SCIENCE & VIE
MENSUEL
N° 855 DÉCEMBRE 1988



COMBIEN DE DORMEURS ÉVEILLÉS AUX COMMANDES...

On mesure tout dans les trains, les avions, les blocs opératoires, les centrales atomiques... sauf la vigilance de l'homme.

M 2578 - 855 - 18,00 F
3792578018002 08550

130 FB - 5,20 FS - Scan 3.50 - 550 Ptas - 480 Esc - 18.50 Dh - 2.300 Dt - 4000 L - USA NYC $ 3.75 OTHER $ 3.95 - RCI : 1370 CFA

FILMS AGFA. LE SAVOIR ET LE SAVOIR-FAIRE



GÉRARD LEV



a photographié Frédéric Huijbregts sur rollfilm Agfachrome 200 RS Professiona Appareil photo: Mamiya RZ

«Pour moi, Frédéric est le po traitiste qui, d'un regard aig fixe la personnalité humain sur l'image. Mon faisceau lumineux souligne ses yeux observateurs. Il photograph les femmes de façon gracieuse et élégante en évitar les durs contrastes de lumièr Pour cette raison, j'ai éclair – Hommage à Frédéric – le modèle de droite avec une lumière douce. J'ai intégré l'autre modèle dans l'arrangement agressif qui caracte rise mon travail: contre-jour faisceau lumineux, grands aplats de couleurs. Pour mo un seul film était susceptibl de maîtriser de la même ma nière mon utilisation de la lumière dure, et celle, douc de Frédéric: l'Agfachrome 200 RS Professional.»

Agfa Professional:
Films petit format et rollfilm pour diapositives (de 50 à 1000 ISO) et négatifs couleur (de 100 à 1000 ISO).





AGFA

F/110

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

• DIRECTION, ADMINISTRATION
Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur de la publication : PAUL DUPUY
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

• RÉDACTION
Rédacteur en chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en chef adjoint : GERALD MESSADIÉ
chef des informations,
Rédacteur en chef adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en chef adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire général de rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de rédaction : DOMINIQUE LAURENT, FRANÇOISE SERGENT
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, PIERRE COURBIER, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER

• ILLUSTRATION
ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION
CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE
TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE
CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON

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

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

• RELATIONS EXTÉRIEURES
MICHÈLE HILLING
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

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

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS
Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

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

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1987 SCIENCE & VIE

OJD DIFFUSION PUBLIC 1987

BVP

PRIX NORMAL D'ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

1AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F

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

ÉTRANGER :

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

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

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

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

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

Informatique ou Bureautique

UN MÉTIER EN MOINS DE 6 MOIS

- Un métier dans un secteur évolutif.
- Une formation progressive et pratique par un grand constructeur d'ordinateurs.
- Taux de placement dès la sortie des cours + 95 %.

Avec CONTROL DATA, c'est possible
pour les candidats de niveau bac à bac + 2

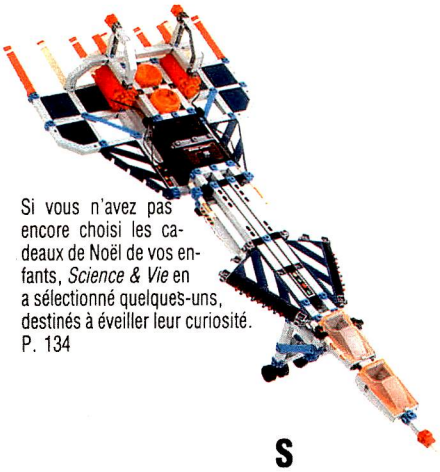
Graphiréal

Téléphonez ou retournez vite ce bon :

Nom _____ Prénom _____
Adresse _____
Age _____ Niveau d'études _____

INSTITUT CONTROL DATA
Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris Cedex 13 - Tél. : (1) 45.84.15.89
Etablissement d'Enseignement Privé
PARIS - LYON - MARSEILLE
BORDEAUX - NANTES

CONTROL DATA



Si vous n'avez pas encore choisi les cadeaux de Noël de vos enfants, *Science & Vie* en a sélectionné quelques-uns, destinés à éveiller leur curiosité. P. 134

S O M M A I R E

Fini, la capsule boîte de sardines. Les nouvelles stations spatiales ont des douches et la télé, on y mange bien et on y cultive même son jardin. P. 104



SAVOIR

Forum **6**

Le suaire de Turin ne se rend pas
Michel Rouzé **18**

Quand un savant se fait la dent sur les âneries
Gerald Messadié **24**

Le nouveau signal des sourciers
Philippe Renault **26**

A la recherche de la 5e force
Michel Eberhardt, enquête de Fabienne Hmoud **33**

Arithmétique et secrets d'Etat
Renaud de La Taille **44**

Marquise, votre grand-mère était une négresse
Alexandre Dorozynski **52**

Combien de dormeurs éveillés aux commandes
Jean-Michel Bader **60**

Quand la CIA lavait les cerveaux
Jean Ferrara **72**

L'ours
Didier Dubrana **78**

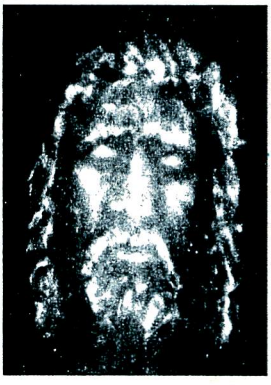
Le SOS de la baleine blanche
Isabelle Bourdial **80**

Echos de la recherche
Dirigés par Gerald Messadié **85**



Les premières truffes scientifiquement sélectionnées. P. 99

Le suaire de Turin date de 12 siècles après J.-C. De plus l'empreinte qu'il porte n'a certainement pas pu provenir d'un vrai visage ; tout juste d'un bas-relief peu saillant. P. 18



POUVOIR

Le téléphone des ordinateurs
Henri-Pierre Penel **92**

La truffe à la carte
Didier Dubrana **99**

L'espace quatre étoiles
André Tapon **104**

Haute couture spatiale
Jean-René Germain **110**

Le croiseur invisible
Georges Dupont **116**

Le bateau qui roule comme une auto
Renaud de La Taille **118**

Echos de l'industrie
Dirigés par Gérard Morice **121**

Des marchés à saisir **126**



Les lentilles ne s'adressent plus seulement aux myopes, elles corrigent désormais hypermétropie, astigmatisme et presbytie. Il en existe même des jetables que l'on porte 8 à 15 jours. P. 128



L'examen d'un bébé baleine blanche a révélé : un ulcère gastrique perforé, une péritonite, une broncho-pneumonie vermineuse, une hépatite chronique et une dermatite généralisée ! Responsable : la pollution. P. 80

UTILISER

Correction de la vue : des lentilles pour tous
Jacqueline Denis-Lempereur **128**

Le retour du 24 × 36 reflex mécanique
Roger Bellone **132**

Des jouets pour éveiller l'esprit
Christine Mercier **134**

Science & Jeux
Gilles Cohen, Yves Delaye, Renaud de La Taille et Henri-Pierre Penel **140**

Science & Vie a lu pour vous **152**

Echos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **160**



En France, il ne reste plus que 10 ours bruns sauvages, réfugiés dans les Pyrénées. Le "plan ours" lancé en 1984 pour sauver le plantigrade de ses deux prédateurs, les bergers et les chasseurs, n'a connu qu'un demi-succès, et la discussion s'éternise sur les nouvelles mesures de protection. P. 78

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro se trouvent en page 176

Encart Science & Vie Junior, 2 pages entre les pages 96 et 97.

Encart abonnement Science & Vie + Hors-Série, 2 pages entre la 2e de couverture et la page 1.



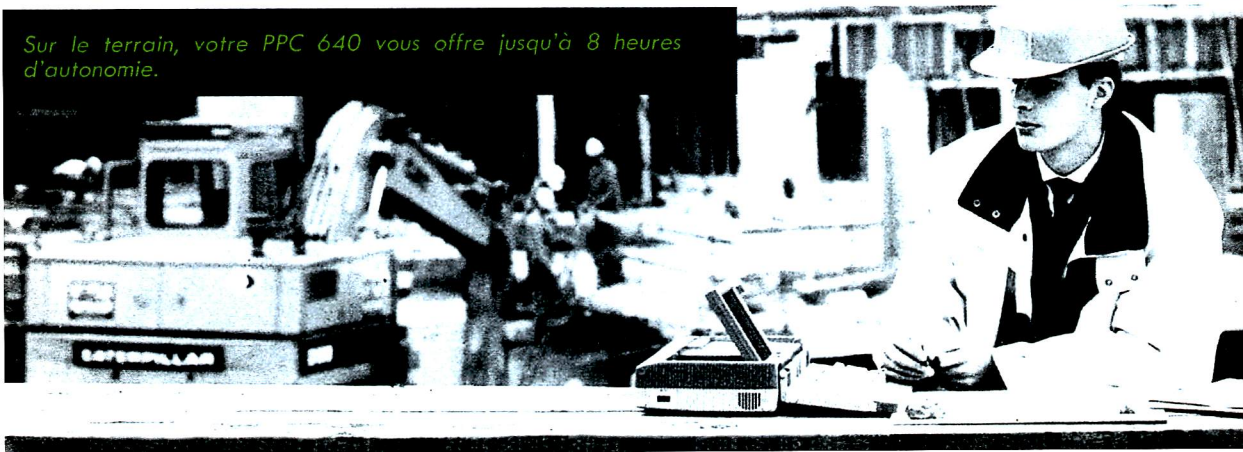
Avec le PPC-640, trois heures de train deviennent trois heures productives.



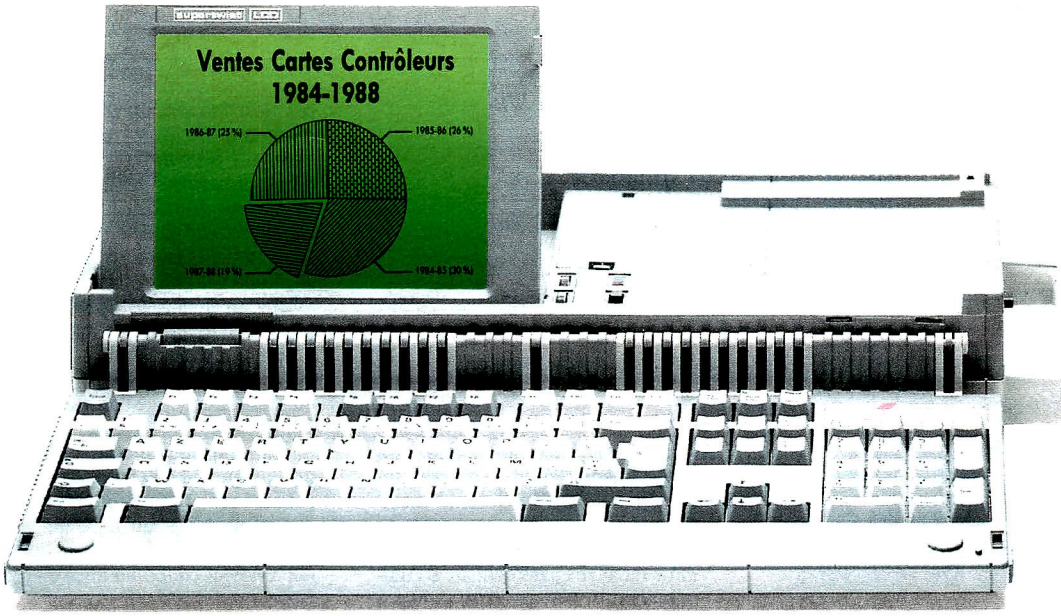
A l'hôtel, quelques minutes suffisent pour transmettre les commandes de la journée à l'ordinateur du siège.



Au bureau, le PPC 640 est à la hauteur des meilleurs ordinateurs.



Sur le terrain, votre PPC 640 vous offre jusqu'à 8 heures d'autonomie.



PPC 640 Amstrad
le seul portable avec modem au prix d'un modem.

A PARTIR DE

5790 F H.T.

AVEC MODEM - V21 - V22 - V22 bis - V23
Agréé France Télécom (Prix TTC : 6 867 F)



Vous faites partie des utilisateurs de PC qui passent une grande partie de leur temps en déplacement ?

Vous avez donc besoin d'un portable qui soit d'abord un PC à part entière. Mais vous avez aussi besoin d'un ordinateur qui sache communiquer.



Vous avez besoin du PPC 640 Amstrad. C'est un portable qui, seul, offre davantage de possibilités que la plupart des ordinateurs de bureau. Mais, avec son puissant modem intégré, c'est aussi un ordinateur capable de communiquer avec tous les ordinateurs du marché et tous les serveurs du monde! Son prix ? N'hésitez pas : à peine celui d'un modem ordinaire!

LA COMPATIBILITE

L'Amstrad PPC 640 s'utilise avec tous les best-sellers du marché : Lotus 1.2.3., Wordstar, Word, Multiplan, Quattro, dBase, par exemple... D'autant qu'il est doté d'un processeur 16 bit rapide (8086 à 8 MHz), de 640 Ko de mémoire et d'un ou deux lecteurs de disquettes 3" ½ comme les nouveaux IBM PS2.

LE MODEM ET SON LOGICIEL

Agréé par FRANCE TELECOM*, le modem du PPC 640 est intégré à l'appareil. Il est compatible Hayes au niveau commandes et offre en standard les 3 modes de fonctionnement les plus répandus : V21, V22, V22 Bis (300, 1200 et 2400 bauds full duplex) ainsi que le mode minitel V23 (75 - 1200 bauds réversible). Il est livré avec son logiciel de communication 3 X - Télémail, puissant et simple d'emploi.

LE LOGICIEL PPC ORGANIZER



Ce logiciel résident, fourni avec la machine, peut être appelé à tout moment, sans quitter l'application en cours. Il vous offre un mini-traitement de texte, une calculette, un bloc-notes, un agenda et un répertoire téléphonique.

LE GRAND CLAVIER ET L'ECRAN SUPERTWIST

En déplacement ou au bureau, vos mains et vos doigts ont toujours la même taille. C'est pourquoi le PPC 640 possède un véritable clavier 102 touches, type PC-AT. Il reçoit également un écran LCD Supertwist de qualité. Vous travaillerez confortablement et pourrez utiliser pleinement tous vos logiciels. De plus, sa prise vidéo externe vous permet de vous brancher au bureau sur un moniteur et un poste fixe.

ALIMENTATIONS MULTIPLES

Avec le PPC 640, vous ne risquez pas de tomber en panne sèche. Cinq sources d'énergie ont été prévues : l'alimentation sur secteur, sur allume-cigare de voiture, à partir d'un moniteur Amstrad, d'un Amstrad PC 1640 ou sur piles. Dans ce dernier cas, vous disposez jusqu'à huit heures d'autonomie.

*Agrément n° 88145 D du 8 septembre 1988 - IBM, PC-AT et PS2 sont des marques déposées d'International Business Machines Corp - dBase est une marque déposée d'Ashton-Tate Company - Lotus 1.2.3. est une marque déposée de Lotus Software Corp - Word et Multiplan sont des marques déposées de Microsoft Corp - Wordstar est une marque déposée de Micropro Corp - Quattro est une marque déposée de Borland Int.

AMSTRAD

La Qualité. L'innovation en plus

Pour recevoir une documentation PPC 640.
Renvoyez ce coupon à : Amstrad France B.P. 73 - 92312 Sèvres Cedex.
Ligne consommateurs : 46.26.08.83. Tapez 36 15 code AMSTRAD.

SV 2911

Nom _____ Prénom _____
Société _____
Fonction _____ Tél. _____
Adresse _____
Code postal _____ Ville _____

MENDÈS-FRANCE M.C.

FORUM

Mais oui, la parole est à la défense !

Ce qu'il faut bien appeler l'affaire Benveniste me pose, comme à tout scientifique, d'énormes questions ; j'ai donc lu avec intérêt dans votre n° 851 votre article "La vérité sur la mémoire de l'eau", et je dois dire que cet article m'a laissé un profond sentiment de malaise, écrit M. G., professeur agrégé de biologie, de Chambray-lès-Tours. *En effet, d'après vous, le Dr Benveniste et son équipe, les laboratoires étrangers qui ont refait les expériences avant publication sont de pauvres novices ou pire, des prévaricateurs. Pour que vos lecteurs puissent juger avec un minimum d'objectivité, il aurait peut-être fallu donner la parole à la défense. C'est habituellement ce qui se passe dans un procès quand le réquisitoire est prononcé.*

Ouvrirez-vous vos colonnes aux réponses du Dr Benveniste et de son équipe ? A moins que, se sentant à juste titre injuriés, ils ne veulent répondre à un article aussi méprisant.

Le Dr Benveniste et son équipe peuvent répondre quand ils le voudront aux questions que nous leur avons posées dans *Science & Vie*, ils seront assurés que ces réponses seront publiées. Cela étant, notre correspondant assimile un peu trop vite à un procès la critique d'une thèse qui a été rendue publique, puisqu'elle a été publiée dans *Nature* et répercutée par d'innombrables organes de presse.

L'avenir des dilutions est un peu dilué...

Le Dr D. M., radiologue, au Blanc-Mesnil, nous adresse un texte paru dans un journal médical, qui commence en ces termes : « Les homéopathes se sentent donc menacés par l'échéance communautaire, par une concurrence que les disparités de situation d'un pays à l'autre permettraient difficilement d'affronter. La législation, l'enseignement de l'homéopathie, ses statuts mêmes varient encore d'un Etat membre à l'autre. Ainsi, en RFA et aux Pays-Bas, il n'est pas nécessaire d'être médecin pour exercer la discipline... » C'est cette dernière phrase que le Dr M. souligne et commente en marge en ces termes : *Et pour cause !* Et il nous confie, dans un mot : *Relativement irrité de trouver ce genre d'articles dans un quotidien médical, ce qui montre à quel point la profession peut être gangrenée, je vous félicite encore une fois du travail que vous menez.*

Jusqu'où peut-on diluer?

M.J.P.S., de Carcassonne, nous écrit, toujours à propos de la mémoire de l'eau, et après avoir rendu hommage à notre *attachement à une démarche scientifique rigoureuse ; un détail me pose problème : il est question de dilution à 10 puissance 120, ce qui, si je comprends bien, signifie que le produit actif est dilué dans 10^{120} fois son volume d'eau. Or, je crois me souvenir d'un article de Science & Vie consacré à la signification physique des grands nombres, dans lequel on affirmait qu'un nombre supérieur à 10^{99} (c'est-à-dire non directement manipulable à l'aide d'une calculatrice ordinaire) n'a aucune signification physique. Y aurait-il plus de 10^{100} particules dans l'univers ? Et sinon, comment une dilution de l'ordre indiqué est-elle possible (à moins, bien sûr, d'utiliser plusieurs fois le même solvant) ?*

Effectivement, la dilution à 10 puissance 120 signifie mathématiquement que le produit actif est soumis au processus suivant : on en prend 1 cm^3 que l'on verse dans 1 litre (1 000 cm^3) d'eau ; on a une dilution au millième — 1 part de produit pour 1 000 parts d'eau. On prend 1 cm^3 de cette solution que l'on remet dans un nouveau litre d'eau pure : dilution au millionième. On peut continuer ainsi en progressant de 1000 à chaque fois ; aucun inconvénient théorique à atteindre 10^{120}.

En pratique, le produit et l'eau étant faits d'un nombre limité de molécules, aucune dilution n'a de sens physique passé un certain seuil dont la limite absolue est le nombre d'Avogadro ($6{,}02.10^{26}$). Nous n'entrerons pas ici dans des exemples chiffrés, mais donnerons plutôt une petite comparaison : disposant de 3 boules rouges, on les met dans un récipient contenant 300 boules blanches ; dilution au centième.

On reprend 3 boules au hasard dans ce récipient 1 et on les remet dans un deuxième récipient ayant encore 300 boules blanches ; dilution au dix-millième. On continue avec un récipient 3, puis un récipient 4. Il est évident que dès maintenant, sur les 4 récipients, il y en a 1 qui ne contient aucune boule rouge puisqu'il n'y en avait que 3 au départ. Si on se sert de celui-là pour continuer la dilution, les récipients suivants ne contiendront jamais plus que des boules blanches (l'eau) et pas une boule rouge (le produit actif).

Utiliser l'un des 3 autres mènera vite au même résultat si on poursuit les "dilutions" : il y a toutes chances de laisser en route les boules rouges. Autrement dit, une dilution à 10^{120} n'a pas de sens et relève seulement du calcul des probabilités : on a plus de chances de gagner toute sa vie 2 fois par semaine au Loto que de retrouver quelques molécules de produit actif dans un verre de "dilution".

(suite du texte page 8)



COMPRENDRE
FAIRE - SAVOIR

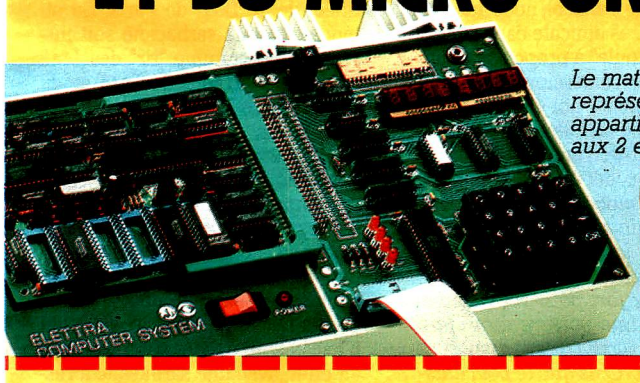
Le Boom du micro-ordinateur est la suite logique de celui de l'électronique.
La micro-électronique et l'électronique sont deux techniques complémentaires, faciles à comprendre grâce aux deux Encyclopédies Pratiques d'Eurotechnique. Accompagnées de leurs coffrets de matériel, elles contiennent tous les composants pour une application immédiate.

L'Encyclopédie Pratique de l'Electronique : 16 volumes - 15 coffrets.

L'Encyclopédie Pratique de l'Electronique Digitale et du Micro-Ordinateur : 16 volumes - 16 coffrets (parties 1, 2 et 3).

Grâce à des directives claires et très détaillées, vous passez progressivement des expériences au montage de différents appareils. Pour finir, vous réalisez vous-même, selon l'Encyclopédie choisie, soit un ampli-tuner FM stéréo, soit un micro-ordinateur très performant basé sur le Z 80.
Chacune de ces Encyclopédies s'appuie sur un principe universel : faire pour savoir.

LES ENCYCLOPÉDIES PRATIQUES DE L'ÉLECTRONIQUE ET DU MICRO-ORDINATEUR.



Le matériel représenté appartient aux 2 encyclopédies



eurotechnique
FAIRE POUR SAVOIR
rue Fernand-Holweck, 21100 Dijon

RENVOYEZ VITE CE BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE

A compléter et à renvoyer aujourd'hui à EUROTECHNIQUE, rue Fernand Holweck, 21100 DIJON.

Je désire recevoir gratuitement et sans engagement de ma part votre documentation sur :

☐ LE LIVRE PRATIQUE DE L'ÉLECTRONIQUE 15092

☐ LE LIVRE PRATIQUE DE L'ÉLECTRONIQUE DIGITALE ET DU MICRO-ORDINATEUR

NOM _____ PRÉNOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL |_|_|_|_|_| VILLE _____ TÉL. _____



"Souviens-toi"

Il faut remercier M.H.F., de Saint-Etienne, d'une contribution rare à l'histoire de la locomotion mécanique. Nous avons publié dans notre n° 842 une description d'une motocyclette carénée. Or, M F., qui a aujourd'hui atteint un bel âge comme il nous le dit, a reçu d'un camarade de jeunesse une photo d'un engin similaire, mais très ancien, assortie du conseil "Souviens-toi".

En effet, en 1927-28, j'utilisais l'engin que voilà, ancêtre incontestable de l'Oekomobil. Même principe, un châssis, deux petites roues latérales escamotables, fabriqué alors à St-Etienne sous le nom de Monotrace par une firme depuis longtemps disparue. En avril 1928, déjà, Monotrace gagnait à La Ferté-Bernard le concours du bidon de 5 l organisé par l'Office national des combustibles liquides, en parcourant 171,299 km. Le Monotrace n'était livré qu'en torpédo, et j'avais donc habillé un châssis avec une carcasse en tubes de bicylette garnie de simili-cuir et de plaques de mica. Je suis plein d'admiration pour la vitesse annoncée pour l'Oekomobil de 250 km/h... Ma vitesse de pointe était seulement de 80 km. Mon plus long voyage a été St-Etienne-Brest en deux jours...

Souhaitons donc à M. F. de faire bientôt un petit essai sur Oekomobil.



Du pot, du manque de pot et du reste

M. P.P., de Panazol, nous adresse une lettre très amicale dans laquelle il se "défoule" à propos de pollution. Nous le remercions de sa confiance, comme nous remercions d'ailleurs tous les lecteurs qui nous manifestent de l'amitié. Ce qui l'amène à nous demander : *Que donnera le moteur Sarich sous l'angle de la pollution ? En effet, ce moteur, le jour où il sera disponible, constituera le seul argument assez fort pour me décider à acheter une voiture étrangère (si les Français n'en disposent pas), et je crains que le pot catastrophique (non, pardon — lytique) ne lui convienne pas. Pouvez-vous me rassurer ?* Oui : pas de problème pour le moteur deux-temps Sarich : les oxydes d'azote sont éliminés d'emblée par le système de combustion en charge stratifiée et il n'y a donc pas besoin de catalyseur réducteur. Reste la partie oxydation, qui ne gêne en rien le rendement du moteur et qui nécessite un seul catalyseur au lieu de deux avec les moteurs habituels.

La sarbacane aux Jeux olympiques ?...

M. Renaud de La Taille, un jour, a eu la bonne idée d'initier vos lecteurs aux rudiments de la sarbacane. Cette arme, car c'en est une, requiert à la fois des recherches techniques (balistique, aérodynamique, nouveaux matériaux) et des qualités humaines (aptitudes propres aux tireurs plus maîtrise du souffle). Son tir qui se pratique aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur (de 3 à 100 m) fait qu'elle mérite de devenir un sport à part entière comme l'archerie. Je serais surpris que le sujet ne trouve pas une assez large audience auprès de vos lecteurs. Je vous suggère donc un article qui exposerait l'acquis (chasseurs d'Amazonie et d'Asie du Sud-Est, amateurs d'Europe et d'ailleurs), les principes physiques et les voies à explorer pour faire progresser la technique et la pratique du tir.

Telle est donc la suggestion, justifiée, de M. D.B., de Paris. En attendant que la sarbacane soit inscrite au programme "tir" des Jeux olympiques à côté de l'arc et du pistolet libre 50 m, il y a là effectivement un sujet intéressant qui mériterait une étude historique et détaillée. Le seul problème reste de trouver des documents fiables sur le matériel utilisé, et si nous en trouvons, nous consacrerons certainement un article à ce sport. Observons, en passant, que la sarbacane a fait l'objet de bricolages qui n'exigeaient aucun souffle. C'est, en effet, avec une sarbacane à ressort qu'il y a plusieurs années un crime, encore mystérieux, il nous semble, fut commis à l'étranger, ayant pour victime, si nous ne nous trompons, une personne qui s'occupait de trafics délicats. Etait-ce encore une sarbacane, ou bien une arme à ressort d'un type nouveau ?...

(suite du texte page 12)

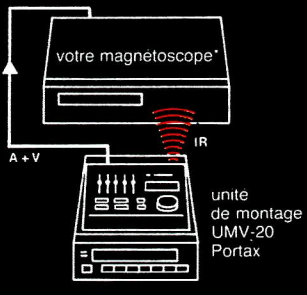




L'unité de montage VHS Portax met à votre portée les joies de la créativité en vidéo.

L'unité de montage vidéo UMV-20 Portax vous ouvre toutes grandes les portes de la créativité en vidéo. Avec une précision absolue et une facilité déconcertante, vous réalisez vos propres films en montant une par une vos meilleures séquences vidéo VHS, à la façon des professionnels. Vous devenez le réalisateur des meilleurs moments de la vie en produisant des films captivants que l'on aime regarder. Grâce au compteur d'images en temps réel et à la molette de recherche à vitesse variable de l'UMV-20 Portax vous sélectionnez facilement les séquences à assembler. Le bip sonore et les touches lumineuses confirment clairement les fonctions importantes.

Immédiatement utilisable avec votre magnétoscope*, l'unité de montage UMV-20 Portax associe en un seul appareil un pupitre de commande à microprocesseur et un lecteur vidéo VHS asservi. L'entière compatibilité de l'UMV-20 avec tous les magnétoscopes* réside dans son système exclusif de mémorisation de code infrarouge, résultat d'une technologie de pointe. En plus de ses fonctions de montage VHS, l'UMV-20 Portax est aussi un correcteur vidéo et un mélangeur audio de haute qualité vous permettant d'améliorer ou de modifier vos enregistrements originaux. L'unité de montage UMV-20 est le premier maillon d'une véritable régie vidéo modulaire Portax.



* équipés d'une télécommande à infrarouge.

Portax électronique S.A.
16, rue de la Longue Saulx
F - 59230 Saint-Amand-les-Eaux
Tél. 27.48.99.34

PORTAX®
VIDEO CREATIVE

Pour connaître le revendeur le plus proche : Tél. 27.48.99.34



Radio double cassettes TR 6887



Contre toute attente,

plus la peine d'avoir une chaîne pour entendre le son d'une chaîne.

Enceintes détachables 4 HP.

RADIOLA

Publicité, hier et aujourd'hui

J'avais remarqué, non sans une certaine irritation, nous écrit M. S.P., de St-Germain-du-Bois, *que sur l'envers de chaque numéro de l'année écoulée, figurait une publicité pour une marque de tabac. Cette fois-ci je m'aperçus, ô joie, que la publicité vantait une marque de calculateurs électroniques.* Il s'agit donc de notre numéro de septembre.

Après avoir lu à la page 66 du n° 852 votre excellent article "Calvitie : les pourquoi de la génétique", ainsi que la conclusion ironique et convaincante que « ce n'est pas plus en se dégraissant le cuir chevelu qu'en l'inondant de lotions admirables qu'on y changera grand'chose » je m'étonne de trouver dans le même numéro (pp. 15 et 167) des spécimens de publicités sur « le problème de la calvitie qui est aujourd'hui définitivement résolu ».

Voici longtemps que nous recevons donc des observations de lecteurs telles que celles-là, dont nous comprenons très bien la motivation. Toutefois, il nous paraît utile de rappeler que les espaces publicitaires ne sont pas, chez nous, directement cédés aux annonceurs, comme c'était autrefois le cas dans la presse, mais qu'ils sont affermés à une régie publicitaire, qui a à charge d'en assurer la rentabilité. Par ailleurs, il n'est pas dans notre vocation d'exercer une censure de la publicité, qui est l'affaire du Bureau de Vérification de la Publicité en ce qui concerne les allégations mensongères, et de l'Administration publique en ce qui concerne certaines publicités catégorielles (alcools, tabacs).

Quelque peu différente est la teneur de la lettre que nous adresse M. E.D., d'Antibes : *je tiens à vous exprimer ma satisfaction de la qualité actuelle de votre revue, dans laquelle vous arrivez à faire de l'information scientifique et de la vulgarisation sans, ou bien planer dans l'ésotérisme, ou bien patauger dans les à-peu-près, sinon les erreurs. Vous avez également pris l'option d'un engagement sur nombre de sujets. J'en suis heureux. J'ajouterai quelques reproches quand même. D'abord, celui de survoler sans y toucher les questions technologiques et techniques. C'est un reproche léger, car, en moins de deux cents pages... Puis le reproche, plus grave, de confondre en mathématiques les jeux, la mathématique et ses applications. Je pense souvent, en lisant cette partie aux "calculateurs prodiges" (calculateur : homme ou machine ?)*

En gravité croissante, la mauvaise habitude de couper les articles pour mettre les suites et fins en un ou plusieurs endroits perdus, au bout de la revue, éparpillés au milieu de "réclames" et autres articles. Enfin, le plus grave, celui de mal vérifier et de ne pas corriger les fautes de langage et de les imprimer. Ainsi, le verbe "pallier" est transitif, "réguler" signifie garnir d'antifriction, et je vous rappelle que la concordance des temps est toujours en vigueur. "Ceci dit" est une antinomie (ou tout autant, "ceci trouvé, calculé, admis"...), "comparer" tout seul, n'a pas de sens, "comparer avec" non plus. "préférer que" ne remplace pas "préférer à" ou "plutôt que". Une loi physique n'est ni bonne ni mauvaise, elle est exacte, approchée ou fausse, etc.

Heureusement, je ne vous ai jamais surpris à confondre les degrés centigrades et Celcius. Mais j'ai pourtant trouvé cette confusion dans des revues se voulant d'une haute qualité scientifique, nationale et même internationale. Vos péchés ne sont donc que véniels, poudre à gratter et non toxine botulique. Reste que les démangeaisons sont désagréables.

Nous n'en sommes pas surpris, mais il est toujours agréable de trouver des gens d'esprit parmi nos lecteurs. Cela dit, nous traitons bien de sujets technologiques, il nous semble. Les mathématiques peuvent s'appliquer à tous les aspects de l'observation. Nous ne considérons certes pas que les dernières pages de la revue aient moins de valeur que les premières, car nos numéros ne sont quand même pas des asperges ! Nous faisons une guerre sans relâche à certains usages erronés, comme "réguler" à la place de "régler", qui est une ânerie empruntée à l'anglais, (ou "nominer" à la place de "nommer"). Le terme "calculateur" peut désigner aussi bien un humain (« Il fallait un calculateur, ce fut un danseur qui l'obtint... ») qu'une machine (calculateur électronique). Mais nous saisissons mal la différence entre degrés centigrades et degrés Celsius : « Le terme degré Celsius a été choisi, plutôt que les termes degré centigrade ou degré centésimal pour désigner le degré de température SI », nous apprend le *Guide pratique pour le système international d'unités* (SI) de M. Moureau (Ed.Technip, Paris).

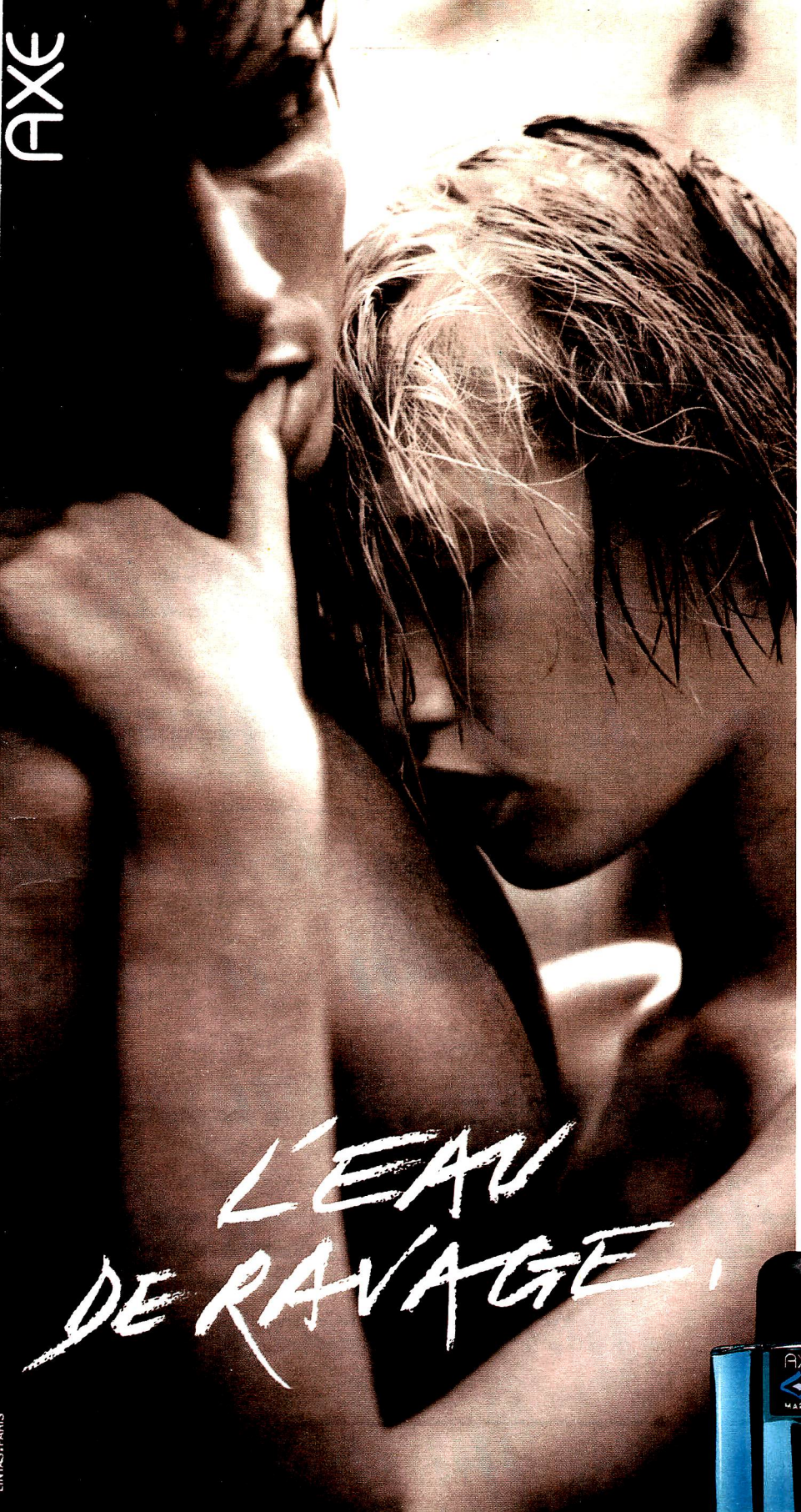
La lessive ou l'eau propre

Les lessives sans phosphates existent... il serait souhaitable que les fabricants de lessives affichent leurs taux de phosphates ; certaines régions étant alimentées en eau douce, des teneurs réduites pourraient être employées, nous informe M. Y.A., ingénieur thermicien dans un bureau d'études pour le bâtiment, responsable du groupe Habitat et santé au sein de l'Association pour les maisons du futur, de Vincennes. *Autre solution : utiliser l'eau de pluie. Matériel nécessaire : une citerne en polyéthylène, un filtre, une pompe de mise en pression alimentant en eau le lave-linge, le lave-vaisselle, le chauffe-eau et, éventuellement, la chasse d'eau des WC. Coût : même ordre de grandeur qu'un adoucisseur par permutation ionique, sans avoir à utiliser de sels régénérants. Sécurité : totale en utilisant un flotteur et un jeu d'électrovannes pour basculer sur le réseau eau de ville quand la citerne est vide. Entretien : très réduit, nettoyage du filtre une à deux fois par an.*

Cette solution nous a paru assez ingénieuse pour être soumise à nos lecteurs. Elle présente un intérêt immédiat, qui est d'alléger la consommation d'eau de ville, et, en effet, de réduire les taux de phosphates. En revanche, elle impose un rééquipement de centaines de milliers d'habitations urbaines.

(suite du texte page 14)

AXE



L'EAU DE RAVAGE

Entre la joue et le torse, là où la peau est secrète, commence un nouveau jeu de la séduction. Avec Axe.

La première eau de toilette après-rasage. Désormais, un seul geste suffit pour calmer le feu du rasoir et allumer les passions. Des passions qui ont pour parfums Musk, Ambré et Marine. Avec Axe, votre après-rasage a su se faire eau de toilette. Axe. La première eau de toilette après-rasage.

PREMIERE EAU DE TOILETTE APRES-RASAGE.



LIMITED PARIS

Pourquoi faire simple...

... quand on peut faire compliqué, telle est la première phrase de la lettre pertinente que nous adresse M. A.R., de Malakoff, à propos de notre article de la chronique "Science & Vie a lu pour vous", "Pâley-vô mandarin ?" Pour mémoire, nous y critiquions l'attitude de certains mandarins qui nous reprochent d'exposer — aux deux sens du mot — la science au grand public, et non à quelques privilégiés diplômés. *Ces auteurs (ceux que nous critiquions) semblent oublier que, tout petits déjà, ils ont été nourris de vulgarisation pendant des années. Que, devenus grands, ils y soient devenus allergiques, c'est compréhensible, mais cela se soigne. Quel est l'enfant qui ne s'est par enorgueilli de sa première connaissance scolaire pour l'exposer doctement à ses parents ? Cette valorisation a pu marquer l'enfant comme tout grand bonheur ou tout chagrin, mais, une fois grand, sa fierté se change en nostalgie quand il s'avise que tout le monde peut en savoir un peu sur tout.*

En somme, si nous comprenons bien notre correspondant, l'hostilité à la vulgarisation s'explique par le fait qu'on a retiré à l'adulte un privilège. *Il est plus confortable de s'enfermer dans une tour d'ivoire ou une cour de favoris que d'occuper une part de marché, il est plus facile d'attendre le client que d'aller le chercher... Si ces messieurs n'étaient plus des fonctionnaires, mais qu'ils étaient payés à la réussite de leurs enseignements, la vulgarisation ne serait pas un sujet difficile à définir... Je pense qu'aux yeux de certains, l'immense tort de* Science & Vie *est de ne pas présenter des articles impersonnels, distants, aseptisés, de ton encyclopédique, mais de rapporter de petits épisodes de la recherche, de placer les événements scientifiques dans leurs contextes, ô combien humains ! Pis,* Science & Vie *commet un crime de lèse-majesté parce qu'elle désacralise la science et porte atteinte au prestige corporatif en dévoilant les sottises, l'intolérance, voire les escroqueries et les divagations de certains scientifiques. Bref, vous avez le tort de présenter la science comme une ouverture, ce qu'elle est pourtant.* Félicitons-nous que M. A.R. et les autres correspondants qui nous ont écrit pour approuver cet article aient si clairement perçu le mal-fondé des critiques que nous font les mandarins. Et laissons ces derniers à leurs clochettes et à leurs bâtonnets d'encre....

Les quasars et New York

M. G. R., de Vénissieux, nous informe que *les quasars et autres supernovæ* ne sont que le produit de *la diffraction atmosphérique due à l'oxyde de carbone de New York ou de Paris.* Nous soumettrons cette hypothèse aux spécialistes. ●

Prix Scientifique PHILIP MORRIS

L'Association Pour le Prix Scientifique Philip Morris décernera au printemps 1989 trois prix à des chercheurs français ou établis en France qui auront fait aboutir un projet en recherche appliquée.
Les prix, d'une dotation globale de 450.000 F, seront remis dans les disciplines suivantes :

Informations et retrait des dossiers :
Association Pour le Prix Scientifique Philip Morris
12 rue de Ponthieu
75008 Paris
Tél. : (1) 42 25 39 90

- Anthropologie Physique
- Astrophysique
- Sciences de l'Information.

Un Jury, composé de scientifiques français spécialistes dans ces matières, attribuera les prix après examen des dossiers qui lui seront soumis.

Mainfroy Toucas Conseil

Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

Comment j'ai amélioré ma mémoire en une soirée...

Après le dîner, nous bavardions chez mes amis Leroy, et l'un de nous fit la proposition classique de demander à chaque invité de réciter, raconter ou faire quelque chose. Jeannine chanta, Patrick fit une imitation... Lorsque le tour de Jacques Derval arriva, il dit qu'il allait faire une expérience montrant ce que l'on peut réaliser avec une mémoire bien entraînée. Il me choisit comme assistant et demanda qu'on lui bande les yeux pour éviter toute supercherie.

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

Il se rappela 52 cartes dans leur ordre. Alors pour nous étonner davantage, Derval nous demanda de prendre un jeu de cartes, de le mélanger et de lui citer les cartes dans l'ordre où elles tombaient. Lorsque les 52 cartes furent effeuillées, il les cita sans la moindre erreur, dans leur ordre, exactement comme s'il avait eu le jeu sous les yeux. Et, comme avec les nombres, il pouvait nous indiquer sans jamais se tromper la 8e, la 35e ou la 47e carte du jeu. Vous imaginez notre étonnement. Voir cela sur une scène de music-hall est toujours intéressant, mais voir une pareille performance effectuée par un jeune cadre d'entreprise dont ce n'est pas le métier, avait de quoi stupéfier.

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

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

Ma mémoire assura ma réussite. Ma conversation, par exemple, fut transformée, parce que je pouvais retrouver à tout moment une citation exacte ou un chiffre important. Dans ma vie professionnelle, aussi, tout changea: rapidement on remarqua que ma mémoire était devenue prodigieuse. Mon patron me félicita parce que je pouvais toujours répondre à ses questions avec précision, tandis que mes collègues devaient rechercher dans leurs dossiers. Aujourd'hui ma situation est très supérieure à celle que j'avais le soir où Derval m'apprit à développer ma mémoire.

Comment retenir tout sans effort. Ce que j'ai appris ce soir-là, existe maintenant sous forme d'une méthode facile à suivre, tranquillement chez soi. Elle peut vous permettre d'acquérir une mémoire étonnante. Demandez le livret offert ci-dessous. Vous y verrez que vous pouvez retenir sans effort des centaines de dates ou de formules, des milliers de notions d'économie, de droit ou de médecine, les langues étrangères, les noms et les visages, les numéros de téléphone, les codes des 95 départements et faire les expériences dont nous avons parlé. Si vous voulez acquérir la mémoire parfaite dont vous avez besoin, voici une occasion inespérée. Documentez-vous sur cette méthode en demandant le livret offert ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement, vous pouvez bénéficier d'un avantage supplémentaire exceptionnel.

Pierre Deligne

GRATUITS! 1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon et adressez-le au Service M, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. *Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)* M14C

Mon nom: ..... Prénom: .....
(en majuscules SVP)

Mon adresse: .....

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

Young & Rubicam BB

Le coffret que vous offre Bosch pour l'achat d'une perceuse risque d'en arranger plus d'un.

Jusqu'au 31 Décembre, Bosch vous offre un coffret en bois très pratique pour tout achat d'une perceuse sans fil PBM 4.8 V.

