, en publiant une "représentation d'artiste" (voir le croquis p. 87) — image assez approximative, le Pentagone craignant qu'un dessin trop précis ne dévoile certaines caractéristiques de performance. Les militaires américains ont d'ailleurs tenu jalousement secrètes, depuis le début, les véritables formes de cet appareil révolutionnaire, qui devrait voler pour la première fois cet automne.

On revient ici au contour de l'aile volante sans fuselage, une conception abandonnée depuis 40 ans mais qui ressuscite grâce aux progrès technologiques accomplis entre-temps. Le profil relativement plat et l'absence d'empennage font que cette espèce de "raie volante" donne extrêmement peu de prise aux ondes radar. Le B2 est sans doute recouvert entièrement de matériaux qui les absorbent en grande partie. Ses moteurs, encastrés dans la voilure, ne forment plus une de ces aspérités dont les radars sont tant friands.

En outre, une telle structure permet de moduler les rayonnements infrarouges⁽⁶⁾. En effet, pour accroître la discrétion de l'appareil, il faut placer les sources de chaleur là où leur détection est le moins probable. Face à un système d'observation infrarouge basé au sol, des tuyères déviant les jets chauds vers le haut constituent une excellente solution. Mais elle devient complètement inopérante dès lors que l'observateur est situé à plus haute altitude...

Sam Nunn, qui préside la Commission des affaires militaires au Sénat américain, a déclaré que ce nouveau bombardier stratégique « rendra caducs des milliards de dollars que les Soviétiques ont investis dans leur système actuel de défense aérienne ». Peut être. Mais en attendant, le prix d'achat de 132 appareils B2, qui se montait à l'origine à près de 37 milliards de dollars, est d'ores et déjà à la hausse.

Et voilà donc reparti le carrousel politico-financier-militaire-industriel, alors que le dernier des malheureux B-1B est à peine sorti de la chaîne de montage.

Jean-Dominique Merchet

(6) Voir *Science & Vie* novembre 87, p. 58, et mars 88, p. 68.



L'entraînement au travail d'équipe sur un matériel performant

Zao Longfild - Image Bank

Informatique ou Bureautique

UN MÉTIER EN MOINS DE 6 MOIS

- ▼ Un métier qui vous stimule dans un secteur tonique et évolutif.
- ▼ Une formation progressive et pratique par un grand constructeur d'ordinateurs sur un matériel de pointe.
- ▼ Une aide efficace pour trouver un emploi adapté à vos goûts et à vos capacités.

Taux de placement dès la sortie des cours + 95 %.

**Avec CONTROL DATA,
c'est possible**

pour les candidats
de niveau bac à bac + 2

Graphi Real



Téléphonez ou retournez vite ce bon

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Age _____ Niveau d'études _____

INSTITUT CONTROL DATA

Etablissement d'Enseignement Privé

Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris

Cedex 13 - Tél. : (1) 45.84.15.89

PARIS - LYON - MARSEILLE

BORDEAUX - NANTES



Enseignement par Correspondance

B.T.S.

Inscription toute l'année

Action Commerciale
Informatique de Gestion
Bureautique et Secrétariat
Comptabilité et Gestion d'Entreprise

4 Diplômes d'Etat très appréciés des Employeurs dans les Secteurs clés de l'Entreprise. Avec ou sans Bac, ces B.T.S. se préparent très bien par correspondance en 2 ans environ. *Stages pratiques en option.* Garantie-Etudes. Nous consulter pour nos autres cours.

Ecole Française de Comptabilité
Institut Privé d'Informatique et de Gestion
(Organismes Privés)
 7, rue Heynen - 92270 Bois-Colombes
(1) 42 42 59 27

Brochure gratuite n° V 4969

NOM / Prénom.....
 Adresse.....
 Tél.....

LANGUES & AFFAIRES

Premier établissement européen pour l'enseignement à distance des langues du commerce et des affaires.

Préparez votre entrée dans l'Europe de 92

- Complétez votre formation par un diplôme de langue à usage professionnel :
 - **Chambres de Commerce Etrangères**
 - **Université de Cambridge (anglais)**
- Préparez un métier d'avenir, dans une perspective internationale : **BTS Commerce International, Action Commerciale, Bureautique et Secrétariat, Traducteur Commercial.**

Enseignements à distance, à votre rythme, adaptés à votre niveau et à votre disponibilité. Inscription toute l'année. Orientation et formation continue.