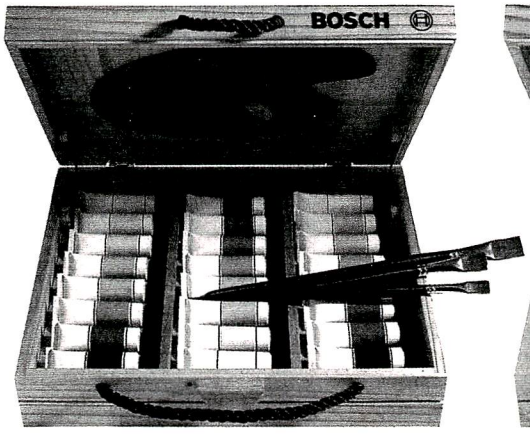
Un moyen de transport idéal pour une perceuse prête à vous suivre partout : sans fil, elle se recharge n'importe où grâce au chargeur intégré dans son support mural. Le seul problème avec un coffret aussi séduisant, c'est que tous les prétextes seront bons pour vous l'emprunter.

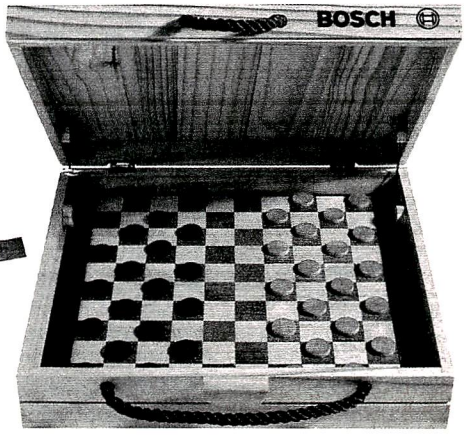
De nombreux autres outils de la gamme Bosch seront également vendus avec un coffret et un jeu d'accessoires jusqu'à la fin de l'année.











BOSCH

DU TRAVAIL DE PRO

LE SUAIRE DE TURIN NE SE REND PAS

L'Eglise l'a reconnu : le tissu du suaire a été fabriqué plus de 12 siècles après la mort du Christ. Pourtant, par la force aveugle de la foi, doublée de celle de l'habitude, certains persistent à y vénérer un dernier "mystère". Une analyse des couleurs au Laboratoire du Musée du Louvre mettrait fin à cette querelle d'arrière-garde.

PAR MICHEL ROUZÉ

Les uns se sont évertués à démontrer que ce tissu a bien gardé l'empreinte du corps de Jésus après sa mort sur la croix, telle qu'elle est rapportée dans l'évangile de Saint Jean. Les autres se sont battus pour prouver que l'image ne pouvait avoir cette origine. L'acharnement des défenseurs de l'une ou l'autre thèse n'avait guère de sens. Si l'on était arrivé à prouver que le suaire portait bien l'empreinte d'un homme crucifié au temps de Ponce-Pilate, cela n'impliquerait pas que l'homme ait forcément été Jésus de Nazareth ; ce genre de supplice était fréquent à l'époque. Et même s'il s'était agi de Jésus, cela ne n'aurait pas démontré qu'il est le fils de Dieu. A l'inverse, que le suaire soit un faux, cela n'apporte aucun argument contre la véridicité des Evangiles.



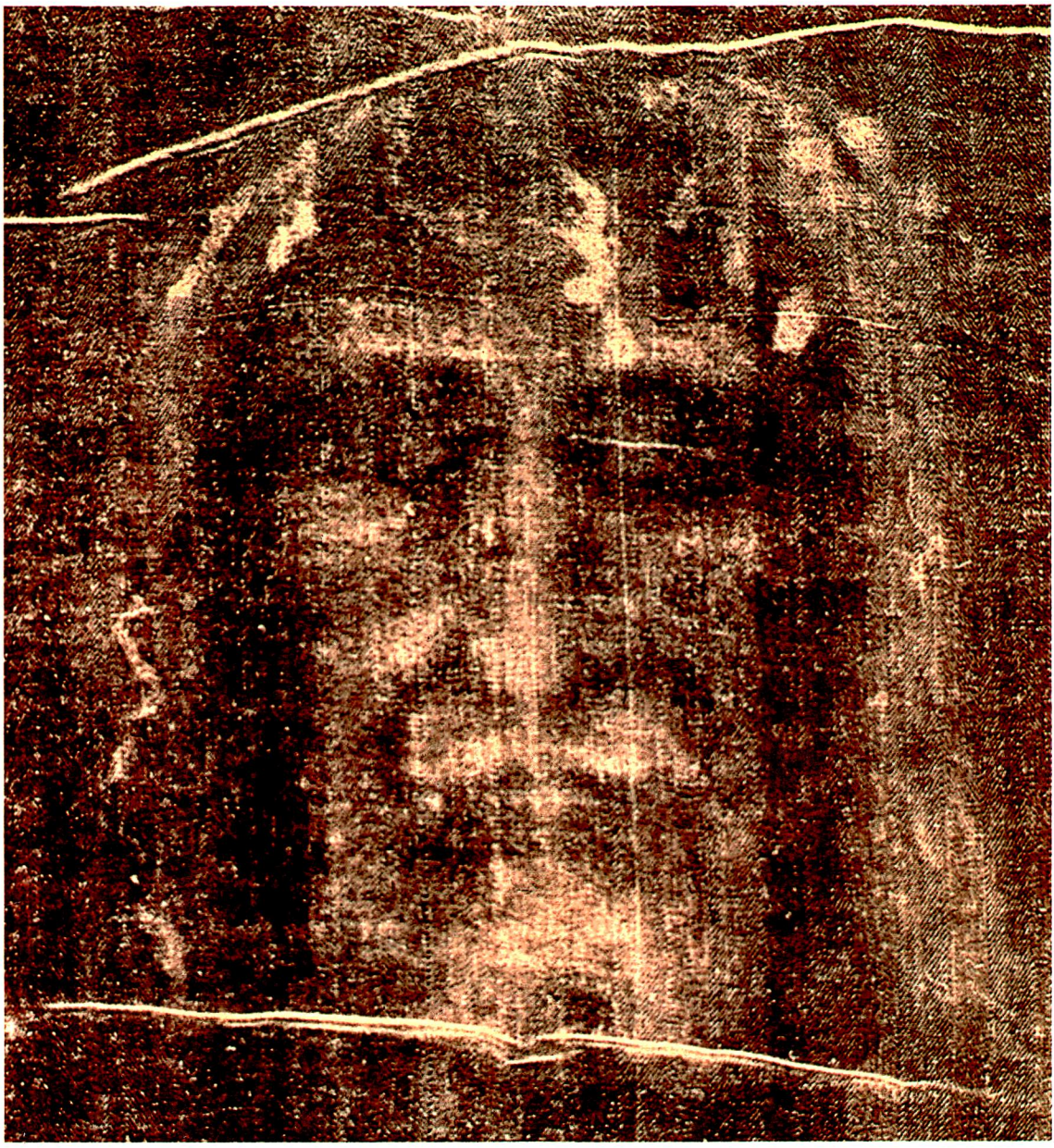
Le carbone 14 a tranché : le suaire de Turin (ci-dessus la photo, ci-contre le négatif, plus impressionnant) n'a pas pu envelopper le corps du Christ après sa mort sur la croix ; le lin dont il est fait a été moissonné entre 1260 et 1390 de notre ère !

Ces évidences auraient dû donner plus de sérénité à un débat dont nous avons naguère exposé les principaux éléments (*Science & Vie* n° 783, décembre 1982). Rappelons-en l'essentiel, à un moment où les conclusions concordantes de trois laboratoires, rendues publiques par l'archevêque de Turin, semblent mettre un point final à la querelle sur l'authenticité du suaire en tant que relique.

L'objet apparaît pour la première fois au XIVe siècle, à Lirey, près de Troyes, lorsque Geoffroy Ier de Charny, seigneur du lieu, en fait don à l'église collégiale qu'il a fondée. Les pèlerins affluent, ce qui fait l'affaire des chanoines. L'évêque de Troyes n'est pas d'accord ; il interdit l'exposition d'une relique qu'il tient pour fausse. Elle est rendue à Geoffroy de Charny. Pendant 34 ans, on n'en entend plus parler. Geoffroy II, qui a succédé à son père, profite du passage d'un légat du pape (celui d'Avignon, on est en plein schisme d'Occident) pour obtenir l'autorisation d'exposer à nouveau le suaire. Le nouvel évêque de Troyes proteste. La fraude, écrit-il à Clément VII, a été découverte par son prédécesseur ; on connaît même l'artiste qui a peint l'image. En guise de réponse, le pape ordonne à l'évêque de garder un *perpetuum silentium* sur l'affaire.

Le suaire sera donc exposé. Toutefois, en le présentant, on avertira les fidèles « à haute et intelligible voix » qu'ils voient une image, non le véritable suaire du Christ. Cette clause fut-elle vraiment observée ? Le document qui la mentionne a été retrouvé par le chanoine Ulysse Chevalier, auteur en 1900 d'une étude sur le suaire, qu'il pense avoir été fabriqué en Champagne au XIVe siècle.

Comme on voit, les premiers doutes sur l'authenticité du suaire de Lirey n'ont pas été émis par des mécréants, mais par des hommes d'Eglise. Leur prudence ne pouvait qu'être renforcée par le nombre des suaires concurrents. L'un d'eux, exposé à Compiègne, fut détruit pendant la Révolution, de même qu'un suaire exposé à Besançon, où il avait reçu la visite de Louis XIV. Celui qui a été le plus longtemps considéré en France comme ayant le plus de chances d'être le vrai était conservé à Cadouin, dans le sud du Périgord, où il orne encore l'église du village. Il a été déchu de sa gloire peu après sa dernière ostension, présidée en 1930 par le cardinal Verdier, lorsqu'un Jésuite, J. Franez, découvrit que les dessins qu'on voit en bordure du tissu sont des caractères arabes stylisés. L'objet est bien venu d'Orient, mais les inscriptions le font

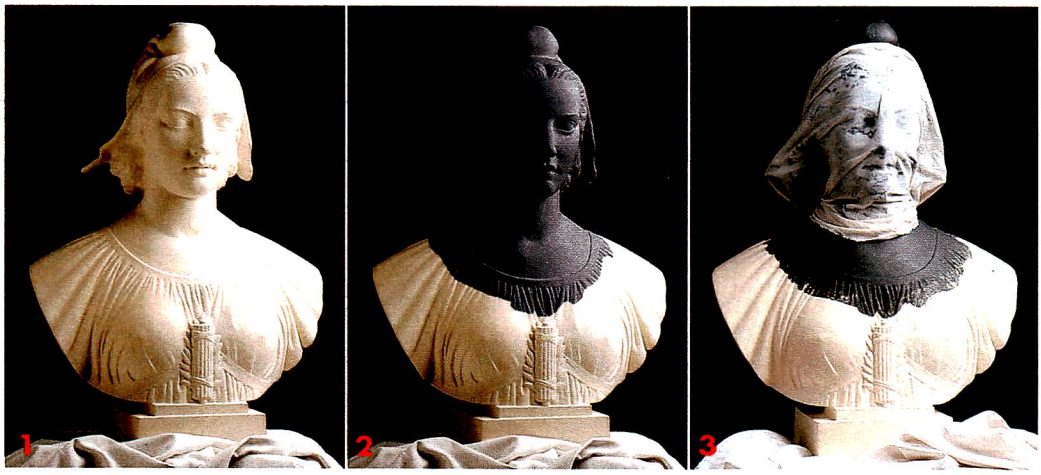


dater de la fin du XII[e] ou du début du XIII[e] siècle.

Quant au suaire de Lirey, celui qui fait l'objet de la controverse d'aujourd'hui, il a connu des vicissitudes, dont un incendie qui a failli le détruire en 1532 et a laissé sur le tissu des traces de métal fondu. Cédé à la maison de Savoie, il arrive avec elle en Italie à la fin du XVI[e] siècle, pour être finalement remis à l'archevêque de Turin. Nombre de chrétiens, tout en le considérant comme un émouvant objet de méditation, le tiennent pour l'œuvre d'un artiste médiéval inspiré par sa foi.

Mais en 1898, la première photographie révèle une image bien plus nette et plus troublante que la vue directe du tissu. Plusieurs papes se déclarent convaincus de l'authenticité du suaire de Turin, sans toutefois en faire un article de foi. La thèse d'une fabrication médiévale se précise du côté des incroyants, notamment des "sceptiques" américains. Nous sommes au siècle de la science. C'est elle qu'on va prendre pour arbitre. Et disons tout de suite à nos lecteurs que nous nous cantonnons au domaine scientifique. Si l'on nous dit : « J'y crois et j'y croirai quand même », nous respectons cette attitude de foi, qui n'a rien à voir avec la science.

Depuis, dans les deux camps, on avance des hypothèses, on échafaude des théories, on imagine



des expériences auxquelles on fait dire plus qu'elles ne peuvent dire. En 1978, à l'université de Yale, John Jackson soumet la photographie du suaire à un traitement informatique complexe prenant pour données les intensités relatives de la couleur dans les diverses parties de l'image. Un programme *ad hoc* permettrait à l'ordinateur de restituer une image, non plus plane, mais tridimensionnelle du corps du Christ. Si l'image du suaire contient ces informations, c'est, dit Jackson, qu'elle a été créée par le "flash lumineux" qui a accompagné le miracle de la Résurrection. Ce qui revient à tenir pour acquis, au départ du raisonnement, ce qu'il voudrait prouver. Jackson, il est vrai, appartient à une "Confrérie du saint Suaire". Et il ne semble guère ému par l'idée que le tissu du suaire a treize siècles de moins qu'il ne faudrait. Est-ce là ce que l'on appelle un "flash back" ?

De son côté, Joe Nickell, qui vient de publier un grand ouvrage sur le suaire (1), applique un tissu sur un bas-relief enduit d'oxyde de fer et obtient par frottement une figure d'une ressemblance frappante avec celle du suaire. Dans un bas-relief, les distances de chaque parties du visage à un plan vertical sont par définition réduites ; l'image obtenue ne diffère que peu d'une projection photographique. Un frottis exécuté sur un visage humain réel donnerait, lui, une image panoramique, avec un écart démesuré entre le nez et les oreilles, bien plus grand que sur le suaire. Nickell a voulu surtout montrer que l'image du suaire a pu être obtenue par des moyens naturels.

Toujours en 1978, trente-trois membres du STURP (Shroud of Turin Research Project), dont Jackson, arrivent à Turin avec 6 tonnes de matériel. Ils prélèvent sur les franges du suaire de menus fragments de fil de lin et posent des bandes adhésives en quelques points de l'image pour en extraire des poussières sans entamer le tissu. Retour aux Etats-Unis, expertises. La plupart des membres du STURP concluent à l'authenticité. Quelques-uns laissent une place au doute. Le seul qui conclut à un faux, Walter McCrone, un chimiste spécialisé dans les analyses de très petites quantités de matière, est désavoué et quitte le STURP.

Relatant ces épisodes dans son article de décembre 1982, *Science & Vie* rappelait qu'une datation au carbone 14 pourrait apporter de la lumière dans la controverse. Cet isotope radioactif se forme en permanence dans l'atmosphère sous l'action du rayonnement cosmique. Le carbone des organismes vivants en contient donc la même proportion que le carbone atmosphérique — les végétaux l'absordent essentiellement lors de la photosynthèse, et les animaux lorsqu'ils consomment ces végétaux. Après leur mort, le C 14 n'est plus renouvelé ; mais il continue à se désintégrer. Connaissant sa période radioactive (5 570 ans), il suffit de mesurer la proportion de C 14 dans un échantillon de matière organique pour dater la mort de l'être vivant qui la contenait (2).

Les premières techniques mesuraient la radioactivité résiduelle, ce qui exige un certain temps et surtout un échantillon assez important. L'archevêque de Turin n'admettait pas cette mutilation d'un objet qui avait pu envelopper le Christ. Une technique plus récente, utilisant le spectomètre de masse, au lieu d'évaluer la radioactivité résiduelle, mesure directement la quantité de C 14 présente dans le carbone extrait de l'échantillon. Elle est rapide et très performante : 1 mg de carbone suffit. Ce progrès a permis aux autorités écclésiastiques d'ordonner elles-mêmes l'expertise.

En avril dernier trois échantillons d'un poids total de 150 mg ont été prélevés sous les pieds de l'image, en présence de l'archevêque et de plusieurs experts, dont Gabriel Vial, du Musée historique des tissus à Lyon. Ils ont été remis à trois laboratoires



4

— un suisse, un américain et un britannique — qui possèdent le matériel approprié. Leurs résultats concordants ont été rendus publics le 13 octobre par l'archevêque de Turin. Le lin qui servit à tisser le suaire avait cessé de croître à une date comprise entre les années 1260 et 1390 de notre ère. Il n'a donc pu envelopper le corps du Christ.

Les réactions provoquées par cette information donnent une idée de la dimension subjective du débat. Le premier protocole d'expérimentation prévoyait sept laboratoires, nombre qui fut ramené à trois. Les sceptiques s'élevèrent contre cette sélection. Une erreur expérimentale est toujours possible. Si elle n'est commise que par un laboratoire sur sept, elle n'entame guère la significativité des résultats concordants obtenus par tous les autres. Ce n'est pas tout à fait la même chose s'il n'y a que deux laboratoires contre un. Après la publication des résultats, c'est du dernier carré des partisans irréductibles de l'authenticité que montent des protestations : si l'on avait gardé les sept laboratoires, est-on sûr que plusieurs d'entre eux ne se seraient pas prononcés dans un sens différent ?

Mais la fiabilité de la datation n'est mise en doute ni par le cardinal Ballestrero, archevêque de Turin,

(suite du texte page 175)



5

Suaire : le vrai contre le saint

Prenez un buste de Marianne (**1**), enduisez le visage de peinture (**2**), enveloppez-le d'un linceul (**3**) de sorte que ses traits se reportent sur le tissu, puis retirez ce dernier et étalez-le sur une table. Qu'y voyez-vous ? Une image telle que ci-dessus (**4**). Jamais sur le tissu l'image n'aura des proportions normales, puisque, pour recouvrir les deux oreilles, le tissu doit faire le tour du visage. Le saint suaire de Turin (**5**) n'a donc jamais enveloppé un vrai visage ; il pourrait tout juste être l'empreinte d'un bas-relief.

Plaisir de découvrir. Envie d'oser.





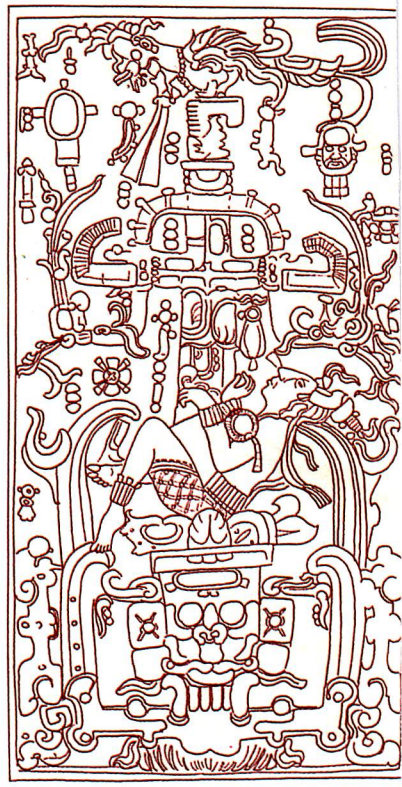
Cet instant-là, vous l'avez tant voulu.
Cette pente, un peu plus abrupte, où vous avez plongé, ce tracé un peu plus difficile, que vous avez maîtrisé. Cette poudreuse, un peu plus inaccessible, que vous avez apprivoisée. Et maintenant, cette découverte. Unique. Le bonheur d'avoir osé et, par-dessus tout, l'envie folle de recommencer, de repartir et de découvrir encore.
Cet instant-là, nous aussi, nous l'avons voulu. Chercher à faire mieux pour vous permettre de vivre plus fort. Concevoir une chaussure de haute précision, entièrement personnalisable, pour vous donner les moyens d'explorer d'autres horizons, d'autres émotions. Et puis, lui donner une ligne racée, conquérante, et les couleurs de la passion.
SX 92 Equipe. Née du plaisir de découvrir. Conçue pour votre envie d'oser.

SALOMON®

CAPRICORNE - Photos : H. Hansen, J.F. Causse.

QUAND UN SAVANT SE FAIT LA DENT SUR LES ÂNERIES

Le temple de Baalbek a été construit par les extraterrestres ! Les Aztèques avaient des motocyclettes pour monter au ciel ! La Grande Pyramide est une encyclopédie de savoir occulte ! Lassé de tant de balivernes, un scientifique, Jean-Pierre Adam, leur règle leur compte une fois pour toutes dans un ouvrage d'une précision et d'un comique exemplaires.



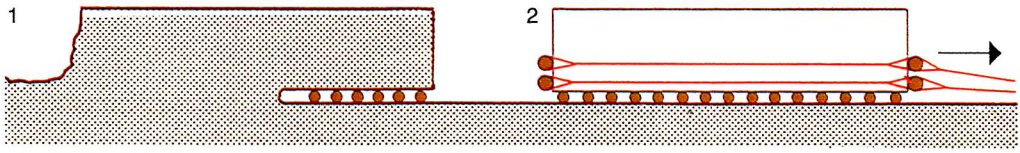
Le "motard céleste" de la stèle aztèque de Palenque : simplement un roi mort.

Que la science est donc jolie, et surtout divertissante, quand elle est enseignée par quelqu'un comme Jean-Pierre Adam, et que les fables sont bêtes quand elles sont escagassées par un esprit compétent !

Cet enseignant (à Paris-IV), qui se voulut d'abord, singularité des rêves juvéniles, wattman, a recensé, en effet, dans un seul livre, *Le passé recomposé* (1), les fariboles majeures qui firent la joie de certains au petit matin des bateleurs : la redécouverte de l'Atlantide ; la naissance de l'écriture en France, Glozel, il y a 12 000 ans ; la découverte du Brésil par les Phéniciens ; la pratique des greffes du cœur par les Incas ; le transport des colosses de l'Ile de Pâques par psychokinèse ; les visites d'extraterrestres chez les Maya...

Pour donner un peu le ton de l'ouvrage, prenons le cas suivant : Adam s'en est pris à la manie numérologique, grâce laquelle certains illuminés ont trouvé dans la Grande Pyramide de Guizeh des secrets incommensurables, rien qu'en en interprétant les mesures. Il a refait l'opération avec... la guérite d'une marchande de billets de loterie de l'avenue de Wagram, Paris, « dont les dimensions, savamment introduites dans un ordinateur perfectionné, nous ont fourni de stupéfiantes révélations, insoupçonnables pour le témoin non initié... Nous les livrons dans leur brutale nudité : largeur de la tablette = 149 mm. 149 mm × 100 milliards = 149 millions de kilomètres = distance Terre-Soleil. Simple et direct. Hauteur arrière sur largeur fenêtre = 176 / 56 = 22/7 = 3,142 = pi (formule d'Archimède). Hauteur avant = 1,90 m, soit 19 décimètres ; or, 19 est le nombre d'années du cycle lunaire grec, dit "cycle de Meton". Somme des hauteurs avant + hauteurs arrière = 190 + 190 + 176 + 176 = 732 = Poitiers. Epaisseur tablette = largeur encadrement = 3,10 cm + 8,8 cm. En remplaçant le chiffre de l'unité par la lettre alphabétique prise dans l'ordre chronologique, on a 3 = C et 8 = H ; restituons l'ensemble : C10 H8 = formule chimique de la naph-

(1) Seuil, 255 p., 110 F.



Comment tailler un bloc gigantesque : 1. on le scie à la profondeur souhaitée et l'on glisse des rondins dessous pour l'empêcher de casser ; **2.** le bloc, mis sur rondins est véhiculé jusqu'au site choisi ; **3.** là, une déclivité ménagée arrête

PAR GERALD MESSADIÉ

taline. Pourquoi diable une humble et anonyme marchande de billets de loterie détient-elle de semblables et si formidables secrets? »...

C'est ainsi qu'on peut lire tout ce qu'on veut dans n'importe quoi. Mais Adam s'en prend à quelques baudruches un peu plus épaisses. L'une des plus grosses parmi celles-ci est constituée par les théories sur la construction du célèbre temple de Baalbek, au Liban, sanctuaire dédié à la triade Jupiter, Vénus et Mercure, et dont les dimensions extraordinaires, en effet, ont égaré les ignorants. Ce temple mégalomaniaque est, il faut le dire, construit sur un soubassement impressionnant, constitué de parallélépipèdes de pierre de 4 m de hauteur, 3 de profondeur et 8 à 10 de longueur, pesant chacun 300 t. Trois pierres seulement en constituent l'assise supérieure ; connues sous le nom de trilithon, elles mesurent respectivement 19,60 m, 19,30 m et 19,10 m de longueur, pour 4,30 m de hauteur, et une profondeur de 3,65 m ; elles pèsent chacune 800 t.

Il y a quelque quinze ans, un physicien, rien de moins, M. Mikhal Agrest, et soviétique, c'est-à-dire appartenant à un pays ou, en principe, le rationalisme est doctrine d'Etat, publiait à Moscou, aux Editions géographiques de l'Etat, un ouvrage intitulé *Le fantastique et l'insolite sur terre et sur mer*, dans lequel il prétendait que le fameux podium de Baalbek était une aire d'atterrissage et d'envol pour engins spatiaux. Personne, au dire d'Agrest et de ses partisans, ne pouvait avoir construit un pareil édifice sans une aide extraterrestre. Le sanctuaire date pourtant de la seconde moitié, à peu près, du I^er^ siècle, et les chroniqueurs de l'époque n'ont jamais indiqué, fût-ce le plus obliquement, que les provinces orientales de l'Empire romain avaient reçu la moindre visite de Martiens... Mais le délire le plus banal a satellisé M. Agrest dans la "stratofantaisie". La plus élémentaire culture historique lui eût cependant appris que les Phéniciens, qui entamèrent peut-être la construction du temple, commençant par le soubassement, puis les Romains, disposaient d'appareils de levage très perfectionnés.

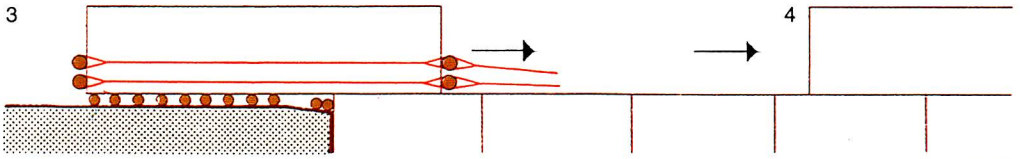
Si l'on considère les descriptions écrites et dessinées d'Adam, on s'avise que la machine de Chersiphron et celle de Metagnes pouvaient parfaitement transporter des blocs gigantesques. A l'aide de simples rouleaux (et d'une main-d'œuvre considérable, certes), on pouvait parfaitement transporter des blocs tels que ceux du trilithon de Baalbek.

Les hypothèses délirantes ne s'expliquent que par l'inculture, la myopie ou l'étourderie. Le bloc de pierre le plus lourd qui ait jamais été déplacé, mille deux cent cinquante tonnes, l'a été sans aucune machine productrice d'énergie, au XVIII^e^ siècle, sous le règne de Catherine de Russie : c'était le socle de la statue de Pierre le Grand. Extrait sur la côte du golfe de Finlande, il fut porté à Moscou sur un traîneau, que tiraient seulement 64 hommes (grâce au génie de l'Anglais Carbury, qui fut chargé du transport). Nul fakir n'intervint.

Il faut encore lire les pages, trop nombreuses pour être résumées ici, qu'Adam consacre à l'analyse de l'affaire des "tablettes de Glozel". Ce fut un effroyable magma d'idées à moitié cuites, de fadaises et de certitudes banales que cette affaire, qui commença en 1924 avec la découverte d'un four de verrier qui fut utilisé de 700 avant notre ère jusqu'au XVIII^e^ siècle, assortie de celle de pierres gravées où "on crut déchiffrer du phénicien, mais sur lesquelles les meilleurs épigraphistes se cassent encore les dents. Et pour cause : les pierres ne correspondaient pas à l'époque du mobilier prétendument magdalénien trouvé aussi sur le site. Que sont ces pierres ? Des imitations maladroites, sans doute faites sur matériaux anciens. On en a pourtant glosé à l'infini.

L'affaire de Glozel vaut celle du fameux crâne de Piltdown et du "motocycliste cosmique" aztèque de la célèbre dalle de Palenque, au Mexique. Nous avons à plus d'une reprise parlé du crâne de Piltdown, fabriqué avec un crâne d'homme médiéval et une mâchoire de singe moderne astucieusement vieillie au vernis. Pourtant ce crâne impossible, qui dupa bien des gens, fit croire quelque temps à l'"homme-singe", *Eanthropus dawsoni*. Adam ne dit pas qu'il fut très probablement fabriqué par le père de Sherlock Holmes, Arthur Conan Doyle, pour se venger de pédants. Nous n'avons pas parlé, en revanche, du "motocycliste cosmique" que certains ont cru voir sur une pierre gravée aztèque. Cette pierre est une stèle représentant, en fait, un roi mort, des entrailles duquel sort l'Arbre de vie, selon la mythologie aztèque. Quelques visionnaires y ont vu la représentation d'un motard du Moyen Age chevauchant sans doute une 1500 Galacta Vincent à turbocompresseur...

Adam a la dent dure. Mais le savoir incisif ! C'est en tout cas un excellent détoxifiant ! **Gerald Messadié**



les rondins, et la pierre est alors halée ; **4.** la pierre est en place, comme à Balbek. Ce système a été utilisé jusqu'au XVIII^e^ siècle... et sans le moindre fakir !

LE NOUVEAU SIGNAL DES SOURCIERS

Un géophysicien français éminent, de réputation internationale, publie ce mois-ci son troisième ouvrage d'apologie de la radiesthésie. Mais il ne suffit pas d'être convaincu pour être convaincant. Ses savants arguments n'ont pas réussi à persuader ses pairs.



PAR PHILIPPE RENAULT

Yves Rocard, professeur honoraire à la Sorbonne, physicien de grande classe, connu pour ses travaux sur le magnétisme terrestre (1), persiste et signe. La radiesthésie, il ne cesse de le répéter depuis trente ans, est un fait de la physiologie et non pas un vague phénomène parapsychologique. Il expose cette thèse dès 1963, dans *Le signal du sourcier*, paru chez Dunod, puis dans *Les Sourciers*, de la collection Que sais-je, et à travers une profusion d'articles de revues, notamment *La Nature* et *La Recherche*. Ses *Mémoires sans concessions*, viennent de sortir chez Grasset (avec un retard, pour "causes politiques"), et défendent le même point de vue.

Curieuse survivance de l'occultisme d'autrefois que cette croyance dans les vertus divinatoires de la baguette et du pendule. L'irrationnel sous toutes ses formes, s'est largement effacé devant les disciplines scientifiques modernes — l'astrologie a fait place à l'astronomie, l'alchimie à la chimie, les thérapies empiriques, avec leurs allures de magie, à la médecine. Et la sourcellerie à l'hydrogéologie. L'esprit rationaliste du XX^{e} siècle relègue le radiesthésiste au rang des astrologues, des guérisseurs et des cartomancienne, c'est-à-dire qu'il le classe parmi les charlatans de notre époque, les éternels exploitants de la crédulité humaine. Néanmoins les vieilles pratiques ont la vie dure, surtout dans les campagnes. Rares sont les hommes de science authentiques, tels Yves Rocard, qui leur accordent une légitimité scientifique.

La rhabdomancie est l'art prétendu du sourcier de détecter les eaux souterraines — l'hydroscopie — à l'aide d'une baguette fourchue de coudrier, dite furcelle, tenue par l'extrémité de ses deux branches, la pointe en avant. Quand la baguette se retourne, ce "signal" est censé indiquer la présence d'un objet recherché. En radiesthésie, on remplace la baguette par un pendule. La prospection se fait soit sur le terrain, soit sur une carte topographique ou une photo — on parle alors de téléradiesthésie. La méthode est appliquée à la recherche de l'eau, de minerais, de cavités souterraines, de trésors enfouis, de maladies et leurs remèdes, de criminels en fuite, d'individus disparus. Nous ne traitons ici que des aspects géologiques de la radiesthésie. Yves Rocard ayant étudié ces phénomènes dans le cadre de sa spécialité, qui intéresse les sciences de la Terre.

L'utilisation de la baguette remonte à la préhistoire (***voir encadré p. 30***). De nos jours, l'antique furcelle se donne parfois des airs scientifiques. Les fameux avions renifleurs ne sont que la transposition moderne, sophistiquée, de cet instrument primitif, et la méthode d'escroquerie est en tous points semblable, hormis par son échelle, à la tricherie des sourciers les moins scrupuleux : les auteurs de la duperie ont signalé des gisements de pétrole déjà plus ou moins reconnus, ce qui faisait sérieux et donnait confiance aux commanditaires, après quoi ils ont prétendu détecter des réserves que personne n'avait identifiées auparavant, mais dont les caracparavant, mais dont les caractéristiques géologiques en surface rendaient la présence technique-

(1) Il est aussi le père de l'actuel Premier ministre.



Le géophysicien Yves Rocard — ici muni de sa baguette de coudrier — persiste à accorder une légitimité scientifique à la radiesthésie.

ment crédible. Rien n'est jamais venu confirmer par la suite ces miraculeuses découvertes.

Malgré l'opprobe scientifique qui s'attache depuis longtemps à la pratique des sourciers, cette aptitude de l'empirique à trouver de l'eau, des minerais ou des grottes cachées est encore admise par beaucoup de paysans, notamment dans des régions arides comme les Causses du Sud-Ouest ou les garrigues du Languedoc.

Les sourciers ont même une place quasi officielle sur certains chantiers de travaux publics, plutôt en vertu du mythe qui auréole leurs dons supposés que pour les résultats obtenus. Quand il s'agit de localiser une canalisation enterrée, le contremaître fabrique une "baguette" à partir de deux fers à béton tenus parallèlement. Les branches sont censées se rapprocher lorsque le sourcier passe à la verticale d'une conduite. La méthode est prise très au sérieux par certaines entreprises. Il y a quelques années, en Grèce, on menait une recherche d'eau douce pour l'alimentation d'une usine de traitement de la bauxite. Un bureau d'ingénieurs était chargé de l'étude hydrogéologique de la région, mais la direction a mis sa confiance dans les dons d'un conducteur de travaux radiesthésiste, solution en apparence plus économique. Sur ses indications, on a effectué un grand nombre de sondages à proximité de l'usine, dont un a livré finalement une eau saumâtre inexploitable, provenant de la zone rocheuse fracturée du rivage voisin. Une exploration par des moyens plus orthodoxes a enfin fourni l'eau désirée.

Le géotechnicien Pierre Martin, dans son *Essai sur la géotechnique* (Ed. Masson, 1976, p. 57), note la difficulté qu'ont les professionnels vraiment compétents à traiter sur les chantiers avec des pendulistes inspirés. « Chaque fois que nous avons affaire à l'un d'eux, nous avons pu constater que ses indications étaient soit évidentes, soit fantaisistes. »

Les vrais géologues sont toujours meilleurs "sourciers" que les radiesthésistes eux-mêmes, bien qu'on puisse parfois, à première vue, s'extasier devant les succès de ces derniers : 70 % de réussites, selon une étude faite en Nouvelles-Galles du Sud.

L'HOMME QUI VEUT RÉHABILITER LE PENDULE

Critiquable pour ses travaux sur les dons des sourciers, Yves Rocard, 86 ans, appelle le respect pour le reste de son œuvre. Sorti de l'Ecole normale supérieure, il aborde en 1925 les problèmes théoriques de la diffusion inélastique de la lumière par les molécules, les ions et les atomes, mais passe à côté de la découverte qui explique ce processus : l'effet Raman, qui portera le nom de son auteur indien. Ce sera, pour Yves Rocard, la grande frustration de sa vie. Il se consacre très vite aux applications des phénomènes de diffusion lumineuse, concernant entre autres la portée des projecteurs de marine. Entré comme chercheur à la Société radiotechnique, il contribue à la mise au point de nouveaux types de lampes radio et de radiophares pour l'aviation.

Puis c'est la guerre. Rocard est mobilisé dans le Service des inventions de l'armement. Après la défaite, il se met au service de la Résistance et se retrouve en 1943 à Londres, où il travaille sur les armes secrètes allemandes. Arrivé à Alger, il débarque dans le Midi en 1944 et s'occupe de la récupération de l'armement de la Wehrmacht.

Nommé directeur du laboratoire de physique de l'Ecole normale supérieure, il remet sur pied ce centre prestigieux avec l'aide de l'industrie privée. Membre du comité directeur du Commissariat à l'énergie atomique, il sera le grand spécialiste de la détection sismique des essais nucléaires.

Ses *Mémoires sans concessions* retracent les événements de cette carrière exceptionnelle. Le livre est surtout passionnant par le regard caustique, souvent féroce, toujours plein d'humour, qu'il jette sur la science et autres institutions, et l'ironie dont il gratifie, entre autres, l'administration, les militaires et l'enseignement. De ces pages se dégage une véritable sociologie brulesque de la science française. Le dernier chapitre traite de sa fascination pour la rhabdomancie et les travaux qu'elle lui a inspirés.



Yves Rocard recevant des mains du Général de Gaulle les insignes de Commandeur de la Légion d'honneur, dans la cour des Invalides en 1967.

Les radiesthésistes sont tout de même battus sur le terrain par les géologues patentés, qui ont dans ce même test frappé juste à plus de 87 %. Le score relativement bon des empiriques s'explique tout bonnement par le fait que dans cette région l'eau souterraine est facile à trouver. Ils sont beaucoup moins forts quand il s'agit de détecter des canalisations enterrées, une recherche où ils se prétendent pourtant très habiles ; le plus souvent, l'échec est total, sauf lorsque le sol porte encore des cicatrices évidentes.

Un manieur de baguette ou de pendule, avec le temps, acquiert une grande expérience et une riche intuition des conditions hydrogéologiques du terrain. L'homme ne fait que déléguer son expérience et son intuition à l'instrument, qui par lui-même est un accessoire inerte, complètement insensible à ce qui se passe sous le sol et incapable de transmettre la moindre onde magnétique ou quelque autre "fluide" que ce soit. Mais un bon sourcier est un géologue instinctif qui sait très bien lire en surface les témoignages naturels de la présence possible d'une eau souterraine. Surtout dans les régions où l'on est à peu près sûr de tomber sur une nappe phréatique. Certains radiesthésistes ont d'ailleurs fait des études sérieuses de géologie et le pendule ne leur sert que de prétexte.

Deviner la profondeur d'une couche aquifère est un autre problème, sur lequel les pratiquants de cet art buttent immanquablement. Mais là encore, ils ont les moyens de s'en tirer, en raisonnant à partir de la profondeur des puits environnants. Leurs découvertes auront pour le profane un relent de magie.

On peut en gros distinguer trois classes de sourciers. D'abord, celui qui, tout en faisant métier de cette activité, sait pertinemment que la baguette ou le pendule sont des leurres, mais qui les exploite pour leur aura de surnaturel et de mystère. La plupart du temps, ce n'est pas un praticien très doué ; il joue sur la chance et, dans ses efforts pour trouver de l'eau, tape plus ou moins au hasard.

Ensuite, on trouve le sourcier-géologue, professionnel ou amateur, qui connaît bien l'organisation des structures géologiques locales et travaille à bon escient. Il sait que la baguette, au plan technique, est un accessoire superflu, mais qui a quand même son utilité : elle supplée à son manque de concepts et de vocabulaire. C'est une sorte d'objet fétiche qui lui évite d'entreprendre des explications trop compliquées pour lui sur les arcanes de son art. Fils de la campagne, il est en effet un homme de terrain et pas un homme de mots. Il est généralement de bonne foi et travaille consciencieusement. Il considère la baguette non comme une mystification mais comme le symbole légitime de son art.

Enfin, il y a l'adepte naïf, dont l'honnêteté ne peut être suspectée et qui est vraiment convaincu des mérites intrinsèques de la baguette ou du pendule. Il convient d'assimiler à cette classe d'ingénus les quelques scientifiques, comme Yves Rocard, qui défendent le bien-fondé scientifique de la radiesthésie et y voient un phénomène physique démontrable.

En raison de son incontestable personnalité, la

première publication du Pr Rocard sur le sujet provoque un tolé dans le public scientifique. En 1963 et 1974, il rapporte ses résultats et, toujours en 1974, publie une autocritique où il reconnaît des faiblesses dans le protocole de ses expériences passées. Essentiellement, son argument repose sur la thèse que le sourcier est physiologiquement sensible à de petites anomalies du champ magnétique de l'ordre de 10 gammas-mètre (2).

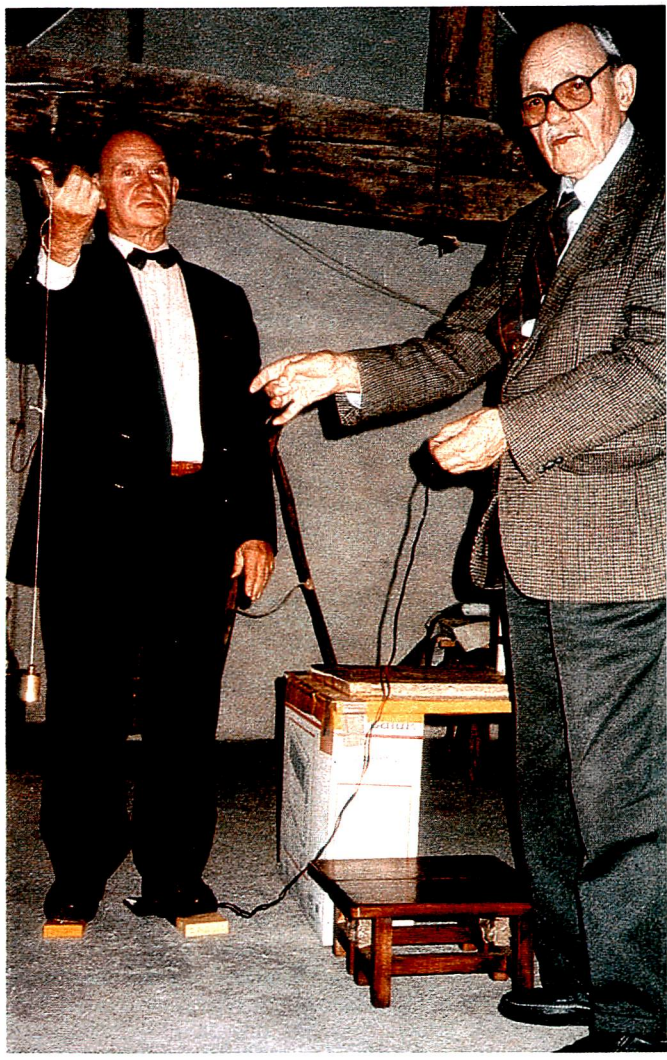
Pour le démontrer, il fait passer le sourcier dans un champ magnétique artificiel créé par une bobine constituée d'un cadre à spires de cuivre fin de 0,5 × 1 m, disposé latéralement au passage du sujet. On ouvre et on ferme le courant, et l'on observe si la baguette tenue par l'homme réagit à ces changements.

Ce qu'on peut reprocher au Pr Rocard, ce sont les conditions des expérimentations par lesquelles il veut nous prouver la réalité du fait radiesthésiste. Dans tout exercice de ce genre, il y a d'un côté l'opérateur, celui qui manie le pendule dans le but de détecter une chose cachée ou de réagir au bon moment à un stimulus approprié, et de l'autre, le contrôleur qui constatera le degré de succès ou d'échec de cette tentative. Dans une épreuve en "double aveugle", formule qui assure la plus grande objectivité des résultats, le contrôleur, pas plus que l'opérateur, ne doit être au courant de la solution attendue ; il se contente de noter le comportement de l'opérateur, dont la réussite sera en fin de compte évaluée en fonction de l'adéquation de ses réactions à des stimulations magnétiques complètement aléatoires, puisque déclenchées au hasard par un tiers tout à fait neutre. En d'autres termes, le contrôleur ne doit pas savoir à quel moment et à quel endroit du parcours l'opérateur est censé obtenir un signal ; il est là uniquement, à l'instant donné, pour enregistrer l'apparition d'un signal. Or, dans les expériences d'Yves Rocard, celui-ci connaît à tout moment la réponse demandée, ce qui va évidemment dénaturer son appréciation de la réponse donnée.

Yves Rocard, contrôleur de l'expérience, est par avance acquis — passionnément même — à la foi radiesthésiste. Il existe donc un a priori qui, même si Rocard pense en toute sincérité faire preuve d'impersonnalité, oriente son jugement. Et qui oriente le comportement du sujet testé, lequel sait que le contrôleur croit dur comme fer à l'existence du phénomène et qu'il sympathise avec le sujet par son préjugé.

Par ailleurs, le mouvement du pendule étant déterminé par l'opérateur, il est évident que la démonstration est sans intérêt s'il sait d'avance l'endroit où il doit détecter la chose recherchée. Edouard Alfred Martel, le père de la spéléologie moderne, s'est livré vers 1920 à une expérience de radiesthésie avec le fondateur de la biologie souterraine, Armand Viré. « En ma présence, écrit-il, Viré a exactement déterminé à la surface du sol, sur 1 km de longueur, le cours de la rivière souterraine de Padirac. Mais il connaissait, dans leurs moindres détails et depuis vingt ans, le plan topographique et les couloirs et salles de cette caverne. » Sans intention consciente de supercherie, certaines des démonstrations du Pr Rocard ont ce caractère de déjà su.

Au cours d'une expérience de radiesthésie, lorsqu'il y a émission d'un signal en un point précis du parcours et que le pendule est ensuite mis entre les mains d'un spectateur, l'instrument entre en mouvement au même endroit que lors de la première démonstration. Même si l'objet recherché ne s'y



Mesures du magnétisme humain effectuées par Yves Rocard dans le grenier de sa maison de campagne — celle-ci ne présentant que très peu de magnétisme perturbateur.

(2) Le gamma est une unité d'intensité de champ magnétique équivalent à 10^{-5} gauss.

LA SOURCELLERIE, UNE VIEILLE HISTOIRE

Certains bâtons préhistoriques semblent avoir servi d'instruments primitifs d'"hydroscopie". L'Ancien Testament (Exode XVII, 5-6) nous dit que Moïse créa une source en frappant le rocher d'Horeb avec une branche. Les mineurs du XV[e] siècle prétendaient repérer les filons à l'aide d'une "verge transcendante", et accompagnaient l'opération d'incantations pour accroître son efficacité. A cette époque, la fonction de puisatier se confondait avec celle de sourcier, et même, pense-t-on, avec celle de désensorceleur et de guérisseur.

Mais déjà la science naissante considérait le phénomène d'un œil critique. Georg Bauer, dit Agricola (1494-1555), médecin devenu minéralogiste et savant remarquable, auteur du traité *De re metallica* qui représente la somme des connaissances géologiques, minières et métallurgiques de son temps, étudie les méthodes de prospection, parmi lesquelles le recours à la baguette fourchue. Son verdict est formel : le "mineur sérieux" ne croit pas en ce procédé rudimentaire, mais se fie aux indices naturels avant de choisir l'emplacement où il va creuser une tranchée.

Le père jésuite Anastasius Kircher (1602-1680), un prodige d'érudition, émet la même opinion dans son *Mundus subterraneus*, compilation des connaissances géologiques au XVII[e] siècle. A la même époque, notre Académie des sciences exprime des réserves sévères à l'égard de la rhabdomancie, pourtant très à la mode au XVII[e] siècle. Le génial astronome Joseph Jérôme de Lalande (1732-1807) attribue déjà les mouvements de la baguette à la tromperie ou à l'autosuggestion, un diagnostic qui correspond tout à fait au jugement scientifique d'aujourd'hui.

Le phénomène sera étudié de manière très approfondie par le célèbre chimiste Eugène Chevreul (1786-1889). Celui-ci admet d'abord l'autenticité des signaux radiesthésiques. Le pendule qu'il tient au-dessus d'une cuve à mercure se met effectivement à tournoyer. Première hypothèse : les oscillations sont liées à la charge électrique du mercure. On interpose des plaques de verre et de résine : le pendule ne réagit plus, l'hypothèse semble donc bien confirmée. Mais Chevreul est un expérimentateur exigeant, qui refuse de conclure même sur la foi d'un résultat à l'interprétation apparemment évidente. Pour écarter toute autre explication possible, il procède à un essai de vérification. Les yeux bandés, il devra reconnaître le mercure parmi d'autres substances que son assistant lui présentera sans les lui décrire. Les girations du pendule deviennent alors tout à fait incohérentes. La preuve qu'elles sont l'effet d'une autosuggestion relevant de la psychophysiologie, et non un phénomène d'ordre physique (1).

En 1829, l'ingénieur en chef des Mines, Héricart de Thury, le grand hydrologue qui dressa la topographie des catacombes sous Paris et développa la technique des puits artésiens, condamne la baguette divinatoire comme une pratique archaïque, « espèce d'astrologie souterraine ».

(1) *De la baguette divinatoire, du pendule dit explorateur et des tables tournantes au point de vue de l'histoire, de la critique et de la méthode expérimentale,* publié en 1854.

trouve pas. C'est bien la preuve que le spectateur s'est tout simplement laissé suggestionner. Mais pour celui qui croit à la radiesthésie, c'est au contraire la preuve que la même cause produit le même effet. Or, justement, la cause n'existe pas.

Quelle que soit l'honnêteté de l'expérimentation, les études montrent que l'opérateur reçoit des informations qui prédéterminaient son action, qu'il s'agisse de données antérieurement connues ou apprises en début de séance — les conditions de réalisation de l'épreuve, par exemple. Ou même d'observations faites pendant l'exercice : les réactions physionomiques involontaires du contrôleur — sourire, froncement de sourcils — indiquent à l'opérateur s'il "chauffe" ou "refroidit" par rapport au but, comme au jeu de cache-tampon.

L'affirmation brute d'un radiesthésiste — « j'ai trouvé de l'eau en tel endroit » — doit toujours être vérifiée. Les praticiens du pendule ont tendance à donner au simple signal valeur de réalité définitive, même s'il n'a jamais été concrétisé sur le terrain par un puits ou une tranchée. Mais même les radiesthésistes ne se trompent pas toujours, et ces réussites s'expliquent par la nature géologique des sols.

On distingue d'une part les terrains perméables "en petit", composés de menues particules — alluvions sableuses, par exemple —, où le forage de n'importe quel trou produira de l'eau, à une profondeur prévisible, les puits voisins permettant d'ailleurs d'évaluer l'altitude de la nappe.

Au contraire, les sols perméables "en grand" drainent l'eau superficielle par leurs fissures vers des galeries souterraines, formant des réseaux caverneux complexes dans de vastes blocs rocheux. Ce sont, entre autres, les formations calcaires karstifiées des Grands Causses, en Aveyron, où les captages d'eau sont difficiles à situer, les indices étant très subtils.

Dans le premier cas, le sourcier, même avec des notions de géologie assez frustres, aura du mal à ne pas tomber juste. Sauf accicent — la présence d'une lentille d'argile, par exemple —, il affichera près de 100 % de réussites. Dans le deuxième cas, le taux d'échecs approche 100 % ; les quelques succès sont dus à une connaissance préalable des petits points d'absorption d'eau dans le massif. Le sourcier aurait aussi bien pu laisser sa baguette magique au placard.

Dans le Bassin parisien, un certain nombre de puits de 20 à 30 mètres de profondeur débouchent sur des rivières souterraines circulant dans des galeries de 2 à 3 mètres de large. Les radiesthésistes s'attribuent le mérite de la précision de ces implantations. Nous avons étudié un puits de ce type à Parçay, en Indre-et-Loire. Il avait été creusé avant la dernière guerre à l'emplacement d'une absorption d'eau dans le lit d'un ruisseau. Donc, à la suite d'un raisonnement géologique et non à la suite d'un tour

de passe-passe radiesthésique. Nous avons fait la même constatation concernant les grands puits de l'Yonne.

Les radiesthésistes n'admettent pas qu'on puisse être un bon "sourcier" en dehors de la pratique paranormale. L'abbé Paramelle (1790-1875), curé de campagne près de Saint-Céré, dans le Lot, touché par la pénurie d'eau qui sévissait dans la région, élabora une technique de prospection parfaitement rationnelle et qui ne devait rien à la baguette ou au pendule. Il l'exposa dans *L'art de découvrir les sources*, publié en 1856. Consultant très demandé à l'époque, il indiqua 10 275 points de sources possibles, et eut raison dans 90 % des cas. Un procès-verbal de la Préfecture du Lot constate en 1843 que sur 338 puits creusés d'après ses indications, 305 étaient alors opérationnels.

Ce qui n'empêche pas le Dr Jean Jarricot, grand tenant du paranormal, de parler de « sourciers-nés qui s'ignorent, tels... le célèbre abbé Paramelle ». Le paranormal s'approprie ainsi à bon compte tous les gens de science et de talent qui chassent sur ses terres. Les nombreux hydrogéologues formés par l'université doivent être flattés d'apprendre que leur savoir, au bout de longues études, ne provient finalement que de pouvoirs occultes.

Le Dr Jarricot a précédé le Pr Rocard dans la lignée des "scientifiques qui y croient". Médecin, psychophysiologiste, chef de laboratoire à la faculté de médecine de Lyon, il a publié en 1949 deux ouvrages, l'un sur la radiesthésie médicale, l'autre sur la sourcellerie. Il émet dans le second une idée ahurissante : « La découverte de l'eau est un phénomène naturel lié aux besoins d'eau de tous les organismes. » Les propos d'Yves Rocard volent tout de même plus haut.

Pour Yves Rocard, le sourcier possèderait un sixième sens : la sensibilité au champ géomagnétique, faculté largement partagée, pense-t-il, par nos ancêtres du paléolithique mais qui s'est atrophiée et même perdue dans les générations modernes. Un bon entraînement pourrait la restituer à la plupart de nos contemporains.

Toujours selon Yves Rocard, la réponse de cette sensibilité atavique aux sollicitations du magnétisme terrestre, exprimée par les signaux de la baguette, est irrégulière, même chez un sujet doué. Elle dépend de nombreuses conditions extérieures. Rocard en relève quelques-unes :

- l'orientation du parcours ; la même anomalie magnétique sera perçue faiblement dans une direction nord-sud, fortement dans une direction est-ouest ;
- la saturation — proximité d'une voiture, d'une charpente de fer — qui désensibilise ou retarde les réflexes du sourcier ;
- l'"effet falaise" : une verticale rocheuse détermine le long de sa crête un certain gradient magnétique, alors que la pénétration de la force magnétique sera très différente dans le vide qui jouxte la paroi. L'effet sourcier" — l'aptitude de la baguette à tourner — est sensiblement perturbé par ces états particuliers de la matière ;
- les temps de réponse dus à l'hystérésis magnétique : ce phénomène affecte les corps ferromagnétiques, lesquels prennent une aimantation quand on les place dans un champ magnétique et conservent une aimantation dite rémanente quand ce champ cesse. Or, le sourcier, considéré comme un corps magnétisé, toujours selon Rocard, serait sujet à l'hystérésis, ce qui provoquerait un décalage entre le moment de l'apparition du signal et celui où se produit sa cause ;
- les interactions entre anomalies successives, neutralisant ou amplifiant les effets sourciers, comme il arrive aux ondes qui s'additionnent ou s'annulent dans les phénomènes vibratoires.

Yves Rocard prétend avoir obtenu 100 % de résultats lors de ses essais. C'est complètement invrai-



Eugène Chevreul, chimiste français du XIX[e] siècle (portraituré ici par Nadar) avait observé qu'un pendule qu'il tenait dans sa main droite girait sans manquer chaque fois qu'on lui soumettait du mercure. Chevreul savait, bien entendu, que ce mouvement dépendait de la "volonté individuelle" du pendule et non de la sienne. Il se passionna pour le phénomène et commença à rédiger un traité du pendule. Puis, un jour, il eut le très rare courage de se bander les yeux : le pendule ne gira plus, mercure ou pas mercure. Et Chevreul, conscient d'avoir pris ses désirs pour des réalités, mit au feu son traité.

semblable. Vu le nombre et la variété des manifestations du "sixième sens" et des phénomènes secondaires cités par le professeur lui-même — toutes ces conditions physiques qui produisent des irrégularités magnétiques impossibles à mesurer exactement — comment serait-il possible d'évaluer avec précision le résultat d'un pareil test ? Les retards dans la sensibilité et dans les réponses du sujet entraînent nécessairement des signaux à contretemps. Qui peut dire si sa réaction correspond véritablement à une cause déclenchante ou si elle n'est pas simplement une manifestation subjective, arbitraire et gratuite ?

Selon le principe de l'hystérésis, le sourcier conserverait la trace de l'anomalie magnétique qui l'a influencé. Il lui faut un temps de réadaptation. Sa sensibilité aux ondes sera momentanément décalée et le pendule tournera plusieurs secondes après la cause déclenchante. Cela permet, en fait, à l'expérimentateur de justifier n'importe quel dérèglement dans les réactions du sujet et de conclure chaque fois à la réussite.

Les travaux d'Yves Rocard font penser aux expériences de perception extra-sensorielle conduites par le médium israélien Uri Geller, qui connut la gloire dans les années 70 en déployant ses pouvoirs télékinésiques de torsion des métaux — cuillères déformées à distance par la seule puissance de sa pensée. Il est universellement reconnu aujourd'hui comme un talentueux imposteur, mais lors d'une expérience célèbre au Stanford Research Institute de Californie, deux physiciens convaincus de la réalité du paranormal, Targ et Puthopff, donnaient une caution scientifique retentissante à la duperie de Geller. L'étude critique de ces expériences par un autre physicien, le Dr Hanlon, démontra la naïveté des expérimentateurs et la virtuosité de l'illusionniste.

Pourquoi, dans la nature, un homme réagirait-il à la présence d'eau dans le sol ? Il est exact qu'une eau circulant dans une formation de sable y provoque de petites variations du champ magnétique dues au déplacement des particules et à la précipitation de sels ferreux. Deux filets d'eau coulant à des vitesses différentes créent des perturbations du champ électrique qui entraînent également des variations magnétiques. Les hydrogéologues identifient ainsi les nappes souterraines grâce à des mesures du champ permettant d'évaluer les variations de perméabilité. Mais l'intensité de ces phénomènes naturels est infime par rapport aux champs magnétiques qui servent au Pr Rocard à tester ses sujets.

Ayant "prouvé" la réalité de la sensibilité radiesthésiste chez le sourcier, Rocard, à partir de 1980, cherche à expliquer la nature psychophysiologiste de ce sixième sens qui rendrait certains hommes réceptifs aux anomalies géomagnétiques. Il pense qu'il s'agit d'un effet diffus lié à la présence de fer dans l'hémoglobine du sang. Les parties gauche et droite du corps seraient inégalement magnétisées puisqu'elles n'occupent pas absolument la même place dans le champ magnétique ; cette microvariation serait perçue par l'organisme. Comment ?

Avec le Dr Baron, à l'hôpital Sainte-Anne, Rocard étudie d'abord les variations de posturologie — de l'équilibre du corps —, en enregistrant les petits déplacements inconscients du centre de gravité d'un sujet monté sur un tabouret. Pour Rocard, ces minimouvements sont liés à la variation du champ magnétique. Il developpe cette étude en essayant de localiser les zones de sensibilité magnétique chez l'homme. Tenant un pendule, un assistant promène un objet en fer, aimanté par le champ géomagnétique, sur le corps du sujet. Rocard pense déterminer ainsi plusieurs sites privilégiés, et tente de relier ces points au réseau des circuits d'acupuncture, mais sans succès. On peut rester sceptique devant cette cartographie anatomique des zones sensibles au magnétisme, désignées par aucun instrument plus sérieux que le pendule.

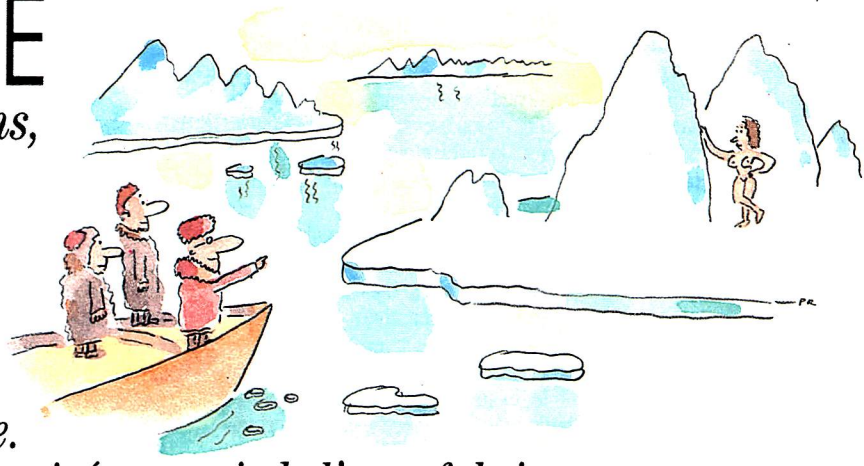
Rocard soutient sérieusement que huit sur dix des géologues enseignant à la Sorbonne lui ont fait ce stupéfiant aveu : « Nous avons une baguette et c'est avec elle que nous détectons les failles... Mais il ne faut pas que cela se sache, car nous perdrions la face devant les tribunaux qui nous emploient comme experts quand des municipalités ou des particuliers estiment avoir été floués par des sourciers ». Nous avons été nous-même en rapport avec ces universitaires et pouvons affirmer que leur instrument de travail est bel et bien le marteau, pas la baguette. Le géologue manie facilement l'ironie ; l'enthousiasme fanatique de leur collègue Rocard pour la rhabdomancie a certainement inspiré cette plaisanterie aux gens de la Sorbonne.

Le Pr Rocard cite quelques travaux soviétiques et américains. En URSS, la radiesthésie serait officiellement reconnue. Certains dirigeants envisageraient de remplacer les méthodes géophysiques de prospection, trop coûteuses, par la baguette du sourcier, véhiculée par voiture ou hélicoptère. Une thèse de doctorat aurait été présentée sur l'emploi de la baguette en exploration géophysique, avec contrôle du jury sur le terrain. Tout cela ne prouve rien.

Les expériences américaines ont été réalisées par l'Utah Water Research Laboratory, avec 150 élèves de l'université d'Etat de l'Utah. On a utilisé sur le terrain une furcelle ultra-sensible en forme de ressort, qui devait en principe multiplier les signaux utiles. A l'examen, ces résultats sont surtout imputables au hasard. Rocard les interprète en fonction de son système d'hystérésis, et conclut : « Finalement, ces essais américains (...) paraissent apporter la meilleure confirmation à nos vues. » Un support bien fragile pour une thèse aussi ambitieuse, nous semble-t-il.

(suite du texte page 171)

À LA RECHERCHE DE LA 5e FORCE



Depuis deux ans, le monde scientifique s'est mobilisé pour traquer la mystérieuse cinquième force. Certains l'ont croisée au pied d'une falaise, d'autres, pourtant non moins habiles, sont revenus bredouilles. Aux dernières nouvelles, une équipe américaine l'aurait dénichée dans les glaces polaires. Mais est-ce bien elle ?

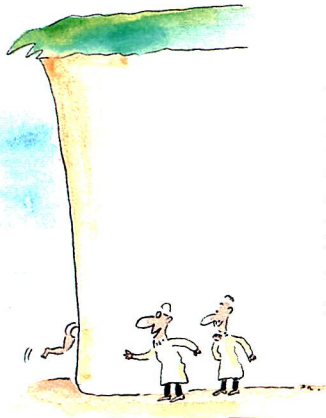
PAR MICHEL EBERHARDT (Enquête de Fabienne Hmoud)

Depuis la publication, en janvier 1986, dans *Physical Review Letters*, du mémorable article d'Ephraïm Fischbach, professeur de physique à l'université de Purdue (Indiana), présumant l'existence d'une cinquième force (1), un grand nombre de chercheurs, dans le monde entier, se sont mués en Sherlock Holmes, qui pour traquer une manifestation de l'hypothétique interaction, qui pour tordre le cou à ce que certains considèrent comme le dernier serpent de mer à la mode. En tout cas, rarement question de physique théorique aura soulevé autant de controverses, suscité autant d'espoirs et apporté autant de déconvenues.

Mais, tout d'abord, qu'est-ce que cette cinquième force ? Jusqu'ici, les physiciens considéraient que l'Univers était gouverné par quatre forces fondamentales, appelées aussi interactions : l'interaction gravitationnelle, l'interaction électromagnétique, l'interaction forte et l'interaction faible. A elles quatre, ces forces naturelles sont capables d'expliquer tous les phénomènes connus, dans l'infiniment grand comme dans l'infiniment petit.

La force (ou interaction) gravitationnelle est la plus anciennement connue des quatre forces, parce qu'elle est aussi la plus évidente. C'est une force attractive qui s'exerce entre toutes les particules de l'Univers. C'est à cause d'elle que la Terre tourne autour du Soleil et qu'il est impossible à la Lune de prendre la tangente dans la galaxie. Mais c'est aussi à cause d'elle que les gouttes de pluie tombent vers le sol et que, selon la légende, une pomme en chutant est venue interrompre la sieste champêtre de Newton, lui inspirant la théorie de l'attraction universelle.

Si la portée de l'interaction gravitationnelle est infinie, son intensité est extrêmement faible. C'est même la plus faible des quatre forces fondamentales. Pour avoir une idée de cette faiblesse, songeons que le poids de notre corps résulte de l'interaction de celui-ci avec la masse totale de la Terre ! Bien sûr, elle se manifeste aussi à l'échelle atomique,



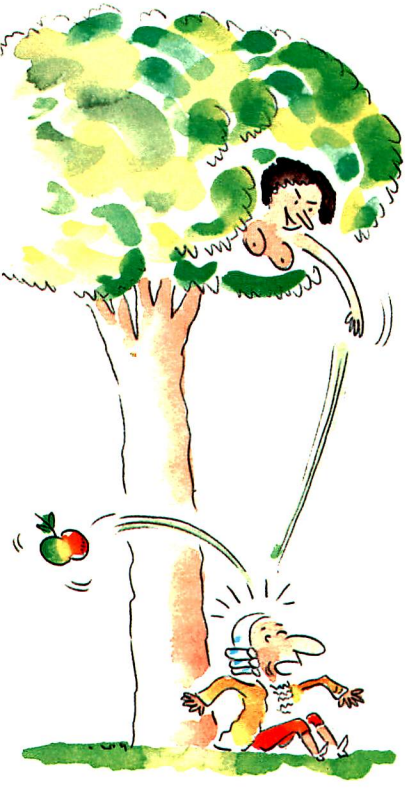
(1) Voir *Science & Vie* n° 822, mars 1986.

mais ses effets sont si ténus qu'elle est généralement négligée par les physiciens. Qu'on en juge : l'interaction gravitationnelle entre un proton et un électron est 10^{36} (un 1 suivi de 36 zéros) fois plus faible que la force électromagnétique qui les lie !

La force électromagnétique, précisément, se manifeste entre toutes les particules électriquement chargées. Contrairement à la force gravitationnelle, qui est toujours attractive (du moins, elle était considérée comme telle jusqu'à ces dernières années ; nous y reviendrons), la force électromagnétique est tantôt attractive (entre les objets qui ont des charges de signe opposé), tantôt répulsive (entre les objets qui ont des charges de même signe). C'est grâce à elle que l'aimant attire la limaille de fer et que la boussole indique le nord. C'est elle aussi qui lie les électrons (de charge négative) au noyau (de charge positive) pour constituer les atomes, et les atomes entre eux pour former les molécules. De ce fait, elle est à la base de tous les phénomènes chimiques et biologiques. Sa portée est (en principe) infinie, et son intensité, nous l'avons dit, est des milliards de milliards de fois plus forte que celle de la gravité.

L'interaction forte est, comme son nom l'indique, la plus puissante des forces fondamentales (plusieurs centaines de fois supérieure à la force électromagnétique), mais elle ne se manifeste que dans le domaine de l'infiniment petit, car sa portée est extraordinairement limitée : elle est de l'ordre du fermi, c'est-à-dire du milliardième de micromètre. Uniquement attractive, c'est elle qui assure la cohésion des noyaux atomiques, liant intimement entre eux les neutrons et les protons, et empêchant notamment que ces derniers, qui possèdent une charge positive, ne se repoussent les uns les autres en vertu de l'interaction électromagnétique. Aujourd'hui, cependant, les physiciens ont tendance à considérer que la véritable interaction forte est celle qui maintient ensemble les quarks, c'est-à-dire les sous-particules qui composent les protons et les neutrons, la force liant ces derniers entre eux n'étant qu'un vestige de cette interaction fondamentale.

1 La force gravitationnelle et Newton...





2 La force électromagnétique ne perd pas le nord

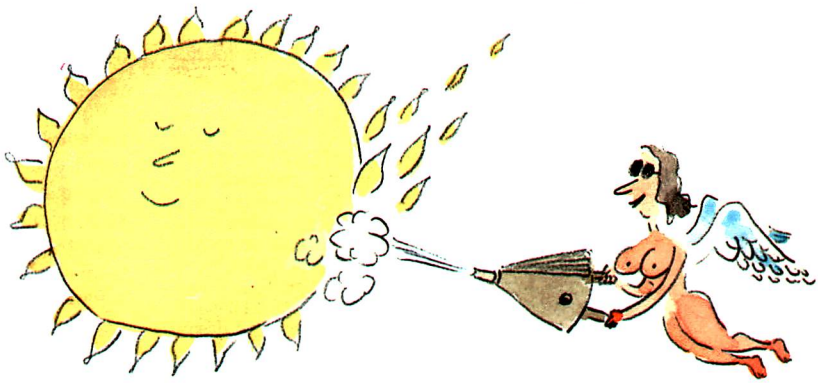
L'interaction faible, enfin, s'exerce également à l'intérieur du noyau atomique, mais son intensité est des milliards de fois inférieure à celle de l'interaction forte, et sa portée encore 100 fois plus courte. Elle n'a pas, à proprement parler, de pouvoir de liaison, ni même de répulsion, bien qu'elle soit responsable de la désintégration de nombreuses particules, et notamment de la radioactivité bêta (transformation d'un neutron en proton avec émission d'un électron et d'un antineutrino, ou transformation d'un proton en neutron avec émission d'un positon et d'un neutrino). Pendant longtemps, son mode d'action est demeuré obscur pour les physiciens, et c'est seulement ces dernières années qu'une explication théorique satisfaisante a été trouvée : la force faible modifierait la nature des quarks présents dans les hadrons (2) et, par voie de conséquence, les déstabiliserait, provoquant leur désintégration. Il faut savoir, en effet, qu'il existe six sortes de quarks, désignés u, d, s, c, b et t (le proton, par exemple, est formé de 3 quarks : uud ; le neutron, également de 3 quarks : udd). L'interaction faible, d'après la théorie précitée, aurait la capacité de changer un quark d du neutron en quark u, entraînant la désintégration du neutron en proton.

Hormis la radioactivité qu'elle engendre, la force faible, en raison de son pouvoir transformateur, joue un rôle essentiel dans la combustion solaire et dans la formation des éléments lourds.

Cela dit, ce rapide panorama des quatre forces fondamentales qui régissent l'Univers demeurerait incomplet si nous ne répondions pas à une question capitale, à savoir : quelle est la nature de ces forces ? Nous les avons définies par leur champ d'action, leur intensité, leur portée et leurs effets, mais nous ne savons toujours pas ce qu'elles sont. Définir une force comme un principe d'action ou une énergie ne saurait satisfaire le physicien, à qui il faut du concret, du tangible. S'il observe, par exemple, qu'une particule attire une autre particule (ou

(2) On appelle hadrons les particules qui, comme le proton et le neutron, sont sensibles à l'interaction forte.

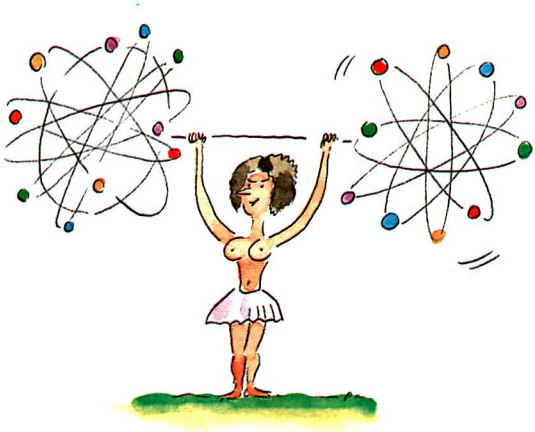
la repousse), il veut savoir de quoi est faite cette attraction (ou cette répulsion). Depuis l'avènement de la théorie quantique, il a enfin la réponse : la force qui s'exerce entre deux particules est véhiculée par une troisième particule, que l'on appelle un vecteur de force, ou un médiateur, ou encore une particule de champ. Prenons une image : deux particules qui interagissent entre elles sont un peu comme deux joueurs qui s'échangent une balle ; en envoyant celle-ci, le lanceur lui communique une certaine quantité d'énergie, que recueille celui qui la reçoit. Une force est donc l'échange de grains d'énergie entre particules de matière.



4 La force faible... et la combustion solaire

A chaque force correspond un type particulier de "médiateur". Ainsi la force électromagnétique est véhiculée par le photon ; la force faible, par les bosons W^+, W^- (W pour *weak* = faible) et Z^o ; la force forte qui s'exerce entre les composants du noyau (protons et neutrons), par le méson pi ; la force forte qui soude les quarks, par les gluons (ainsi nommés parce qu'ils sont censés "agglutiner" les quarks entre eux) ; la force gravitationnelle, par le graviton. Les gluons et le graviton sont encore des particules théoriques, car ils n'ont pas été détectés de façon directe.

A la lumière de ces explications, nous pouvons à présent mieux comprendre ce qu'est la cinquième force, telle que l'envisage Fischbach. Appelée également "hypercharge", elle se superposerait en quelque sorte à la force gravitationnelle. Cent fois moins forte que cette dernière, elle aurait une action non pas attractive mais répulsive. Comme les autres interactions, elle serait "médiatisée" par un boson (le photon, le méson pi, le graviton, etc. sont tous des bosons), c'est-à-dire par une particule ayant un spin entier.



3 La force faible jonglant avec les noyaux atomiques...

Explication. Le spin est, en physique quantique, le moment cinétique d'une particule, c'est-à-dire la quantité de mouvement dont elle est animée (on peut imaginer que les particules tournent sur elles-mêmes). Considérées par rapport à leur spin, les particules sont rangées en deux grandes catégories : les particules à spin entier (0, 1, 2...), appelées bosons, et les particules à spin demi-entier (1/2, 3/2...), dénommées fermions. Le proton, le neutron, l'électron, entre autres, sont des fermions. Dans toutes les interactions que nous avons décrites, on retrouve toujours le même schéma : l'échange de bosons (particules médiatrices) entre des fermions.

Pour en revenir au boson vecteur de la cinquième force, celui-ci serait le graviphoton (ou hyperphoton), de spin 1. A la différence du photon ou du graviton, qui n'ont pas de masse, le graviphoton posséderait une masse non nulle, estimée à 10^{-9} eV, soit un milliardième d'électron-volt (à titre de comparaison, l'électron, l'une des plus petites particules connues, a une masse de 511 000 eV). Cette existence d'une masse est importante, car c'est la masse qui détermine la portée de l'interaction. En effet la portée d'une force est d'autant plus grande que la masse de sa particule médiatrice est plus faible. Si, comme nous l'avons vu, les portées de la force gravitationnelle et de la force électromagnétique sont infinies, c'est parce que les masses du graviton et du photon sont nulles. A l'inverse, si la portée de l'interaction faible est extrêmement réduite, c'est parce que les masses des bosons W^+, W^- et Z^o sont très importantes. Vu la masse du graviphoton, la portée de la cinquième force serait d'environ 200 mètres.

Enfin, contrairement à la force gravitationnelle, qui est indépendante de la composition de la matière (on sait depuis Galilée que tous les corps qui tombent sont soumis à la même accélération, c'est-à-dire que, dans le vide, une plume tombe à la même vitesse qu'une boule de plomb), la cinquième force, elle, serait dépendante de la constitution atomique des objets. Selon Fischbach, elle serait couplée au

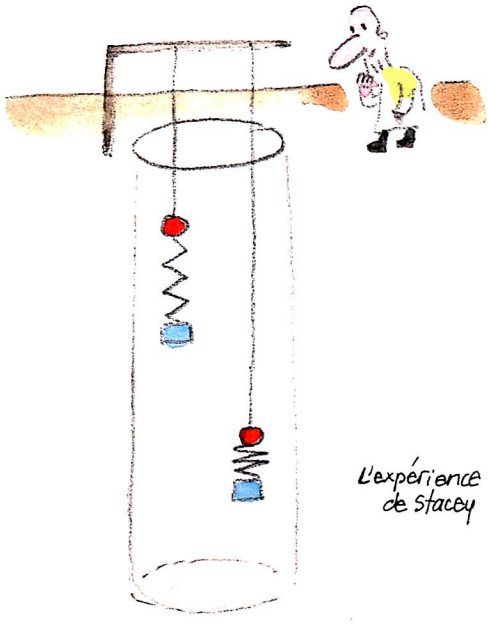
nombre baryonique du matériau. Plus ce nombre baryonique est élevé, plus la force répulsive est intense.

Explication. Le nombre baryonique d'un atome est la somme des nombres baryoniques des particules qui composent son noyau. Le nombre baryonique du proton et du neutron étant +1, un noyau contenant 4 protons et 5 neutrons (c'est le cas du noyau de béryllium) aura donc pour nombre baryonique total 9. L'aluminium, en revanche, dont le noyau compte 13 protons et 14 neutrons, a pour nombre baryonique 27. La notion de nombre baryonique intéressait le physicien bien avant que l'on parle de la cinquième force, en raison d'un principe, constamment vérifié, qui veut que le nombre baryonique total d'un ensemble de particules soit conservé dans toutes les réactions qui affectent ces particules.

Ainsi, en admettant l'existence d'une cinquième force telle que la décrit Fischbach, c'est-à-dire répulsive et couplée au nombre baryonique du matériau, un morceau d'aluminium devrait tomber légèrement moins vite qu'un morceau de béryllium. Ce qui, bien entendu, est en contradiction totale avec le dogme défini il y a plus de trois siècles par Galilée et jusqu'ici jamais démenti.

Sur quoi Fischbach s'appuyait-il pour lancer un tel pavé dans la mare aux certitudes et comment en est-il venu à rédiger son fameux article ? Ce point d'histoire mérite lui aussi d'être examiné, car tout le remue-ménage fait aujourd'hui autour de la cinquième force découle non seulement de l'article en question, mais aussi d'un certain nombre d'observations et d'études qui l'ont précédé. Voyons donc la genèse de l'"affaire".

Le premier à avoir découvert des bizarreries dans la gravitation est Frank D. Stacey, un géophysicien australien, professeur à l'université du Queensland, à Brisbane. Au début des années 80, avec quelques collègues, il s'intéresse à la manière dont évolue la pesanteur à mesure que l'on s'enfonce sous terre. Pour cela, il procède à diverses mesures, jusqu'à 2 000 mètres de profondeur, dans deux anciens puits de mine. Ce qu'il observe alors lui paraît pour le moins curieux : l'intensité de la pesanteur ou, si l'on préfère, l'accélération de la pesanteur, qui vaut à peu près 981 cm/sec^2 à la surface terrestre, décroît plus rapidement que ne le prévoit la loi de Newton.



L'expérience de Stacey

Plus étonnant encore : en mesurant l'attraction horizontale qui s'exerce entre deux petites masses situées à quelques centimètres l'une de l'autre, attraction qui, d'après Newton, est égale au produit des deux masses divisé par la distance qui les sépare et multiplié par la constante de gravitation G, c'est-à-dire par une quantité qui, par définition, conserve la même valeur en tout temps et en tout lieu, il constate qu'au fond de la mine cette constante prétendument universelle paraît être supérieure d'environ 1 % à celle que l'on vérifie habituellement en laboratoire, à la surface du sol. Tout se passe comme si une force supplémentaire se superposait à la gravitation, ou la contrariait.

Mais quelle force ? Stacey ne tire pas de conclusions. Il craint en effet que ses mesures n'aient été faussées par des anomalies locales de densité. Ces puits de mine ont été creusés dans une région riche en gisements métallifères, où les roches sont donc loin de présenter une parfaite homogénéité. De plus, les appareils et instruments utilisés, bien que très précis, ne fournissent qu'une estimation approximative, et les scientifiques tiennent toujours compte d'une certaine marge d'erreur, appelée erreur systématique parce qu'elle provient du système employé. Or, les écarts constatés par Stacey par rapport aux prédictions de la loi de Newton ne représentent au mieux que deux fois la valeur de l'erreur systématique. C'est peu pour chambouler toute une théorie, mais assez pour mettre la puce à l'oreille.

L'oreille en question est celle d'Ephraïm Fischbach. Il ne connaît pas Stacey, mais, en 1985, un ami lui parle des étranges constatations faites par le géophysicien australien. Fischbach n'est qu'à demi surpris : lui aussi, à cette époque, est préoccupé par certains comportements bizarres de la matière. Plutôt que de se lancer lui-même dans de fastidieuses études de gravimétrie, il a l'idée, à première vue extravagante, de se replonger dans les comptes rendus d'expériences rédigés avant la Première Guerre mondiale par un baron hongrois, qui, après avoir été un temps ministre de l'Instruction publique, a abandonné la politique pour retourner à son laboratoire et à sa chaire d'enseignant.

Lorand Eötvös — c'est le nom de ce baron — s'est rendu célèbre par sa démonstration de l'équivalence entre la masse gravitationnelle et la masse inertielle.

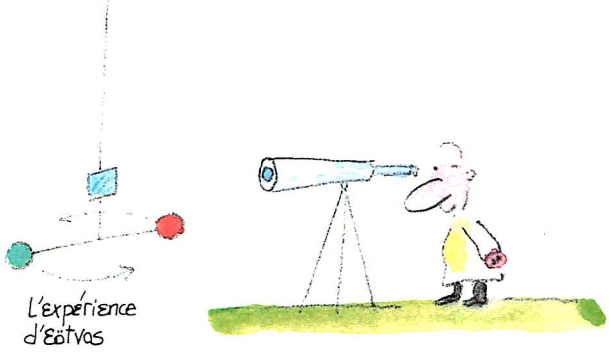
Explication. La masse gravitationnelle (ou masse pesante) d'un corps est la force avec laquelle ce corps est attiré par la Terre. La masse inertielle (ou masse inerte) d'un corps est la résistance que ce corps oppose à sa mise en mouvement par une force quelconque.

L'expérience d'Eötvös Pour vérifer la concordance entre masse gravitationnelle et masse inertielle, celui-ci a utilisé une "balance de torsion". Il s'agit d'un fil très fin au bout duquel est suspendue par le milieu une tige d'une dizaine de centimètres de long et de masse négligeable. Aux deux extrémités de la tige sont accrochées deux petites masses de même poids mais de nature différente : par exemple, une petite boule de cuivre de 50 grammes d'un côté, et une petite boule de platine de 50 grammes de l'autre. Le système ainsi constitué est positionné de façon que la tige soit perpendiculaire au plan méridien, autrement dit qu'elle soit orientée est-ouest. Dans cette configuration, chacune des boules est soumise à deux forces : l'attraction de la Terre, force verticale agissant sur la masse pesante, et la force centrifuge (due à la rotation de la Terre), perpendiculaire à l'axe des pôles et agissant sur la masse inerte. Les masses pesantes des deux objets sont identiques par définition, puisque chacune des boules pèse 50 grammes.

Mais leurs masses inertes sont-elles équivalentes à leurs masses pesantes ou varient-elles avec la nature du matériau ? Si tel était le cas, la force centrifuge ne s'exercerait pas de la même façon sur les deux boules, et la tige dévierait légèrement de sa position initiale. Pour repérer cette déviation, un dispositif optique est braqué en permanence sur un miroir fixé sur le fil (ou sur la tige).

Pendant près de quatre ans, Eötvös accrocha à sa tige toutes sortes de matériaux différents : métaux, bois, textiles, résines, etc. Les écarts décelés étaient si infimes qu'il décida de les considérer comme nuls, les attribuant aux imperfections de son appareillage. Il conclut donc qu'il y avait véritablement équivalence entre la masse gravitationnelle et la masse inertielle.

Lorsque, en 1985, Fischbach reprend les comptes rendus publiés par Eötvös, il s'intéresse particulièrement à ces variations infimes que le physicien hongrois avait mises sur le compte des incertitudes liées au degré de précision de ses appareils de mesure. Un degré de précision, au demeurant, tout à fait remarquable pour l'époque, puisqu'il était de l'ordre de 10^{-8}, c'est-à-dire au cent millionième près. Pour Fischbach, ces variations ne sont pas anodines, mais au contraire très révélatrices, puisque leur amplitude semble augmenter linéairement avec la densité baryonique (le nombre de protons et de neutrons par unité de masse) des matériaux testés. Ainsi il existerait une différence entre masse pesante et masse inerte, différence qu'Eötvös n'a pas pu détecter, car il lui aurait fallu une précision



de l'ordre de 10^{-10}, mais qui transparaît néanmoins dans ses "marges d'erreur".

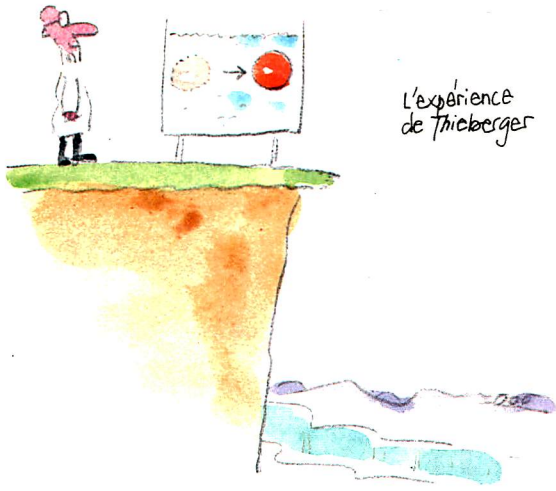
Fort de cette découverte, Fischbach rédige son fameux article qu'il intitule *Reanalysis of the Eötvös Experiment*, et dans lequel il évoque pour la première fois l'existence d'une force nouvelle seule capable d'expliquer les variations infimes que le baron hongrois avait cru bon de négliger. Pour faire bonne mesure, il ajoute, à l'appui de sa thèse, les bizarreries gravitationnelles constatées par Stacey et certaines anomalies, jusqu'alors inexpliquées, concernant la masse des mésons K.

Explication. Les mésons sont des particules qui subissent l'interaction forte. Ils doivent leur nom (du grec *mesos* = moyen) au fait que les premiers qui furent découverts avaient une masse moyenne, intermédiaire entre celle des baryons (tels le proton et le neutron) et celle des leptons (tel l'électron). Depuis, on en a trouvé de plus massifs que les baryons, mais le nom a été conservé pour désigner les particules sensibles à l'interaction forte et dont le spin a une valeur entière. Tous les mésons sont instables : ils ont des durées de vie inférieures au dix millionième de seconde.

Le kaon (K) appartient à la famille des mésons. C'est une de ces innombrables particules qui naissent des collisions d'atomes dans les grands accélérateurs. Les kaons chargés (K^+ et K^-) ont été découverts en 1949 ; le kaon neutre (K^0) en 1951. Depuis longtemps, ce kaon neutre intrigue les physiciens. Tout d'abord parce qu'il n'a pas toujours la même durée de vie : il existe en fait un K^0 à vie longue (n'excédant pas toutefois le dix millionième de seconde) et un K^0 à vie courte. Ensuite parce qu'il n'a pas non plus toujours la même masse : le K^0 longue durée a une masse plus importante que le K^0 brève durée.

En 1982, Fischbach et son équipe s'étaient penchés sur cette énigme. En réalisant différentes expériences à Brookhaven, ils avaient constaté que la différence de masse entre le K^0 long et le K^0 court, ainsi que le temps de vie du K^0 court, étaient fonction de l'énergie introduite dans l'expérience, autrement dit de la violence des collisions qui leur donnaient naissance. Cette dépendance vis-à-vis de l'énergie étant inexplicable au moyen des interactions connues, ils avaient conclu à l'époque qu'il fallait en chercher la cause dans une nouvelle interaction, dont toutefois ils ne précisaient pas la nature. Ce n'est qu'en 1982 que Fischbach, dans son article sur Eötvös, invoquera nommément la cinquième force, considérant que le kaon neutre à vie courte est un kaon neutre longue durée qui aurait perdu un ou plusieurs hyperphotons.

Jamais un article de physique théorique, paru dans une publication ultra-spécialisée, n'aura connu un pareil succès. Succès médiatique d'abord, puisque la télévision américaine présente la découverte de la cinquième force comme une « révolution aux effets incalculables » (pas moins !) et que le



New York Times lui consacre un titre en première page. Succès de curiosité ensuite au sein de la communauté scientifique, qui cependant accueille la nouvelle avec ce que l'on appelle, dans le jargon parlementaire, des mouvements divers. Car les arguments développés par Fischbach ne font pas l'unanimité.

Ainsi Richard Feynman, prix Nobel de physique 1965, déclare au *Herald Tribune* que « si une telle force existait, on l'aurait remarquée depuis longtemps ». Deux spécialistes des mesures gravimétriques, S.Y. Chu et R.H. Dicke, prétendent pour leur part que les variations infimes signalées par Eötvös et sur lesquelles Fischbach a bâti sa théorie, résultent d'un phénomène de convection thermique (les échanges de chaleur avec le milieu ambiant n'étaient pas semblables pour tous les échantillons testés par le physicien hongrois). Sans compter qu'Eötvös n'avait pas toujours précisé la nature exacte desdits échantillons (le suif, par exemple, était-il de bœuf ou de mouton, et de quelles glycérides était-il composé ?), si bien que Fischbach avait dû imaginer ou extrapoler, avec la marge d'erreurs que ce genre d'approximation comporte.

La contestation prend même parfois un tour plus cocasse. Ainsi un physicien danois, Hans Henrik Thadberg, de l'Institut Niels Bohr de Copenhague, ne récuse pas a priori l'existence de la cinquième force, mais reproche à Fischbach de s'être trompé de signe : elle n'est pas répulsive mais attractive ! D'autres chicanent sur la fiabilité des expériences d'Eötvös, et par conséquent sur le bien-fondé des conclusions qu'en a tirées Fischbach : la cave qui se trouvait sous le laboratoire du physicien hongrois n'engendrait-elle pas, par son vide, une anomalie de densité ? Et puis Eötvös lui-même, avec ses 150 kg, ne perturbait-il pas la sensibilité de ses appareils ?

Après cette vague de commentaires plus ou moins pertinents, il est temps de passer aux choses sérieuses. Car le meilleur moyen de confirmer ou d'infirmer l'existence de la cinquième force, c'est de la soumettre au verdict de l'expérimentation. Pour cela, deux types d'expériences sont possibles :

1° L'investigation gravimétrique, consistant à mesurer l'accélération gravitationnelle à différents niveaux, soit sur une tour, soit dans un puits de mine à la manière de Stacey. Les mesures sont ensuites comparées aux prévisions théoriques de la loi de Newton. Si, comme le prétend Fischbach, la cinquième force a une portée d'environ 200 mètres, on doit pouvoir détecter sa présence à l'intérieur de cette limite. A condition, évidemment, que son intensité dépasse la limite de sensibilité des appareils, et que les mesures ne soient pas troublées par la structure des terrains (anomalies de densité) où elles sont effectuées.