Documentation et tests gratuits à :

Langues & Affaires, Service 4747,
35 rue Collange, 92303 PARIS-LEVALLOIS
Tél. : 42.70.81.88 - 42.70.73.63

Etablissement privé fondé en 1947. Sous contrôle pédagogique de l'Education nationale

DARWIN III : LA PREMIÈRE MACHINE À PENSER

(suite de la page 33)

les côtés, comme le regard d'un nouveau-né dans l'obscurité.

Par la suite, à mesure que se renforcent les liaisons synaptiques par effet d'apprentissage, les mouvements deviennent moins aléatoires, l'œil arrive à suivre l'objet dans ses déplacements.

Pendant ce temps, le bras, qui a commencé par tâtonner et à taper ici et là à l'aveuglette, finit par trouver son objet et à le toucher. L'extrémité du membre articulé — l'organe tactile, la "main" en quelque sorte — se met à palper un objet bosselé et à rayures. A terme, les bonnes connexions neuronales s'établissent et se renforcent ; la coordination s'effectue entre ce que l'œil voit (les rayures) et ce que le bras sent (les bosses). Le cerveau est subitement éclairé par une lumière fulgurante : c'est l'instant où les réactions visuelles et tactiles entrent en parfaite conjonction et que le cerveau répond "intelligemment" aux messages édictés par les sens. D'un geste décidé et précis, le bras chasse l'objet ennemi. C'est à donner le frisson. On a vraiment le sentiment d'assister à l'évolution d'une créature surnaturelle.

« Le problème du cerveau, dit Edelman, est que si j'avais, imaginons-le, tout compris de la manière dont il fonctionne, je ne serais pas pour autant capable de me représenter ce qui s'y passe à un moment donné. Pour dénombrer une par une les connexions synaptiques dans l'écorce cérébrale, au rythme d'une connexion par seconde, il me faudrait 32 millions d'années. Une véritable théorie des mécanismes du cerveau ne peut être élaborée qu'à l'aide de l'ordinateur. »

Car le cerveau de Darwin III, avec ses 5 700 neurones et 12 000 synapses, n'est même pas aussi complexe que celui d'un insecte. Or, pour égaler celui de l'homme, il lui faudrait compter plus de 50 milliards de cellules nerveuses et un million de milliards de liaisons synaptiques.

Il n'en reste pas moins que cette première simulation par ordinateur est une prouesse. C'est en effet la première fois qu'on a créé une "machine cognitive" inspirée de principes biologiques. Et Darwin III pourrait devenir l'ancêtre de toute une nouvelle lignée d'ordinateurs beaucoup plus puissants, aux réflexes plus proches de ceux d'un animal que d'une machine. Même si des réserves s'imposent. Car un tel système fonctionne admirablement à petite échelle et il est irremplaçable pour l'étude neurophysiologique du cerveau, là où les modèles informatiques habituels ne donnent pas grand-chose. Par contre, promu à d'autres applications, il serait un outil lent et peu efficace.

Jean-Michel Bader

RESPIRER DE L'EAU ?

(suite de la p. 67)

d'Inde dans une capsule submergée faite d'une très mince membrane de silicone à perméabilité sélective, autrement dit étanche à l'eau mais permettant l'entrée de l'oxygène et la sortie du gaz carbonique. On ne désespérerait pas d'enfermer un jour des aquanauts dans de telles enveloppes, qui leur fourniraient l'oxygène nécessaire, puisé dans l'eau elle-même. On envisageait de construire sur ce principe des appareils respiratoires de plongée, grâce auxquels un scaphandrier recevrait un mélange gazeux purifié et réoxygéné automatiquement par l'eau de mer. En réalité, les surfaces d'échange nécessaires pour assurer la respiration d'un homme seraient si énormes, et les pertes par diffusion du gaz diluant tellement considérables, que le projet s'avérerait utopique.

» D'autres rêvaient de greffer sur le circuit respiratoire d'un plongeur d'immenses branchies qui feraient de lui un homme-poisson. Le commandant Cousteau s'est intéressé un moment à cette étrange idée, que les difficultés pratiques, sans compter les objections médicales et morales, condamnaient d'avance.