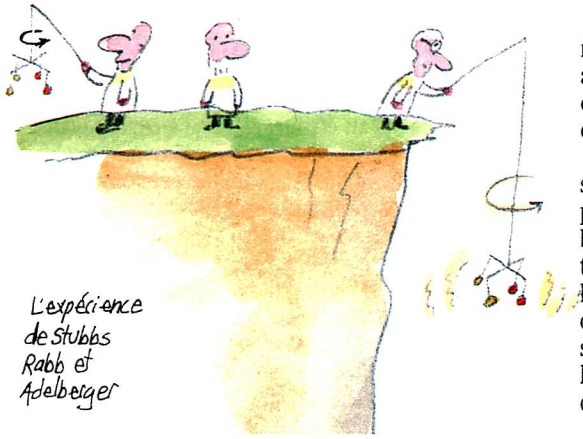
2° L'investigation différentielle, consistant à mettre en évidence le lien entre la cinquième force et la nature de la matière sur laquelle elle s'exerce. Si cette force existe et si, comme le soutient Fischbach, elle est couplée au nombre baryonique de l'objet, on devrait observer des attractions différentes selon la composition nucléaire desdits objets.

Les premières expériences que nous allons décrire appartiennent toutes à ce second type. Elles utilisent toutes une anomalie de densité (un accident de terrain) pour tenter de débusquer la cinquième force.

L'expérience de Thieberger. Dans le courant de l'été 1986, Peter Thieberger, du Laboratoire national de Brookhaven, met au point une sorte d'accéléromètre différentiel, c'est-à-dire un appareillage susceptible de discerner d'éventuelles différences dans le comportement d'objets soumis à l'accélération de la pesanteur. Le système en question est constitué d'un bac empli d'eau distillée à 4 °C et d'une sphère creuse en cuivre, de 21 cm de diamètre, flottant entre deux eaux. Une caméra placée au-dessus du bac permet de surveiller la position de la sphère. L'ensemble est protégé contre tous les agents qui pourraient perturber l'expérience : effets magnétiques, effets thermiques, rayonnements électromagnétiques, etc. Ainsi les lampes qui éclairent la surface de l'eau sont revêtues de filtres à infrarouges afin qu'elles ne chauffent ni le liquide ni la boule.

Thieberger dispose son système sur le rebord supérieur de la falaise des Palisades, qui culmine à 161 mètres au-dessus de la rivière Hudson, dans le New Jersey. Dans cette configuration, la masse rocheuse de la falaise doit produire une accélération horizontale s'ajoutant à l'accélération verticale de la pesanteur. Si la cinquième force, comme le prétend Fischbach, est une gravitation additionnelle en relation avec le nombre baryonique de la matière, la composante transverse de cette gravitation annexe doit agir différemment sur la boule de cuivre et sur l'eau. Effectivement, la sphère se déplace, à raison de 4,5 à 5 millimètres par heure !

Trois fois Thieberger recommence son expérience, trois fois il constate le même déplacement. Il



L'expérience de Stubbs Rabb et Adelberger

semble donc qu'il existe bien une force qui se superpose à la gravitation et qui est liée au nombre baryonique de la matière. En effet le nombre baryonique spécifique du cuivre est 1,0017 fois plus élevé que celui de l'eau.

Explication. Le nombre baryonique spécifique (B) d'un élément est le rapport entre la somme des protons et des neutrons contenus dans son noyau et sa masse atomique. Ainsi, pour reprendre un exemple donné précédemment, l'aluminium, dont le noyau compte 13 protons et 14 neutrons, et dont la masse atomique est 26,9815, a pour B : 27/26,9815, soit 1,00068. Calculé de la même façon, le nombre baryonique spécifique du cuivre est 1,00112, et celui de l'eau 0,99941. Donc le B du cuivre est bien 1,0017 fois supérieur à celui de l'eau.

De plus, cette simili-gravitation a, comme prévu, un caractère répulsif : la boule se dirige vers l'est, c'est-à-dire vers le vide, comme si elle était repoussée par la falaise.

Thieberger se garde bien de tirer des conclusions définitives. Il note simplement que les résultats de ses expériences impliquent une correction de gravité de 0,7 % pour une portée de 200 mètres.

L'expérience de Stubbs, Raab et Adelberger. Cette même année 1986, ces trois chercheurs de l'université de Washington, à Seattle, montent une expérience qui n'est pas sans rappeler les manipulations d'Eötvös. A proximité de la colline qui jouxte le campus, ils placent une sorte de mobile fait d'un mince fil de tungstène soutenant un croisillon, aux extrémités duquel sont suspendues quatre petites masses de même poids (10 grammes) et de formes absolument identiques. Deux de ces masses sont en cuivre, les deux autres en béryllium. Le tout tourne dans le vide à vitesse constante.

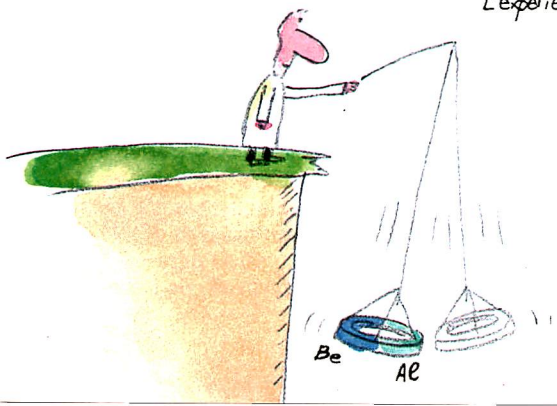
L'hypothèse des trois physiciens est la suivante : si la cinquième force existe, la colline n'exercera pas la même attraction sur le cuivre que sur le béryllium, et l'on observera des irrégularités de rotation. Inversement, toute irrégularité décelée dans la rotation sera le signe de l'existence d'une cinquième force. Or, bien que le nombre baryonique spécifique du cuivre soit 1,00112, et celui du béryllium 0,99865, aucune irrégularité n'est constatée dans la rotation du dispositif.

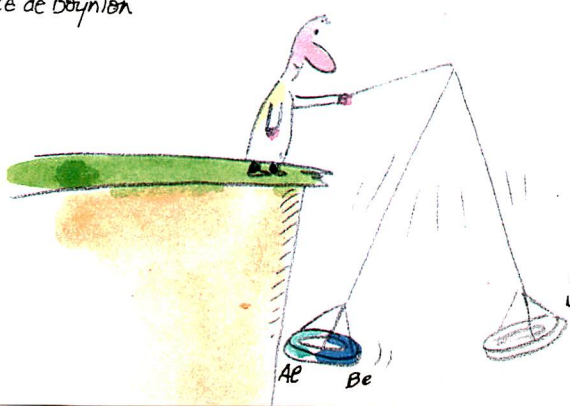
Tirant les leçons de l'expérience et tenant compte de la marge d'erreur due aux imperfections du système, Adelberger indique que, si une cinquième force existe, son intensité ne dépasse pas 0,02 % entre 250 et 1 400 mètres, et 0,1 % entre 30 et 250 mètres, ce qui est nettement inférieur à la valeur proposée par Thieberger. Il se dit cependant prêt à recommencer l'expérience avec un appareillage modifié.

L'expérience de Boynton. Au cours de l'été 1987, un astrophysicien de la même université de Washington, Paul E. Boynton, confectionne un pendule d'un genre particulier, qu'il va expérimenter au pied d'une muraille de granit de 330 mètres de haut, située à proximité du mont Index, dans l'Idaho. Ce pendule se compose d'un fil de tungstène et d'un anneau de 11 grammes et de 8 centimètres de diamètre, suspendu horizontalement au bout du fil. La particularité du système est que l'anneau est fait de deux demi-anneaux, de même masse, l'un en aluminium, l'autre en béryllium. L'idée de Boynton est de comparer les oscillations de son pendule pour différentes orientations de l'anneau par rapport à la muraille granitique.

En effet, si la cinquième force, comme le dit Fischbach et comme semble le montrer l'expérience de Thieberger, est une force répulsive couplée à la densité baryonique de la matière, la période de l'oscillation doit être plus longue lorsque la partie aluminium de l'anneau se trouve en face de la paroi rocheuse.

L'expérience de Boynton





Explication. Le nombre baryonique de l'aluminium étant 1,00068, et celui du béryllium 0,99865, le B de l'aluminium est 1,002 fois plus élevé que celui du béryllium. Lorsque le côté aluminium est tourné vers la paroi, la force répulsive qui émane de celle-ci doit donc freiner davantage le mouvement du pendule que lorsque le côté béryllium est face à la muraille. En particulier, quand, dans son mouvement, l'anneau s'éloigne de la paroi, le couple de force lié à la densité baryonique s'oppose plus fortement (avec l'aluminium qu'avec le béryllium) au couple de rappel du fil de tungstène, tendant à ramener l'anneau vers la roche. D'où un allongement de la période de l'oscillation.

Boynton constate effectivement une variation de la période, mais elle est 50 fois plus faible que ne le laissaient prévoir les résultats enregistrés par Thieberger. Pour une portée de 250 mètres, la force nouvelle a une intensité de 0,009 % (contre 0,7 % pour une portée de 200 m, selon Thieberger). Mais, surtout, elle est de signe opposé ! De répulsive, la 5e force devient attractive ! S'interrogeant sur cette curieuse inversion de signe, Boynton remarque que l'isospin nucléaire spécifique du béryllium est presque trois fois plus élevé que celui de l'aluminium. Si donc, explique-t-il, on admet que la 5e force est couplée non pas au nombre baryonique spécifique, mais à l'isospin spécifique, le caractère répulsif de cette force peut être conservé.

Explication. L'isospin, ou spin isotopique, est, comme le spin, un nombre quantique caractérisant une particule. Il a été introduit en physique atomique pour interpréter le fait que certaines particules de masses voisines, mais de charges électriques différentes, ont des propriétés nucléaires analogues. Ainsi le proton et le neutron sont soumis à des forces nucléaires semblables. On peut donc considérer qu'ils constituent deux formes d'une même particule : le nucléon. Leurs charges électriques, positive pour le proton, nulle pour le neutron, s'interprètent alors comme résultant d'une orientation différente de leur spin isotopique.

Appartenant à la famille des fermions, le proton et le neutron ont tous les deux un spin de 1/2 ; mais, suivant cette nouvelle interprétation, on dira que le proton a un isospin de + 1/2, et le neutron de − 1/2.

Quant à l'isospin nucléaire spécifique d'un élément, c'est le rapport entre, d'une part, la différence entre le nombre des neutrons et des protons contenus dans son noyau, et, d'autre part, la masse atomique de l'élément considéré. L'aluminium, par exemple, dont le noyau comporte 14 neutrons et 13 protons, a un isospin spécifique de 1/26,9815, soit 0,03706. Selon le même mode de calcul, l'isospin spécifique du béryllium, dont le noyau compte 5 neutrons et 4 protons, est 1/9,0122, soit 0,11096. Comme l'a noté Boynton, l'isospin spécifique du béryllium est donc près de 3 fois supérieur à l'isospin spécifique de l'aluminium.

En conséquence, si la cinquième force est couplée à l'isospin nucléaire (et non plus à la densité baryonique), il est normal que son action répulsive s'exerce moins sur l'aluminium que sur le béryllium, et que, de ce fait, la partie en aluminium de l'anneau paraisse plus attirée que repoussée. D'où le changement de signe qui a intrigué Boynton.

Ne s'en tenant qu'aux variations décelées dans la période de son pendule, Boynton juge que son expérience est, certes, révélatrice d'une cinquième force, mais qu'elle n'est pas concluante. Pour sa part, l'Institut américain de physique, qui a parrainé l'entreprise, proclame que c'est « l'expérience la plus sensée qui ait été menée jusqu'à ce jour pour déterminer l'existence de la cinquième force ».

Toujours dans le domaine de l'investigation différentielle, on peut encore citer la nouvelle version de l'expérience de Galilée réalisée par T. Niebauer, M. McHugh et J. Faller, du laboratoire d'astrophysique de Boulder, dans le Colorado. Ces trois chercheurs n'ont pas laissé tomber différents objets du haut de la tour de Pise, mais lâché simultanément dans le vide deux petits cubes de métal, l'un en cuivre, l'autre en uranium. Sur la face inférieure de chacun des cubes, était fixé un réflecteur, et les deux réflecteurs renvoyaient deux faisceaux laser issus de la même source. Ainsi le moindre décalage entre les deux cubes eût entraîné un déplacement des franges d'interférences. Bien que ce montage fût capable de mesurer une différence d'accélération de l'ordre de la femtoseconde (10^{-15} de seconde), aucun écart n'a été décelé.

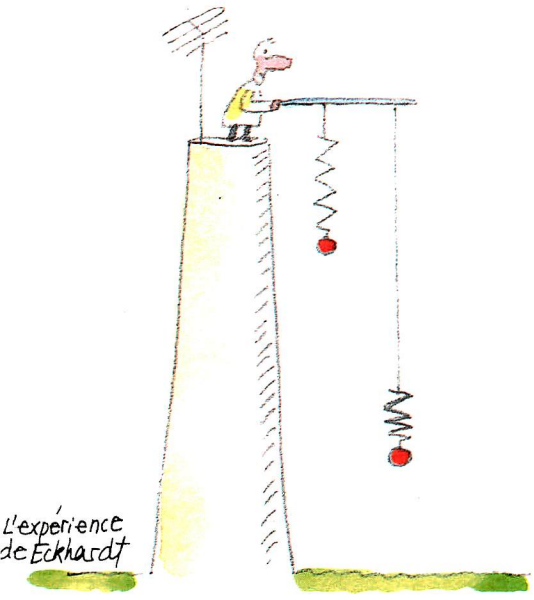
L'expérience de Fitch, la plus récente expérience de type différentiel, date du printemps dernier. Val Fitch, physicien à l'université de Princeton, a réactualisé la balance de torsion d'Eötvös, en en créant deux modèles différents, qu'il a testés sur les pentes du mont Maurice, dans le Montana, avec des charges de cuivre et de polyéthylène. Cette dernière matière n'avait pas été choisie au hasard, mais parce que ses noyaux atomiques renferment plus de protons que de neutrons. Comme le baron hongrois, il n'a enregistré aucune déviation.

On le voit, la recherche de la cinquième force par son action présumée différente selon la composition atomique des objets, a donné des résultats pour le moins contradictoires. Certaines expériences se sont révélées positives ; d'autres, au contraire, bien que tout aussi sérieuses, n'ont apporté aucune preuve de l'existence d'une force nouvelle. Et même celles qui sont favorables à l'hypothèse de l'hypercharge, ne sont pas cohérentes entre elles : l'intensité du phénomène et sa portée sont trop variables pour qu'une interprétation harmonieuse puisse en être tirée.

L'investigation gravimétrique a-t-elle fourni des indices plus concordants ? C'est ce que nous allons voir maintenant.

En Grande-Bretagne, le Pr Runcorn, de l'université de Newcastle, a l'idée de mesurer l'accélération de la pesanteur (g) à différentes distances du barrage de Dinorwic, au pays de Galles. Il choisit pour cela l'époque de l'année où la masse d'eau retenue par l'ouvrage est à son plus haut niveau. Mais déception : les données fournies par ses gravimètres sont trop hétérogènes pour qu'il s'en dégage une indication, dans un sens ou dans l'autre.

Aux Etats-Unis, Donald Eckhardt, du laboratoire


L'expérience de Eckhardt

de géophysique de l'US Air Force, préfère, lui, en revenir aux bonnes vieilles méthodes. Foin des barrages, des falaises et des à-pic, il se contentera de la Terre, qui, après tout, constitue un centre d'attraction autrement plus important que les amas de roches, d'eau ou de béton. Il a repéré en Caroline du Sud une tour de télévision de 600 mètres de haut, utilisée par les militaires. Avantage appréciable : cette tour est située dans une plaine uniforme, sans accidents topographiques susceptibles de troubler ses appareils. Le sous-sol lui-même, d'après les cartes géologiques, semble relativement homogène. Pour s'en assurer, il mesure la gravité de surface en 77 points différents, dans un rayon de 5 km autour de la tour.

N'ayant constaté aucune anomalie de densité notable, il entreprend de mesurer l'accélération de la pesanteur (g) à six hauteurs différentes : 93,9 m ; 192,1 m ; 283,56 m ; 379,51 m ; 473,21 m ; 562,64 m. En comparant les résultats avec les prédictions de la loi de Newton, il pense pouvoir mettre en évidence l'existence éventuelle d'une cinquième force et en déterminer la portée. Il dispose pour cela d'un gravimètre ultra-sensible (de type peson à ressort), capable de mesurer g au millionième de Gal près (le Gal, tiré du nom de Galilée, est l'unité d'accélération et équivaut à 1 cm/sec^2).

Une fois les mesures terminées, il prend bien soin d'éliminer toute source d'erreur, effectuant les corrections nécessaires pour tenir compte de la force centrifuge engendrée par la rotation de la Terre et même de l'attraction gravitationnelle de l'atmosphère. L'ensemble des résultats est publié au mois de juin dernier. Sans entrer dans le détail, disons seulement qu'ils révèlent un écart entre les valeurs mesurées et les valeurs théoriques, et que cet écart trahit la présence d'une gravitation additionnelle, attractive, d'une intensité de 2 % et d'une portée de 300 m. Précision supplémentaire : cette force semble être la résultante de deux interactions, l'une attractive, l'autre répulsive.

En définitive, qu'elles soient de type gravimétrique ou différentiel, les expériences que nous avons relatées soulèvent plus de questions qu'elles n'apportent de convictions. Pourquoi certaines d'entre elles témoignent-elles d'un phénomène inconnu et d'autres non ? Pourquoi, dans certains cas, le phénomène est-il attractif et, dans d'autres, répulsif ? Pourquoi l'intensité du phénomène, rapportée à la force de gravitation à laquelle on le compare, est-elle aussi variable ? Pourquoi ne parvient-on pas à se mettre d'accord sur la portée du phénomène ni sur son couplage avec telle ou telle caractéristique du noyau atomique ?

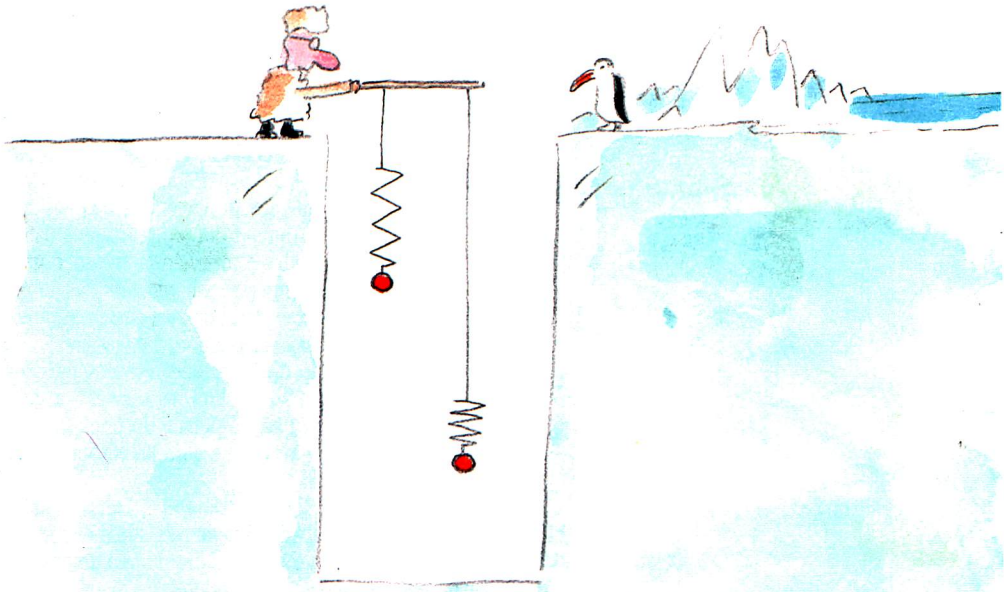
Qu'en pensent les théoriciens ? Devant tant de contradictions, ils ont pris le relais des expérimentateurs pour tenter d'introduire un peu de cohésion au sein de données à première vue disparates.

Ainsi, pour expliquer le caractère attractif d'une cinquième force généralement présumée répulsive, on a suggéré l'existence, à côté du graviphoton, d'une autre particule médiatrice, le graviscalaire, de masse inconnue, mais de spin 0, c'est-à-dire véhiculant toujours une force attractive.

Explication. Nous l'avons dit plus haut, les particules qui sont les vecteurs des forces fondamentales sont toutes des bosons, c'est-à-dire des particules de spin entier. Le photon, par exemple, a un spin 1 ; le graviton, un spin 2 ; le gluon un spin 1, etc. Or, on a découvert récemment que le spin de la particule médiatrice conditionnait la nature de la force qu'elle véhiculait. Les particules qui ont un spin pair (0,2...) véhiculent toujours une force attractive, tandis que les particules de spin impair véhiculent une force tantôt répulsive (lorsque les deux éléments entre lesquels s'exerce la force sont de même charge), tantôt attractive (quand les deux éléments sont de charges opposées). C'est pourquoi, par exemple, la force électromagnétique, qui s'exprime par le photon de spin 1, se manifeste sous forme de répulsion entre particules de même signe et d'attraction entre particules de signes contraires. Il en est de même du graviphoton (de spin 1) : il "médiatise" une force répulsive entre deux particules de matière, et une force attractive entre une particule de matière et une particule d'antimatière.

Ainsi, dans les expériences que nous avons évoquées, et qui mettent toutes aux prises des particules de matière, l'action répulsive qui s'exerce par l'intermédiaire du graviphoton, peut être contrecarrée par l'action toujours attractive du graviscalaire de spin 0.

La corrélation entre la cinquième force et la composition de la matière a également été reconsidérée, en vue d'une meilleure concordance avec les données expérimentales. Fischbach, nous l'avons vu, liait la force nouvelle au nombre baryonique de l'objet. Cette hypothèse n'ayant pas fait ses preuves à l'usage, les théoriciens ont suggéré d'autres solutions, telles que le couplage au nombre leptonique (c'est-à-dire, dans le cas qui nous occupe, au nombre d'électrons), ou à la somme des nombres baryonique et leptonique, ou encore à la différence entre



L'expérience de Ander

le nombre des neutrons et celui des protons. Des schémas encore plus complexes ont été proposés. Dans l'un d'eux, le graviphoton est couplé au nombre baryonique, et le graviscalaire à la masse des quarks et des gluons. Dans un autre, qui fait intervenir la somme du nombre baryonique (B) et du nombre leptonique (L), chacun des deux termes est modéré par une valeur trigonométrique, ce qui donne la formule : $q = B \cos \theta + L \sin \theta$. Tout cela pour tenter d'harmoniser des résultats expérimentaux par trop opposés.

Une dernière expérience, conduite par Mark Ander, a "observé quelque chose" au Groenland. Tandis que les théoriciens s'acharnaient à démontrer sur le papier la probable existence d'une cinquième force, une nouvelle expérience était en cours au Groenland, dont les résultats n'ont été connus qu'en août dernier. Pendant deux mois (août et septembre 1987), une équipe de géophysiciens, conduite par Mark Ander, du Laboratoire national de Los Alamos, et Mark Zumberger, de l'université de Californie (San Diego), a mesuré l'intensité de la pesanteur jusqu'à 1 700 mètres de profondeur dans un ancien puits de sonde, vestige d'un forage d'exploration. On retournait ainsi à la case départ, puisque l'on revenait aux mesures souterraines inaugurées par Stacey, mais dans un contexte très différent. En effet le trou était foré dans la glace, un milieu extrêmement homogène, contrairement au sous-sol minier dans lequel avait opéré le géophysicien australien. Dans la glace, il n'y a pas d'anomalies locales de densité qui peuvent fausser les mesures. A partir d'une certaine profondeur, les fissures et les inclusions d'air sont éliminées par la pression hydrostatique. De plus, la glace polaire contient très peu d'impuretés, ce qui permet de calculer avec une grande précision sa densité.

Mark Ander a utilisé une sonde gravimétrique ultra-sensible, retenue par un fil (en alliage nickel-fer) maintenu constamment sous tension. Pour éviter que le puits ne se referme sous l'effet de la pression, il l'avait rempli avec un fluide hydrocarboné de densité comparable avec celle de la glace.

Le but de l'expérience n'était pas de connaître la valeur exacte du champ de pesanteur à différentes profondeurs, mais plutôt d'étudier les variations de ce champ d'un point à un autre. Pour cela, la sonde était étalonnée en surface (la pesanteur au sol servant de référence), avant d'être introduite dans le puits. Une centaine de relevés ont été faits, à huit niveaux différents, distants d'environ 200 mètres. Même en additionnant toutes les marges d'erreur possibles (incertitude sur la densité de la glace, incertitude sur la profondeur où a été prise la mesure, incertitude sur la fiabilité de la sonde), le degré de précision restait très élevé : au dix millième près. Eût-il été dix fois moindre que les mesures eussent encore été significatives.

Justement quelles sont ces mesures ? Eh bien, Ander, comme Stacey, a constaté que la pesanteur décroissait un peu plus vite que ne le prévoit la théorie. Cela laisse supposer l'existence d'une seconde force, de nature répulsive, dont l'intensité représente à peu près le cinquantième de l'attraction terrestre (entre 2 et 3 % de cette dernière) et dont la portée dépasse 500 mètres.

Bien qu'il n'ait aucun doute sur la réalité du phénomène, Ander se montre circonspect. Certes, la

couche de glace dans laquelle a été foré le puits est très épaisse, mais il sait que l'on ne peut pas complètement exclure l'influence du sol sous-jacent ni la présence de masses anormales dans la croûte terrestre.

Il se contente donc d'affirmer qu'il a observé quelque chose, sans se prononcer sur la nature de cette chose. « Tout ce que je peux dire, confie-t-il, c'est que nos mesures indiquent des effets qui ne peuvent pas être expliqués par la gravité classique. »

Alors, est-ce la cinquième force ? Il se garde bien de prendre position sur ce sujet, ne voulant pas entrer dans la polémique qui oppose les partisans de la force nouvelle à ceux qui considèrent qu'il ne s'agit que d'un avatar de la force gravitationnelle, impliquant tout au plus un rajustement de la loi de Newton pour les mesures effectuées à proximité de la Terre (ou de tout autre centre d'attraction). Un théoricien comme Richard Hughes, par exemple, proclame bien haut : « Ça ressemble tellement à de la gravité que c'est de la gravité ! »

Mais il en faudrait bien plus pour désarmer les tenants de la cinquième force. D'autres expériences se préparent, dont une au pôle Sud, qui sera une version améliorée de celle de Mark Ander. Là-bas, en effet, la calotte glaciaire est deux fois plus épaisse qu'au Groenland : la protection contre d'éventuelles anomalies du sous-sol sera donc deux fois meilleure. De plus, la glace est plus ancienne et, par conséquent, plus tassée et de densité plus uniforme. C'est bien simple, l'équipe internationale qui a mis au point cette "manip" espère mesurer la gravité jusqu'à 4 000 mètres de profondeur et atteindre une précision dix fois plus grande qu'Ander.

Enfin, une expérience très "pointue", et peut-être décisive, est en passe d'être réalisée au CERN (Centre européen de recherche nucléaire) de Genève. Née d'une colaboration entre théoriciens et expérimentateurs du Laboratoire national de Los Alamos, elle va consister à comparer la chute d'un proton et d'un antiproton. Si la cinquième force existe, l'antiproton doit tomber plus vite que le proton.

Explication. Ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, l'hypothèse de la cinquième force s'appuie sur l'existence présumée de deux particules médiatrices : le graviscalaire, qui véhicule toujours une force attractive, et le graviphoton qui véhicule une force répulsive entre particules de matière ordinaire, et une force attractive entre matière et antimatière. Un proton en chute libre est donc soumis à trois actions : celle du graviton, médiateur de la force gravitationnelle, qui l'attire vers la Terre ; celle du graviphoton, qui le repousse ; et celle du graviscalaire, qui l'attire. En revanche, avec l'antiproton, particule d'antimatière, les actions du graviton, du graviphoton et du graviscalaire sont toutes les trois attractives. Conséquence : l'antiproton doit tomber plus vite que le proton (la théorie prévoit une vitesse de chute supérieure d'au moins 14 %).

Certains se demanderont peut-être pourquoi cette affaire de cinquième force passionne tant les physiciens ; pourquoi ils consacrent un aussi grand nombre d'expériences à l'élucidation de ce mystérieux phénomène. Tout simplement parce que, si cette force existe, bien des données scientifiques devront être révisées. A commencer par la définition mathématique de la gravitation, la valeur de la constante de gravitation et même, plus banalement, la définition du kilogramme. Mais il y a plus grave : si l'on croit Sheldon Glashow, prix Nobel de physique, c'est tout l'édifice astronomique qui vacillerait. Il faudrait reconsidérer non seulement la masse et la densité de tous les objets célestes, mais aussi leur âge et donc les théories sur la formation de l'Univers.

Explication. Si la cinquième force existe, et si elle est de forme répulsive, cela veut dire que la gravité définie et mesurée en laboratoire, à la surface de la Terre, est en fait la résultante d'une action attractive et d'une action répulsive. La gravité réelle, celle qui s'exerce dans l'Univers (où elle n'est plus contrariée par l'action de la cinquième force, de portée limitée) est donc plus forte qu'on ne l'a calculé, d'au moins 1 ou 2 %. Conséquence : en sous-évaluant l'intensité de la gravité, on a surestimé la masse de tous les corps célestes. En effet, si l'attraction est plus forte, la masse nécessaire pour créer un champ de gravitation donné n'a plus besoin d'être aussi élevée.

L'existence de la cinquième force compliquerait aussi l'accomplissement d'une des tâches majeures que s'est assignées la physique moderne, à savoir la recherche de la "grande unification" de toutes les forces fondamentales. Les théoriciens pensent en effet qu'à la naissance de l'Univers, quand la température était extrême, les quatre forces n'en faisaient qu'une. Elles se sont progressivement séparées et figées à mesure que l'énergie (la température) a baissé. Un premier pas sur la voie de la réunification a déjà été accompli avec la théorie "électrofaible", qui fait de la force électromagnétique et de la force faible une seule et même entité (dans les grands accélérateurs de particules, on a observé qu'aux hautes énergies, l'interaction faible s'intensifiait jusqu'à rivaliser en force avec l'électromagnétisme). L'avènement d'une force nouvelle rendrait encore plus difficile le travail des "unificateurs". A moins que cette force ne soit le maillon manquant qu'Einstein à cherché en vain pendant une bonne partie de sa vie, et qui permettrait d'allier la gravitation à l'électromagnétisme.

Bien sûr, dans l'état actuel des choses, la cinquième force est encore très spéculative. Comme le soulignent ses adversaires, on n'a pas encore détecté le moindre graviphoton ni même l'ombre d'un graviscalaire. Mais, jusqu'ici, on n'a pas mis en évidence non plus le moindre graviton... Et pourtant la gravitation existe !

Michel Eberhardt
(enquête de Fabienne Hmoud)

ARITHMÉTIQUE ET

Question : quels sont les fact

9 412 343 607 359 262 946 971 172 136 294 514 357 528 981 378 983

Réponse - après 8 000 heu

86 759 222 313 428 390 812 218 077 095 850 708 048 977 et 108 488

Le hic, c'est que ces 8 000 h de travail se sont ramenées à 26 jours en distribuant la tâche à 400 ordinateurs répartis en Europe, Amérique et Australie ; cela ennuie beaucoup tous les spécialistes des messages codés (KGB, GRU, MOSSAD, IS, DGSE, DST etc.) parce que cryptage et décryptage des textes les plus secrets reposent justement sur la factorisation des grands nombres.

A priori, la chose peut sembler étrange ; le plus souvent, le codage se fait par transposition — le texte est mis en colonnes en fonction d'un mot clef et par exemple repris en lignes — ou substitution — on fait un carré alphabétique du type Vigenère

ABCDEFGHIJKLM...
BCDEFGHIJKLMN...
CDEFGHIJKLMNO...

et, à partir d'un mot ou d'un texte clef, on code chaque lettre du message en fonction des lettres de la clef ; exemple : coder "bac" avec la clef "fil" : on cherche sur le carré le point de croisement de la première lettre du mot avec la première lettre de la clef ; ici b en vertical avec f en horizontale pour avoir g. On poursuit de même avec a et i pour avoir i et c avec l pour avoir n ; donc "bac" avec "fil" donne "gin". Pour peu que la clef soit une phrase entière ou un morceau de texte, le message codé est très difficile, voire impossible à déchiffrer. En pratique les spécialistes du chiffre utilisent des combinaisons de transpositions et de substitutions pour compliquer encore les choses, et pourtant le message n'est pas totalement indéchiffrable : sachant en quelle langue il a été écrit, devinant de quoi il peut être question, un bon professionnel peut arriver à retrouver le texte original.

C'est pourquoi, en 1977, Rivest, Shamir et Adelman, du MIT, inventèrent un processus de cryptage entièrement numérique basé sur la factorisation des grands nombres, lequel est pratiquement insoluble. Ce système, appelé RSA (d'après les initiales des inventeurs), est utilisé par toutes les nations aujourd'hui mais il est peu simple à suivre dans son principe.

Au point de départ, il y a quelques notions d'arithmétique que tout écolier est censé savoir — ce qui ne veut pas dire que la théorie en soit simple, tant s'en faut. Prenant la suite des entiers naturels 1 2 3 4 5... 16 17... 1000... 100 000... etc., on sait qu'il y a des nombres pairs 2 4 6 8... et des nombres impairs 1 3 5 7... En regardant de plus près, on va trouver une subdivision beaucoup plus générale : certains nombres sont composés ($30 = 2 \times 15$, $114 = 6 \times 19$...) et d'autres n'ont aucun diviseur, ce qui revient à dire qu'on ne peut jamais les partager en quantités égales (7, 11, 23, 10 007...).

Ces nombres qui n'ont pas de diviseurs (à part eux-mêmes et l'unité, ce qui est évident) sont les nombres premiers ; on démontre facilement que leur suite est infinie. Tous les autres nombres sont composés par le produit de plusieurs nombres premiers qui peuvent d'ailleurs se répéter : $30 = 2 \times 3 \times 5$, $99 = 3 \times 3 \times 11$... On démontre que cette décomposition est unique ; elle fait d'ailleurs l'objet de problèmes élémentaires (parce que les nombres choisis sont petits) dans le primaire et tout le monde a dû calculer des PGCD et des PPCM dans son enfance.

Ajoutons maintenant une section moins connue, inventée en 1800 par Carl Friedrich Gauss, un vrai génie : les congruences. La définition est facile à suivre, les prolongements beaucoup moins : 2 nombres a et b sont dits congrus modulo n si $a - b$ est multiple de n, et on note $a \equiv b \pmod{n}$. Par exemple on a $23 \equiv 2 \pmod{7}$ puisque $23 - 2$ est multiple de 7. Il est immédiat que si 23 est congru à 2 modulo 7, tous les entiers obtenus en ajoutant ou retranchant un certain nombre de fois 7 à 23 ont la même propriété.

Donc 9 16 23 30 37... sont tous aussi congrus à 2 modulo 7 — on a ainsi défini ce qu'on appelle une classe d'équivalence sur l'ensemble des entiers. Cette notion qui peut paraître abstraite est fort utile en théorie des nombres, et pour donner l'heure : toutes les 24 heures on arrête le compte pour repartir à 0. L'heure réelle par rapport à un instant origine n'est jamais précisée, on se contente de faire "heure réelle" $\equiv$ "heure annoncée" (mod 24).

Avec ces 3 notions, mise en facteurs, nombres premiers et congruences, nous allons pouvoir entrer dans le système le plus sûr de cryptage et voir

PAR RENAUD DE LA TAILLE

SECRETS D'ÉTAT

eurs premiers du nombre

082 541 347 532 211 942 640 121 301 590 698 634 089 611 468 911 681 ?

res de calcul seulement :

104 853 637 470 612 961 399 842 972 948 409 834 611 525 790 577 216 753.



pourquoi ce qui n'était qu'un défi de mathématiciens est une menace pour les secrets d'état. Une chose d'abord : les nombres ne sont commodes et pratiques que quand ils sont petits. Au-delà d'une vingtaine de chiffres, on ne peut déjà plus les étudier facilement sur un ordinateur personnel ; à 40 chiffres ils relèvent du gros ordinateur ; à 100 chiffres, c'est le super-ordinateur qui entre en jeu pendant des jours, à condition que le nombre ne présente pas de difficultés spéciales.

Ces difficultés sont de 2 ordres : savoir si le nombre est premier, et, s'il n'est pas premier, trouver ses facteurs premiers. Exemple enfantin : 389 ? Il est premier ; 391 ? Il n'est pas premier, donc composé ; ses 2 facteurs premiers ? 17 et 23. Avec des nombres aussi minuscules, il n'y a évidemment pas de problème sérieux.

Quand le nombre fait 100 chiffres, et avec l'aide d'un très gros super-ordinateur, il est encore relativement aisé de savoir s'il est premier. Mais s'il ne l'est pas, le plus dur reste à faire : trouver les facteurs premiers. Pour tout dire, c'est pratiquement infaisable, et le cryptage RSA repose sur ce fait.

Soit T le texte à transmettre ; pour commencer, on le transcrit en numérique d'une manière ou d'une autre, la plus simple étant la suivante : A : = 01, B : = 02, C : = 03... X : = 24, Y : = 25, Z : = 26... 1 : = 31, 2 : = 32... Le crypteur choisit ensuite un grand nombre composé de 2 facteurs premiers ; nous emprunterons comme exemple celui cité par Hans Riesel dans son livre *Prime numbers and computer methods for factorization* (Birkhäuser). Pour un exemple plus simple ***voir encadré p. 00***.

Ce nombre N : = 63 978 486 879 527 143 858 831 415 041 est le produit des 2 premiers p : = 440 334 654 777 631 et q : = 145 295 143 558 111. A partir de ces 2 facteurs, et selon des méthodes qui relèvent de la théorie des nombres et de la théorie des groupes, on tire un ensemble de couples numériques dont on choisit le plus approprié. Ici ce sera k : = 1193 et k' : = 595 869 301 290 179 363 220 947.

Le crypteur envoie les 2 nombres N et k à tous ceux qui devront lui envoyer des messages secrets, et qui sont les clefs du codage ; il garde pour lui k'. Peu importe que les clefs N et k tombent entre les mains de l'ennemi : elles servent à crypter, mais ne sont pas réversibles, c'est-à-dire qu'elles ne permettent pas de décrypter sans décomposer N en ses 2 facteurs premiers, chose pratiquement impossible.

Considérons maintenant notre texte T transcrit en numérique, ce qui donne un immense nombre du type 19 03 09 05 14 05 00 05 20 00 22 09 05... On le regroupe en paquets de nombres ayant juste moins de chiffres que la clef N ; celle-ci ayant 29 chiffres, nos paquets en auront 28. Le texte T devient alors une suite de nombres à 28 chiffres T1, T2, T3,...

Et maintenant on fait la transformation $C \equiv T^k \pmod N$, donc $T^{1193} \pmod{63\,978\,486...}$ pour chaque paquet T1, T2, etc.

Les nombres C ont au plus 29 chiffres et on les met tous à égalité en mettent des 0 en tête de ceux qui en ont moins, après quoi on les aligne à la queue leu leu : c'est le message crypté. Même s'il tombe entre les mains de l'ennemi avec ses 2 clefs k et N, il reste indéchiffrable : pour retrouver T il faudrait calculer la racine k-ième (mod N) de C, ce qui est virtuellement impossible car il n'existe aucun algorithme connu permettant de faire cette opération en un temps raisonnable pour N composé.

Par contre, si N et k ont été convenablement choisis, alors m = k' est tel que $T \equiv C^m \pmod N$. Le destinataire du message, qui seul connaît k', va donc faire cette opération avec les C1, C2, C3,... etc. et retrouver T1, T2, etc, donc T. Mais lui seul, connaissant k', peut décrypter ; à la limite le correspondant qui a jeté le texte après l'avoir crypté et qui en a oublié la teneur ne peut plus le retrouver car il ne peut pas plus décrypter à partir de k et N que l'ennemi.

La seule solution, c'est de factoriser N (trouver ses facteurs premiers), mais la sécurité du système repose justement sur le fait que cela est pratiquement impossible dès que N est "assez" grand, le "assez" ne dépendant que de la puissance des ordinateurs à une date donnée. Aujord'hui, le nombre N cité dans notre exemple est hors de portée des ordinateurs de bureau, bien qu'il n'ait que 29 chiffres. Un ordinateur plus important trouverait sans trop de difficultés les 2 facteurs p et q, et en déduirait k et k'.

Avec un nombre de 60 chiffres, il faudrait déjà un super-ordinateur — précisons ici que sans ordinateur, à la main, un nombre d'une quinzaine de chiffres suffirait amplement. Hier, un nombre de 100 chiffres apparaissait comme inviolable. Comme nous l'avons vu au début, ce n'est plus le cas depuis qu'une équipe de mathématiciens a tourné la difficulté en faisant marcher en parallèle près de 400 gros ordinateurs.

Au point de départ, il n'y avait qu'un défi entre grands maîtres de l'arithmétique : décomposer le nombre $11^{104}+1$; on savait déjà — facile — qu'il est divisible par 2 et par 17. Un modeste ordinateur suffisait pour trouver un troisième diviseur, 6 304 673 ; restait le nombre de 100 chiffres que nous avons cité au début. Une grosse machine permit de prouver assez facilement qu'il n'était pas premier — assez facilement pour une calculatrice, redisons-le ; à la main, des siècles...

Mais personne jusqu'ici n'avait réussi à factoriser

LE CRYPTAGE RSA

Le principe du codage par factorisation restant le même quelle que soit la taille du nombre, nous allons nous contenter ici d'un tout petit nombre qui constituerait un gros secret pour un élève de CM2, mais pas pour un "espion".

Le camarade Kapek a donc donné à ses agents la clef N = 391, et le facteur k = 3. N = 391 est un nombre composé par le produit des 2 nombres premiers 17 et 23 (17 × 23 = 391). On considère alors L(N) ≈ [17 − 1, 23 − 1] ; 17 − 1 = 16 = 2 × 2 × 2 × 2, 22 = 2 × 11 ; le PGCD de L(N) est donc 2 ; on calcule alors L(N) = 16 × 22/2 = 176.

A partir de ce nombre on cherche les nombres de la forme mL(N)+1, le premier étant 1 × L(N) + 1 = 177 ; le second est 2 × 176 + 1 = 353, et ainsi de suite. Il faut ensuite décomposer ce mL(N) + 1, ce qui n'est pas en général facile, et parfois même impossible ; ici, 177 = 3 × 59, mais 353 est premier. Nous nous contenterons donc de 3 × 59, qui seront les facteurs k et k' mentionnés dans l'article.

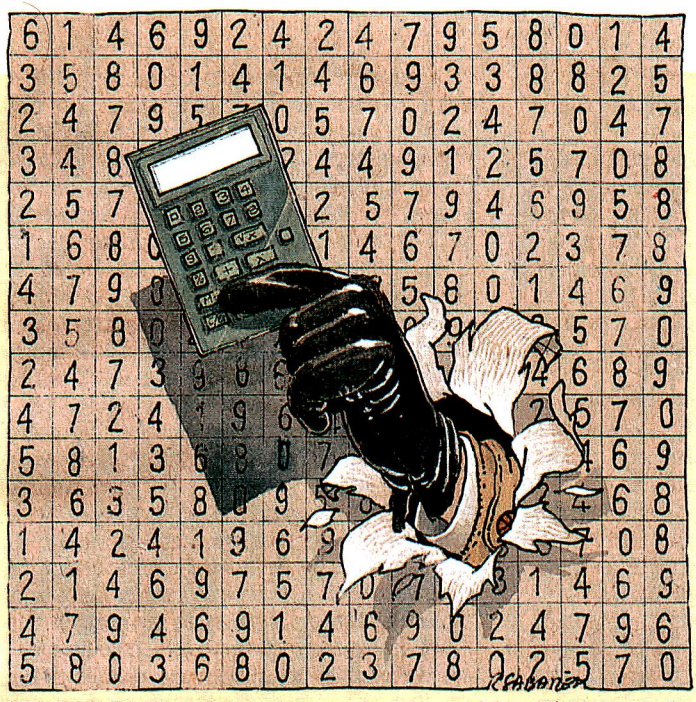
Le camarade Kapek envoie donc à tous ses honorables correspondants le nombre clef 391 et le nombre 3 ; il garde pour lui seul k' = 59. Justement Fritz Boschmann doit passer le voir sous peu et veut lui dire : "arrive le 8". Un message ultra-secret qu'il va coder avec 3 et 391 ; pour commencer, il met son message en chiffres en utilisant a = 01, b = 02, etc. (espace = 00), ce qui donne 011818092 2050012050038.

Il regroupe ce nombre en tranches ayant moins de chiffres que la clef 391, donc en tranches de 2 chiffres 01 18 18 09... Chacun de ces nombres représente la variable texte, ou T ; il va maintenant faire l'opération $C \equiv T^3 \pmod{391}$ pour obtenir la succession 1 358 358 338 91... 132. Mettant des 0 pour n'avoir que des nombres de 3 chiffres (comme la clef) il note 001358358338091... 000132, et c'est cette suite de chiffres qu'il envoie au camarade Kapek.

Celui-ci, qui seul possède la clef k' = 59, va maintenant utiliser la procédure $T \equiv C^{59} \pmod{391}$ après avoir découpé le texte crypté en tranches de 3 chiffres puisque la clef N en a 3. Il va ainsi retrouver 01 pour 001, 18 pour 358 — car $358^{59} \pmod{391}$ donne 18 — et il ne lui reste plus qu'à prendre son tableau de correspondance alphabétique pour recueillir "arrive le 8". Bien entendu, cryptage et décryptage se font sur ordinateur, avec le programme idoine vu la longueur des opérations.

L'ennemi, bien qu'il ait saisi la clef N = 391 et le k = 3, ne peut reconstituer le texte car il lui faudrait savoir que k' = 59. Il peut certes le retrouver à condition de décomposer N en facteurs premiers, ce qui est certes facile avec 391, mais impossible actuellement avec un nombre de 150 à 200 chiffres. Avec 391, ayant trouvé les composants 17 et 23, il retrouverait les mL(n) + 1 et en tâtonnant il verrait que le k' correspondant à k = 3 n'est autre que 59.

Précisons que le choix des clefs N, k et k' n'est pas arbitraire : pour que le cryptage soit parfaitement sûr, ces 3 chiffres doivent satisfaire à des conditions arihmétiques précises, faute de quoi on peut retrouver sans trop de



difficultés k' à partie de N et k — avec l'aide d'un très gros ordinateur, bien entendu.

Pour le moment la sécurité du cryptage repose sur la puissance des meilleures calculatrices et sur les connaissances actuelles en arithmétique. Tout progrès dans un domaine comme dans l'autre peut obliger à rallonger la clef. Comme toujours, le secret est lié au niveau des techniques : avec un ordinateur de bureau genre Macintosh, une clef de 60 chiffres est impénétrable alors qu'un super-ordinateur type Cray la démonte aisément.

Notons enfin à propos des congruences qui sont à la base du système RSA que le calcul d'une puissance modulo z est à la portée de tout ordinateur ; notre exemple, malgré des puissances 59, ne réclame qu'un programme de 6 lignes en Pascal : cela tient aux propriétés des opérations sur les congruences — lesquelles ne tiennent compte que du reste des divisions (il n'y a que des nombres entiers, jamais de décimales).

Ainsi $x \equiv 3 \pmod 5$ définit l'ensemble de tous les entiers qui donnent 3 comme reste quand on les divise par 5, c'est à dire 3 lui-même puis 8, 13 , 18, 23, etc. C'est dire que la méthode RSA est à la portée de tous ceux qui ont quelques connaissances en arithmétique et en programmation élémentaire : à chacun de choisir sa clef.

un nombre de 100 chiffres — le temps qu'il aurait fallu à un super-ordinateur dépassait les 8 000 heures, soit près d'un an à supposer, hypothèse peu sûre, qu'aucune panne n'intervienne entre-temps. C'est alors que l'américain Mark Manasse et le hollandais Arjen Lenstra eurent une idée géniale : fractionner le travail entre des centaines d'ordinateurs répartis aux USA, en Hollande et en Australie.

Il s'agit bien sûr de gros ordinateurs appartenant à des entreprises et dont le coût horaire est énorme ; toute l'astuce a été de les utiliser chaque jour pendant le temps libre (de quelques minutes à quelques heures) où ils n'ont pas de travail à faire : 400 ordinateurs fonctionnant en moyenne 1 h par jour font 400 h de calcul. En 26 jours le travail était fait.

Précisons aussi que Lenstra et Manasse sont de grands spécialistes de la théorie des nombres. Si le pionnier en ce domaine a été Pierre de Fermat en 1630, Lenstra, Atkins, Pomerance ont depuis peu découvert des formules et des algorithmes permettant d'aller beaucoup plus vite et beaucoup plus loin dans les tests de primarité et les processus de factorisation.

Etant en rapport permanent avec quantité d'autres spécialistes de l'arithmétique, Manasse et Lenstra n'ont eu aucune difficulté à trouver une douzaine de mathématiciens ayant accès chacun à des dizaines d'ordinateurs. D'ailleurs ils avaient déjà battu le record 3 semaines plus tôt en factorisant un nombre de 96 chiffres, le précédent record appartenant au hollandais de Riele avec 92 chiffres au printemps dernier.

A priori, il peut sembler n'y avoir pas grande différence de difficulté entre 96 chiffres et 100 ; en réalité, il faut garder en mémoire qu'entre 10^{96} et 10^{100} il y a $9{,}999.10^{99}$ chiffres de plus — tout comme de 1 000 à 100 000 il y a 99 000 chiffres. C'est pourquoi on considère comme un record enviable de passer de 96 à 100 chiffres. Pourtant les méthodes de calcul restaient les mêmes.

L'algorithme qui a servi, appelé crible quadratique, a été inventé il y a juste quelques années par Carl Pomerance à l'université de Géorgie. En un sens, il est un peu dommage que le record des 100 chiffres n'ait pas été lié à quelque nouvelle méthode de factorisation, mais d'un autre côté il faut dire que les progrès en arithmétique sont lents : c'est toujours la branche des mathématiques où il y a le plus de problèmes ouverts — autrement dit pas résolus.

Il y a de nombreuses variantes de la méthode inventée par Pomerance, mais elles sont toutes d'efficacité équivalente. Le gros avantage du crible quadratique, c'est qu'il permet de fractionner un problème de calcul absolument gigantesque en un

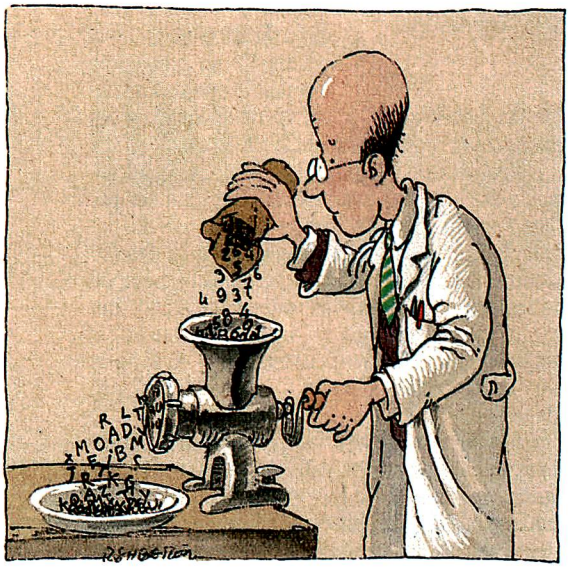
grand nombre de problèmes de moindre taille qui peuvent être traités de manière indépendante et dans un ordre quelconque.

La stratégie, a dit le Pr Lenstra, consiste à calculer une matrice de nombres, un tableau carré de 50 000 lignes et 50 000 colonnes ; chaque case renferme un nombre qui contribue à l'information menant à la solution du problème. Dans l'absolu, on pourrait mettre un ordinateur au travail pour calculer chaque carré de la matrice, mais en pratique l'équipe n'en avait que 400 à sa disposition, ce qui était déjà pas mal.

La clef du succès fut l'utilisation en parallèle de tous ces ordinateurs, c'est-à-dire que tous travaillaient ensemble à peu près en même temps, chacun d'eux faisant une partie du problème. En l'occurence, chaque ordinateur traite un carré de la matrice et transmet le résultat à tous les autres avant de passer à une autre case ; lui-même reçoit les résultats partiels de toutes les autres machines.

Ceci n'est possible que grâce à la méthode de calcul utilisée qui décompose le problème géant en une multitude de petits problèmes qui seront traités ensemble, en quelque sorte sur des lignes parallèles. Le processus est comparable à ce que serait le dépouillement d'un gigantesque courrier dont seules quelques enveloppes contiendraient un mot du message à transmettre. Les autres ne renfermant que des suites de lettres sans intérêt.

Si le dépouillement est confié simultanément à 400 personnes constamment en rapport entre elles, dès qu'un mot utile est trouvé chacun est au courant et peut voir si ce mot se raccorde à ceux déjà découverts. Par contre si une seule personne devait ouvrir toutes les enveloppes et en vérifier le contenu à chaque fois, le temps de travail deviendrait accablant.



Le traitement en parallèle a donc permis de réduire colossalement le temps de calcul ; vint d'ailleurs un moment où les chercheurs disposèrent d'un assez grand nombre de ces calculs préliminaires pour les rassembler et leur appliquer ce qu'on appelle le processus d'élimination de Gauss modulo x. C'est une technique classique comparable à ce qu'est l'élimination des variables dans les expressions algébriques.

Cette élimination les amena au résultat quelques jours plus tard. En moins d'un mois, ils avaient donc réussi à factoriser un nombre de 100 chiffres qui avait défié toutes les tentatives précédentes. A noter que le plus souvent un nombre de 100 chiffres choisi au hasard a toutes les chances d'être divisible par 3, ou par 5, ou 7, 11, 13, 17 etc. Autrement dit, avec un petit ordinateur, on découvrira rapidement les diviseurs premiers inférieurs à 1 000 000.

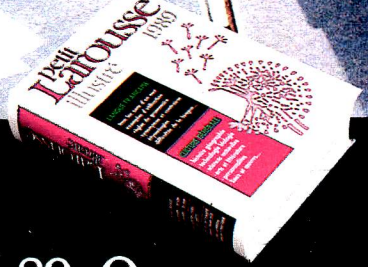
Il est donc rare de trouver un nombre de 100 chiffres qui soit difficile à factoriser. Ceux qu'on choisit pour coder les messages secrets appartiennent évidemment à cette catégorie ; la communauté des chiffreurs et utilisateurs de messages cryptés sait donc qu'il lui faut maintenant éviter de prendre une clef n'ayant que 100 chiffres. Non pas que la factorisation en soit facile, mais vu l'intérêt de certains secrets d'état, ce qu'une équipe de mathématiciens a pu faire, une autre peut le refaire.

D'ailleurs le Pr Lenstra espère bien arriver à 106 chiffres avant la fin de l'hiver, et ce bien que ces records n'aient pas encore amené de nouveaux algorithmes plus rapides ; en arithmétique, nous l'avons dit, les grandes découvertes sont rares, bien qu'elles aient eu tendance à se multiplier ces dernières années. Sans progrès majeur en ce domaine, les crypteurs en RSA peuvent garder l'esprit tranquille : il suffit d'allonger la longueur de la clef à 150 ou 200 chiffres pour que le traitement en parallèle devienne lui aussi trop grand.

A titre de comparaison, s'il faut 10 heures pour factoriser un nombre de 70 chiffres, il en faut 9 000 pour 100 chiffres : d'un côté une demi-journée, de l'autre une année. C'est que le temps de calcul progresse de manière exponentielle, ce qui laisse un certain répit aux inventeurs du codage RSA qui vendent des circuits intégrés conçus pour crypter et décrypter à partir de la factorisation des grands nombres.

C'est donc surtout le record mathématique qui est intéressant, d'autant plus qu'il a été obtenu avec des moyens relativement simples ; c'est ainsi que les 400 ordinateurs étaient reliés par le réseau téléphonique ordinaire, et non par ces lignes d'échange de données informatisées qui sont spécialement destinées aux liaisons entre ordinateurs mais coûtent très cher. En fait, un tour de force pour les mathématiciens, et quand même un coup de semonce pour les secrets d'état. **Renaud de La Taille**

Même si votre
Petit Larousse 79
ne fait pas son âge,
il a dix ans.



Petit Larousse 89. On en apprend tous les ans.

DUPUY-SAATCHI & SAATCHI ADVERTISING.



TRANSFERT D'APPEL.
VOUS VOYAGEZ, VOS COMMUNICATIONS VOUS SUIVENT.

Aujourd'hui, il existe une nouvelle façon de vivre avec votre téléphone. La plupart des centraux électroniques offre l'accès aux Nouveaux Services Confort. Le Transfert d'Appel, l'un de ces Nouveaux Services, vous permet de faire suivre tous les appels arrivant sur votre poste téléphonique vers un autre numéro d'abonné de votre choix dont vous aurez, bien sûr, obtenu l'accord. Quand vous le souhaitez, vous pouvez ainsi lors d'un déplacement, recevoir vos appels à l'endroit où vous serez. Avec le Transfert d'Appel, toutes vos communications vous suivent, où que vous soyez en France métropolitaine. A partir de votre appareil, 2 touches suffisent pour transférer votre ligne.





Avec le Transfert d'Appel, FRANCE TELECOM vous accueille sur ses lignes en passager privilégié. Pour vous abonner, comme pour tout renseignement sur la disponibilité de nos Nouveaux Services ou sur leurs conditions d'accès, adressez-vous à votre Agence Commerciale.

SUR NOS LIGNES VOUS ETES BIEN.

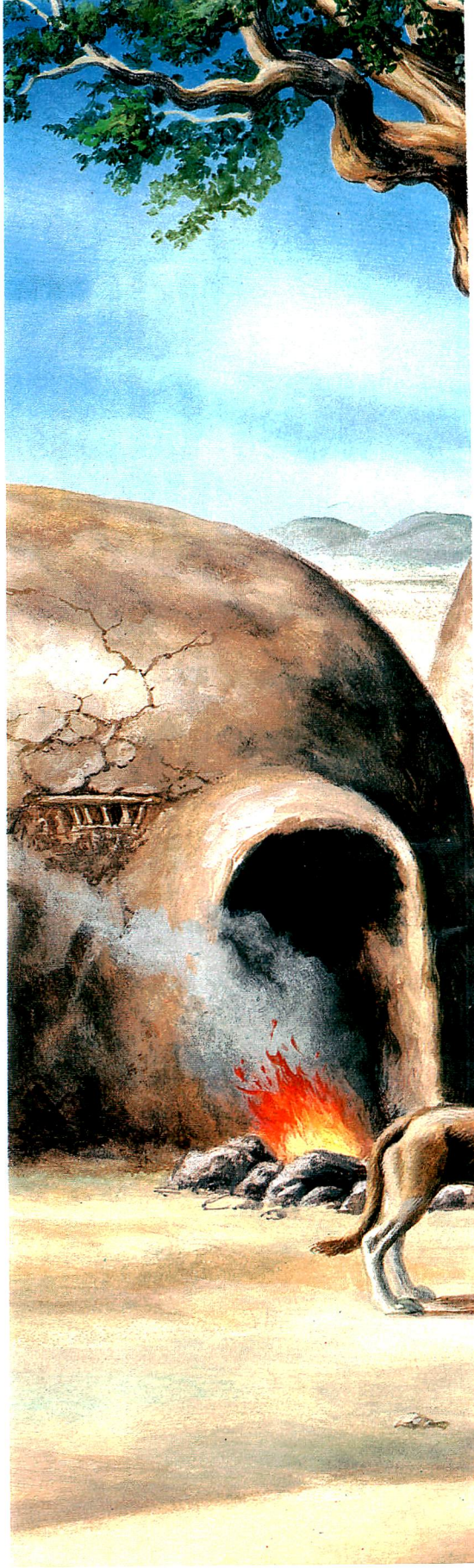
FRANCE TELECOM

MARQUISE, VOTRE GRAND-MÈRE ETAIT UNE NÉGRESSE

Tout concorde : l'Histoire et la Préhistoire d'abord, puis maintenant l'étude des langues et celles des gènes. Homo sapiens sapiens — c'est-à-dire nous — est né en Afrique. Son itinéraire pour se répandre à travers le monde vient d'être reconstitué pour la première fois.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

Nous sommes donc bien nés en Afrique, nous humains, comme nous le supposions depuis deux ou trois décennies, petit bourgeon constitué de quelques centaines, peut-être quelques milliers d'individus, base d'un tronc biologique unique dans la Galaxie. Mais ce tronc s'est divisé en deux, puis en cinq branches principales, ce que nous ne savions pas. De là sont issues les ramifications, au nombre de 16, puis 33, et enfin de 42, des principales populations autochtones du monde. Ajoutons les brindilles, les scions et les feuilles : l'arbre recouvre alors les terres émergées et représente au-




Jégou.

jourd'hui 5 milliards d'individus.

Chacun peut, à partir du rameau sur lequel il se trouve, tenter de retracer ses origines jusqu'à la souche africaine, et évaluer son degré de parenté avec tous les êtres humains. Ainsi vous, Européen du Nord, êtes issu de la branche caucasoïde, tout comme le Berbère d'Afrique du Nord, le Lapon de l'Arctique, ou l'Indien du Sud-Est asiatique. Vous êtes cousin germain de l'agriculteur philippin ou iranien, cousin issu de germain du nomade nord-africain. Vous êtes plus proche du Japonais que du Thaïlandais, et plus éloigné de l'Ethiopien que du Papou de Nouvelle-Guinée. Si vous êtes basque, vous faites partie d'un isolat caucasoïde dont l'origine reste cependant mystérieuse.

La génétique permet de dater les événements de l'histoire comme la radioactivité révèle l'âge des roches...

L'arbre généalogique présenté en pages 56-57 est, à ce jour, l'état le plus complet des différences biologiques et linguistiques entre les hommes. Il est reconstitué grâce aux données archéologiques les plus récentes. L'association de trois disciplines bien distinctes, la génétique, la linguistique et l'archéologie, a permis de reconstituer, dans le temps et dans l'espace, le cheminement de l'humanité à travers les cinq continents.

Ce travail est l'œuvre du Pr Luigi Luca Cavalli-Sforza, du Centre médical de l'université de Stanford (Californie), spécialiste de la génétique des populations, et de ses collaborateurs (1). Il est fondé sur l'analyse de variations génétiques chez 42 populations autochtones de toutes les régions du monde. Ces variations sont dues à l'existence dans une population donnée de plusieurs formes des mêmes gènes — ce que l'on appelle des "polymorphismes" —, par exemple, ceux qui forment les protéines de surface des globules rouges, et qui correspondent aux divers groupes sanguins. Les variantes d'un gène sont ses allèles, et le génome collectif d'une population se définit par la fréquence des allèles qui y existent.

L'étude du Pr Cavalli-Sforza englobe 120 polymorphismes, le plus grand nombre dont on ait jusqu'à présent dressé le tableau comparatif. Ces polymorphismes comprennent, non seulement les facteurs des groupes sanguins déjà mentionnés, mais aussi diverses protéines et enzymes, ainsi que les marqueurs du système HLA (les "empreintes digitales" des cellules, couramment utilisées pour apparier donneur et receveur lors de greffes d'organes).

Une telle étude permet d'établir une "horloge évolutionnaire", pour dater des événements biologiques, à l'instar du principe qui permet de dater des roches d'après leur radioactivité. Par exemple, sachant que, dans un temps donné, la moitié de tous les atomes du potassium 40 radioactif contenu dans une roche se désintègrent pour donner de l'argon 40, on peut "dater" cette roche en comparant son taux de potassium 40 à celui d'argon 40.

Dans l'horloge évolutionnaire, l'indicateur n'est pas la radioactivité, mais l'accumulation des effets du hasard dans la transmission des allèles des parents aux enfants. L'enfant reçoit de chacun de ses parents un des gènes qui va former une paire dans les chromosomes qui contiennent son patrimoine génétique. A chaque passage de génération, la fréquence de tout allèle risque de changer ; ce changements est la dérive génétique, qui amplifie le nombre de certains allèles, ou en élimine d'autres. Les effets de cette dérive ne sont certes pas constants dans le temps, mais on peut les évaluer, dans les calculs statistiques, en se fondant sur les divers facteurs qui les influencent. Ainsi, les effets de la dérive sont d'autant plus marqués que l'effectif de la population est faible, ce qui s'explique tout simplement par les lois de la statistique : par exemple, si nous prélevons au hasard un petit nombre de billes dans un gros sac qui contient des billes rouges et noires, la probabilité que l'échantillon tiré ait une distribution de billes rouges et noires différente de celle du sac est d'autant plus grande que le nombre de billes tirées est petit.

En génétique, cette modification instantanée du taux des allèles est appelée l'"effet fondateur" : lorsqu'un petit groupe d'individus quitte une population pour aller en fonder une nouvelle, ses fréquences alléliques seront différentes de celles de la population-mère. Un événement qui décime une population produit un effet comparable : les survivants auront des fréquences alléliques différentes ; les généticiens disent que la population passe par un "goulet d'étranglement". S'ajoutent à ces modifications celles provoquées par des mutations, qui peuvent être favorables ou défavorables, et seront donc éliminées ou diffusées par le mécanisme de la sélection naturelle. Les mutations conservées, qui sont rares, peuvent également servir de traceurs.

Si l'évolution moléculaire se poursuivait à un taux constant, l'accumulation des modifications permettrait la "datation" précise d'événements marquant l'évolution d'organismes vivants. Ce taux est certes loin d'être aussi constant que celui de la dégradation d'atomes radioactifs, mais de nombreuses études ont montré que l'évolution moléculaire permet d'établir une chronologie acceptable, que l'on peut situer dans le temps grâce à des repères paléontologiques.

(1) Le Pr Cavalli-Sforza a entrepris son étude en collaboration avec le Dr Alberto Piazza, de l'université de Turin, le Dr Paolo Menozzi, de l'université de Parme, et Joanna Mountain, de l'université de Stanford. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, U.S.A. 85, 1988.

Le Pr Cavalli-Sforza s'appuie également sur la classification des quelque 5 000 langues actuelles en "familles linguistiques". Ce mode de classement s'appuie à la fois sur la reconstitution interne, elle-même fondée sur l'hypothèse que les événements dans l'histoire d'une langue ont laissé des traces dans son aspect actuel, et sur la méthode comparative, qui postule que des formes semblables et de sens analogues dans diverses langues ont la même origine. Parmi les différentes classifications existantes, Cavalli-Sforza en a retenu une, assez simple, qui distingue 17 grandes familles linguistiques.

Les langues évoluent plus rapidement que les gènes. Elles peuvent sans doute être imposées par une minorité conquérante bien organisée politiquement et militairement, mais de telles conquêtes relèvent d'un passé assez proche, historique, alors que dans un passé plus lointain les groupes humains étaient moins denses, que leur organisation socio-politique était moins homogène et que la relation entre les familles linguistiques et les groupes génétiques était donc plus stable.

L'étude ne tient pas compte des migrations "récentes", comme celle des Européens et des Africains vers le Nouveau Continent depuis cinq siècles, mais se concentre sur les variations biologiques entre 42 populations autochtones : 7 en Afrique, 5 en Amérique, 5 en Océanie, 6 en Europe et 19 en Asie. Tous les groupes ont été comparés deux par deux, et l'ensemble des données a été analysé grâce à des méthodes statistiques.

Une des conclusions les plus frappantes de l'étude, selon le Pr Cavalli-Sforza, est « le parallélisme considérable entre l'évolution génétique et l'évolution linguistique de l'homme ». A quelques exceptions près, chaque famille linguistique correspond à un des six embranchements majeurs de l'arbre génétique, et à un seul. En outre, les données biologiques correspondent tout à fait aux données archéologiques.

C'est il y a 125 000 à 130 000 ans qu'à Laetoli en Tanzanie et à Omo en Ethiopie, là où l'on a retrouvé les ossements les plus anciens d'hommes "modernes", *Homo sapiens sapiens*, que tout a donc commencé. 25 à 30 000 ans plus tard apparaît la première grande subdivision entre Africains, jusqu'alors uniques humains, et non-Africains. Elle se produit en Europe et au Moyen-Orient. Le crâne récemment découvert à Qafzeh, en Israël, montre que des hommes avait atteint le Moyen-Orient il y a 90 000 à 95 000 ans.

Les Africains forment alors un groupe distinct — divisé en Pygmées, autochtones d'Afrique occidentale, Bantous, et Nilo-sahariens —, génétiquement séparé jusqu'aujourd'hui du reste de la population mondiale ; et le nouvel embranchement est constitué par les ancêtres de la grande majorité du restant de la population de la planète. Il va engendrer deux "supergroupes", les Nord-Eurasiatiques et les Asiatiques du Sud-Est.

La branche nord-eurasiatique se ramifie en Caucasoïdes, les Européens actuels, et par ailleurs en Asiatiques du Nord-Est (ou Mongoloïdes du Nord), englobant les populations arctiques et les Amérindiens. La branche des Asiatiques du Sud-Est, quant à elle, produit ces rameaux que sont les populations du Sud-Est asiatique continental et insulaire, des iles du Pacifique, de l'Australie et de la Nouvelle-Guinée.

Les Caucasoïdes forment un groupe génétiquement cohérent d'une douzaine de populations actuelles, y compris une population dite européenne qui englobe plusieurs groupes proches l'un de l'autre, mais exclut les Sardes autochtones, issus d'une ramification plus précoce.

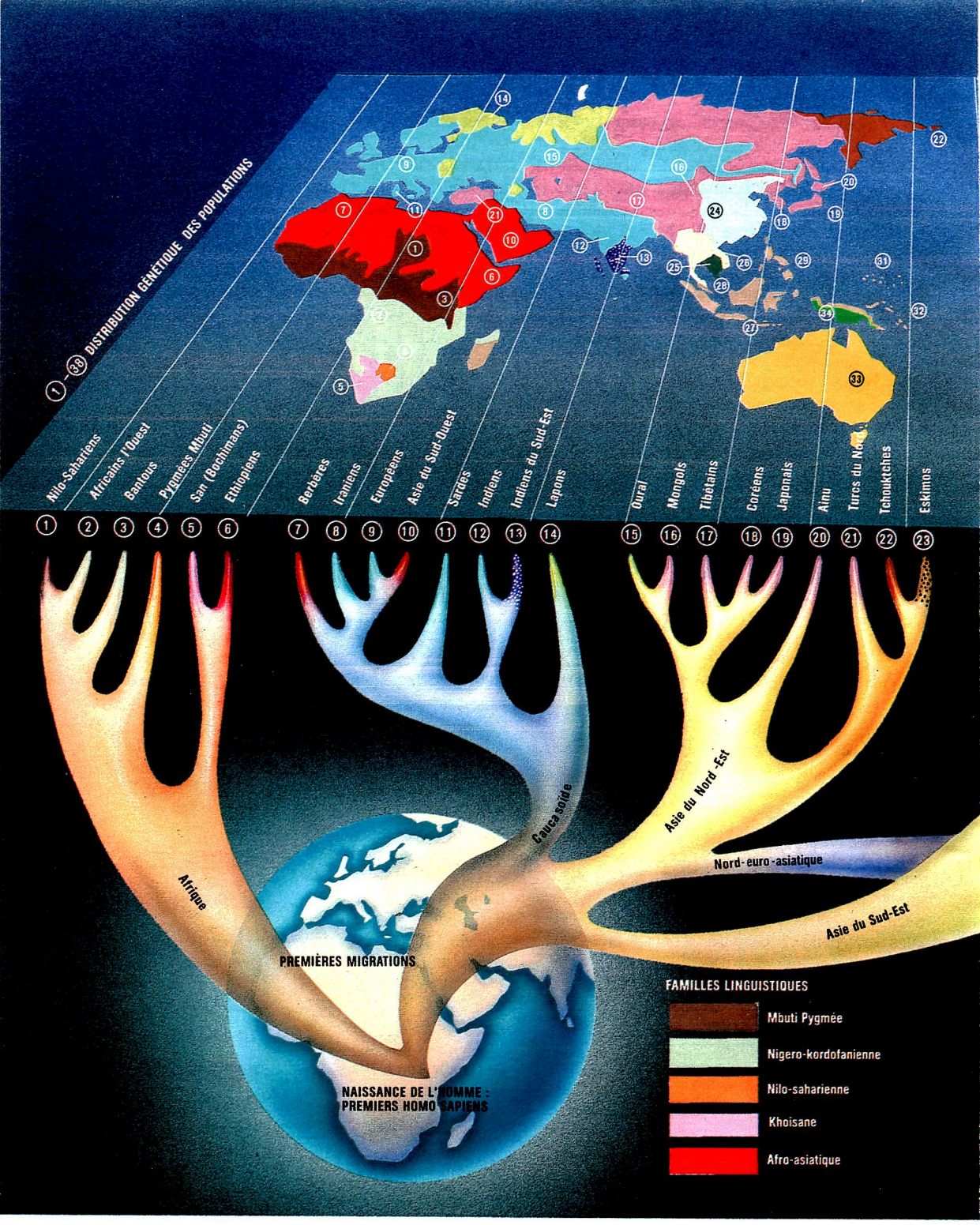
Çà et là se produisent des allers-retours. Ainsi, les Berbères du nord africain se rattachent principalement au groupe caucasoïde, mais rejoignent partiellement le groupe africain, et appartiennent au groupe linguistique afro-asiatique ; les Dravidiens, de l'Inde du Sud-Est, issus de la branche caucasoïde, rejoignent, eux, la branche est-asiatique, et parlent des langues appartenant à un groupe linguistique qui leur est propre, le dravidien. De même les Lapons, quoique principalement apparentés au groupe caucasoïde, ont des affinités avec des groupes asiatiques.

La branche nord-est asiatique, elle, a deux embranchements principaux, dont l'un a donné les les Mongols, les Tibétains, les Coréens, les Japonais et les Eskimo, et l'autre, les Amérindiens, en fait issus de populations sibériennes qui ont franchi à pied sec le détroit de Behring lors d'une période de glaciation il y a une quarantaine de milliers d'années. Les Américains se sont, depuis, séparés en quatre groupes principaux : Ces premiers Amérindiens du Centre, du Sud et du Nord, qui parlent des langues du groupe amérindien, et les Amérindiens du Nord-Ouest, du groupe linguistique Na-Dene (d'origine sibérienne).

A chaque famille linguistique correspond un embranchement majeur de l'arbre génétique

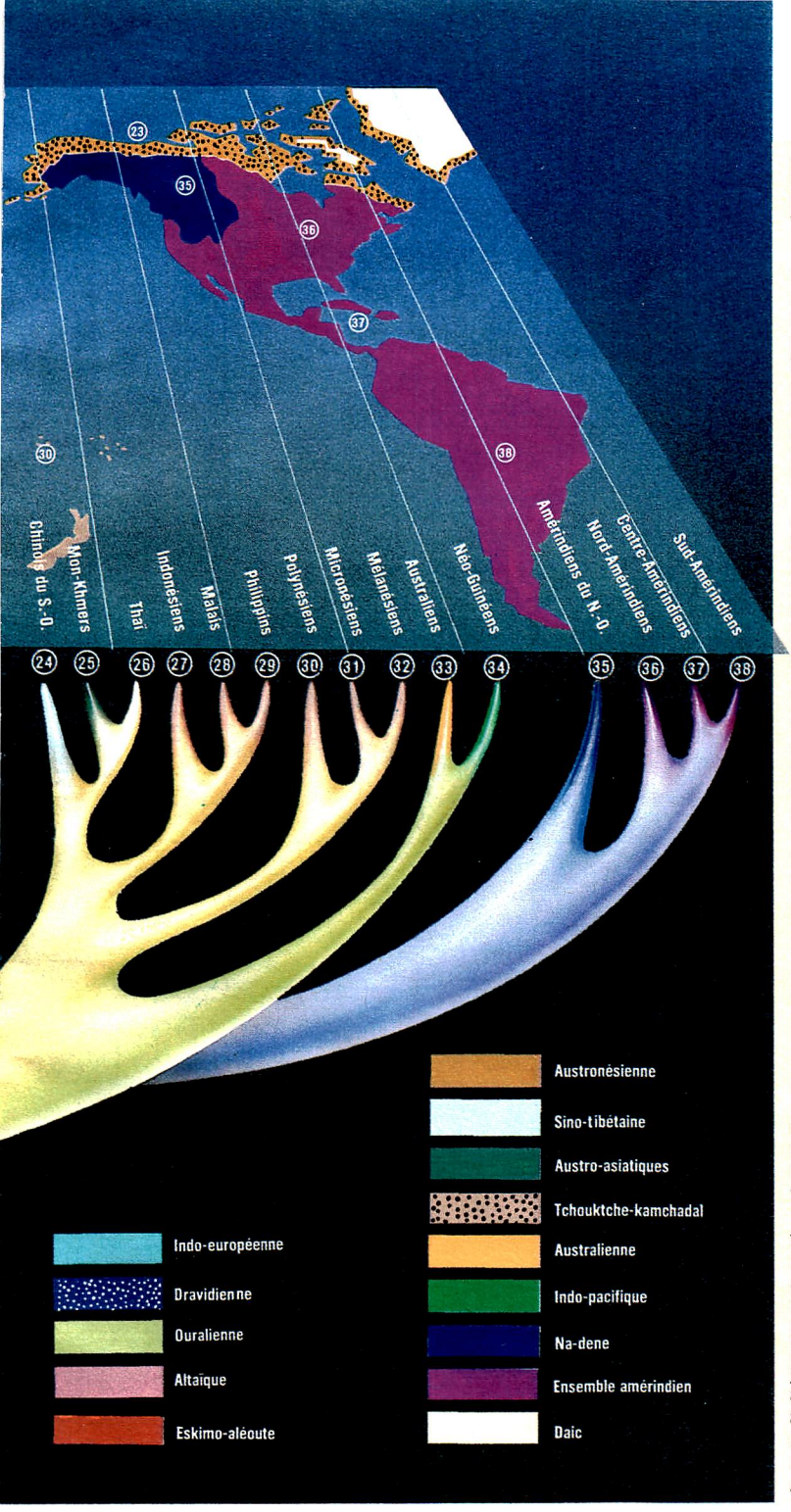
Le supergroupe de l'Asie du Sud-Est s'est subdivisé en plusieurs groupes, dont le principal comprend les populations actuelles de cette région, les Chinois du Sud, les Khmers, les Thaïlandais, les Indonésiens, les Malais et les Philippins, tous parlant des langues de la famille linguistique dite austronésienne.

D'autres sous-groupes peuplent les différentes îles du Pacifique, dont les habitants, Polynésiens, Micronésiens et Mélanésiens, parlent également



des langues de la famille austronésienne. Les Mélanésiens représentent une exception : leur sous-groupe linguistique est l'indo-pacifique, auquel appartiennent les langues parlées par les populations de deux autres rameaux génétiques, l'australien et le néo-guinéen.

Selon ce modèle les populations se fragmentent dans le temps et produisent des sous-groupes qui évoluent indépendamment les uns des autres, et qui peuvent se scinder de nouveau, mais aussi se mé-



L'itinéraire de nos ancêtres reconstitué par la génétique

Cet arbre généalogique du peuplement de la Terre par l'homme a été constitué d'après des critères génétiques établis grâce à l'étude d'individus appartenant aux 42 populations autochtones principales vivant aujourd'hui de par le monde (de **1** à **38** sur notre carte, où l'entité "Europe" regroupe en fait quatre populations). Il en ressort une indication fondamentale : l'humanité est née en Afrique.

De cette origine unique, des vagues d'*Homo sapiens sapiens* — c'est-à-dire l'homme moderne — se sont répandues en branches et embranchements jusqu'à peupler la Terre entière. On peut ainsi, à partir de chaque population actuelle, remonter dans le temps pour en retrouver les origines.

Par exemple, les Amérindiens d'aujourd'hui, en dépit de leur extrême diversité et de leur très large répartition géographique en Amérique du Nord, du Centre et du Sud, proviennent tous d'une origine unique, la souche nord-euroasiatique.

Une constatation particulièrement frappante s'impose, qui confirme la validité de l'arbre génétique : dans la plupart des cas, chaque groupe de populations occupant des rameaux terminaux voisins sur cet arbre appartient dans la réalité à une même famille linguistique parmi les 17 principales (notre carte en compte 19, mais en fait "Austro-asiatique", "Daïc" et "Austronésienne" sont trois sous-branches d'une même famille).

Ainsi, Mongols, Tibétains, Coréens et Japonais sont de la branche génétique Asie du Nord-Est ; et l'on s'aperçoit qu'ils appartiennent également tous à la famille des langues altaïques.

Par souci de clarté, notre carte ne tient pas compte des multiples liens de métissage qui ont pu s'établir au cours des millénaires entre populations au départ séparées. Ce sont de tels phénomènes qui ont fait que les Berbères, bien que de souche Caucasoïde, ont rejoint partiellement le groupe africain et appartiennent à la famille linguistique afro-asiatique. Sont également ignorées par l'étude les grandes migrations modernes, comme le peuplement des Amériques par les Européens.

langer à des groupes issus d'un même embranchement et d'évolution différente. Par exemple, la population San (Bochimans du Botswana) est le résultat d'un mélange très ancien d'une majorité d'Africains avec une minorité de Caucasoïdes qui, après leur long périple indo-européen, seraient revenus en Afrique. Les Lapons, eux, proviennent d'un mélange plus récent d'une majorité de Caucasoïdes et d'une minorité d'Asiatiques du Nord.

Aucune trace dans tout cela de la "race aryenne",

(suite du texte page 170)



+ **TRAITEMENT DE TEXTE EVOLUTION SUNSET.**

+ **GESTION DE FICHIERS SUPERBASE.**

+ **TABLEUR GRAPHIQUE CALCOMAT.**

+ **25 APPLICATIONS VERTICALES PROFESSIONNELLES DÉVELOPPÉES.**

Quand vous achetez un micro, vous vous retrouvez souvent tout nu. C'est-à-dire, sans le nécessaire pour pouvoir l'utiliser.

Le PC 1512 Amstrad, lui, est fourni complet, avec 512 Ko de mémoire, son écran graphique haute résolution, sa mémoire de stockage (1 disquette ou 2 disquettes), son clavier azerty, sa souris, ses interfaces série et parallèle, l'intégrateur GEM, le Basic 2, GEM Paint, les deux systèmes d'exploitation MSDOS 3.2 et DOSPlus, sa documentation française ainsi qu'avec un ensemble logiciel professionnel, l'Intégrale PC +, qui comprend :

- Evolution Sunset, traitement de texte puissant et convivial sur PC,
- Superbase, l'extraordinaire base de données relationnelle et graphique,
- Calcomat, l'excellent tableur graphique,
- 25 applications verticales professionnelles développées.

Amstrad PC 1512** complet

A PARTIR DE

4490 F HT*



tout habillé !

Tous ces logiciels sont intégrés sous GEM, ce qui leur permet de communiquer ensemble et d'exploiter toutes les ressources de la souris et des menus déroulants.

* Amstrad PC 1512 : l'offre PC compatible à partir de 4 490 F HT toute habillée (soit 5 326 F TTC), version simple disquette, écran monochrome.

*** Modèle présenté : PC 1512, SD Couleurs : 6 290 F HT / 7 460 F TTC (prix publics généralement constatés).*

AMSTRAD

La Qualité. L'innovation en plus

Je désire recevoir une documentation sur le PC 1512 AMSTRAD

Nom _____

Société _____

Adresse _____

_____ Tél. _____

Code Postal |_|_|_|_|_| Ville _____

Renvoyez ce coupon à : Amstrad France
B.P. 12 - 92312 Sèvres Cedex.
Ligne consommateurs : 46.26.08.83
Tapez 3615 Code AMSTRAD

1968 20ème ANNIVERSAIRE 1988

SV 2911





COMBIEN DE DORMEURS ÉVEILLÉS AUX COMMANDES ?

Nous confions tous les jours notre vie à des couples hommes-machines : bus-chauffeurs, trains-cheminots, centrales atomiques-ingénieurs, blocs opératoires-anesthésistes... La partie machine est parfaitement surveillée par les instruments de contrôle ; d'autre part, la qualité professionnelle de l'homme est généralement au-dessus de tout soupçon. Reste un oubli : la vigilance, cet état malheureusement transitoire où toutes les facultés d'attention sont en éveil. C'est dans l'aéronautique que le problème a été le mieux étudié (1).

PAR JEAN-MICHEL BADER

(1) C'est pourquoi, à la lecture de notre article, on pourrait penser que les pilotes de ligne passent davantage que d'autres leur temps à dormir aux commandes. Ce serait une grave erreur !

Il fait nuit. Dans l'avion, les passagers somnolent, bercés par le ronronnement régulier des moteurs. Assise dans son fauteuil, l'hôtesse elle-même a pris quelques instants de repos. Par le hublot, elle contemple la Lune, particulièrement brillante vue à cette altitude. Mais la féerie ne dure pas, car l'avion progresse et l'astre quitte le hublot. Pour ne pas succomber au sommeil, l'hôtesse s'est plongée dans la lecture d'un magazine. Soudain, à sa grande surprise, revoici la Lune qui transite d'un bord à l'autre de sa petite fenêtre. Pour le moins étonnée, elle essaie de comprendre. L'avion a-t-il changé de cap ? Elle ne l'a pas senti. Ou bien alors, sans s'en rendre compte, s'est-elle

La vigilance prise au piège

S'inquiéter de l'état de vigilance d'un pilote, ce n'est pas mettre en cause sa compétence ou ses qualités morales, qui sont bien entendu au-dessus de tout soupçon. Mais c'est dans cette profession, qui a été plus volontiers testée que d'autres, que l'on peut le mieux apprécier cette faculté.

L'électro-encéphalogramme montre (**en haut à droite**) des modifications typiques d'un état de vigilance et d'attention soutenue. Un sujet en alerte visuelle et auditive produit (dans la région de son cerveau comprise entre la zone pariétale 3 et la zone occipitale 1) une proportion de spectres d'activité électrique delta (1 à 30 Hz) et thêta (4 à 7 Hz) plus fréquentes qu'au repos. Dans la même région, la proportion de l'activité bêta diminue d'autant. Des chercheurs du Brain Research Institute de l'université de Los Angeles ont découvert que l'activité thêta de l'occiput était même le meilleur indicateur de la vigilance du cerveau : il existe en effet une corrélation directe entre la baisse de performance (décelée par l'augmentation du nombre d'erreurs au cours d'une tâche prescrite) et l'augmentation d'activité thêta.

Le système nerveux autonome : la modification du diamètre de la pupille est un excellent témoin de l'intensité de travail cérébral au cours d'une tâche vigilante. On enregistre (**en bas à gauche**) ces modifications au moyen d'un capteur oculaire chez des sujets à qui l'on fait entendre une série de 7 chiffres qu'ils devront mémoriser et répéter.

Le résultat est stupéfiant : les chercheurs ont vu le diamètre pupillaire augmenter à chaque chiffre entendu, comme si le cerveau donnait à voir, par ce signe, son travail de mémorisation. Lorsque le sujet répète la série de chiffres dans l'ordre entendu, la pupille diminue au même rythme qu'elle avait grandi, comme si l'exécution de la tâche libérait le système cognitif entier d'une tension, d'une attention extrême...

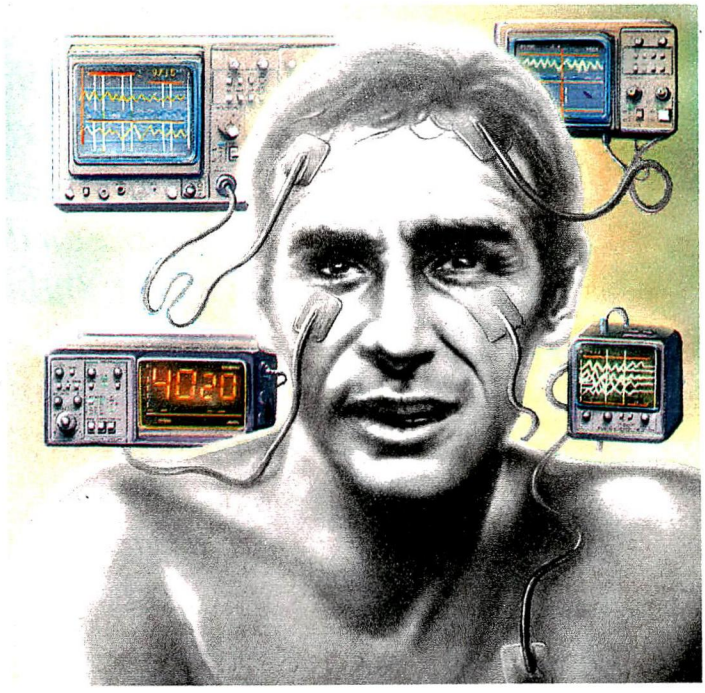
Le rythme cardiaque est sous contrôle permanent du système nerveux autonome. Les battements cardiaques des pilotes d'avion ont été enregistrés pendant des vols entiers, phases de décollage et d'approche comprises. Les chercheurs ont mesuré la variabilité des battements (**en haut à gauche**). Les résultats, là aussi, ont surpris les savants.

Lorsque des pilotes sont en phase d'approche finale pour l'atterrissage, leur rythme cardiaque n'augmente pas nécessairement : si l'atterrissage se fait automatiquement, dans le brouillard, sans intervention du pilote, celui-ci reste à 60 ou 80 contractions par minute.

En revanche, si à une altitude donnée, définie à l'avance, le pilote constate qu'il voit la piste et peut reprendre le contrôle manuel de l'avion, la vigilance devient maximale. La fréquence des battements monte parfois jusqu'à 160 ou 170 par minute ; quelle que soit sa décision — piloter ou ne pas piloter —, le commandant de bord est en état d'alerte maximale, ce que reflète le changement électrocardiographique.

Le rythme respiratoire (une électrode collée sur la poitrine, **en bas à droite**), la saturation transcutanée du sang en oxygène (un simple capteur au bout du doigt), les mouvements rapides et lents des yeux (un capteur sur la paupière), les potentiels électriques des muscles (une électrode musculaire) sont d'autant de signaux qui renseignent également sur l'état de vigilance.

On peut, à l'aide de tous les éléments que nous venons d'évoquer, imaginer une boîte noire "pilote", enregistrant seconde après seconde son état de vigilance et son potentiel de performance pendant un vol donné.



assoupie ? Elle en est là de ses réflexions quand, pour la troisième fois, la Lune réapparaît dans le hublot ! Cette fois, c'en est trop. Elle fonce vers le cockpit, ouvre la porte et découvre... l'équipage au complet plongé dans le sommeil. Le commandant a encore la main posée sur la molette de changement de cap, celle qui sert à programmer le pilote automatique. Depuis une demi-heure, le DC-6 à destination de Bahrein effectuait de larges cercles au-dessus de la Méditerranée !

L'histoire n'est pas nouvelle, puisqu'elle date de 1955, mais elle fait partie du "folklore" que se transmettent les pilotes. Cette même année, d'ailleurs, un autre long-courrier de la même compagnie faillit s'abîmer en mer pour une raison similaire : l'appareil s'étant mis à piquer fortement, l'hôtesse alla aux nouvelles et trouva l'équipage profondément endormi. Le pilote, brusquement rappelé à la réalité par les cris de la jeune femme, n'eut que le temps de débrancher le pilote automatique et de tirer sur le manche. La catastrophe fut évitée, mais de justesse.

Depuis lors, les réacteurs ont remplacé les moteurs à pistons, mais les mésaventures occasionnées par la fatigue ou la baisse de vigilance n'ont pas disparu pour autant. Même si l'on n'en parle pas. Même si, jusqu'ici, on ne s'en est guère préoccupé, au prétexte qu'il ne s'agit que d'incidents exceptionnels, et que la majorité des pilotes, hommes expérimentés, bien entraînés, en bonne santé et maîtrisant parfaitement la conduite de leur appareil, sont tout à fait capables de surmonter leurs accès de somnolence et de conserver intactes toutes leurs facultés. Bref, il n'y avait rien d'alarmant, rien en tout cas qui méritât de retenir l'attention des compagnies et des organismes internationaux qui régissent l'aviation commerciale.