» Je trouvais admirable cette fièvre scientifique pour refaire de l'homme un animal marin, mais aucune des voies de recherche proposées ne me paraissait entièrement convaincante. Par contre, j'avais été passionné d'emblée par les travaux d'un physiologiste hollandais, le Dr Johannes A. Kylstra. Ce savant disait en substance : « Puisque le gaz inerte qui sert de diluant de l'oxygène dans le mélange respiratoire est la cause des problèmes de narcose (7) et des dangers liés à la décompression, supprimons ce gaz, faisons respirer au plongeur de l'oxygène dilué dans autre chose que du gaz, de l'eau par exemple, qui est un corps incompressible. »

» Respirer du liquide ? Pour arriver à cette idée aussi folle que géniale, Kylstra partait d'une constatation : on se noie plus facilement en eau douce qu'en mer. Dans une noyade en rivière, l'eau qui pénètre dans les poumons diffuse immédiatement à travers les parois des alvéoles, dilue le sang dans les capillaires pulmonaires et détruit les globules rouges. La tension s'effondre, le cœur s'affole, c'est la mort.

» Au contraire, l'eau de mer aspirée par la victime ne passe pas dans la circulation pulmonaire parce que l'eau salée et le sang sont isotoniques, c'est-à-dire que ces deux solutions, de même tension osmotique, sont sensiblement en équilibre moléculaire.

7) C'est une pression d'azote excessive qui provoque la narcose, dont les effets sur le système nerveux sont comparables à ceux de l'ivresse alcoolique.

(suite du texte p. 152)


Avez-vous envie de partager votre whisky, vos habitudes, votre studio de célibataire ?



Oui ? Alors, saisissez votre chance. Partez à la découverte de l'Autre avec la certitude d'un choix illimité de partenaires dont le caractère, l'affectivité et même la sexualité seront complémentaires des vôtres.

Oui ! Téléphonez ou écrivez...

 **Ion International** opp

 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 28

■ 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.

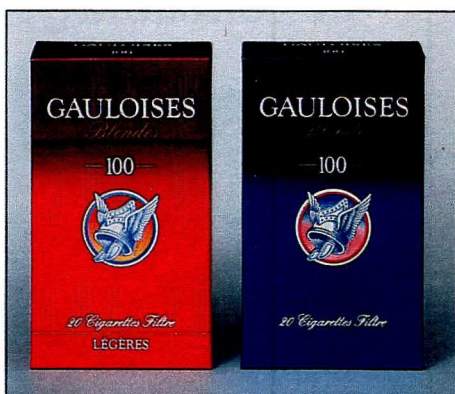
Tél. : (022) 46.84.88

informations commerciales

EXTRA LONGUES !

Après le lancement réussi de GAULOISES BLONDES et GAULOISES BLONDES LÉGÈRES, voici la naissance de deux grandes cigarettes :

GAULOISES BLONDES 100 et GAULOISES BLONDES LÉGÈRES 100.



Ces deux nouvelles cigarettes réunissent toutes les qualités des meilleurs tabacs qui ont fait le succès des GAULOISES BLONDES 100 et GAULOISES BLONDES LÉGÈRES 100 : une longueur extra pour des cigarettes extra.

En vente dans les débits de tabac 8,50 Francs.

3615 CHADOG



Trois grandes entreprises, **Concorde, Rhone Mérieux, Royal Canin**, leaders dans leur secteur réunies pour réaliser sur Minitel le premier guide complet chiens et chats.

12 services pour répondre à toutes les questions que chaque maître se pose : Santé, Alimentation, Assurances, Races, Adresses, Expositions, Voyages, Sport canin, Annonces, Débats, Jeux, Infos.

RESPIRER DE L'EAU ?

(suite de la p. 151)

re. Elles restent à leur place des deux côtés de la membrane des alvéoles pulmonaires sans se mélanger. Avec ses poumons pleins d'eau douce, un chien adulte meurt en six minutes. Avec de l'eau salée, en huit minutes, et c'est par manque d'oxygène, non à cause de l'invasion du système sanguin pulmonaire par le liquide. Repêché à temps, un noyé aux poumons envahis d'eau de mer peut souvent être réanimé, un noyé aux poumons engorgés d'eau douce ne l'est presque jamais.

» Pour qu'un mammifère puisse respirer de l'oxygène dilué dans l'eau salée, il faut que cette eau soit suroxygénée. Près de la surface, l'eau de mer ne contient que 6,6 millilitres d'oxygène dissous par litre, soit 0,66 %. C'est parfait pour un poisson mais tout à fait insuffisant pour un mammifère supérieur. L'homme a besoin de 16% d'oxygène pour vivre, même si son métabolisme n'en prélève réellement dans l'atmosphère que 4 à 5 % à chaque cycle respiratoire.