Pourtant les faits sont là. Dramatiques, parfois. Ainsi, en 1985, un DC-8 de la compagnie Arrow Air, ramenant 248 militaires américains du Moyen-Orient, s'est écrasé en décollant de l'aérodrome de Gander (Terre-Neuve), où il venait d'effectuer une escale technique. Aucun survivant. Dans son rapport — qui n'a toujours pas été rendu public trois ans après l'accident, mais dont une version "officieuse" a circulé sous le manteau — le Canadian Aviation Safety Board incrimine un phénomène de givrage et, surtout, la grande fatigue de l'équipage. Celui-ci, au cours des douze journées précédentes, avait été soumis à un véritable régime de forçat, enchaînant vol sur vol (dont deux au moins avaient été d'une durée supérieure à ce qu'autorise la réglementation américaine) et ne disposant que de trop courtes périodes de repos. Au total, ces hommes avaient passé près de 57 heures dans leur cockpit, avaient dû prendre plusieurs fois le départ en pleine nuit et avaient subi de multiples décalages horaires. En conclusion, le rapport reproche aux règlements de la Federal Aviation Administration de ne tenir aucun compte des résultats des récents travaux sur les effets physiologiques des bouleversements horaires et leurs répercussions sur le niveau de vigilance. En clair, la commission canadienne estime que des normes édictées à une époque où il fallait dix heures pour traverser les Etats-Unis, n'ont plus aucun sens de nos jours où, dans le même temps, on franchit allègrement une demi-douzaine de fuseaux horaires.

Très révélatrices aussi sont les "missives" adressées à l'ASRS (*Air Safety Reporting System*). Depuis une douzaine d'années, en effet, les équipages américains disposent d'une sorte de "boîte aux lettres", où, sous le couvert de l'anonymat, ils peuvent signaler leurs erreurs et leurs manquements, en dénoncer la cause et réclamer les améliorations qui pourraient en éviter le retour. L'organisme destinataire — l'ASRS, précisément — qui est aujourd'hui géré par la NASA, a reçu depuis sa création, environ 95 000 "confessions", d'autant plus franches que l'incognito garantit leurs auteurs contre tout risque de sanction. Or, parmi les lettres reçues au cours des quatre dernières années, plus de 600 désignent nommément la fatigue comme facteur déclenchant d'erreurs de navigation, d'inexactitudes dans les calculs, de bourdes dans les transmissions et de fautes de pilotage qui auraient pu mal se terminer.

C'est un commandant de bord qui avoue : « Oui, j'ai effectué des vols dangereux parce que nous étions tous crevés. On nous fait partir à minuit pour des vols qui comportent trois escales, c'est-à-dire trois atterrissages et trois décollages supplémentaires, et, lorsque nous arrivons à destination, vers midi, nous sommes transformés en chair à pâté. »

C'est le copilote d'un Jumbo reliant San Franciso à Boston qui, en février 1987, écrit : « Nous avions entamé notre descente sur Boston, et je buvais un café pour retrouver mon tonus. Soudain, levant les yeux de ma tasse, je vois le commandant de bord qui dort comme un bienheureux... »

Au mois de mars 1987, un long-courrier assurant la liaison Los Angeles-Baltimore perd progressivement de l'altitude et se retrouve à 4 000 pieds (1 200 m) au-dessous de la route que lui ont assignée les contrôleurs du ciel. C'est en frôlant un autre jet que l'équipage s'aperçoit de son erreur. Dans son compte-rendu à l'ASRS, un des membres dudit équipage explique : « Je ne crois pas que des hommes en forme auraient commis une telle bévue. Mais nous avions volé toute la nuit et, au petit matin, quand l'incident est survenu, nous n'étions certainement plus en possession de tous nos moyens. Les règlements aériens ne tiennent pas assez compte des effets débilitants du travail nocturne, effets qui apparaissent aux premières lueurs de l'aube. »

Autre exemple qui date d'il y a à peine un an : le copilote d'un quadriréacteur confie à l'ASRS qu'au

départ de Fort Lauderdale, en Floride, il a failli décoller sans avoir sorti ses volets. Un oubli qui aurait pu avoir des conséquences tragiques puisque, trois mois auparavant, c'est une erreur de ce type qui fut, croit-on, à l'origine de la catastrophe de Détroit, où un DC-9 de la Northwest s'écrasa, faisant 154 victimes. Fort heureusement, dans le cas présent, les voyants d'alarme se sont allumés, le copilote les a vus et a pu rétablir la situation au dernier moment. Pour justifier sa grave étourderie, il invoque son état de fatigue, à la suite de trois journées de travail sans repos suffisant.

Peut-on accorder quelque crédit à ce genre de témoignages, ou sont-ils un moyen pour les pilotes d'exprimer des revendications et d'obtenir de meilleures conditions de travail ? Le responsable de l'ASRS, Bill Reynard, ne pense pas une seconde que son organisme puisse se faire manipuler : « Nos analystes sont dans l'aviation depuis 20 ou 30 ans, et ce n'est pas à eux que l'on ferait prendre des vessies pour des lanternes ! » Pour lui, il ne fait pas de doute qu'il y a des erreurs de pilotage récurrentes qui sont directement imputables à la fatigue et à une surcharge de travail dans le cockpit.

Les Anglais, d'ailleurs, ont également adopté le principe du "bureau des réclamations" en créant le CHIRP (*Confidential Human Factors Incident Reporting Program*). A la différence de leurs collègues américains, dont les défaillances surviennent surtout dans les moments critiques de l'atterrissage et du décollage, les pilotes britanniques font état d'incidents qui se produisent en cours de vol, notamment lors de la traversée de l'Atlantique. L'océan a-t-il un effet sopirifique sur les sujets de Sa Majesté, ou ceux-ci ne mentionnent-ils que les fautes vénielles par crainte des sanctions (le système anglais n'est, en effet, qu'à demi anonyme) ?

Et en France ? La "boîte aux lettres" existe également, mais, pour le moment, elle n'est en usage que dans l'armée de l'air. Pourtant les équipages civils auraient eux aussi bien des choses à dire sur les conséquences de la fatigue. Témoin cette anecdote rapportée par Jacques Célerier, mécanicien navigant à Air Inter : « C'était au départ d'un vol de retour d'Afrique. Passant en revue les différents éléments de la check-list, je demande au pilote :
« - Index vitesse ?
» - Réglé, me répond-il. Cet affichage de la vitesse référence est capital pour le décollage comme pour l'atterrissage. En l'occurrence, l'instrument, pourtant placé sous les yeux du pilote, était mal programmé. Je répète donc :
» - Affichage index vitesse ?
» - Réglé, réitère notre homme. J'insiste :
» - Affichage index vitesse ?
» - Oh ! m... !
» Les deux fois précédentes, il avait répondu machinalement. Une escale trop courte ne lui avait pas permis de récupérer, et, j'en suis persuadé, seule la fatigue était responsable de cette curieuse absence qui aurait pu avoir des suites fâcheuses. »

Les effets de la fatigue sont multiples. Dave Lindsley, pilote à United Airlines, les hiérarchise de la façon suivante : « Quand survient la lassitude, vous vous laissez plus facilement distraire. D'abord, vous ratez un signal radio, ou vous entrez dans l'ordinateur de bord des données erronées. Ensuite, les problèmes physiques apparaissent : votre vue se brouille, vous lisez 1 500 au lieu de 2 500 ou bien vous confondez les interrupteurs. Parfois, vous vous trompez carrément de cap, virant à droite quand il faut tourner à gauche. »

Pour sa part, Jacques Gautier, commandant de bord à Air France, traitant, dans une récente communication à la Société française de médecine aérospatiale, de l'incidence de la fatigue sur la sécurité des vols, dressait une liste encore plus impressionnante des méfaits du surmenage. Il y était question d'erreurs de jugement, d'allongement des temps de réaction, de décisions prises à contretemps, de manque de concentration, voire d'apathie vis-à-vis des erreurs commises. Le pilote fatigué remet facilement à plus tard les décisions importantes, se désintéresse des instruments secondaires, prend des risques inutiles et néglige les signes précurseurs du danger. Plus grave, quand la situation devient critique. Il apprécie mal les urgences.

Ce noir tableau ne manquera pas d'étonner le profane, pour qui le métier de pilote de ligne n'évoque pas précisément le labeur du mineur de fond. Certes, le pilote connaît des périodes d'intense activité, mais, après ses vols, il bénéficie de longues journées de repos. Alors, parler de fatigue, d'épuisement, de surmenage, n'est-ce pas forcer un peu la note et prêter une oreille trop complaisante à des récriminations d'enfant gâté ? En fait, le problème n'est pas tant dans la répartition entre temps de travail et temps de congé que dans l'organisation et la durée des cycles d'activité. Il n'est pas rare, par exemple, qu'un équipage américain fasse San Francisco-Londres le lundi, Londres-New York le mardi, puis deux allers et retours New York-Paris les quatre jours suivants, après quoi seulement il aura droit à une semaine de repos. Normalement, il ne doit pas voler plus de 12 heures par 24 heures, mais à ces 12 heures de présence dans le cockpit s'ajoutent les trajets de l'aéroport à l'hôtel, la préparation du vol au départ et le compte rendu à l'arrivée. En tout 16 ou 17 heures de travail effectif.

D'autre part, certaines compagnies, comme la Northwest, interprètent les règlements à leur manière. Quand un vol long-courrier n'atteint pas la limite autorisée, l'équipage doit compléter sa journée avec un ou deux vols "domestiques", ce qui allonge encore la période de veille.

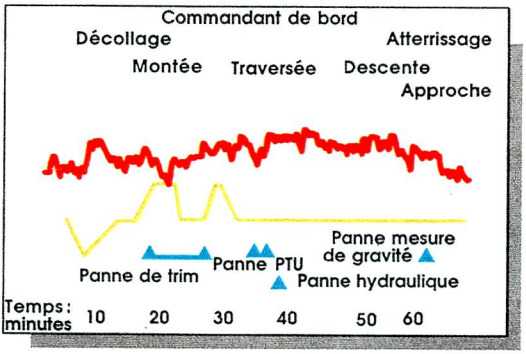
En France, où la réglementation a été établie par

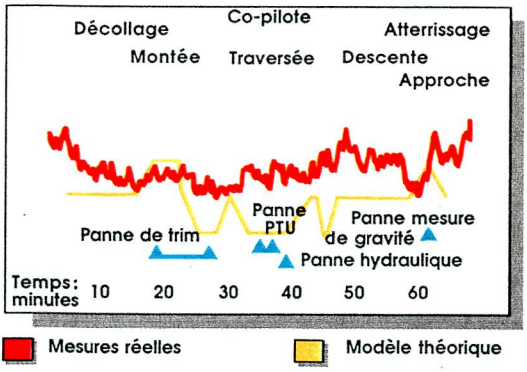
Mesurer la fatigue du pilote

Chez Airbus Industries, un modèle mathématique regroupe certaines données de l'avion même et des paramètres physiologiques du pilote (comme la variabilité de la fréquence cardiaque). Il a été essayé avec succès lors des vols de certification de l'A 320, et pourrait être un élément d'une future boîte noire "pilote".

Lors des différentes phases de ces vols (Orly-Amsterdam), la charge de travail du commandant de bord (**à gauche**) et du copilote (**à droite**) ont été mesurées et comparées à une prévision théorique. Comme l'indique la courbe jaune, les simulations de panne de trim, de l'instrument de mesure de la gravité ou d'un système hydraulique augmentent la charge de travail. Mais ce sont les phases finales d'approche et d'atterrissage qui sont éprouvantes. A noter également : le copilote a une charge de travail légèrement supérieure à celle du commandant !







des décrets datant de 1951 et de 1960, les équipages en service sur des avions à réaction de plus de 14 tonnes n'ont théoriquement pas le droit de voler plus de dix heures consécutives, ce qui, avec les tâches complémentaires du départ et de l'arrivée, représente une amplitude de travail effectif de quatorze heures. En outre, si le vol dure plus de six heures, ils bénéficient automatiquement d'une pause de dix-huit heures, et chaque heure de vol au-delà de huit heures donne même droit à quatre heures de repos supplémentaire. Ainsi un vol Paris-Anchorage, d'une durée de neuf heures, doit obligatoirement être suivie de 18 + 4 = 22 heures d'arrêt.

Cela étant, de nombreuses dérogations sont accordées aux compagnies. Un Paris-Rio, par exemple, s'effectue en onze heures. Il faudrait donc, pour satisfaire à la réglementation, fractionner le vol en deux étapes. Comme il ne saurait en être question, commercialement parlant, les compagnies sont autorisées, moyennant un renfort d'équipage (généralement un copilote supplémentaire), à faire le trajet d'une seule traite. Il en est ainsi sur de nombreux parcours, où les lois de la concurrence obligent souvent à des accommodements avec les règlements. Et nous ne parlons pas de certaines compagnies de charters qui pratiquent volontiers la falsification des documents de vol pour faire apparaître deux équipages là où il n'y en avait qu'un.

Mais la fatigue ne naît pas seulement de la longueur des phases d'activité, elle provient aussi de la mauvaise qualité des périodes de repos. Les décalages horaires, en effet, perturbent totalement l'horloge biologique et provoquent sinon des insomnies, du moins des retards à l'endormissement. D'où des réveils pâteux et une somnolence qui n'attend que l'occasion propice pour se transformer en assoupissement. Dans ce contexte, les cadences d'activité n'arrangent pas les choses : à la phase critique de décollage , au cours de laquelle toutes les facultés sont mobilisées, succède une longue période pendant laquelle la charge de travail tombe presque à zéro. La vigilance s'émousse et la léthargie s'installe. La monotonie engendre l'atonie. Laissons la parole à un commandant de bord, P. Cantaloub, président du Syndicat national des pilotes de ligne : « Sur Paris-Rio, par exemple, une fois que vous vous êtes

calé sur votre altitude de croisière, vous avez huit heures de vol pendant lesquelles il ne se passe pratiquement rien. La tâche se réduit à une surveillance quasi inconsciente des instruments. Lorsqu'arrive le moment de penser à l'approche, vous revenez doucement à la réalité en prenant la météo et en échangeant quelques messages radio. Puis, soudain, alors que vous commencez à peine à émerger, vous voilà plongé en plein embouteillage. C'est pire que l'entrée du périphérique un dimanche soir. Il y a des avions partout, et la radio n'arrête pas de vous transmettre les instructions des contrôleurs du ciel. Adieu la torpeur, bonjour le stress ! » C'est précisément dans ces moments-là que la fatigue et le manque de sommeil peuvent conduire aux pires aberrations. Mais qui s'en soucie ?

Les constructeurs, eux, se retranchent derrière la qualité ergonomique de leurs appareils. « Dans tous nos avions, dit-on à Airbus Industrie, la charge de travail est compatible avec des vols de longue durée. Ils sont si faciles à piloter qu'on pourrait aisément faire avec eux des trajets de douze à seize heures. » Un jugement qui fait bondir Xavier Barral, chargé de la sécurité au Syndicat national des pilotes de ligne : « Tous les constructeurs sont pareils, ils raisonnent comme si leur avion était seul dans le ciel. Ils devraient pourtant savoir que tous les vols transatlantiques d'Europe vers l'Amérique partent à peu près à la même heure. Que toutes les compagnies réclament aux contrôleurs la meilleure route, celle qui, en fonction du vent, sera la plus rapide et permettra la plus forte économie de carburant. Or un Airbus, un 747, un DC-10 et un Tristar n'ont pas les mêmes vitesses. Pour éviter qu'ils ne se rattrapent et ne se télescopent, les aiguilleurs sont donc obligés de les placer sur des routes parallèles, soit au même niveau, soit à des niveaux différents. Dès lors, la plus grande vigilance est requise, et la charge de travail n'a plus rien à voir avec les plans de vol idylliques auxquels se réfèrent les avionneurs. »

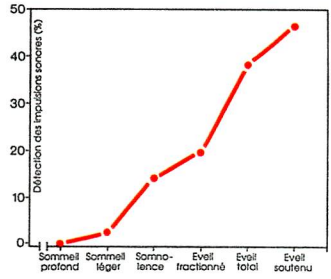
Pour les compagnies non plus, la fatigue n'existe pas. Et quand, par malheur, elle est à l'origine d'un accident, elle est toujours camouflée sous l'appellation de "faute de pilotage". Exemple : le 25 septembre 1978, un 727 de la Southwestern Pacific entre en collision avec un avion de tourisme. Bilan : 146

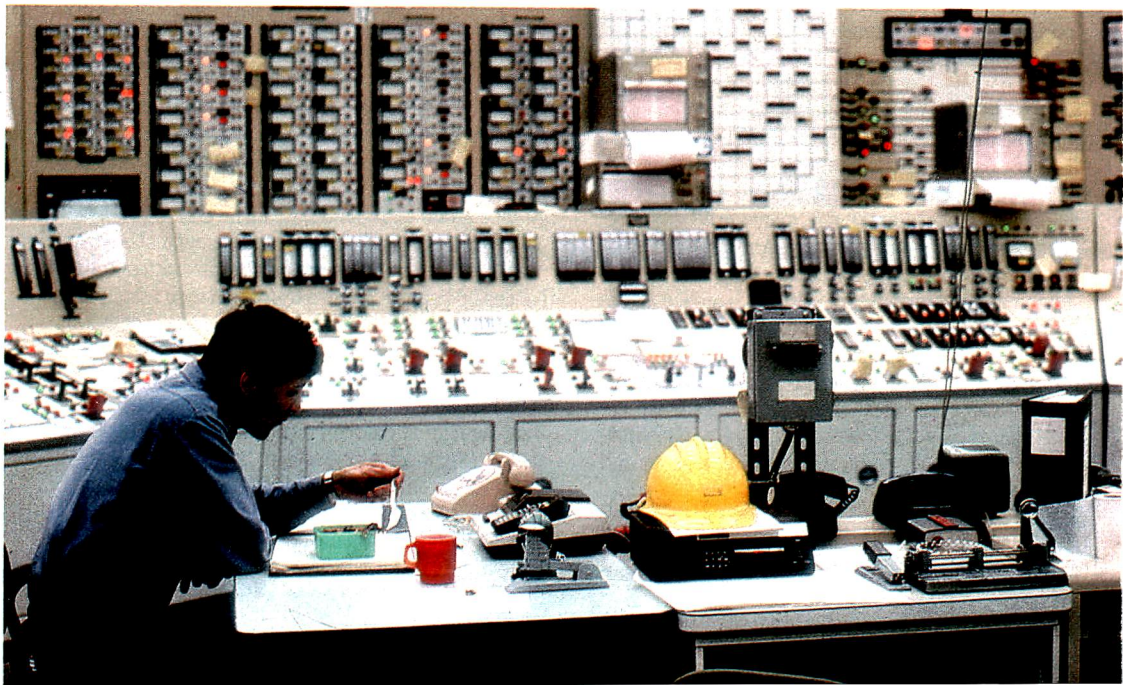
Condamné à ne rien faire devant mille cadrans

Par sécurité, les opérateurs doivent être physiquement présents dans les centrales nucléraires. Les opérations étant informatisées à l'extrême, toujours par sécurité, comment ne pas succomber à la sieste !

Mais serait-ce un vrai sommeil ? Car on peut tout à fait être "éveillé" en dormant : quand on fait entendre des sons à des sujets plus ou moins vigilants (**voir graphique ci-contre**), ceux qui sont plongés dans le sommeil réagissent quand même aux stimuli dans un nombre non négligeable de cas.

Bref, ils dorment éveillés, comme ces conducteurs de train qui sont plus vigilants lorsqu'ils conduisent en phase de sommeil paradoxal qu'en simple état d'éveil...





morts. La boîte noire contenant l'enregistrement des conversations de l'équipage est retrouvée. Sur la bande, on entend distinctement le commandant de bord déclarer à ses acolytes : « Je suis crevé. La nuit a été trop courte. » Effectivement, la nuit précédente, l'équipage avait eu moins de cinq heures et demie pour tenter de se reposer. En dépit de ces indices, la compagnie invoquera l'erreur de pilotage. Sans doute y a-t-il eu erreur, mais elle n'était que la conséquence de la fatigue.

Même au colloque sur la sécurité aérienne qui s'est tenu dernièrement à Toulouse, et au cours duquel on a disséqué les récentes catastrophes, la fatigue n'a jamais fait figure d'accusée. Si procès il y eut, ce fut celui de l'automatisation excessive des commandes, qui dépersonnalise les équipages et, à la limite, leur ôte tout sentiment de responsabilité. Le grief est, certes, recevable, mais, encore une fois, c'est l'arbre qui cache la forêt, les "pannes" de vigilance étant cent fois plus démobilisatrices que la surabondance d'automatismes.

Seulement voilà, si, à la suite d'une catastrophe, on peut analyser les débris, faire parler les boîtes noires, interroger les centres de contrôle et entendre les témoins, il n'existe pas de procédés qui permettent d'évaluer la fatigue du pilote, de juger de sa capacité d'attention et du degré d'éveil de son cerveau au moment de l'accident. La fatigue, en effet, est un phénomène complexe, dans lequel interviennent différentes composantes physiologiques, et qui varie selon le tempérament de chacun. La même charge de travail peut épuiser un gaillard et laisser des ressources à un gringalet. Pour mesurer la fatigue, il faudrait connaître l'horloge biologique de chaque individu, la façon dont il "encaisse" les décalages horaires, le fonctionnement de sa glande pinéale (l'organe qui sécrète la mélatonine, l'hormone responsable des cycles diurne et nocturne), l'activité électrique de son cerveau, etc. Bref, il faudrait à tout moment posséder un ensemble de données qui ne sont accessibles que dans le cadre d'une surveillance clinique. On est loin des préoccupations habituelles des compagnies aériennes !

Même les plus attentives au bon déroulement des vols ne sont pas en mesure de prévoir les défaillances des pilotes. A Air France, par exemple, il existe une commission de contrôle qui décortique tous les vols. Les enregistrements contenus dans les boîtes noires sont systématiquement dépouillés par une machine automatique qui décrypte toutes les données consignées sur les bandes magnétiques, données indiquant l'évolution minute après minute d'environ 120 paramètres (altitude, vitesse, régime des moteurs, débattement des ailes, position des volets, etc.). La moindre anomalie est immanquablement détectée et aussitôt analysée. Chaque vol est ainsi intégralement reconstitué, avec ses incidents, ses erreurs, ses "ratés". Les seuls paramètres qui ne puissent pas être vérifiés, sont les paramètres humains, tels que l'état de fraîcheur de l'équipage, son niveau de réceptivité ou son aptitude à assurer la charge de travail qui lui est imposée. Dans ce domaine, les commissaires ne peuvent se fier qu'aux déclarations a posteriori des intéressés, c'est-à-dire à des témoignages forcément subjectifs.

Les instances officielles elles-mêmes ne semblent pas pressées d'accroître la sécurité des vols par une meilleure connaissance de ces paramètres humains. En France, la Direction générale de l'aviation civile a bien commandé au CNRS une étude sur l'impact de facteurs tels que la fatigue et la baisse de vigilance mais, à ce jour, malgré le milliard de centimes dépensé, ni les pilotes, ni leurs organisations représentatives, ni les compagnies n'en connaissent les résultats, même préliminaires.

Alors, cette fatigue que personne ne semble vouloir (ou pouvoir) prendre en compte, est-elle, oui ou non, une réalité objective ?

Partout dans le monde, des scientifiques commencent à se pencher sur la question et ne sont pas loin de donner raison aux navigants. Curtis Graeber, par exemple, qui chapeaute le département aviation au centre de recherches de la NASA proche de San Francisco, rejoint les conclusions des pilotes sur les effets pernicieux de la fatigue et les accidents que celle-ci est susceptible de provoquer. Lui aussi a enquêté auprès des équipages, ce qui lui permet d'appuyer ses propos d'anecdotes révélatrices. Il raconte ainsi qu'au début des années 80, un avion de ligne effectua la traversée du Pacifique, d'Anchorage aux côtes du Japon, à une altitude inférieure de 900 pieds à celle qui lui avait été fixée. Les pilotes, au départ, s'étaient trompés dans le réglage de leur altimètre. Ces hommes, commente Graeber, étaient mal réveillés non seulement à cause de l'heure très matinale du décollage, mais aussi parce que, le décalage horaire ayant perturbé leur rythme circadien, ils avaient à peine dormi au cours de la nuit. C'est le contrôleur radar de Tokyo, bien éveillé lui, qui rappela sèchement à l'ordre les étourdis et leur fit prendre conscience du danger qu'ils avaient fait courir à leurs passagers.

Tout comme les pilotes que nous avons mentionnés plus haut, Curtis Graeber rend la fatigue responsable de divers troubles psychologiques tels que l'omission grave, l'inconscience ou l'obnubilation. Pour l'omission, il cite cet équipage qui, abruti par de trop mombreuses heures de vol, a oublié de refaire le plein complet de ses réservoirs... et s'en aperçoit au beau milieu du Pacifique. Pour l'inconscience, il évoque ce pilote qui, vanné, ne se rend pas compte qu'il aborde la piste à une vitesse excessive, et envoie son DC-10 dans le décor à l'aéroport de New York. Pour l'obnubilation, enfin, il relate le comportement aberrant de l'équipage d'un Boeing 747 assurant la liaison Taipei-Los Angeles. L'avion

évolue tranquillement à 41 000 pieds (12 500 mètres) quand, brusquement, un des réacteurs de droite tombe en panne. Au lieu de débrancher immédiatement le pilote automatique et de contrôler manuellement l'assiette de l'appareil, le commandant de bord et son adjoint n'ont qu'une idée en tête : faire repartir le réacteur défectueux. Ils sont tellement absorbés par cette unique préoccupation qu'ils ne s'aperçoivent pas que l'avion dévie et commence à s'incliner dangereusement. Ils ne reviendront à la réalité que lorsque le Boeing, déséquilibré, plongera carrément vers l'océan. Par une chance inouïe, ils parviendront à le "récupérer" après une chute de près de 30 000 pieds (9 000 mètres) et à le poser en catastrophe à San Francisco. Tout le monde était sauf, mais l'avion était bon pour la casse : soumise à de trop fortes accélérations, sa structure n'avait pas résisté. L'esprit engourdi par la fatigue, le pilote et le copilote avaient mal apprécié l'ordre des priorités.

D'autres scientifiques ont mis en évidence un fait qui donne à réfléchir : les pilotes ne savent pas évaluer correctement leur degré de fatigue, et, par conséquent, leur niveau de vigilance. Beaucoup pensent qu'une nuit blanche est plus débilitante que quelques heures de sommeil perdues par-ci, par-là. Or, c'est exactement le contraire. Le Dr Roger Broughton, un neurologue canadien qui s'est intéressé à la question, est formel : après une nuit sans sommeil, un sujet en bonne santé est encore capable d'auto-évaluer, sur une échelle ad hoc, son niveau de vigilance et le degré d'efficacité de son cerveau (ces estimations sont ensuite vérifiées par des tests où la mesure des temps de réponse indique le niveau d'éveil et où le pourcentage des signaux détectés sur un écran révèle le niveau de performance du cerveau). En revanche, si, au lieu de passer une nuit blanche, le sujet est privé chaque nuit de quelques heures de sommeil, au bout de cinq jours il devient totalement incapable d'apprécier le niveau de sa vigilance et de ses facultés mentales. Il est épuisé sans le savoir.

Cela est d'autant plus inquiétant qu'avec la généralisation de l'automatisation, les pilotes sont de moins en moins sollicités physiquement et de plus en plus mentalement. Ils ne contrôlent donc plus directement leur état de fatigue d'après la pénibilité de l'effort, mais peuvent par contre être victimes à leur insu de sournoises régressions de leur potentiel intellectuel, ces baisses de régimes étant favorisées par la monotonie du travail.

Les scientifiques ont également tenté de mesurer les effets de ces alternances de périodes creuses et de moments de presse dont il a été question plus haut. Les chercheurs du laboratoire d'anthropologie et d'écologie humaine de l'université René Descartes, à Paris, ont assis des sujets dans une cabine simulée, face à un écran de visualisation sur lequel une figurine se déplace horizontalement de gauche à droite et de droite à gauche entre deux bornes fixes. Quand la figurine chevauche une borne (signal critique), le sujet doit aussitôt presser un bouton qui se trouve sur son "manche à balai" (épreuve de vigilance). Dans un premier temps, qui dure environ quarante-cinq minutes, la figurine se déplace lentement, et les signaux critiques sont rares (3 en dix minutes). Puis, brusquement, le mouvement s'accélère : la figurine bouge sans cesse, et les signaux critiques se multiplient (jusqu'à 50 par minute). A l'aide du manche, le sujet doit, chaque fois, ramener la figurine dans la zone centrale de l'écran (épreuve d'attention soutenue). Suit une nouvelle période de calme, interrompue par un nouveau "coup de feu". En tout, l'expérience dure environ trois heures et demie. Pendant tout ce temps, des capteurs enregistrent l'activité électrique du cerveau (électro-encéphalogramme) et les mouvements des yeux (électro-oculogramme). Le but du test est de déterminer si la baisse de performance, inévitable avec le temps, est plus sensible dans les périodes d'accalmie, ou bien dans les moments de stress, ou encore à l'occasion du passage d'une situation à l'autre.

A l'heure actuelle, un trop petit nombre de sujets a été soumis à ce test pour que l'on puisse tirer des conclusions définitives. Seule la poursuite de l'expérience permettra d'harmoniser des résultats encore trop dissemblables et d'en dégager d'utiles enseignements.

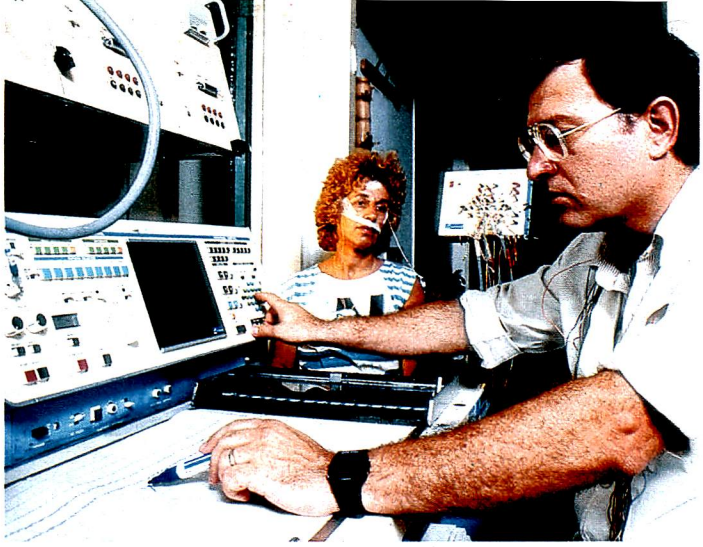
L'Américain William James, l'un des pionniers de la psychologie moderne écrivait en 1890 : « L'attention soutenue volontaire durant plus de quelques secondes, cela n'existe pas. Ce que l'on nomme attention soutenue volontaire n'est que la sommes des efforts successifs que fait le cerveau pour remettre le sujet sur le tapis. » Ce jugement, toujours valable aujourd'hui, montre à quel point il est difficile d'apprécier, à un instant donné, le niveau d'éveil d'un individu.

Christian Guilleminault, un spécialiste français des troubles du sommeil qui travaille à l'université de Stanford, en Californie, s'est attelé à l'étude de la somnolence diurne en milieu professionnel. Toute personne, en effet, passe au cours de la journée par des cycles de veille et de somnolence qui, jusqu'ici, n'avaient été mesurés qu'indirectement, par la comparaison des niveaux d'activité et l'observation des capacités mentales. La méthode, manquant par trop de précision, avait donné des résultats passablement contradictoires, en tout cas impossibles à exploiter. C'est pourquoi le Pr Guilleminault a mis au point un test d'appréciation directe et quantitative : le MSLT (*Multiple Sleep Latency Test*). Le sujet est invité à faire cinq siestes, respectivement programmées à 10 h, midi, 14 h, 16 h et 18 h, dans une pièce confortable, isolée de tout bruit et convenablement

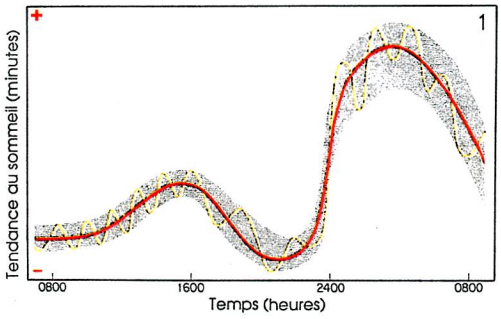
Les heures du sommeil impossible

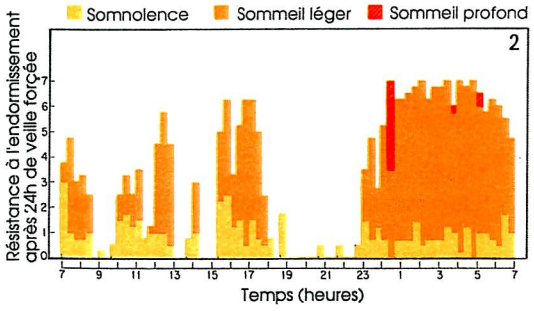
Au laboratoire d'analyse du sommeil de Peretz Lavie, à Haïfa (Israël), on s'intéresse aux cycles ultradiens, ces périodes courtes dans la journée, où l'organisme a une tendance plus ou moins grande à s'endormir. On examine aussi ces moments de "sommeil impossible", où, même épuisé, l'homme est incapable de trouver le sommeil.

Le graphique 1 donne la résistance diurne d'un individu à l'endormissement : il existe deux "portes d'endormissement", à 16 heures et à 24 heures, encadrant une "zone interdite". Si les compagnies aériennes se penchaient sur cette courbe, elles comprendraient pourquoi leurs équipages ne peuvent pas "récupérer" aux escales.



Sur le graphique 2, on note un "pic" de somnolence entre 15 et 19 heures, puis cette période de sommeil "impossible" entre 19 et 23 heures. A minuit, soit après 48 h de veille forcée, la porte du sommeil s'ouvre et le sujet succombe, quels que soient ses efforts pour rester éveillé.





chauffée. Chaque fois, on enregistre ses potentiels cérébraux afin de pouvoir évaluer, sur le tracé de l'électro-encéphalogramme, le temps de latence, c'est-à-dire la période entre l'extinction de la lumière et le début du sommeil. A l'issue des cinq siestes, on fait la moyenne des temps de latence : tout sujet qui s'endort, en moyenne, en moins de cinq minutes est considéré comme ayant un niveau pathologique de somnolence.

Un tel test pourrait à l'évidence être utilisé dans l'aéronautique pour la sélection des pilotes : à compétences égales, on choisirait pour les longs parcours ceux qui résistent le mieux à la somnolence. L'enregistrement de l'activité cérébrale en continu dans le cockpit pourrait également fournir de précieuses indications et constituer une sorte de "boîte noire physiologique". Car les tracés électro-encéphalographiques sont très révélateurs de l'état d'éveil du sujet. Dans les périodes de basse vigilance, par exemple, on note un renforcement, sous forme de bouffées, des rythmes *delta* (1 à 3 Hz) et *thêta* (4 à 7 Hz), tandis que le rythme *bêta* s'estompe fortement. Selon Jackson Beatty, du Brain Research Institute de l'université de Los Angeles, l'apparition d'une telle composante de rythmes pendant les périodes d'attention soutenue peut être considérée comme une alerte, le système nerveux central avertissant qu'il donne des signes de fatigue. Est-ce à dire que l'on verra bientôt des analyseurs EEG dans les cabines de pilotage ? Bien que ces appareils soient aujourd'hui très miniaturisés, on doute que les pilotes acceptent de s'affubler d'un casque à électrodes pendant toute la durée du vol.

D'autres "prédicteurs" de somnolence, moins encombrants, seraient peut-être mieux tolérés, tel le pupillogramme électronique. Le diamètre de la pupille est en effet un excellent témoin de l'état de fatigue. Dans l'obscurité, un sujet harassé a un diamètre pupillaire instable, variant constamment entre 5 et 6 millimètres, alors que, chez un sujet alerte, la pupille conserve aisément pendant plus de dix minutes une ouverture supérieure à 7 millimètres. La mesure de cette ouverture pourrait donc être un excellent indicateur du niveau de vigilance et, au besoin,un signal d'alarme.

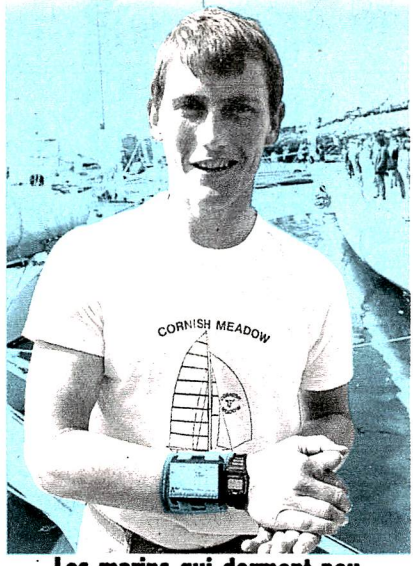
Clark Shingledecker, un spécialiste des techniques aéronautiques du futur, a imaginé une sorte de moniteur surveillant en permanence l'état de veille

des navigants et mettant en action un dispositif d'alerte lorsque survient une défaillance. Cet appareil automatique, programmé au moyen d'algorithmes, recueillerait et analyserait seconde après seconde les données physiologiques suivantes : les fréquences électriques du cerveau fournies par l'EEG ; les potentiels évoqués (également fournis par l'EEG), c'est-à-dire les réponses du cerveau aux stimuli sensitifs venus de l'extérieur ; les intervalles séparant deux battements cardiaques issus de l'oreillette ; les clignements d'yeux enregistrés par l'électro-oculogramme. L'appareil prendrait aussi en compte la fréquence avec laquelle le pilote s'intéresse aux instruments secondaires, cet indice révélant la charge de travail supplémentaire qu'il est capable d'assumer, donc son état de fraîcheur.

Une question se pose cependant : est-il possible, à partir de données physiologiques, d'augurer du comportement d'un individu ? En d'autres termes, le pilote dont les paramètres physiques ne sont pas conformes à ceux que la machine a en mémoire, est-il dans l'incapacité d'accomplir correctement sa tâche ? Aux inévitables variations individuelles près, il semble que oui. Reste à le démontrer.

Dans cette nouvelle frénésie investigatrice, on n'en est pas encore à exiger des contrôles antidopages, mais l'idée est dans l'air, du moins pour ce qui concerne toutes les formes de drogues. Des psychiatres américains, après avoir fait fumer à des pilotes une cigarette de marijuana, les ont installés dans un simulateur de vol. Les résultats ont été si extravagants (mauvaise appréciation des distances, erreurs de trajectoires, incompréhension des instructions, approche cahotique, alignement douteux avec la piste, etc.) qu'au nom de la sauvegarde des passagers, ils ont immédiatement demandé que l'on recherche dans les urines de tous les navigants la présence de tétrahydrocanabinol.

La palme du délire inquisitorial revient toutefois à des universitaires de Chicago qui, le plus sérieusement du monde, ont suggéré à la Federal Aviation Administration de soumettre les pilotes à une batterie de tests psychologiques destinés à repérer les malades mentaux. La FFA, paraît-il, étudie cette proposition avec beaucoup d'intérêt !



Les marins qui dorment peu sont les plus vigilants

Lors des courses en solitaire, les petits dormeurs, qui "saucissonnent" leur sommeil en rondelles de 10 à 20 minutes, ont de meilleures performances. C'est en dotant les coureurs d'actigraphes programmables et miniatures (accéléromètres enregistreurs de mouvements), 24 heures sur 24, que les chercheurs ont pu découvrir ce paradoxe.

Mais revenons aux choses sérieuses pour constater que les scientifiques parviennent tout de même à faire entendre leurs voix. Déjà certaines compagnies, comme la Japan Airlines, la Lufthansa et United Airlines, ont officiellement autorisé leurs pilotes à faire la sieste dans le cockpit. En cela, elles contreviennent aux règles de la FFA qui considère une telle pratique comme du "pilotage négligent et imprudent (*sic*)". Mais les mentalités évoluent, et les règlements ne sont pas intangibles. La sieste programmée a également été adoptée par l'US Air Force et les compagnies britanniques qui effectuent des vols transocéaniques. Comme dit le Dr Mary Carskadon, de la Brown University, « il est plus logique d'organiser à l'avance des quarts entre les membres de l'équipage que de voir les trois hommes piquer du nez en même temps ». Avis partagé par les pilotes chevronnés, lesquels se méfient des jeunes Rambo du cockpit qui affirment n'avoir jamais sommeil et s'effondrent les premiers.

Tous les scientifiques sont d'accord : on ne peut pas maintenir un haut niveau de performances si l'on contrarie sans cesse les rythmes biologiques. Alors, à défaut de pouvoir dormir plusieurs heures d'une seule traite, pourquoi ne pas adopter un repos fractionné, par tranches ? C'est d'ailleurs ainsi que dorment la plupart (66,5 %) des marins qui participent aux courses transatlantiques en solitaire. Et cela leur réussit, puisque les gagnants appartiennent généralement à la catégorie des petits dormeurs intermittents. Ainsi les dix premiers de la Transat 1980, du Tour d' Angleterre 1982 et de la mini-Transat 1983 pratiquaient tous le repos discontinu, par période n'excédant pas 20 minutes.

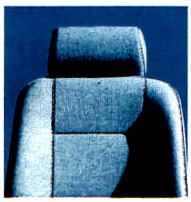
Certes, il ne saurait être question d'assimiler un pilote de ligne au skipper d'un trimaran, pour la bonne raison que le premier va trente fois plus vite que le second, et qu'un vol transatlantique dure donc trente fois moins longtemps qu'une traversée. De plus, si la chaleur douillette du cockpit peut incliner le premier à la somnolence, le second est constamment fouetté par le vent, le froid et les embruns. Il n'empêche que la stratégie du repos

(suite du texte page 168)



...LA 309 CHORUS, TOUJOURS PARTANTE !

SERIE SPECIALE



Tonique et colorée, la série spéciale 309 Chorus, c'est toute la fraîcheur de la jeunesse. Avec elle la vie est bleue... Bleu comme le tissu de ses sièges. Installez-vous confortablement à son bord et laissez-vous aller au rythme de son autoradio cassette FM stéréo. La 309 Chorus est comme un air de vacances qui vous accompagne jusqu'au bout de vos rêves. Alors envie de voir si les plus belles filles sont à Hawaï ? La 309 Chorus 3 ou 5 portes.... Toujours partante !

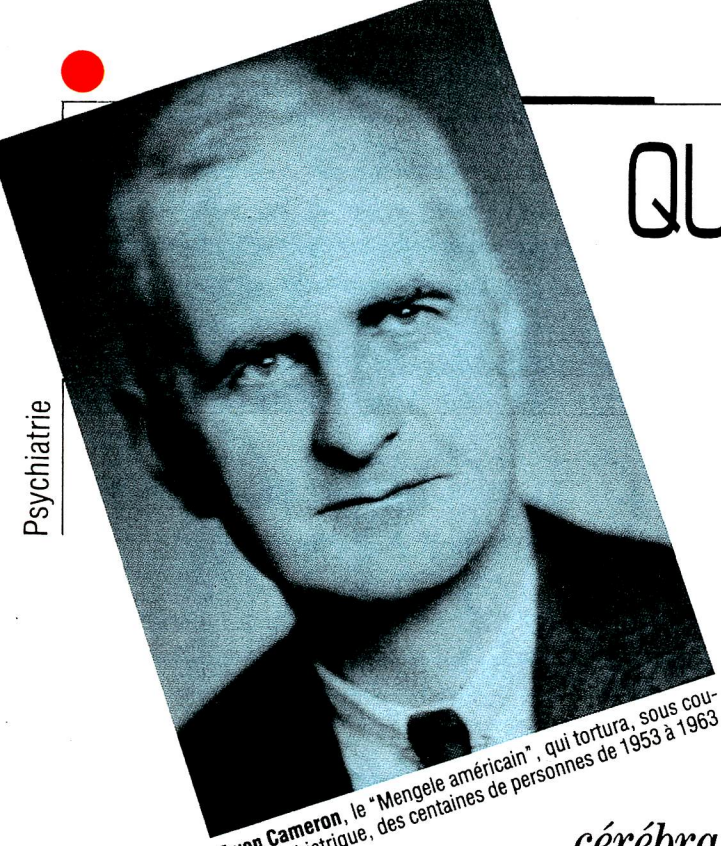
A PARTIR DE
58.900F*



PEUGEOT 309

PEUGEOT. UN CONSTRUCTEUR SORT SES GRIFFES.

Modèle présenté : 309 Chorus 3 portes - A.M. 89. * Tarif au 01.07.88.



Ewen Cameron, le "Mengele américain", qui tortura, sous couvert psychiatrique, des centaines de personnes de 1953 à 1963.

QUAND LA CIA LAVAIT LES CERVEAUX

La CIA a utilisé, à leur insu, des centaines d'Américains et de Canadiens pour des expériences de "déprogrammation" cérébrale. Trente ans plus tard, neuf d'entre eux obtiennent réparation.

PAR JEAN FERRARA

Le litige traînait depuis huit ans. Et ce n'est que le mois dernier que le gouvernement US l'a soldé, à "l'amiable", en versant plus de 6 millions de dollars à neuf Canadiens victimes d'expériences de lavage de cerveau.

L'intérêt des Américains pour les méthodes de "modification de personnalité" avait été éveillé dans les années trente par des procès où, en Union soviétique, les plus fidèles piliers du parti communiste s'accusaient publiquement d'être des traîtres. En 1949, le procès du Cardinal Mindzenty, en Hongrie, avait ravivé cet intérêt : le prélat se confessait en public, en des termes qui ne correspondaient en rien à la personnalité qu'on lui connaissait. Peu de temps après, George Kennan, ambassadeur des Etats-Unis en Union soviétique, aurait fait des déclarations si inattendues qu'on le soupçonna victime de drogues psychotropes.

Pendant la guerre de Corée, au début des années 1950, plus de 7 000 soldats américains furent faits prisonniers. Près des trois quarts d'entre eux signèrent des confessions ou des pétitions demandant l'arrêt de la participation américaine dans le conflit, et quinze pour cent collaborèrent ouvertement avec les Chinois, en participant "volontairement" à des émissions radiophoniques.