» Pour suroxygéner l'eau, le plus simple est de la pressuriser en atmosphère d'oxygène, puisque "la quantité de gaz dissous dans un liquide saturé est directement proportionnelle à la pression partielle de ce gaz à la surface du liquide" ⁽⁸⁾. Kylstra introduisit donc une souris dans la partie supérieure étanche d'un petit caisson expérimental à parois transparentes. Une fois l'eau du bac inférieure immergée à peu près saturée en oxygène dissous (24 % de concentration à la pression utilisée), il a fait descendre la souris par un sas. Elle a vécu plusieurs minutes complètement plongée dans l'eau. D'autres souris, placées dans le liquide additionné des différents sels présents dans le sang et d'un produit stabilisateur de l'acidité, ont vécu jusqu'à six heures sous l'eau, actives, alertes, respirant lentement dans les premières minutes mais sans donner de signes de panique. En modifiant la composition de la solution saline, Kylstra a réussi à faire vivre ses souris-poissons jusqu'à dix-huit heures.

» Il avait commencé ses expériences à l'université de Leiden, aux Pays-Bas. Il enseignait maintenant à l'université de Buffalo, dans l'Etat de New York. Il me racontait ses dernières expériences faites en Hollande sur des chiens. Le chercheur accompagnait l'animal dans le caisson et respirait de l'air comprimé dans la partie "sèche" ; le chien, lui, était plongé dans le compartiment inférieur, la partie immergée, où il respirait de l'eau salée à la même pression que celle de l'air du compartiment supérieur. Kylstra dessinait pour moi au tableau noir le

(8) La loi de William Henry, physicien et chimiste anglais (1775-1836).

schéma de son installation : « Voilà le bassin qui contient le liquide. Le chien a été anesthésié pour qu'il ne s'effraie pas. Il a été lavé et a reçu de la pénicilline et de la streptomycine. Je l'attache à une planche suspendue au-dessus du bassin, comme ceci. Je couvre le bassin et le chien avec un grand sac de plastique, je me fais comprimer à 5 kg avec lui, et j'injecte de l'oxygène dans le bassin pendant dix minutes. L'oxygène se dissout rapidement dans l'eau salée. Le gaz qui remonte en bulles est retenu par le sac et ne pollue pas l'air du caisson. L'injection d'oxygène terminée, j'immerge l'animal complètement. Le premier chien, je l'ai laissé vingt-trois minutes, il respirait calmement. Je l'ai tiré de l'eau et l'ai soulevé par les pattes arrière pour vidanger ses poumons. Je lui ai insufflé de l'air dans la gueule plusieurs fois pour le réanimer, et puis je l'ai laissé se réhabituer à respirer de l'air. Il crachotait un peu au début. Un jour, nous nous sommes aperçus qu'une chienne qui avait passé vingt-sept minutes en immersion totale était grosse au moment de l'expérience. Nous l'ignorions, mais un mois plus tard elle a mis bas neuf chiots en parfaite santé. »

» Le « recorddog » a respiré une solution saline oxygénée pendant quarante-trois minutes. Si l'on n'a pas prolongé l'expérience, c'est à cause de la durée des paliers de décompression qu'aurait eu à subir le médecin-assistant présent dans le caisson ; il n'avait pas, lui, la chance de respirer de l'eau.

» Kylstra avait repris ces expériences à l'université de Buffalo et m'invitait toujours à y assister. Il s'efforçait maintenant de mesurer précisément les différents gaz dissous dans le sang du chien avant et après leur passage dans les poumons. Le point faible du système, en effet, était l'élimination du gaz carbonique. Un chien qui respire vigoureusement un liquide oxygéné sous 5 atmosphères, à 32 °C, en tire tout l'oxygène nécessaire, mais il n'élimine pas assez de CO₂. Donc, il s'intoxique petit à petit. Deux raisons à cela. D'abord, un litre de liquide saturé contient moins de gaz carbonique dissous qu'un litre d'air saturé ; le liquide, à chaque passage dans les poumons, ne peut donc évacuer la même quantité de CO₂ que l'air. Dans l'eau, il faudrait ventiler deux fois plus pour arriver au même taux d'élimination que dans l'air. Ensuite, et c'est plus grave, la diffusion du gaz carbonique est 6 000 fois plus lente à travers un liquide que dans l'air — si lente, en fait, que le CO₂ du sang usé n'a pas le temps, en passant dans les capillaires pulmonaires, de saturer même les infinitésimales gouttelettes du liquide réfugiées dans chacune des alvéoles, ces cavités où s'effectuent les échanges gazeux avec le sang.

» J'assistais fasciné à toutes ces manipulations. Kylstra ajoutait un nouvel ingrédient à la solution saline : du trishydroxymetaminométhane, plus simplement THAM, un produit qui améliore la solubilité du CO₂ dans l'eau. Ce n'était qu'un remède pallia-

(suite du texte p. 154)

Nouvelle méthode plus facile, plus efficace

Pour parler couramment l'anglais ou l'allemand

**la méthode réflexe-orale
donne des résultats stupéfiants...
et tellement rapides**

Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis : la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous « débrouiller » dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.

**GRATUITS 1 cassette + 1 leçon
+ 1 brochure**



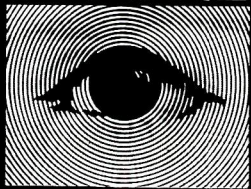
Bon à retourner à Centre d'Etudes, Service A 15 F, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre brochure « Comment apprendre l'anglais ou l'allemand et parler couramment » ainsi que :

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

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

Mon nom : Prénom :
(majuscules SVP)
Mon adresse :
Code
postal : Ville :

DEVENEZ



PHOTOGRAPHE

Sans quitter votre emploi, l'Institut Spécial d'Enseignement par Correspondance (organisme privé), vous prépare à ces brillantes carrières : photographie de mode, de publicité, de presse et de reportage. Demandez notre brochure gratuite à : I.S.E.C. (serv. F1), 11, Faubourg Poissonnière, 75009 Paris. Pour la Belgique : 176, Boulevard Kleyer 4000 Liège. Tél. 041/52.60.98

BON pour recevoir
notre brochure gratuite

Nom

Adresse

..... code postal

Ville

INFORMATION COMMERCIALE

CHIC TONIC LA METRO SCHWEPPEES !

Voici la toute dernière série limitée de la gamme METRO :



Pétillante de jeunesse, tonique la METRO SCHWEPPEES, avec son moteur 1275 cm³, ses 60 ch. Et chic la METRO SCHWEPPEES : sièges en tissu et velours "schwegges", radio cassette FM stéréo 4 HP, vitres teintées. Toute habillée de gris "strata", la METRO SCHWEPPEES est bordée d'un liseré latéral "Schwegges".

Alors consommez jusqu'à plus soif !

RESPIRER DE L'EAU ?

(suite de la p. 153)

tif et Kylstra cherchait mieux.

» J'avais par ailleurs remarqué la difficulté qu'avait le chien à respirer dans les expériences très prolongées. C'est que l'effort musculaire qu'aurait à fournir l'animal pour pomper du liquide dans et hors de son système pulmonaire avec un flot laminaire⁽⁹⁾ comparable à celui de l'air, serait trente-six fois supérieur à l'effort qu'il fait en respirant de l'air. Le chien n'y arrive évidemment pas. De surcroît, en se ventilant tout seul, tant bien que mal, il augmente encore par ses efforts la production de CO₂ et aggrave le problème de son élimination.

» Il fallait donc l'aider à respirer dans l'eau. Pour l'expérience suivante, Kylstra avait placé un tube en Y dans la trachée du chien endormi. Par une des branches de ce canal, et grâce à un système de récipients et de tuyaux, il pouvait envoyer la solution oxygénée dans les poumons de l'animal, par simple gravité. En fermant une valve, il chassait ensuite l'eau usée par l'autre branche du Y. Il fallait actionner les valves treize fois par minute en moyenne pour aider le chien à respirer à peu près normalement.

» A cette époque, Kylstra et ses collaborateurs avaient tous chez eux un chien qui avait passé vingt ou quarante minutes de sa vie à respirer du liquide. L'un d'eux est devenu la mascotte d'un navire de la Marine néerlandaise. En 1964, trois autres ont été décorés du grand collier d'argent des "Chiens héros de la recherche" par la NASA.