Quel était donc le secret de ces communistes qui manipulaient avec tant de facilité l'esprit de l'homme ? Pouvait-on contrer ce "lavage du cerveau", terme inventé par un journaliste qui collaborait avec la CIA et qui fit florès pendant l'hystérie anticommuniste culminant avec la chasse aux sorcières maccarthyste ?

La Division de la guerre psychologique de l'US Air Force mit donc sur pied un "groupe de travail" chargé d'étudier les techniques de "déprogrammation" des prisonniers de guerre, et de prévenir les lavages de cerveaux. Deux psychiatres de l'université de Cornell publièrent dans *Archives of Neurology and Psychiatry*, un rapport selon lequel les prisonniers, en Chine et en Union soviétique, étaient amenés à se confesser, sans drogues ni tortures physiques, par des techniques psychologiques ; celles-ci créaient une anxiété telle que le prisonnier se tournait vers son interrogateur comme vers un ami et un sauveur pour échapper à la désintégration de sa personnalité.

Le neurologiste Harold Wolff, de Cornell, s'engagea à étudier les méthodes connues de manipulations de la personnalité, et demanda à la CIA de lui fournir toute la documentation disponible sur les techniques d'interrogation « y compris la menace, la coercition, l'emprisonnement, la privation, l'humiliation, la torture, le lavage de cerveau, la "psychiatrie noire" (*sic*) et l'hypnose, avec ou sans

l'usage d'agents chimiques. »

Wolff écrivit : « Nous assemblerons, analyserons et assimilerons ces informations et entreprendrons ensuite des investigations expérimentales visant à mettre au point de nouvelle techniques offensives et défensives de renseignement. » Il ajoutait que, « dans le cas où les études entraîneraient un préjudice, nous comptons que l'Agence mette à notre disposition des sujets convenables ainsi que l'endroit pour réaliser les expériences nécessaires ».

Ces recherches furent d'abord financées par l'intermédiaire de la "Société pour l'investigation de l'écologie humaine", située à l'université Cornell, puis intégrées à un vaste programme secret, dénommé MKULTRA. Il fut révélé plus tard que cette entreprise douteuse impliquait 185 chercheurs civils dans 80 institutions aux Etats-Unis et au Canada ; le projet MKULTRA se prolongea sur 25 ans, et coûta quelque 25 millions de dollars aux contribuables américains.

On n'en saura vraisemblablement guère plus car, en 1985, une décision de la Cour suprême des Etats-Unis autorisa la CIA à ne pas révéler les noms des principaux chercheurs. Par la suite Richard Helms, alors directeur de la CIA, ordonna la destruction des documents ayant trait à MKULTRA.

Une des universités impliquées dans le projet était McGill, à Montréal, où le psychologue Ewen Cameron dirigeait un centre de traitement psychiatrique, le Allen Memorial Institute. Un des patients de l'Institut était Louis Weinstein, dont le fils, Harvey, lui-même devenu psychiatre, a mené une enquête sur les activités de Cameron (1). Celui-ci, financé par la CIA, aurait « manifesté un zèle thérapeutique qui touchait au sadisme »...

Cameron utilisait pour ses expériences des malades mentaux, et avait développé une méthode, décrite dans une demande de financement adressée à la Société pour l'investigation de l'écologie humaine — qui filtrait les fonds de la CIA —, qui portait l'intitulé : *Les effets de la répétition de signaux verbaux sur le comportement humain.*

La procédure proposée comprenait :

- La rupture des structures de comportement du patient au moyen d'électrochocs particulièrement intenses (déprogrammation).
- La répétition intensive (16 heures par jour pendant 6 à 7 jours) d'un signal verbal préarrangé.
- L'isolation sensorielle partielle du patient durant cette dernière période...
- ... suivie d'un sommeil continu de 7 à 10 jours. (Cameron essayait, dans ses expériences, une quantité de drogues, y compris le curare et le LSD.)

Lorsque Louis Weinstein, le père de Harvey, se présenta à l'Allen Memorial Institute, il souffrait d'anxiété, apparemment consécutive à une intervention chirurgicale. Mais au lieu de bénéficier d'un traitement psychiatrique, il fut victime d'un lavage de cerveau, suivi de tentatives de reprogrammation à la sauce Cameron.

Cameron a commencé ses expériences dès 1953, écrit Harvey Weinstein : « Avec l'aide de la CIA par l'intermédiaire du projet MKULTRA, sous prétexte de traitement, des patients innocents devinrent des victimes de la recherche sur le lavage de cerveau. »

Ces "travaux" furent poursuivis jusqu'en 1963. Au moins cent patients canadiens furent soumis à des procédures de lavage de cerveau. Ce n'est qu'après le départ de Cameron de l'Allan Memorial Institute qu'une étude fut publiée, faisant état de séquelles physiques chez un quart des "cobayes humains".

L'échelle de mémoire de Wechsler (un test de mémorisation) appliquée à 27 de ces patients, mit en évidence une amnésie de 10 mois à 10 ans chez plus de la moitié d'entre eux.

Le Dr Sidney Gottlieb, un des responsables du projet MKULTRA, déclarait par la suite : « Il était clair dans mon esprit, et j'ai témoigné à ce sujet auparavant, que le projet MKULTRA n'a donné aucun résultat vraiment valable à la CIA. » Selon Harvey Weinstein, ce même médecin avait participé à une autre "expérience" qui avait coûté la vie d'un homme, Frank Olson, un employé civil de l'Armée américaine. Olson avait reçu, à son insu, du LSD ; il donna des signes de paranoïa, d'agitation et de dépression, et fut emmené à New York pour consultation médicale. Au milieu de la nuit, il se jeta de la fenêtre de son hôtel.

Harvey Weinstein a poursuivi une longue enquête pour tenter de comprendre comment son père, après plus de trois ans de traitement qui avait coûté des milliers de dollars, avait perdu sa personnalité, son élan vital, son travail et enfin sa maison. Comment Cameron, psychiatre de réputation internationale, en était-il arrivé à se livrer à de telles expériences.

Cameron s'intéressait depuis plusieurs années au rôle de la psychiatrie comme agent du changement social. Il avait déposé au procès de Nazis à Nuremberg, et citait l'Allemagne nazie comme l'exemple néfaste d'un système qui avait empoisonné les esprits en propageant et en exploitant l'anxiété collective. Pour Cameron, la psychiatrie pouvait contribuer au progrès social. Elle devait participer à la mise au point de techniques de contrôle, pour éviter que les parents ne transmettent aux enfants des attitudes démodées, des tabous et des inhibitions pouvant engendrer des sentiments d'insécurité, d'anxiété, d'inadaptation. Certains individus, disait-il, ne devaient pas avoir d'enfants.

Dans les années 1950, alors qu'il avait une cinquantaine d'années, Cameron était au sommet de sa carrière. Professeur à l'université McGill, psychia-

(1) *A Father, a Son, and the CIA*, par Harvey Weinstein, James Lorimer & Company, publishers, Toronto, 1988.

tre-en-chef du Royal Victoria Hospital et directeur de l'Allan Memorial Institute of Psychiatry, il était président de nombreuses associations, dont l'Association américaine de psychiatrie et l'Association psychiatrique mondiale.

Bourreau de travail, organisateur brillant, mais homme solitaire, il semblait animé d'une mission. Il n'hésitait pas à publier les résultats de ses travaux sur le lavage du cerveau, et de nombreux psychiatres s'étonnent aujourd'hui qu'aucun de ses collègues n'ait ouvertement manifesté son désaccord avec une approche qui n'avait jamais été utilisée en psychothérapie : l'association de méthodes physiques et de techniques psychologiques violentes visant à briser les défenses du patient et, une fois vulnérable, à réorienter sa pensée.

Cameron pensait que « la réorganisation de la personnalité peut être obtenue sans avoir à résoudre les conflits ou revivre des expériences passées. » Ses techniques brutales n'étaient pas réservées aux patients atteints de maladies mentales graves, et il envisageait même leur extension au delà du traitement clinique : « De toute évidence, a-t-il écrit, ce qui a pu être obtenu avec des patients psychotiques peut être étendu à tous les domaines où intervient une malfonction de la personnalité, que ce soit dans le domaine de la psychiatrie ou non. »

Voilà qui ne peut manquer d'évoquer l'attitude de certains psychiatres soviétiques, pour lesquels une déviation de la norme politique pouvait être assimilee à une maladie mentale.

Electrochocs, narcose, drogues, curare, isolation sensorielle, la méthode Cameron pouvaient provoquer des perturbations massives de la mémoire et du comportement. Pour la seule isolation sensorielle, le patient était enfermé dans une pièce sombre, les yeux bandés ou couverts de lunettes noires, isolé du bruit, et maintenu dans l'incapacité de toucher son propre corps...

Au fur et à mesure de ses expériences, leur auteur inventait un vocabulaire scientifique impressionnant. Ainsi, après la déprogrammation, le sujet était soumis au *psychic driving*, cette "conduite" forcée du psychisme qui devait passer outre les défenses psychologiques et permettre "l'implant dynamique" : pendant des heures d'affilée, le patient écoutait des enregistrements, d'abord de sa propre voix (conduite "autopsychique") puis la voix d'autres personnes (conduite "hétéropsychique") lisant des phrases construites à partir d'émotions que le patient lui-même avait exprimées.

En 1960, Cameron et ses collègues avaient mis au point une technique dite de "communication ultra-conceptuelle" destinée à briser la résistance au changement. Le sujet devait écouter des messages enregistrés, pendant 16 heures consécutives, jour après jour, pendant 20 et même 30 jours. Ensuite, on lui administrait des drogues destinées à bloquer les perceptions sensorielles et à inhiber son activité (une de ces drogues était le monohydrochloride de piperidine ou PCP, mis au point pour servir d'anesthésique en médecine vétérinaire et pouvant provoquer des troubles mentaux graves chez l'homme).

Enfin, si l'on jugeait que le patient résistait au traitement, on y ajoutait une série d'électrochocs, voire le coma insulinique, provoqué par une injection intraveineuse d'insuline. « Ce genre de traitement, écrit Harvey Weinstein, n'était d'usage dans aucun pays civilisé. »

« La déprogrammation, écrit-il encore, était un processus à trois étapes lors duquel les patients perdaient progressivement les notions de temps et d'espace. C'était une perturbation si importante de la mémoire qu'elle ne pouvait pas être mesurée...

Dans la première étape, il y avait une certaine perte de mémoire, mais le patient savait qui il était et où il se trouvait. Dans la seconde, il perdait l'espace et le temps, mais puisqu'il se rendait compte qu'un changement s'était produit, il demeurait très anxieux. A la troisième étape, il perdait les notions d'espace et de temps, mais aussi tout sentiment qui devait (normalement) exister. »

Cruelle ironie : il semble que ces travaux n'aient servi à rien. En 1963, Cameron, alors président de l'American Psychopathological Association, admit lui même l'échec de ses méthodes.

Peu de psychiatres ont critiqué Cameron avant sa mort. Même après, les associations professionnelles de psychiatres ont peu fait pour exposer les travaux douteux auxquels certains de leurs membres ont certainement participé. Le mois dernier le *British Medical Journal* remarquait que la « fraternité psychiatrique canadienne » avait été « remarquablement réservée » à ce sujet.

L'Association psychiatrique canadienne a fait un rapport selon lequel les résultats des expériences de Cameron avaient été soumis et acceptés en leur temps par les comités de lecture de diverses revues professionnelles, soulignant que de telles recherches ne seraient plus acceptables dans le cadre actuel des progrès de l'éthique médicale, mais que ce n'est pas là une raison pour en faire une critique rétrospective.

L'article du *BMJ* conclait que le mérite d'avoir mis au clair les détails malheureux de cette affaire, malgré le déplaisir officiel et le manque de coopération, revient surtout à la grande presse.

Le montant de l'indemnisation accordée par le gouvernement américain n'a pas été précisé, mais selon l'université de Stanford, où Harvey Weinstein enseigne la psychiatrie, il se monterait à 750 000 dollars (environ 4,5 millions de francs) par plaignant. Quant au gouvernement canadien, il a versé 20 000 dollars (120 000 francs) à chacune des victimes, ce qui représente, écrit Harvey Weinstein, « le geste de cynisme ultime d'un gouvernement envers ses citoyens ».

Jean Ferrara

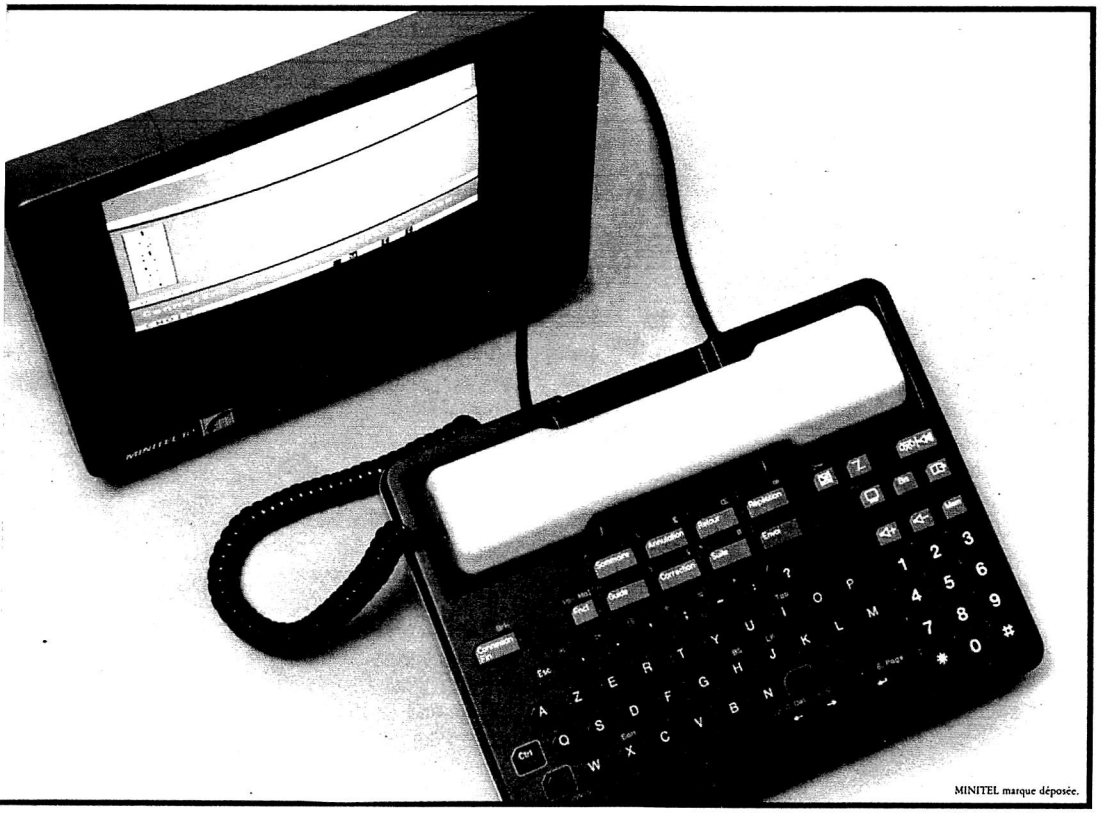

GITANES LEGERES
GITANES EXTRA LEGERES
GITANES
EXTRA LEGERES
LEGERES
EXTRA LEGERES



A L'HEURE DE LA
MINITEL PI

Avec le MINITEL, on peut gérer, décider, informer, s'informer, exposer, contrôler, distribuer, motiver, gagner du temps, des marchés et de l'argent. Avec le MINITEL, on peut bénéficier d'un mode de communication et de gestion économique, fiable et facile. Grâce à la télématique, les PME/PMI peuvent ainsi s'ouvrir à la gestion automatisée (paye, personnel, stock, comptabilité, trésorerie...) et les grandes entre-

TAPER MINITEL, C'EST



MINITEL marque déposée.

GESTION,
US QUE JAMAIS.

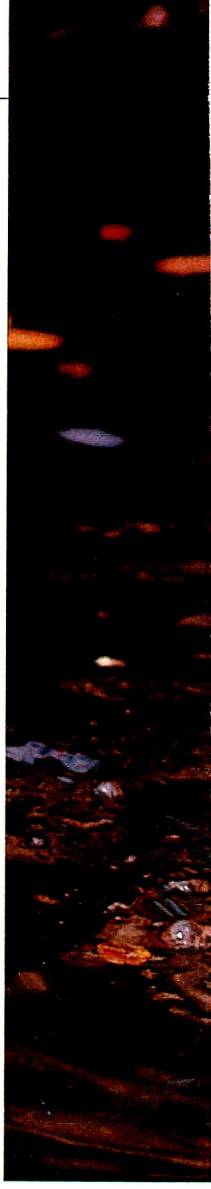
prises mieux gérer leur communication interne. MINITEL, c'est optimiser la croissance de l'entreprise pour taper fort en affaires. C'est aussi l'accès à plus de 2.500 services professionnels. Pour les connaître, tapez 36 16 MGS et découvrez Le Magazine du MINITEL. Pour tous renseignements complémentaires, consultez votre agence commerciale FRANCE TELECOM.

FRANCE TELECOM

PER FORT EN AFFAIRES.

L'OURS

Le choix d'une solution pour sauver les dix derniers ours des Pyrénées oppose les écologistes au ministère de l'Environnement.



Depuis la sortie du film de J-J Annaud, il fait la une des journaux, arbore, sur l'écran, son allure débonnaire et exhibe des scènes de sa vie quotidienne : on le voit aussi bien pêcher le saumon que cueillir des myrtilles et on s'étonne en apprenant qu'il peut brouter l'herbe comme un vulgaire mouton. Lui, c'est l'ours brun (*Ursus artos*, ***nos photos***), une des huit espèces composant la famille des Ursidés.

De cette famille, c'est l'espèce la plus répandue au monde. On la trouve aussi bien en Amérique du Nord qu'en Eurasie, mais aussi dans de nombreux pays européens comme la Yougoslavie et la Roumanie, où les ours bruns se comptent par centaines. En revanche, chez nous, on en dénombre seulement dix, réfugiés dans nos montagnes pyrénéennes.



Une présence qui relève du miracle, compte tenu de la disparition progressive d'un milieu naturel susceptible de rassembler tous les facteurs écologiques nécessaires à leur vie : nourriture, gîtes de reproduction...

Ainsi, quatre ans après le lancement national d'un "plan ours", en 1984, qui devait permettre de sauver la quinzaine d'animaux vivant encore dans les Pyrénées, ils ne sont plus que dix.

Pourtant, dès le début, cette campagne de protection s'est attaquée à son premier ennemi, l'homme. En fait, les principaux acteurs régionaux, les écologistes du FIEP (Fond d'intervention éco-pastoral) (1), ont pu enrayer l'hémorragie sans toutefois l'arrêter. Leur premier but fut de comprendre en détail les causes du génocide.

D'emblée, les chasseurs et les bergers s'avéraient être, parmi tant d'autres, les premiers responsables de la disparition de l'ours. Les uns en les tuant, intentionnellement ou par mégarde, à l'occasion des nombreuses battues au sanglier qui ont lieu dans la région, les autres en les empoisonnant à la strychnine pour protéger leurs troupeaux de brebis.

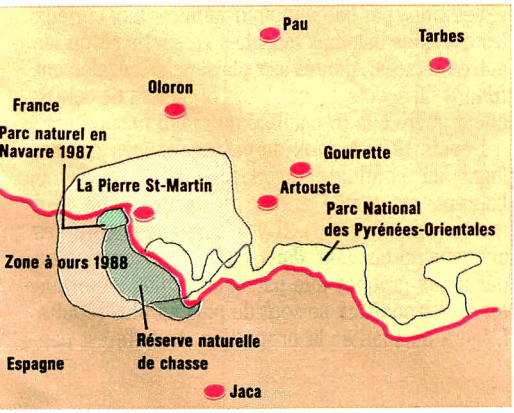
Les coupables identifiés, dès le début du plan ours le ministère de l'Environnement et les écologistes usèrent d'un stratagème. Comme le miel attire les ours, l'argent et le confort eurent raison des bergers. Pour cela, le ministère indemnise chaque année des dégâts provoqués par l'ours dans les troupeaux, en échange de l'arrêt des empoisonnements. En plus des indemnisations, chaque printemps, au départ de la transhumance, le Parc national des Pyrénées afrète un hélicoptère de la Gendarmerie nationale pour transporter le matériel nécessaire à la vie quotidienne des bergers pendant leur exil saisonnier : radio, télévision, batterie... Les bergers ont vite compris l'intérêt d'un tel plan et les empoisonnements n'existent plus. En revanche, du côté des chasseurs, même si l'Office national de la chasse rétribue un spécialiste et forme des gardes forestiers qui étudient la biologie de l'ours, ce plan n'a pu éviter les battues au sanglier dans la haute vallée d'Aspe classée "zone à ours", ce qui perturbe encore sa tranquillité sinon plus.

Malgré ces mesures de protection, les pouvoirs publics et les écologistes ont donc dû tirer les enseignements de ce semi-échec. Mais voilà, ils ne sont pas entièrement d'accord sur les nouvelles solutions de protection.

Pour les écologistes, la raison principale de ce déclin est que l'ours vit à 95 % en dehors du Parc national des Pyrénées, dans des zones non proté-

PAR DIDIER DUBRANA





La zone où vivent nos dix ours bruns déborde largement le Parc national des Pyrénées. D'où l'idée des écologistes de créer une nouvelle zone protégée.

gées (***voir carte***). En fait, il ne trouve pas assez de nourriture dans le parc. D'où l'idée de créer de nouvelles zones protégées qui correspondent exactement au biotope de l'animal. A l'inverse, le ministère de l'Environnement tient le raisonnement suivant : puisque l'ours vagabonde en dehors des zones protégées pour s'alimenter, pourquoi ne pas le nourrir sur place afin de fixer les individus dans des territoires précis. Ces parcs deviendraient alors des sites touristiques où l'on viendrait observer les ours, perché sur des miradors. On comprend mieux maintenant l'antagonisme des deux parties.

La semi-liberté proposée par le ministère aura des retombées économiques pour la région, ce qui n'est pas le cas de la solution écologiste. En attendant, les dix ours des Pyrénées risquent de faire les frais de ces palabres... **Didier Dubrana**

(1) FIEP, 8 rue Gérard Cal — 64000 Pau.

LE SOS DE LA BALEINE BLANCHE

Le beluga du Saint-Laurent est en danger d'extinction. Les biologistes canadiens se pressent au chevet du cétacé moribond, désigné par certains comme "le mammifère le plus pollué de la Terre".

Chaque année, plusieurs dizaines d'espèces animales disparaissent pour toujours de la face du monde, rejoignant l'iguanodon et le ptérodactyle au musée des souvenirs zoologiques. Un sort qui pourrait bientôt frapper, dans sa zone nord-américaine, la fameuse baleine blanche, *Delphinapterus leucas*, communément appelée béluga. Ce grand cétacé odontocète — c'est-à-dire pourvu de dents et non de fanons, au même titre que le cachalot et le dauphin —, dont la blancheur immaculée est une caractéristique fondamentale de l'espèce (1), n'est pas à proprement parler une baleine ; son plus proche parent est le narval, mammifère marin qui porte en avant une longue défense. Comme le narval, le béluga est dépourvu de nageoire dorsale. Son habitat principal couvre les mers arctiques et subarctiques. En Amérique du Nord, la limite méridionale de son aire de répartition se situe au Québec dans l'estuaire du Saint-Laurent.

Le Saint-Laurent, qui subit les marées de l'Atlantique et dont l'eau est salée sur plusieurs dizaines de kilomètres, abrite donc une colonie de bélugas, sans contact aucun avec leurs congénères arctiques. Cette communauté résiduelle fréquente les lieux depuis la fin de la dernière période glaciaire, voilà plus de 10 000 ans. Elle est centrée autour de l'embouchure du Saguenay, un affluent du Saint-Laurent. A cet endroit, le courant sous-marin du Labrador heurte le relief du plancher fluvial et rejaillit en surface. Son eau froide et oxygénée, riche en aliments nutritifs, favorise le développement du plancton, et donc celui d'une population de poissons dont se nourrissent les carnassiers, en bout de chaîne alimentaire, tels le béluga. Divers cétacés — baleines bleues et autres rorquals — viennent profiter de l'aubaine, mais parmi tous ces mammifères aquatiques, seul le béluga est un hôte permanent des lieux (2).

Il en a bien du mérite, car l'homme ne lui rend pas la vie facile. Accusé à tort d'épuiser les stocks de poissons à haute valeur commerciale — morues arctiques, anguilles, saumons de l'Atlantique —, il a été chassé impitoyablement pendant plus d'un siècle, jusqu'au début des années 60, à la cadence de plus de 150 animaux tués par an. Quand il fut démontré que la dimension de son tube digestif lui interdisait d'ingérer des proies de plus de 3 kg, le carnage déclina quelque peu. C'est une journaliste canadienne, Léone Pippard, qui obtint qu'on mette définitivement ce massacre hors la loi.

La construction de barrages, le dragage des voies navigables, les aménagements portuaires, le développement du trafic fluvial, sont les principaux responsables de la diminution des poissons, faussement imputée au béluga. Ces travaux ont aussi contribué à décimer le cétacé lui-même en détruisant ses habitats privilégiés. Les effectifs sont tombés en un siècle de 5 000 à 500 individus.

Les malheurs du béluga alimentent toute une industrie du tourisme et rapportent à la région 12 millions de dollars canadiens par an (environ 64 millions de francs). La baleine aux œufs d'or est devenue presque aussi précieuse que son homonyme l'esturgeon béluga (qui fournit le caviar du même nom). Ainsi, depuis 1982, on multiplie les expéditions par bateaux pour montrer aux curieux les quelques baleines blanches en sursis parmi les autres cétacés. Ajoutés aux plaisanciers, également friands du spectacle, ces tours organisés ne contribuent guère à la tranquillité du grand mammifère.

Depuis 1975, le taux de passage moyen des bélugas au confluent du Saguenay et du Saint-Laurent, est tombé en été de quatre à un seul individu par heure (3). Il y a cinq ans encore, les animaux circulaient dans cette zone aussi bien par petits groupes que par bandes plus importantes. Les troupeaux se sont de plus en plus réduits. L'âge a augmenté : la proportion d'adulte est pas-

Bientôt le béluga du Saint-Laurent ne sera plus qu'un fantôme, si chercheurs, politiciens et industriels ne réagissent pas.

PAR ISABELLE BOURDIAL



sée de 72 à 80 %. C'est mauvais signe. Le pire, comme toujours, est la pollution. La qualité de l'eau a été considérablement dégradée par les effluents industriels, les rejets domestiques, les engrais et les insecticides entraînés par le ruissellement. En 1980, en analysant des prélèvements tissulaires de bélugas morts, on a trouvé des concentrations étonnamment élevées de substances toxiques de tous ordres, dont des métaux lourds comme le mercure et le cadmium, du DDT et des polychlorobiphényles (PCB), de triste renommée.

Depuis plusieurs années, deux chercheurs, aujourd'hui rattachés l'Institut national d'écotoxicologie du Saint-Laurent (INESL), autopsient les cadavres de bélugas. Pierre Bland et Daniel Martineau ont découvert des lésions pathologiques sans précédent : anévrisme de l'artère pulmonaire, fibroses de la rate et même un cancer de la vessie. La détection de ce dernier mal chez le béluga est significative, car on a relevé une proportion anormale de cas de cancer de la vessie chez les ouvriers des alumineries de cette même région.

L'examen d'un baleineau, âgé seulement de trente mois, a révélé un ulcère gastrique perforé, une péritonite, une broncho-pneumonie vermineuse, une hépatite chronique, une dermatite généralisée associée à un herpès-virus. C'est beaucoup.

Comment ne pas voir le lien entre ces maladies multiples et les vingt-quatre toxiques différents décelés dans l'organisme de ces animaux ? Outre des métaux lourds, les chercheurs signalent la présence en grande quantité d'organochlorés, molécules organiques synthétiques difficilement biodégradables qui s'accumulent le long de la chaîne alimentaire. Le béluga récupère ainsi toutes les impuretés ingurgitées en amont par les autres organismes de la chaîne. Les biologistes ont donc décelé des PCB, du DDT, aux effets suppresseurs sur les défenses immunitaires, d'autres pesticides comme le chlordane ou le lindane, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), caractérisés par des molécules de benzène. Certaines de ces substances sont hautement cancérigènes, mutagènes et immunodépressives. Pourtant, elles échappent à toute législation. Une commission d'experts convoqués par le ministre canadien de la Santé a récemment déterminé les cinquante produits les plus dangereux : les HAP figurent en tête de liste. C'est d'ailleurs un des types les plus délétères de HAP, les benzo-a-pyrènes (BaP), trouvé chez le béluga, qui a donné l'alerte et mis en train toutes ces enquêtes.

L'organisation Greenpace a soumis pour examen trois cerveaux de cadavres de bélugas au toxicologue américain Lee Shugart, qui découvrit que leurs cellules avaient assimilé les BaP sous une forme métabolisée, causant des dégâts graves à l'ADN, support de l'hérédité. Il existe donc bien une détérioration du bagage génétique de la population des bélugas. Diagnostic confirmé par le généticien canadien Joseph Cummins ; « le béluga est le mammifère le plus pollué de la terre », a-t-il conclu.

La provenance de ces HAP ? La région du Saint-Laurent abrite un des plus gros complexes industriels au monde de production d'aluminium, qui rejette d'énormes quantités de ces polluants dans ses effluents et ses fumées. La multinationale Alcan possède cinq usines dans cette partie du pays et, tout en refusant d'endosser publiquement la responsabilité des problèmes de santé des bélugas, elle s'est tout de même engagée à un remplacement échelonné de ses installations vétustes par des unités plus propres. Elle a aussi financé en partie le premier forum international consacré, il y a quelques semaines, à l'avenir du béluga. Mais l'industrie papetière, pourtant forte-

BELUGA : LA FICHE SIGNALÉTIQUE



L'adulte mesure en moyenne 4,5 mètres, mais certains individus peuvent aller jusqu'à 6 mètres. C'est un nageur relativement lent — six nœuds, au maximum dix —, comparé au dauphin qui atteint trente nœuds en pointe.

Les jeunes ont d'abord une robe grise, qui blanchit vers la quatrième année par réduction d'un pigment foncé, la mélanine.

Les membres d'un troupeau, autrefois très nombreux — en Arctique, les bandes rassemblaient jusqu'à 10 000 individus — communiquent entre eux par un curieux sifflement, dû au passage de bulles d'air par l'évent, une "narine" qui s'ouvre au sommet de la tête. Le béluga possède de 32 à 40 dents, avec lesquelles il capture ses proies, qu'il avale d'ailleurs sans les mâcher.

L'accouplement se fait d'avril à juin. Les mâles atteignent la maturité sexuelle à trois ans, les femelles, plus précoces, à un an et demi ou deux ans. La gestation dure plus d'un an, et le petit mesure 1,5 mètre à la naissance. La mère s'occupe du baleineau pendant huit mois ; elle ne le fait pas téter, mais une contraction des glandes mammaires lui envoie le lait sous pression dans la bouche.

La mère s'accouple à nouveau dès la naissance de son petit. L'état de gravidité permanent et les soins donnés aux jeunes sont des corvées puissantes pour les femelles.

Aussi s'accordent-elles tous les quatre ou cinq ans une sorte de repos sabbatique sexuel, année sans gestation.

La longévité est d'une trentaine d'années.



Le béluga n'acquiert sa blancheur caractéristique que durant sa quatrième année. Le jeune cétacé, sur le dos de sa mère, a encore sa robe tachée de gris.

ment impliquée, fait de son côté la sourde oreille.

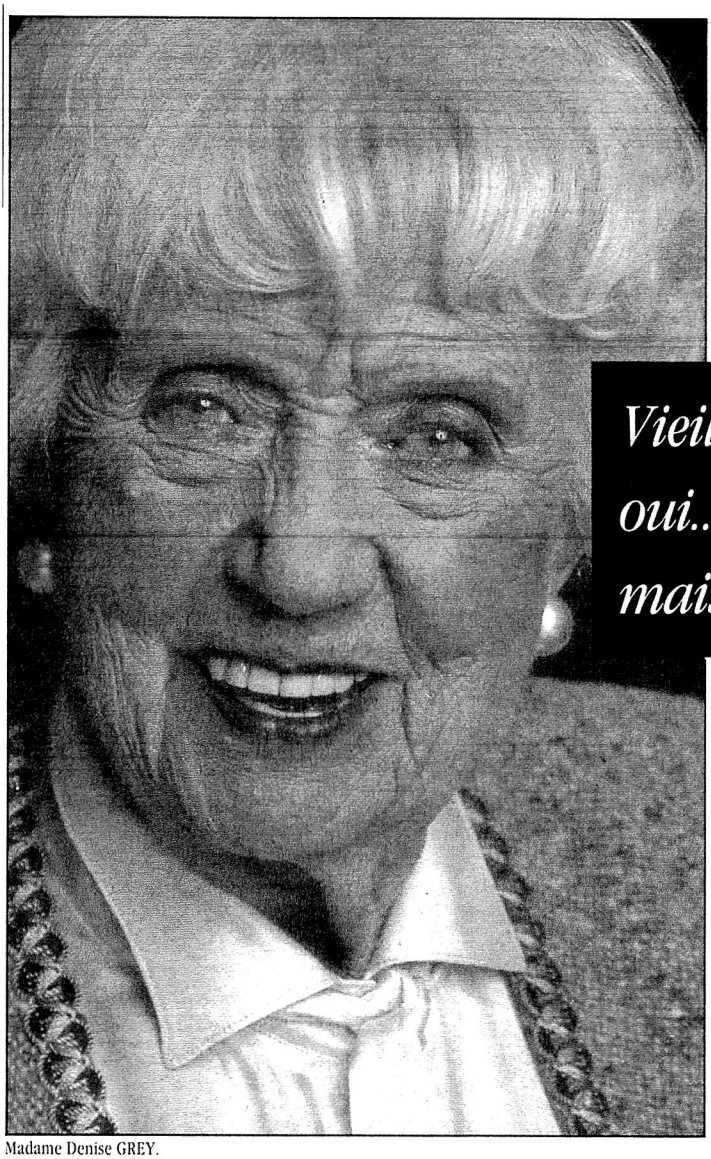
Le sort des cétacés du Saint-Laurent est devenu affaire d'Etat. Le ministre de l'Environnement de la Province de Québec va prendre des dispositions pour imposer des normes de salubrité à l'industrie. Un parc marin devrait être créé l'an prochain dans l'estuaire du Saguenay. Le ministre compte bien s'associer à son homologue fédéral pour en assurer la gestion. Pour ne pas être en reste, le ministère des Pêches et des Océans d'Ottawa va débloquer 6 millions de dollars qui financeront des recherches sur le béluga et son biotope. On procèdera, entre autres, à des empreintes chromosomiques pour rassembler un maximum d'informations d'ordre génétique, et déterminer par exemple le degré de consanguinité des individus de cette communauté en péril. Il est également prévu d'entreprendre une campagne de sensibilisation auprès de la population locale, pour supprimer le harcèlement des animaux par les bateaux.

Les écologistes et les responsables scientifiques savent que la disparition de toute espèce vivante constitue un appauvrissement dramatique du patrimoine terrestre, une atteinte de plus à l'équilibre naturel, un nouveau témoignage de l'irresponsabilité humaine, et finalement une perte irrémédiable pour l'homme lui-même. Mais même les gens qui ne sont pas sensibles à ce raisonnement comprennent que leur santé est aujourd'hui solidaire de celle du béluga.

La baleine blanche est devenue, bien malgré elle, l'indicateur biologique de la qualité de vie au Québec. Un prétexte peut-être, mais en tout cas un très puissant symbole. **Isabelle Bourdial**

(1) Le Moby Dick de la fiction était un cachalot albinos, blanc uniquement du fait d'une mutation spectaculaire et exceptionnelle.
(2) Pour en savoir plus sur les cétacés de cette région, contacter l'Office de tourisme du Québec, 11 bis rue de Presbourg, 75008 Paris.
(3) Les chiffres proviennent de Kétos, le Groupe de recherche et d'éducation sur les cétacés.

BELIER RIVE GAUCHE



Madame Denise GREY.

Vieillir, oui... mais bien !

La vieillesse. Voilà un problème fondamental... et je suis bien placée pour le savoir ! Il y a ceux qui "vieillissent bien" comme on dit ; et puis il y a les autres, dont on parle moins... Et pourtant il y a un âge où l'on voudrait vivre pleinement, en forme, au milieu des siens. Mais on n'en a pas toujours la force, la santé. Nous savons aujourd'hui qu'il ne s'agit pas d'une fatalité : ces différences sont dues à un dérèglement plus ou moins important du renouvellement de nos cellules.

Voilà pourquoi des chercheurs travaillent à ralentir le vieillissement cellulaire. Pour que nous vieillissions moins vite, pour que nous vieillissions mieux.

Il faut aider la recherche. Donnez à la Fondation pour la Recherche Médicale pour que demain nous puissions tous vieillir... en pleine forme!



Fondation pour la Recherche Médicale

OUI, JE SOUHAITE APPORTER MON AIDE AUX CHERCHEURS ET

JE FAIS DON DE : ☐ 70 F. ☐ 120 F ☐ 120 à 200 F ☐ 200 à 300 F ☐ 300 F OU PLUS ☐ _____ F

NOM _____ **PRÉNOM** _____

ADRESSE _____

JE RÈGLE PAR : ☐ CHÈQUE BANCAIRE ☐ CCP ☐ CARTE BANCAIRE N° ☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

A L'ORDRE DE LA FONDATION POUR LA RECHERCHE MÉDICALE : 54, rue de Varenne - 75008 PARIS

DÉDUCTION FISCALE : Votre don à la Fondation pour la Recherche Médicale est déductible de votre revenu imposable, à concurrence de 5 % de ce revenu. Nous vous adresserons un reçu fiscal à joindre à votre déclaration.

LE SIGNATURE

ECHOS DE LA RECHERCHE

HISTOIRE & GEOGRAPHIE

Peary n'a pas atteint le Pôle Nord !

L'Américain Robert Edwin Peary fait partie de la légende héroïque des grands explorateurs polaires, avec les Scott, Amundsen, Ross et Charcot. Cas rarissime, il vient d'être déboulonné de son socle.

Il y a quelques mois, déjà, l'explorateur polaire britannique Wally Herbert avait étudié à nouveau le journal et les documents de l'expédition qui aurait mené Peary, selon les dires de celui-ci, au Pôle Nord le 6 avril 1909.

Herbert avait trouvé que les données de navigation de Peary étaient étonnamment vagues, et qu'il y avait, par ailleurs, des lacunes singulières dans son journal de voyage. Ainsi, l'Américain ne dit pas ce qu'il a fait pendant les quelque 30 heures que lui et son équipe étaient censés avoir passées au Pôle ; il n'y a là que des pages blanches, avec un feuillet inséré, qui porte comme unique mention : « Enfin le Pôle ! ».

Ce n'était pas la première fois qu'on contestait la réussite de l'expédition de Peary et le *National Geographic Magazine* reprit donc l'affaire dans le numéro qui célèbrait, cette année, son 100e anniversaire. La famille de Peary a, en effet, donné l'autorisation de consulter tous les papiers laissés par l'explorateur, et qui sont actuellement dans les Archives nationales à Washington.

Le scepticisme de Herbert ne scandalisa personne. Un autre explorateur, Dennis Rawlins, releva que Peary ne faisait jamais de repérages astronomiques, qui eussent permis de vérifier si oui ou non il avait atteint le Pôle.

Cela ne permettait toutefois pas de supposer que Peary ait été un imposteur ; s'il n'avait pas atteint le Pôle Nord, c'était du Pôle géographique exact qu'il s'agissait ; l'erreur de navigation n'aurait pas été supérieure à une centaine de kilomètres, selon Herbert lui-même. Le prestige de Peary n'aurait donc été terni que par le caractère approximatif de ses données géographiques. Il n'avait en effet indiqué ni l'état de la glace, ni la vitesse du vent, ni les positions du Soleil et de la Lune, encore moins des étoiles. Il avait même commis des erreurs grossières, car il rapporta avoir été de sa base au Pôle et retour, soit quelque 475 km, en huit jours, c'est-à-dire qu'il aurait couvert deux fois de suite 235 km en quatre jours, ce qui est impossible, même avec des véhicules motorisés, relève Herbert.

Jusqu'au 12 octobre dernier, on estimait donc qu'on ne saurait pas la vérité sur l'affaire, et l'on se contentait de réduire un petit peu la hauteur du socle de Peary. Le glaciologue américain William O. Field déclara qu'il importait peu que Peary fût ou pas allé au Pôle Nord exactement, l'essentiel étant qu'il en ait approché...

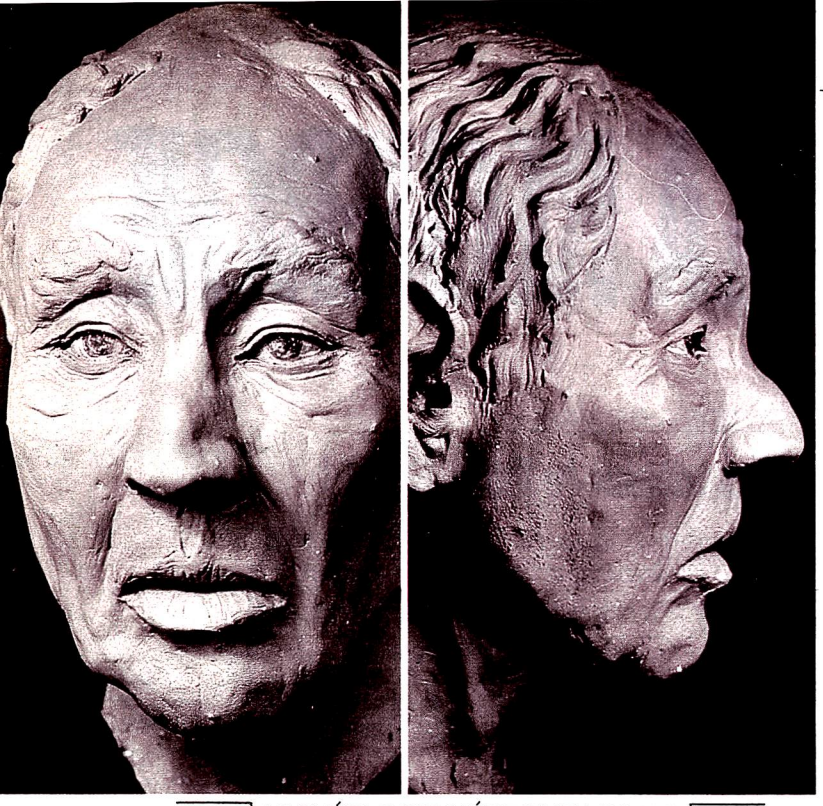
Mais, poursuivant le dépouillement des archives de Peary, Rawlins, déjà cité, y trouva des documents que Peary avait soigneusement tenus secrets et qui indiquaient qu'il savait bien, selon ses relevés au sextant, que lorsqu'il avait atteint le point le plus septentrional de son expédition, il était à 196 km ou 121 miles du Pôle Nord. Il ne poursuivit pas son entreprise, mais rentra à la base en prétendant qu'il avait atteint au but. Peary avait donc menti.

Pourquoi n'alla-t-il pas plus loin ? Parce que 196 km représentaient une distance beaucoup trop longue à couvrir avec des provisions qui étaient devenues insuffisantes et alors que le dégel rendait la banquise trop dangereuse.

Ce qui est plus grave est qu'après la mort de Peary, en 1935, son admirateur Isaiah Bowman, géographe, président de l'université John Hopkins et directeur de l'American Geographical Society, eut accès aux papiers de l'explorateur, prit conscience de la supercherie et s'en fit complice. Il cacha les papiers en question.

Le titre de découvreur du Pôle Nord revient donc à Roald Amundsen qui, lui, on s'en souvient, l'atteignit par dirigeable. On en est heureux pour Amundsen, mais l'histoire de Peary est quand même un peu triste. **G.M.**

Arthrite : la faute en est aux bêta-2 récepteurs, selon des chercheurs de l'université de Californie à San Francisco. Ces récepteurs sont des protéines adrénergiques, autrement dit capteuses d'adrénaline, fixées à la surface de très nombreuses cellules de l'organisme, et notamment des articulations. Quand il y a excès de production de noradrénaline, sous l'effet du stress par exemple, ces récepteurs s'ouvrent et déclenchent un enchaînement de réactions qui endommagent la celllule. Des substances antagonistes, dites simplement bêta-2 antagonistes, ont prouvé le bien-fondé de cette explication : elles ont en effet atténué chez le rat des arthrites induites expérimentalement. Des médicaments nouveaux sont espérés.

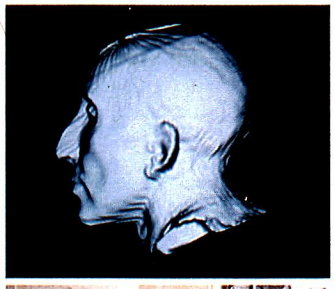


ARCHÉOLOGIE-MÉDECINE LEGALE

C'est le roi Midas !

Son crâne reposait à Ankara, dans une boîte. Sur l'invitation du gouvernement turc, John Prag, archéologue du musée de Manchester, et Richard Neave, expert de premier ordre en matière de reconstitution de visages à partir de crânes, sont allés essayer de reconstituer le visage du fabuleux roi de Gordion, qui régna de 738 à 696 avant notre ère.

Il fut considéré comme le monarque le plus important de la dynastie phrygienne. La légende lui prêta le don de changer en or tout ce qu'il touchait ; elle s'est sans doute fondée sur sa très grande richesse. On lui prêta également des oreilles d'âne ; il souffrait peut-être de ce type de déformation qu'on appelle "tubercule de Darwin", qui allonge anormalement l'oreille. On a également prétendu qu'il se serait suicidé ou qu'il aurait été tué par les Cimmériens qui avaient envahi son pays. Cela ne s'accorde guère avec l'enterrement somptueux qui fut le sien, et dont sa tombe atteste. De toute façon, les Cimmériens n'envahirent Gordion que 150 ans environ après la mort de Midas. La reconstitution, faite selon des techniques délicates qui s'apparentent à celles de la dentisterie et sur des estimations scientifiques de l'épaisseur des couches cutanées en divers points du crâne, indique un visage sensible et triste.