» Ce qui me captivait dans tout cela, c'était le côté radical, révolutionnaire, de la réponse apportée aux vieux problèmes posés par la respiration d'un gaz sous pression. Et aussi les innombrables avantages de cette technique, qui éliminait une fois pour toutes le péril de la narcose, le besoin de la décompression, quelles que fussent la profondeur et la durée de la plongée, le risque d'accidents classiques comme la "remontée en ballon" ou le *squeeze*⁽¹⁰⁾. Et pour les plongeurs de combat, qui respirent de l'oxygène pur en circuit fermé afin de ne pas se trahir par l'émission de bulles, c'était la fin du danger d'hyperoxie, et de celui de l'intoxication au gaz carbonique en cas de défaillance de la cartouche chimique purificatrice. Les plongeurs-démi-

(9) Dans ce type d'écoulement, les différentes couches d'un fluide glissent les unes sur les autres sans se mélanger.

(10) Le "squeeze" se produit à la descente, quand la pression à l'intérieur des vêtements est inférieure à celle du milieu ambiant. L'effet de plaquage qui en résulte peut comprimer dangereusement le corps du plongeur, voire provoquer une aspiration vers le casque. La "remontée en ballon" est le phénomène inverse : une pression supérieure du milieu ambiant gonfle la combinaison.

neurs et les nageurs de combat n'avaient plus à craindre d'être "grenadés" par les charges de profondeur et les mines ennemies, puisque c'est l'onde de choc qui tue dans ces cas-là. Or, celle-ci n'a prise que sur un milieu gazeux, pas sur un milieu liquide ; l'homme dont les poumons sont emplis d'eau, et non plus d'air, est insensible au phénomène de surpression, l'eau étant un fluide incompressible. L'homme est, littéralement, devenu eau. Et pour les sous-marinières claquemurés vivants dans une coque échouée sur le fond, c'était l'assurance du salut : à n'importe quelle profondeur, ils pourraient endosser un scaphandre à liquide, quitter l'épave par un sas et remonter rapidement en surface sans être astreints à des étages de décompression.

» Kylstra venait de commencer ses essais sur l'homme. Un plongeur américain, Francis Falczyck, s'était prêté à une première expérience ; l'un de ses poumons avait été noyé par une solution saline oxygénée. Le but n'était pas de créer des échanges gazeux et de les mesurer — le sujet continuait de respirer normalement par le deuxième poumon —, mais d'étudier sa réaction à la sensation interne de noyade. Ce n'était pas en soi une nouveauté expérimentale, puisque la technique du rinçage pulmonaire est routinière ; les médecins l'u-

(suite du texte p. 156)

CULTURE GÉNÉRALE

LA CLÉ DE VOTRE RÉUSSITE

Une bonne culture générale est le support indispensable à la réussite de vos projets, qu'ils soient personnels ou professionnels. Contacts, rencontres, relations, examens, etc... en toute occasion, **on vous juge sur votre culture.**

La Méthode de l'I.C.F., claire et pratique, vous permettra en quelques mois, chez vous, à raison de quelques heures par semaine, de voir ou revoir les connaissances de base dans les principaux domaines : **littératures, arts, philosophie, religions, histoire, sciences, économie, politique, cinéma, musique, etc.**

Une méthode qui fait la synthèse des idées dans la chronologie des événements, des mouvements de pensée et des hommes qui ont forgé les civilisations. Une mise au point utile à tous ceux qui veulent progresser et réussir.

Documentation gratuite à l'I.C.F., service 3982
35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Tél. : (1) 42 70 73 63.

Une étonnante performance de mémoire que tout le monde peut réaliser

Votre mémoire est capable de prouesses que vous ne soupçonnez pas ; ainsi, en appliquant la méthode préconisée par le Centre d'Etudes, vous pourrez, comme tout le monde, réaliser l'expérience suivante : on effeuille devant vous les 52 cartes d'un jeu bien mélangé. Vous les regardez attentivement, puis vous les citez immédiatement dans l'ordre sans aucune erreur. Mieux encore, vous pourrez instantanément dire quelle est la 5^e, la 28^e ou la 39^e carte du jeu. Par une méthode analogue, vous pourrez rejouer de mémoire une partie d'échecs à laquelle vous aurez assisté. Tout le monde peut réussir ces expériences, mais à une condition, c'est d'appliquer une méthode correcte de mémorisation. Car une bonne mémoire ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Si vous croyez que votre mémoire est médiocre, c'est qu'on ne vous a jamais appris à vous en servir. En suivant la méthode du Centre d'Etudes vous obtiendrez des résultats stupéfiants.

Naturellement, le but essentiel de cette méthode n'est pas de réaliser des prouesses comme celles que nous venons de présenter, mais de vous donner une mémoire parfaite dans la vie courante : c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément le nom des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), la place où vous rangez les choses, les chiffres, les tarifs, les numéros de téléphone, les idées importantes d'un livre ou d'une conférence, etc. La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet d'assimiler, de façon définitive et dans un temps record, des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de sciences, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées. L'étude devient alors tellement plus facile. Si vous voulez avoir tous les détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

GRATUIT 1 brochure + 1 test

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris.

M 15 y

Veillez m'adresser le livret gratuit « Comment acquérir une mémoire prodigieuse » et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Joindre 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponses.)

Mon nom : Prénom :

Mon adresse complète :

Code postal :

Ville :

RESPIRER DE L'EAU ?

(suite de la p. 155)

tilisent pour débarrasser l'intérieur des poumons de corps étrangers ou pour traiter les mucosités dans certaines maladies.

» Je m'étais proposé pour subir, moi aussi, un tel remplissage pulmonaire. A l'époque, je travaillais à Londres. En arrivant à Buffalo à la date convenue, je souffrais d'une méchante bronchite contractée dans l'avion par la faute de son satané système climatiseur-réfrigérateur. L'expérience dut être reportée.

» Ces travaux me passionnaient, ainsi que les extraordinaires perspectives qui s'ouvraient grâce à eux. J'étais attiré aussi par leur aspect philosophique, car l'homme descend d'une longue lignée de mamifères, qui descendent des reptiles, qui descendent eux-mêmes des poissons. Comment résister à la tentation de consacrer sa vie à cette merveilleuse vocation : refaire de l'homme une espèce amphibie qui respirerait aussi bien dans l'air que dans la mer !

» Tout me poussait à me reconvertir en plongeur expérimental et à m'associer dorénavant aux recherches de Johannes Kylstra. Tout, sauf l'idée in-

supportable de renoncer à ma grande passion : la chasse aux trésors sous-marins, l'exploration des épaves et de leur secrète histoire.

» Si je m'engageais dans la première de ces deux voies, ce serait pour toute ma vie ; en effet, de la théorie à la pratique, il restait aux idées de Kylstra un immense chemin à parcourir, qui allait lui demander, ainsi qu'à ses collaborateurs, des années de sacrifice personnel avant d'éventuellement aboutir. Kylstra n'était qu'au début de son étude d'un liquide salin méticuleusement dosé que l'homme emporterait un jour dans les profondeurs marines pour le respirer par un tube trachéen. Il travaillait à mettre au point des substances synthétiques complexes, aux noms impossibles à retenir. L'idéal était une solution isotonique — un sérum artificiel de même pouvoir osmotique que le sang, qui de ce fait resterait en équilibre moléculaire avec ce dernier, de part et d'autre de la membrane des alvéoles pulmonaires. Ce liquide devrait être extrêmement fluide et capable d'absorber suffisamment d'oxygène et de gaz carbonique pour pouvoir être respiré à la pression atmosphérique, faute de quoi le plongeur ne pourrait vivre dans son "scaphandre à eau" qu'à partir d'une tourelle installée à trente ou quarante mètres de fond, là où une faible quantité d'oxygène lui suffirait puisqu'elle serait sous pression. Il faut en outre que ce liquide pour l'instant introuvable soit en permanence dosé, analysé, vérifié, régénéré par un système électronique automatique sous commande d'un microprocesseur, et aussi qu'il soit chauffé à la température du corps humain et pompé mécaniquement dans les poumons à un rythme variant selon l'effort fourni par le plongeur.

» Je m'imaginai, dans dix ou vingt ans, revêtant un beau jour ma combinaison de plongée, vidant mes poumons de leur air pour inhaler mes deux litres de liquide précieux, laissant la solution oxygénée envahir ma gorge, mon nez, mes sinus et mes oreilles moyennes. J'enfourche mon propulseur à hélice et disparaissais sous la surface. Je suis affranchi de l'ivresse des grands fonds, plus libre même qu'un dauphin, la seule limite peut-être étant l'effet mécanique de la pression sur mes tissus. Je peux remonter à volonté. Revenu chez les hommes, je crache mes deux litres d'elixir de plongée pour pouvoir leur raconter. Sans doute faudra-t-il que je vive au ralenti une heure ou deux, en attendant que la dernière goutte de liquide résiduel soit absorbée par les poumons, mais je ne souffrirai rien de plus grave que cela.

» Mais il y avait l'envers de ce rêve séduisant. Une existence de chercheur sédentaire dans un laboratoire d'université. Une vie entière à bricoler des prototypes. La frustration après les essais ratés. Et peut-être l'échec final, définitif, tout au moins le non aboutissement de mon vivant. Ai-je eu tort, ai-je eu raison ? J'ai choisi les épaves.»

Robert Sténuit

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas).

P. 2 : Cosmos — Marina-Cedri — T. Morin — L. Douek ; p. 3 : F. Sarano — J. Marquis — Giraudon ; p. 10 : L. Douet ; p. 12/13 : M. Dehoky ; p. 14 : D.R. ; p. 15/16 : Ivaldi-Jerrican ; p. 17 : M. Toscas-Galerie 27 ; p. 19 : David ; p. 21 : © OMECC-N.Y. ; p. 22 : D.R. ; p. 23 : D.R. — J. Marquis ; p. 24 : M. Dehoky ; p. 26/27 : O. Nauze ; p. 28 : Floyd Bloom ; p. 29/31/32/33 : Neurosciences Inst. ; p. 34 : INSERM ; p. 36 : Nature ; p. 38/39/40/41/42/43 : University of Arizona ; p. 44 : Zéfa ; p. 45 : Giraudon ; p. 46/47/48 : Sophie Pierre ; p. 51 : Coll. Galaxy Contact ; p. 52/53/54/55/57 : I. Correia ; p. 58 : C. Lacroix ; p. 60 : Y. Delaye ; p. 61 : Palais de la Découverte ; p. 63 : I. Correia ; p. 64/65 : P. Brandt-Cosmos ; p. 68/69 : F. Sarano ; p. 70/72 : C. Février-Sea and See ; p. 73 : C. Azieu ; p. 74 : Pitch-Schrempf ; p. 75 : J. Deunff ; p. 79 : Lauros-Giraudon ; p. 81 : B. Vikander-Cosmos ; p. 83 : J. Vaquer ; p. 84 : G. Rolle-Ernoult Features ; p. 87 : D.R. — J.-P. Gauthier-Ernoult Features ; p. 89 : N. Barthélémy-Cipa Press ; p. 90/91 : C. Lacroix ; p. 92/93 : J. Marquis ; p. 94 : A. Tudela-DGP ; p. 97 : G. Delpit ; p. 100/101/102/103/105 : Papa ; p. 106 : T. Morin ; p. 107 : Celestron ; p. 109 : T. Morin ; p. 112 : Sté française de photographie ; p. 115 : D.R. ; p. 116 : Sté française de photographie ; p. 117 : Sté française de photographie — R. Bellone ; p. 119/120/121/123 : R. Bellone ; p. 125 : M. Toscas-Galerie 27 ; p. 126/127 : M. Roux-Saguet ; p. 128 : D.R. ; p. 129/130 : M. Toscas-Galerie 27 ; p. 131/132/133 : M. Roux-Saguet ; p. 134 : M. Toscas-Galerie 27.

SPECIAL ● SPECIAL ● SPECIAL ● SPECIAL ● SPECIAL ● SPECIAL ●

L'ACTION AUTOMOBILE

ET TOURISTIQUE

LA R19 À L'ÉPREUVE



10.000 KM EN EUROPE
TOUS LES MODÈLES À L'ESSAI
GRANDS MATCHS FACE À SES RIVALES

ESCORT GOLF 309 TIPO SUNNY COROLLA KADETT BX

NOTRE TEST
INSOLITE
SUR LES ROUTES
DE TURQUIE

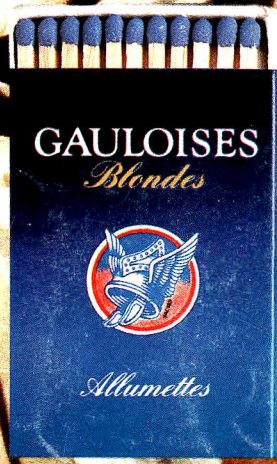
M 4569 - 2 H. 15,00 F-RD



15F

EN VENTE PARTOUT

GAULOISES BLONDES LES FILS DE LA TERRE



A L L U M E T T E S

DEPUIS MATCH & SATCHI ADVERTISING

ALLUMETTES EN VENTE DANS LES TABACQUES