Ce genre de prouesses pourrait sembler quelque peu frivole ; peu importe, songeront certains, la physionomie de ce roi Midas. Mais la technique utilisée par Neave, et où les Anglais sont passés maîtres, est une retombée d'une nouvelle technique policière d'interêt général. Elle permet, en effet, d'identifier avec une précision inégalée des vestiges dont on ne saurait pas, autrement, à qui ils appartinrent. C'est ainsi qu'en 1969, on découvrit dans le jardin d'un cottage anglais un crâne mystérieux. Celui-ci fut soumis par la police à des chercheurs de l'université de Londres, qui en firent d'abord un moulage en plâtre. Ce moulage fut soumis à l'analyse par un système de scanner (balayage électronique d'une image) qui permit de reconstituer une image électronique à l'aide 20 000 mesures. A nouveau, cette image fut analysée à partir de 36 points clefs, produits d'une longue expérience médico-légale et anthropométrique, qui se décomposent en 5 variantes de base : largeur, hauteur, sexe, origine ethnique et âge. Ces points clefs permirent de savoir qu'il s'agissait d'une femme, sans doute anglaise, d'une quarantaine d'années.

Connaissant ensuite les épaisseurs de tissus habituelles qui recouvrent le crâne en divers points, l'équipe reconstitua sur ordinateur le visage qui avait correspondu au crâne. C'était celui de Mavis Chambers, que reconnurent ses anciens voisins et dont on put établir qu'elle avait été assassinée par son mari cinq ans auparavant.

Le tout avait pris une demi-journée. **G.M.**

SÉCURITÉ AERIENNE

Superdétection et superarmes

Les gens qui n'ont rien à y faire, sinon du mal, auront dans peu de temps beaucoup de difficulté à pénétrer dans les enceintes de certaines organisations, par exemple dans les circuits du personnel des aéroports.

Un système inventé par Kodak permet de bloquer l'accès de ces enceintes de la manière la plus rigoureuse qui ait jamais été inventée. Ce système comporte d'une part des éléments mobiles : ce sont des insignes que les personnes autorisées portent au revers de leurs vêtements et qui déclenchent un système de lecture magnétique chaque fois qu'un porteur s'apprête à franchir un seuil ; d'autre part, des installations fixes, qui décodent l'insigne instantanément et projettent sur un écran la photo du porteur : si celui-ci ne correspond à la photo, l'accès lui est interdit. Le contrôle peut être effectué, soit par un être humain, soit par un ordinateur, qui analyse instantanément le visage qui se présente devant lui (il s'agit d'ordinateur à reconnaissance visuelle). C'est une fois seulement que l'individu a été identifié et que l'ordinateur a établi qu'il figure sur les listes autorisées que la porte s'ouvre. La reconnaissance ne dure que quelques secondes.

Un employé qui n'a pas droit à l'insigne ne peut donc pas franchir le seuil et s'il a été, par exemple, licencié, son insigne ne lui servira à rien, car son nom aura été biffé des listes et l'ordinateur n'autorisera pas son passage.

Cela devrait améliorer sérieusement le problème ardu de l'accès à certaines zones sensibles des aéroports. Hélas, un autre progrès technique met à mal à nouveau la sécurité aérienne ; il s'agit des pistolets et revolvers en matières non métalliques, céramiques ou plastiques ultra-durs, qui ne sont pas détectés donc par les seuils magnétiques.

Cette nouveauté inquiète sérieusement de nombreux membres du Congrès américain, qui voudraient bannir la fabrication et l'importation de telles armes aux Etats-Unis. Ce serait théoriquement facile, mais il y a un grand hic, c'est que la National Rifle Association, association des amateurs d'armes à feu, qui exerce aux Etats-Unis un pouvoir extraordinaire et qui dispose de puissants groupes de pression sur les instances fédérales américaines, s'y oppose. La NRA estime qu'une interdiction de ce genre contreviendrait à la liberté d'acquisition de ses membres.

Toutefois, la NRA a dû se rendre à l'évidence : c'est qu'à force d'aller à contre-courant, elle risquerait une violente réaction fédérale, aussi a-t-elle accepté une loi, qui vient d'être votée (par 413 voix contre 4), qui exige qu'une arme de ce nouveau genre comporte au moins 3,7 onces de métal, c'est-à-dire, très exactement, 104,895 g. C'est mieux que rien, mais ce n'est pas beaucoup, car c'est moins que le poids d'un trousseau de clefs un peu fourni, avec lequel l'auteur de ces lignes a maintes et maintes fois franchi les seuils magnétiques des aéroports sans déclencher la moindre sonnerie.

On dira que ce qui se passe aux Etats-Unis ne regarde que ce pays ; ce n'est pas exact du point de vue de l'aviation, qui est international.

On ne voit d'ailleurs pas pourquoi des fabricants d'armes s'amuseraient soudain à fabriquer des armes non-métalliques, si ce n'est, justement, pour que celles-ci puissent permettre aux porteurs de franchir sans encombres les seuils de détection des aéroports. Il s'agit exclusivement, pour parler clair, d'une industrie destinée aux pirates de l'air, et il serait grand temps qu'à Strasbourg, les autorités européennes interdisent absolument la fabrication, le port, le transport et la vente de toute arme qui serait susceptible de passer par les seuils magnétiques. Les fameux cent grammes de métal n'y changent pas grand'chose. C'est une ruse transparente et qui ne devrait pas passer par les seuils de détection...intellectuels. **G.M.**

Alerte internationale causée par les 22 morts accidentelles et mystérieuses de techniciens qui travaillaient à des projets électroniques intéressant la Défense nationale britannique. Treize suicides, cinq accidents de trafic, une disparition, une mort inexpliquée, une chute par la fenêtre, une seule mort d'un accident cardiovasculaire, voilà quand même beaucoup.

Arbre à peau à l'essai en France : dix-huit centres français procèdent actuellement à des essais cliniques de la poudre d'écorce de "l'arbre à peau" ou tepezcohuite, dit mimosa ténuiflore. Les expérimentateurs, apparemment agacés par le fait que l'information ait précédé les communications savantes, assurent s'en tenir pour le moment à la réserve.

NEUROLOGIE

Pour le cerveau, rapidité = économie

Contrairement aux autos, un cerveau rapide consomme moins qu'un cerveau lent. C'est ce qu'a constaté le Pr Richard Haier, de l'université de Californie à Irvine, après avoir étudié le métabolisme de cerveaux de volontaires pendant des épreuves de raisonnement abstrait. La consommation d'énergie cérébrale, évaluée d'après la quantité de glucose métabolisée, est moindre chez les individus au quotient intellectuel élevé que chez ceux dont la performance est moyenne. Le glucose, en effet, est le principal "carburant" du cerveau. Il semblerait donc que les sujets "doués" pour les épreuves de raisonnement abstrait aient des circuits cérébraux plus denses et plus efficaces.

Leur cerveau serait comparable à un moteur à haute performance et faible consommation.

Pour ses estimations, Haier a utilisé une technique de tomographie à émission de positons (PET) qui permet d'évaluer le métabolisme du glucose en suivant la distribution dans le cerveau d'un traceur radioactif inoffensif injecté dans la circulation sanguine. **A.D.**

PHARMACOLOGIE

Un remède contre les névropathies diabétiques

Quand on ne métabolise pas bien les hydrates de carbone, l'excès de glucose dans l'organisme est transformé, par un enzyme qui s'appelle la réductase aldose, en sorbitol. Or, le sorbitol semble toxique pour les nerfs.

Des chercheurs de l'université du Michigan, Greene, Sima et Bril, viennent de publier dans le *New England Journal of Medicine* une étude sur une drogue qui bloque l'action de l'enzyme en question et empêche donc la formation de sorbitol. Cette drogue, dite sorbinil, interromprait la dégénérescence des fibres nerveuses chez les diabétiques atteints de névropathies.

L'étude présente la particularité de fournir des résultats anatomiques qui permettent de confirmer l'action du sorbinil. Pour la première fois, en effet, des médecins ont prélevé des biopsies sur des humains vivants, en l'occurrence 16 personnes atteintes de névropathies diabétiques, avant et après le traitement ; ces biopsies indiquent qu'au bout d'un an, il y a bien eu restauration des fibres nerveuses.

Les névropathies diabétiques sont à la fois pénibles et dangereuses, parce qu'elles entraînent de nombreux troubles organiques qui passent souvent inaperçus des malades eux-mêmes. **G.M.**

Les sept péchés capitaux de la science : le parasitisme (ne pas citer ses collaborateurs et subordonnés), la BCA (Bêtise crasse absolue), le tourd'ivoirisme, le pédantisme, la prétention qui consiste à présenter dans des conférences internationales des résultats inintelligibles de manière abstruse, le "rugbyisme" qui consiste à s'emparer d'un fait et à courir avec (généralement dans la mauvaise direction), et le jargon qui s'explique par le fait que, si on est clair et compris de tout le monde, on est mal payé. Selon notre confrère Tony Gradwell, du *New Scientist*.

4C41.17 est vraiment dans la province la plus reculée de l'Univers : 15 milliards d'années-lumière. Elle vient d'être découverte par l'Institut scientifique du télescope spatial de l'université John Hopkins et de l'université de Californie, à Berkeley. Elle est énigmatique, parce que son décalage vers le rouge est excessif, presque improbable.

ARCHÉOLOGIE

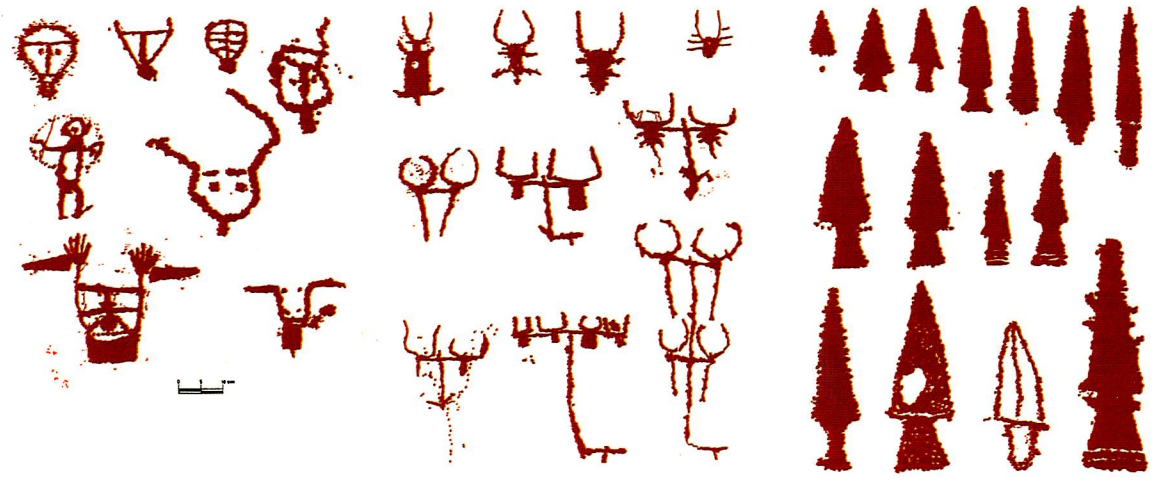
Encore une copie...

Allons-nous bientôt habiter un monde de copies en plastique ? Si *La Danse* sur la façade de l'Opéra à Paris est bien une copie de pierre, due au ciseau de feu M. Belmondo père, les chevaux de Marly, qui gardent l'entrée des Champs Elysées, sont des copies en pierre de synthèse et les statues de Sully et de L'Hospital, qui ornent l'enceinte du Palais-Bourbon, toujours à Paris, sont, également depuis quelques mois des copies en résine façon pierre.

La stèle dite du Chef de tribu, sur le mont Bego, près de la vallée des Merveilles du parc du Mercantour, et qui date de l'Age du bronze, avait subi tellement de déprédations qu'on l'a enlevée et remplacée par un moulage. Le vandalisme, les prises de moulages subreptices, les badigeons en sont cause.

Prévoyons donc, d'ici peu, des façades en résine de nos cathédrales... **G.M.**

Trois groupes de pictogrammes de l'Age du bronze ancien de la vallée des Merveilles, où se trouvait la Stèle du chef : à gauche un groupe de représentations anthropomorphes, au centre, des bêtes à corne et, à droite, des poignards. Ces pictogrammes ont été gravés dans le schiste avec de petits percuteurs de quartz.



PÊCHERIE

Drôle de technique pour la pêche

En 1975, le Pr Yves Plessis, du Museum national d'histoire naturelle, attirait l'attention sur les propriétés anesthésiantes d'une substance contenue dans la peau de l'holothurie, que cet auteur proposait de nommer provisoirement "holothurine". Il signala que les pêcheurs de l'atoll de Rangiroa, dans l'archipel des Touamotou, en Polynésie française, s'en servent pour soigner les piqûres d'oursins et pour étourdir les poissons capturés au piège.

La technique est singulière : à Napuka donc, il existe des cuvettes naturelles où les poissons montés sur le récif à marée haute se retrouvent prisonniers. Les issues étant bloquées, les pêcheurs frottent des holothuries sur les parois des cuvettes ou dispersent dans l'eau des fragments de leur peau : les poissons sont alors paralysés. Ceux de taille réduite (chirurgiens, demi-becs, soldats...) meurent et flottent ventre en l'air. Mais les plus gros survivent et peuvent être pris à la main. Les petites murènes, qui parviennent à s'enfuir, les balistes et les perroquets, notamment le perroquet-crème qui a la vie dure, survivent aussi.

On assure qu'il n'est pas dangereux de manger du poisson ainsi capturé. Il ne serait pas inutile de le vérifier. Et les poissons qui ont peu d'écailles perdent leur saveur.

Ce type de pêche est surtout utile quand le mauvais temps empêche les pêcheurs de sortir, et il ne peut être pratiqué de façon régulière. Notamment parce que les cuvettes où l'on a ainsi empoisonné des poissons restent vides pendant longtemps : ils ne s'y aventurent plus. **E.C.**

Interféron contre la toxoplasmose : on vient de vérifier que la forme gamma assure aux souris une résistance contre cette maladie peu grave pour l'adulte en bonne santé, mais dangereuse pour la femme enceinte et les individus atteints de déficit immunitaire.



ZOOLOGIE

On l'appelle "Rayon de soleil"

Emoi dans le monde des spécialistes des primates : deux nouvelles espèces ont été reconnues dans la seule année 1988, l'une à Madagascar, le Lémur bambou, l'autre au Gabon, à l'occasion des déforestations entreprises pour la construction du futur chemin de fer transgabonais. Son nom scientifique est *Cercopithecus solatus*, mais on l'appelle en langage courant "Rayon de soleil".

Michael Harrison, primatologue de l'université d'Edimbourg, recensait les populations du colobe noir (*Colobus satanus*), au Centre international de recherches médicales de Franceville lorsque les forestiers lui apportèrent un specimen d'une espèce inconnue des manuels. L'animal était pourtant bien connu des indigènes, qui l'appelaient *mbaya* ou *kagé* ; lorsqu'il descendait de ses hauteurs pour faire des razzias de bananes ou de légumes, les cultivateurs l'attrapaient et le mangeaient (cuit).

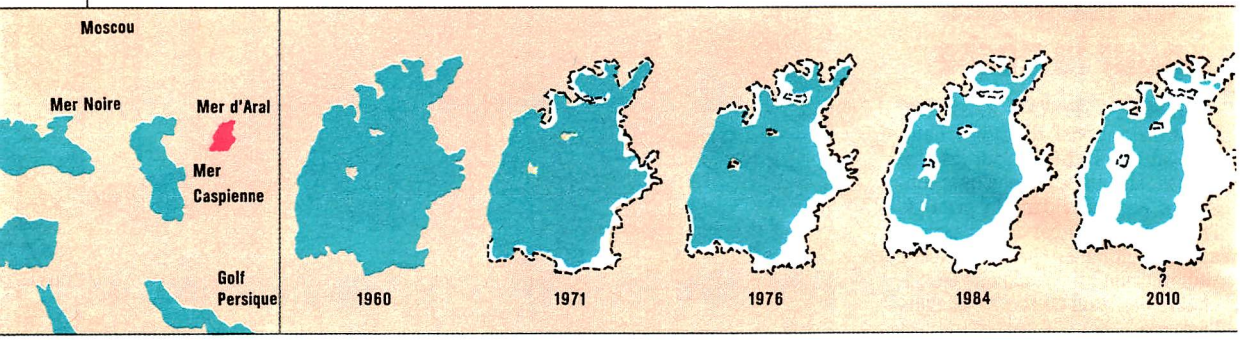
L'animal, une guenon, méritait pourtant mieux. Le pelage du dos est mordoré et l'extrémité de la queue et les yeux, dorés. Une collerette blanche rehausse la face et se fond avec le pelage des joues, qui est gris argenté. L'espèce semble disposer d'un système complexe de communications par signaux visuels, morphologiques et posturaux mais, pour le reste, elle est relativement silencieuse, comme le note J.P. Gautier, de la station primatologique de Paimpont. Il n'y aurait ni appels de contact à courte distance et fréquence élevée, ni "grand cri", caractéristique de la plupart des cercopithèques arboricoles, à l'exception de l'Hoesti, espèce la plus proche dans la taxonomie.

Solatus ferait partie de la superespèce de l'Hoesti. Dutrillaux et d'autres spécialistes, qui en ont étudié le caryotype, ont compté 60 chromosomes comme *C. L'Hoesti et C.Preussi*. Mais l'hypothèse d'une hybridation a été rejetée en raison de l'éloignement des aires géographiques des trois espèces. Celles-ci descendraient donc d'un ancêtre commun.

Un petit groupe de "Rayons de soleil" a été ramené par J.-P. Gautier, J.M. Lernould et d'autres au Centre de primatologie de Franceville. On en saura donc sans doute davantage sur ce charmant et mystérieux primate. **B.B.**

GÉOGRAPHIE

Pouvez-vous me dire où j'habite, s'il vous plaît ? (II)



Nous avons, le mois dernier, rapporté la louable décision des cartographes soviétiques de mettre un terme à la ridicule falsification des cartes à laquelle ils se livraient depuis la Révolution d'Octobre (71 ans déjà).

Il faut quand même dire, à la décharge de ces employés zélés, que leur tâche était compliquée par le fait que certains contours du territoire soviétique changeaient tout seuls, et qu'ils couraient donc le risque de falsifier le contour d'un lac, par exemple, et de tomber juste !

Depuis 1960, en effet, la Mer d'Aral a réellement changé de contours et elle pourrait bien finir par disparaître au XXIe siècle, si le ministère de l'Agriculture d'Union soviétique n'y met pas bon ordre. Les cultures de coton pompent en effet l'eau de cette mer de façon intempérante.

Avec la *glasnost*, d'ailleurs, et la possibilité d'exprimer librement des critiques à l'égard des gouvernements passés, il semble que l'URSS ait beaucoup plus de facilité et de raisons de s'engager sur la voie d'une restauration écologique du pays.

La *Literatournaya Gazeta* a ainsi rapporté le 24 août dernier (les précisions sont adressées à ceux de nos lecteurs qui déplorent parfois "un antisoviétisme primaire" dans nos informations) qu'en raison de l'accroissement des taux de pesticides dans les rizières de Krasnoarmeysky, près de Rostov, les taux de cancers dans la région ont augmenté de 27 % dans les 5 dernières années.

Certains cancers ont augmenté de façon dramatique : 50 % pour les cancers du poumon et 30 % pour ceux de l'estomac. Et cela en dépit des recommandations de la Constitution soviétique.

L'industrialisation sauvage des gouvernements précédant celui de M. Gorbatchev a entraîné une déforestation frénétique, à la suite de laquelle 150 rivières ont disparu de la région de Gornaya Shoria, en Sibérie.

Mais peut-être les cartographes ne le savaient-ils pas... **G.M.**

BOTANIQUE

Discours végétaux

C'est en 1982 que David Rhoades, biologiste de l'université de Washington, se demanda comment il se faisait que, lorsqu'un saule était attaqué par une certaine espèce de chenilles, les saules voisins, qui n'avaient pas encore été, eux, attaqués, sécrétaient une substance qui bloquait la croissance de ces insectes. Il devait y avoir une sorte de communication.

On a supposé que les arbres "parlaient" entre eux, mais l'idée est, en ces termes, absurde. Il est, en revanche, vraisemblable que les arbres diffusent certains produits chimiques qui alertent les individus voisins et déclenchent ainsi en eux des réactions appropriées.

Par ailleurs, en période de sécheresse, certaines plantes émettent des bruits aigus, en fait des ultrasons (100 kHz) inaudibles par l'oreille humaine, dûs à l'éclatement de leurs structures cellulaires.

Des chercheurs du Département américain de l'agriculture se demandent si ces bruits n'alerteraient pas, eux, des insectes prédateurs. Les chercheurs américains estiment possible qu'il y ait un rapport entre ces bruits et l'invasion par des insectes parasites.

Jusqu'à plus ample informé, on ne peut donc pas "interviewer" des végétaux. **G.M.**

MÉDECINE

Echographie en relief

L'échographie, c'est bien ; en relief, c'est beaucoup mieux, et ce sera désormais possible grâce au Pr Masayasu Itô, de l'université de technologie agricole de Tokyo. L'effet de relief est obtenu par traitement numérique et contrastes de couleurs ; il permettra désormais d'effectuer des rotations d'angles pour examiner la même coupe sous des angles différents. L'image, tout aussi rapide (elle apparaît en 15 s) permet une bien meilleure estimation des masses et elle économise le nombre de clichés nécessaires avec des images plates. **L.D.**

MÉDECINE & SOCIÉTÉ

L'aller et retour du Ru 486

L'excès et surtout l'excès d'intolérance ne sont pas payants ; les groupes de pression qui avaient forcé les laboratoires Roussel-Uclaf à retirer la pilule Ru 486 de la vente l'auront vérifié à leurs dépens. En effet, le lendemain même du jour où ces laboratoires avaient annoncé qu'ils cédaient au chantage de boycottage de ces groupes, américains et français, le ministre de la Santé a prié fermement ces laboratoires de remettre le Ru 486 sur le marché. Cela ne signifie sans doute pas que le Pr E. Beaulieu, l'inventeur, pourra se passer de gardes du corps quand il ira aux Etats-Unis. A son dernier voyage, ce spécialiste avait, en effet, dû prendre des précautions...

Le système de santé français n'est donc plus l'otage de groupes idéologiques. On ne voit guère pourquoi il le serait, d'ailleurs : contrairement à ce qu'on a laissé entendre, le Ru 486 n'est pas "la pilule du lendemain". Il n'est administré que sur prescription. Il est parfaitement efficace et sans danger, ce qui n'est certes pas le cas de tous les avortements. Et il est moins traumatisant que l'avortement méthode Karman. Mais peut-être est-ce le traumatisme que certains regrettent...

De plus, l'expérience des cinquante dernières années indique que, quelle que soit la tolérance ou l'intolérance en ce domaine, le taux des avortements reste à peu près constant. On ne peut quand même pas considérer qu'une femme entreprend d'avorter comme elle entreprendrait d'annuler un voyage. **G.M.**

Lumière contre lymphome, c'est le traitement original utilisé aux Etats-Unis contre le lymphome à cellules T. Le sujet est mis, une fois par mois, en circulation extracorporelle après administration de psoralène, drogue qui est activée par la lumière, puis le sang est exposé à une source d'ultraviolets, qui active le psoralène et il y a immunostimulation. Mécanisme encore mal connu.

Les bactéries qui viennent du froid dénoncées par un médecin de l'Institut Pasteur de Lille, (M.Catsaras, dans le n° 25 de *La Gazette Médicale*, 1988) : ce sont le dangereux *Clostridium botulinum*, résponsable du botulisme ; les Salmonelles, responsables de graves toxi-infections alimentaires, et les *Listeria* (déjà inculpées à grands cris dans l'affaire des vacherins). Ces bactéries résistent bien au froid et se retrouvent donc intactes dans les aliments congelés: le *Clostridium* dans les poissons sous emballage clos; les Salmonelles dans les viandes hâchées ; la *Yersinia enterocolitica* dans les légumes, salades, carottes râpées. Que faire? Chaque fois que c'est possible, faire cuire ces aliments.

Injections de placenta risquées : une certaine littérature paramédicale qui a cours depuis plusieurs années laisse entendre que les injections de placenta humain constitueraient le fin du fin en matière de traitement de rajeunissement. Mais un article du *British Medical Journal*, en date du 24 septembre, indique que ce genre de traitement, par injections, peut entraîner des troubles immunitaires sérieux. On oublie, en effet, que les antigènes placentaires ne sont pas nécessairement bien tolérés par un organisme adulte.

Comptez mille grues, c'est la chance, veut la tradition chinoise et vietnamienne. La chance, donc, avait disparu pendant la Guerre d'Indochine, puis celle du Vietnam. On ne sait pas où les grues, symbole de fidélité et de longévité, étaient allées, mais l'essentiel est qu'elles ont refait une apparition dès 1986 et, en mars 1988, on en a compté, en effet, mille à Tram Chim et dans les plaines Dong Thap Muoi.



SOCIOLOGIE

Le bonus des "quinquas"

Il est bien connu qu'à l'époque actuelle, quand on cherche du travail après 45 ans, on est handicapé. Quant à 55 ans, c'est quasiment exclu : pas de place pour les BSC ("Bientôt sous les chrysanthèmes"). Ce qui est d'autant plus paradoxal que la durée de vie ne cesse d'augmenter et qu'on met donc des tranches croissantes de la population au régime de l'assistance sociale pendant une période de temps elle aussi croissante. Sans parler du fait que les entreprises se privent d'un certain savoir-faire qui rend le candidat d'un certain âge évidemment plus rentable que l'apprenti.

Ce qui rend d'autant plus intéressante l'initiative de la firme anglaise de supermarché Tesco, qui a décidé d'engager des gens approchant ou ayant dépassé l'âge de la retraite. Une étude de personnel a, en effet, indiqué que ce sont les employés de cette tranche d'âge qui causent le moins de problèmes et que ceux-ci ont un sens du service plus développé que les tranches d'âge inférieures, une plus grande stabilité et un professionnalisme supérieur... **G.M.**

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Bernadette Brezard, Eric Comte, Lionel Dersot, Alexandre Dorozynski et Gerald Messadié. ●

LE TÉLÉPHONE DES ORDINATEURS

« Envoyez-moi le budget. » — « D'accord, mais j'ai besoin des prévisions de fabrication. » — « Les voici. » Un tel dialogue est-il possible de machine à machine, sans échange de papier ? C'est ce que nous laisse entrevoir la généralisation des réseaux "intelligents".



Dans les années 70, on rêvait de "gestion intégrée". On vous expliquait très sérieusement que l'ordinateur central de l'entreprise allait être en mesure de prendre en charge la totalité des tâches de prévision, de gestion, d'exécution administrative et de suivi, en fournissant aux "décideurs" les "données synthétiques" nécessaires à leur action. Il suffisait en somme de construire une belle architecture centralisée, sur un beau schéma conceptuel : une ligne de commande, c'est une sortie de stock, c'est un réapprovisionnement à lancer, c'est une livraison à faire, c'est une ligne de facture. Une facture, c'est l'attente d'un règlement, c'est une écriture comptable, c'est la base de la rémunération des vendeurs, c'est une donnée statistique. De la statistique émerge la prévision qui, malaxée avec des chiffres prélevés dans des banques de données, commande la recherche, les études, l'embauche, la gestion des ressources humaines, l'industrialisation, la fabrication et... la boucle se referme dans une harmonie merveilleusement préétablie. Le papier se fait tout seul, le gestionnaire se consacre aux tâches nobles, le décideur décide, après avoir tapoté sur un clavier.

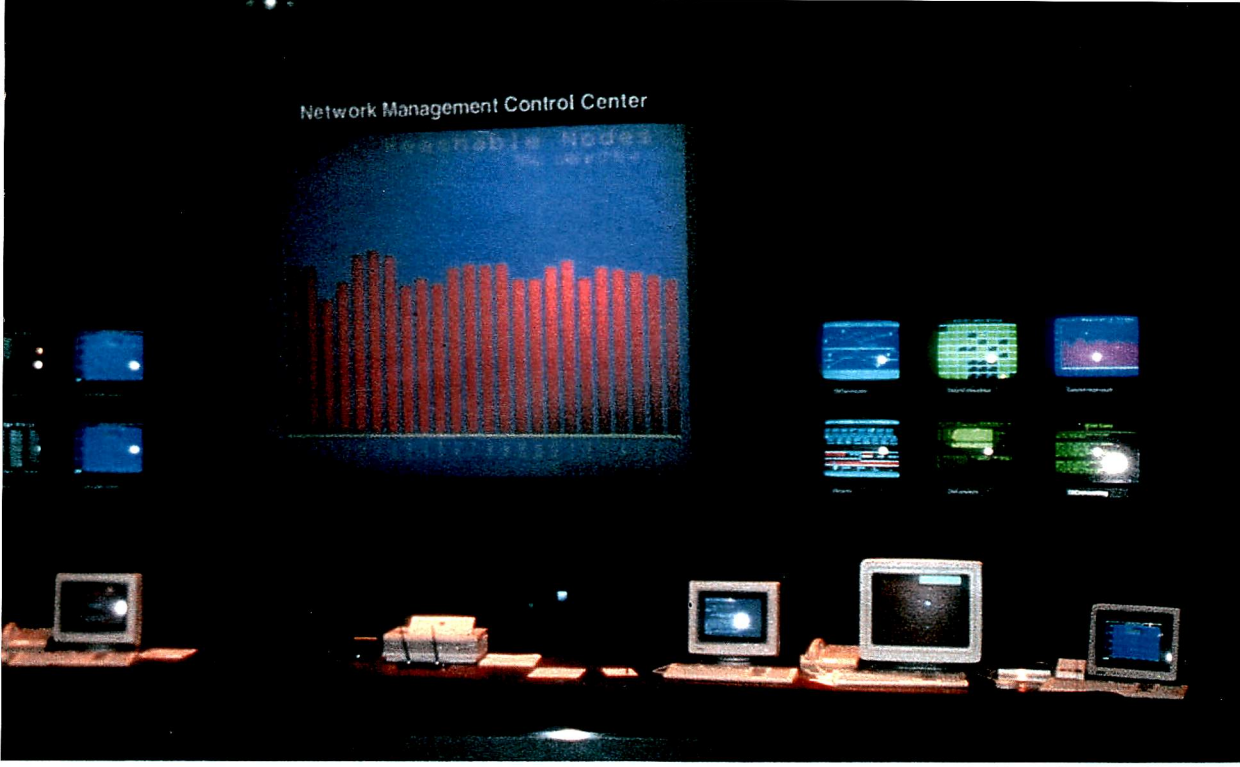
Conceptuellement, rien ne s'opposait à ce rêve, voilà dix ans. A plus forte raison, rien ne s'y opposerait aujourd'hui. Dans la pratique, l'imprévisible, l'impalpable et quelques pesanteurs continuent à en freiner la réalisation. Mais il est vrai que nous progressons vers un monde plus fluide, plus communiquant grâce à quelques progrès décisifs.

La première évolution a consisté à renoncer au centralisme pour adopter des solutions départementales ou locales, moins bureaucratiques. Mini-ordinateurs et micro-ordinateurs individuels ont mis fin au monopole des ordinateurs centraux. Mais il ne s'agit pas de remplacer le monstre central par une multitude de barons autonomes, l'empire romain par la féodalité. Les maîtres-mots deviennent donc "communiquer", "assurer la cohérence", "permettre la consolidation". Le réseau, c'est-à-dire un ensemble de voies de communication et un code de la route, apparaît alors comme la solution qui s'impose. Le but, c'est que les machines puissent se parler entre elles. De la sorte, l'ordinateur qui gère la comptabilité recevra des données de ceux qui pilotent les stocks, la facturation, la gestion du personnel...

En principe, on devrait pouvoir choisir des constructeurs différents et des puissances différentes selon les besoins des sites à équiper, le réseau assurant le transport. Dans la pratique, il existe plus de réseaux que de constructeurs. Tout se passe comme si l'écartement des voies du réseau ferroviaire variait d'une région à l'autre d'un même pays ou comme s'il était impossible à un banquier de parler à un armateur parce que ces deux professions seraient raccordées à des réseaux téléphoniques incompatibles pour diverses raisons (courants électriques différents, codages différents...).

Les organismes internationaux se sont donc préoccupés de définir des normes de communication entre ordinateurs. Dans le cadre de l'ISO (International Standard Organization), les constructeurs coopèrent à la définition de protocoles rassemblés

PAR HENRI-PIERRE PENEL



Le centre de supervision "ausculte" en permanence le réseau Easynet. Sur l'écran central apparaît l'évolution, heure par heure, de son taux d'occupation. Sur les écrans auxiliaires sont immédiatement signalés les éventuels incidents de transmission, avec les coordonnées des postes concernés pour permettre à l'agent de surveillance d'intervenir aussitôt, à partir des terminaux.

sous l'étiquette OSI (Open Systems Interconnection). De leur côté, certains constructeurs s'efforcent d'établir des passerelles entre leur propre système informatique et ceux d'autres constructeurs, en commençant par les plus répandus. L'Américain DEC (Digital Equipment Company), numéro deux mondial de l'informatique, est déjà bien engagé dans cette voie, soit par des accords avec d'autres constructeurs (Apple, Bull, Cray...), soit en prenant seul à sa charge la réalisation d'interfaces vers d'autres systèmes, notamment vers le réseau IBM connu sous le nom de SNA (System Network Architecture).

De la sorte, le réseau DECnet de DEC ("net" signifie réseau en anglais) constitue un ensemble assez universel de voies de communication informatique. DEC avait déjà une bonne expérience de la chose, grâce au réseau Easynet utilisé pour les besoins internes de la société (près de 30 000 systèmes informatiques connectés).

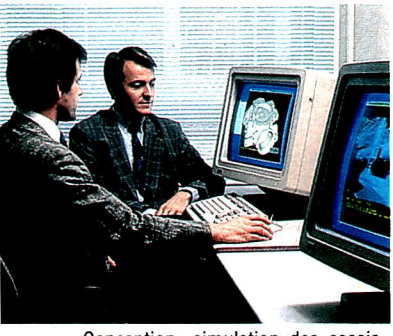
Ce qu'il est possible de réaliser par un réseau de ce type est très prometteur. Le réseau APEX, mis au point à l'initiative de l'Aérospatiale dans le cadre du projet EUREKA, en fournit un exemple. Ce réseau est essentiellement destiné à l'échange de données concernant la "conception et fabrication assistées par ordinateur" (CFAO). Il relie de nombreux ordinateurs (qu'on appelle encore serveurs) auxquels sont connectés des terminaux, c'est-à-dire des postes de travail comportant chacun un écran et un clavier utilisés par des ingénieurs, des techniciens et des gestionnaires.

L'une des applications de ce dispositif concerne la réalisation de pièces mécaniques destinées à l'aéronautique. Il s'agit notamment de mettre au point des pièces nouvelles, compatibles avec ce qui existe déjà. Par exemple, on recherche un matériau plus léger (fibre de carbone au lieu de fonte d'aluminium) permettant une réduction du poids total de l'appareil, avec les mêmes caractéristiques techniques ou des caractéristiques améliorées.

Pour parvenir au résultat, il fallait autrefois créer, consulter et échanger entre divers techniciens de nombreux et volumineux dossiers-papier. Aujourd'hui, toutes les informations nécessaires sont stockées dans des bases de données informatiques. Ces bases sont dispersées sur des ordinateurs différents et éloignés les uns des autres ; mais, grâce au réseau, l'échange devient possible entre techniciens, instantanément et sans papier : d'ordinateur à écran. Dans l'exemple du réseau APEX, les données sont réparties entre des ordinateurs IBM, MATRA, CRAY et DEC. Un ingénieur relié par écran à un ordinateur DEC peut interroger l'ordinateur IBM qui détient les caractéristiques de la pièce actuelle, par exemple un diaphragme pour circuit de commande hydraulique. Ces caractéristiques (dimensions, masse, contraintes de fixation, autres contraintes) sont acheminées d'IBM à DEC, via un

réseau physique (ligne téléphonique spécialisée, réseau Transpac...) et converties en format DEC. L'ingénieur travaillant sur DEC est donc en mesure d'en prendre connaissance instantanément et sans échange de papier.

L'étape suivante peut consister à faire réaliser une première épure de la future pièce par un technicien travaillant, par exemple, sur un ordinateur MATRA. Cette épure restant toute théorique en ce qui concerne les paramètres physiques et la réaction de la pièce aux contraintes, une liaison est établie avec le très puissant ordinateur CRAY de l'Ecole polytechnique. Cette machine dispose de logiciels d'étude de la structure des matériaux et de l'écoulement des fluides, ce qui permet de simuler les réactions de la pièce lors de sa mise en service. Cette collaboration entre ordinateurs spécialisés est d'une importance fondamentale pour une mise en œuvre économique et rapide de la recherche et du développement. En effet, peu de laboratoires possèdent en propre la puissance de calcul d'un super ordinateur tel que le CRAY. Pendant que celui-ci déroulera ses calculs complexes en sous-traitance, l'ordinateur du laboratoire se livrera à des tâches qui requièrent moins de puissance.



Conception, simulation des essais, fabrication du prototype... autant d'ordinateurs échangeant leurs informations, jusqu'à la pièce définitive.

Les échanges de données entre techniciens de conception et techniciens de modélisation permettent progressivement la mise au point de la nouvelle pièce. Il est possible de la représenter en trois dimensions sur écran, de la voir sous plusieurs angles (techniques de conception assistée par ordinateur), de s'assurer de sa compatibilité avec l'ancienne pièce, de la placer fictivement dans son logement pour bien vérifier les cotes.

Puisque cette pièce existe sous forme électronique dans l'ordinateur, on peut simuler ses conditions limites de fonctionnement, déterminer ses seuils de rupture, étudier son vieillissement. Mais cette pièce reste encore théorique, virtuelle. On peut aller plus loin et envoyer à un ordinateur de commande numérique les ordres nécessaires au pilotage d'un robot pour la production d'un vrai prototype.

La mise à l'épreuve de ce prototype peut être elle-même pilotée par ordinateur. Il s'agit d'abord de faire des essais au sol, sur un banc de mesure relié à l'ordinateur de conception, qui fera varier l'ensemble des paramètres physiques auxquels doit être soumis le diaphragme pendant son fonctionnement normal. Les réactions de la pièce sont transmises en temps réel (en direct) à l'ordinateur de conception et, suivant les résultats obtenus, telle partie des contrôles pourra être approfondie.

On imagine le gain de temps et d'efficacité qu'apporte cette méthode par rapport à des échanges de comptes rendus sur papier entre concepteurs et laboratoires d'essai. Une telle amélioration n'est possible que s'il existe un réseau utilisable à la fois par des ordinateurs aussi différents qu'un ordinateur de conception et un ordinateur de pilotage de banc d'essai.

Pourquoi ne pas aller plus loin en établissant une liaison radio entre le laboratoire de conception et l'avion équipé de la nouvelle pièce à tester ? On contrôlera ainsi le comportement de la pièce dans des conditions réelles de vol. Jusqu'ici, des tests de ce genre ne se faisaient que par enregistrement des résultats sur bandes magnétiques pendant le vol. Il fallait donc analyser ces résultats après l'atterrissage. On peut maintenant travailler en temps réel et gagner beaucoup de temps et d'argent. Si l'un des paramètres ne donne pas satisfaction, il est possible de modifier les consignes de vol, alors qu'il fallait autrefois refaire un vol d'essai.

Lorsque la pièce est homologuée, l'ensemble des fascicules et des schémas techniques sont réalisés en PAO (publication assistée par ordinateur). Pour une production de la pièce en série, les paramètres de pilotage des machines-outils ou des robots sont transmis par le réseau au sous-traitant qui peut rester en relation électronique avec le laboratoire de conception pour le suivi de production et les inévitables modifications et mises au point.

Cet exemple concerne l'industrie aéronautique mais ne doit pas laisser croire que les réseaux sont réservés aux secteurs à haute technicité. La vocation du réseau est beaucoup plus large. Il entre en jeu chaque fois qu'il s'agit de partager et d'échanger, c'est-à-dire à peu près partout. Une application beaucoup plus modeste et très réapandue du réseau intéresse les utilisateurs de micro-ordinateurs dans les bureaux. Ce ne sont pas forcément des chercheurs "pointus". Il peut s'agir de gestionnaires divers tels que les commerciaux, les comptables, les contrôleurs de gestion, les gestionnaires du personnel, les juristes et tous ceux qui travaillent individuellement sur un micro pour produire des notes, des rapports, des budgets, des plannings, des études... Le réseau permet de partager entre plusieurs postes de travail une ressource onéreuse telle que l'imprimante laser, indispensable pour une production de qualité. Il permet également à un poste de travail d'accéder à des informations gérées et détenues par un autre poste de travail. On évite de la sorte les duplications de fichiers électroniques qui se traduisent toujours par un gaspillage de ressources et surtout par des incertitudes sur la validité et

(suite du texte page 172)

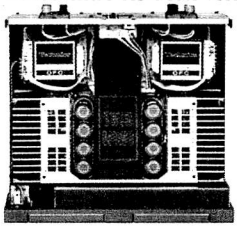
Droite nous pour



Gauche : sommes le clivage

Pour percevoir le son qui remplit notre espace, nous possédons deux capteurs, l'un de droite, l'autre de gauche : nos oreilles. Lorsque l'ingénieur du son veut enregistrer une œuvre musicale, il utilise donc une tête artificielle comportant deux micros. L'un à droite, l'autre à gauche.

Pour que chacune des deux enceintes hi-fi ne reproduise à son tour que la pression acoustique exacte enregistrée par l'un des deux micros, il faut éviter toute interférence entre les deux voies tout au long de la chaîne électronique de reproduction.



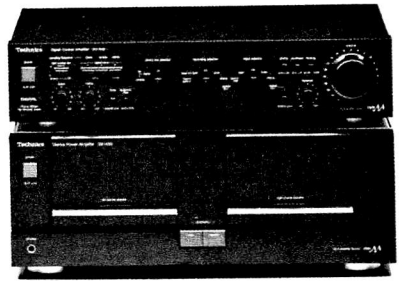
Sous le capot de l'ampli SE-A50, la technique Twin-Mono parle d'elle-même : on distingue parfaitement les deux voies d'amplification séparées.

Allons plus loin : l'idéal, ce sont deux voies monophoniques jumelées, la droite et la gauche, totalement séparées. Cette position tranchée et novatrice bien dans sa façon, Technics l'adopte et vous propose un procédé exclusif de double amplification : le Twin-Mono. De quoi s'agit-il ?

Les informations numériques correspondant à chacune des deux voies et inscrites de façon séquentielle sur le compact-disc sont immédiatement triees. Celles de gauche envoyées vers un convertisseur numérique/analogique propre, celles de droite envoyées vers un autre convertisseur numérique/analogique : il n'y a plus alors aucun risque d'interférence.

Les alimentations électriques sont source de conflit. Les besoins énergétiques des deux voies sont en effet à tout instant différents. Or une source d'énergie unique est génératrice de diaphonie : si l'une des deux voies a besoin brutalement de beaucoup d'énergie, simultanément l'autre voie en subit les conséquences. Et les petits signaux qu'elle véhicule et qui font toute la finesse du son en pâtissent. Pour éviter ça, il faut séparer totalement les alimentations droite et gauche.

Le Twin-Mono qui équipe l'ampli de puissance SE-A50 de Technics isole totalement l'amplification de la voie droite de l'amplification de la voie gauche. Finis les mélanges et la confusion ! On ne s'appelle pas Technics pour rien !



Système d'amplification Technics SE-A50 / SU-A60 • 210 W x 2
Ampli de puissance stéréo SE-A50 Class AA.
• Procédé Twin-Mono. Condensateurs ultra-rapides EX.
Pré-ampli SU-A60 à décodeur numérique.
• 4 convertisseurs N/A haute résolution sur 18 bits. • 2 entrées optiques et 1 entrée coaxiale numérique • Entrée et sortie optique/coaxiale pour le D.A.T.

Technics

Technics, Panasonic et National : 3 marques de Matsushita Electric.

Pour toute information sur Technics et la hi-fi, tapez 36 15 TECHNICS. Panasonic France S.A. 13-15, rue des Frères Lumière B.P. 63 - 93151 LE BLANC-MESNIL Cedex - Tél. (1) 48.65.44.66 - 56, rue Sully 69006 LYON - Tél. 78.89.68.38 - Parc Club de l'Éraudière 167, route de Saint Joseph 44300 NANTES - Tél. 40.93.24.23.

radio, FUN radio, FUN radio, FUN 101.9 FM* F



Ce disque aujourd'hui sur **FUN radio** demain partout ailleurs.

Ecouter la meilleure musique avant les autres... C'est un truc à rendre jaloux les radiovores aux dents pointues. Ne le leur dites pas, ils pourraient se brancher sur FUN RADIO : la radio qui flaire les hits avant qu'ils soient en tube.



*101.9 [illegible] Paris/Ile-de-France. Toutes les autres fréquences en tapant 3615 code FUN RAD

EQVATEUR

OFFRE SPECIALE LANCEMENT

ON DÉCOLLE LE 20 JANVIER



ABONNEZ VOS ENFANTS ET ECONOMISEZ 60 F !

Le magazine de toutes les découvertes va bientôt voir le jour.
Son nom : SCIENCE & VIE JUNIOR.

Son ambition : faire découvrir chaque mois à vos enfants les dernières avancées des sciences et des techniques, leur faire vivre en couleur la grande aventure scientifique et ses exploits les plus ahurissants.

SCIENCE & VIE JUNIOR leur raconte la science d'aujourd'hui, d'hier et même de demain, comme on ne l'a encore jamais fait :

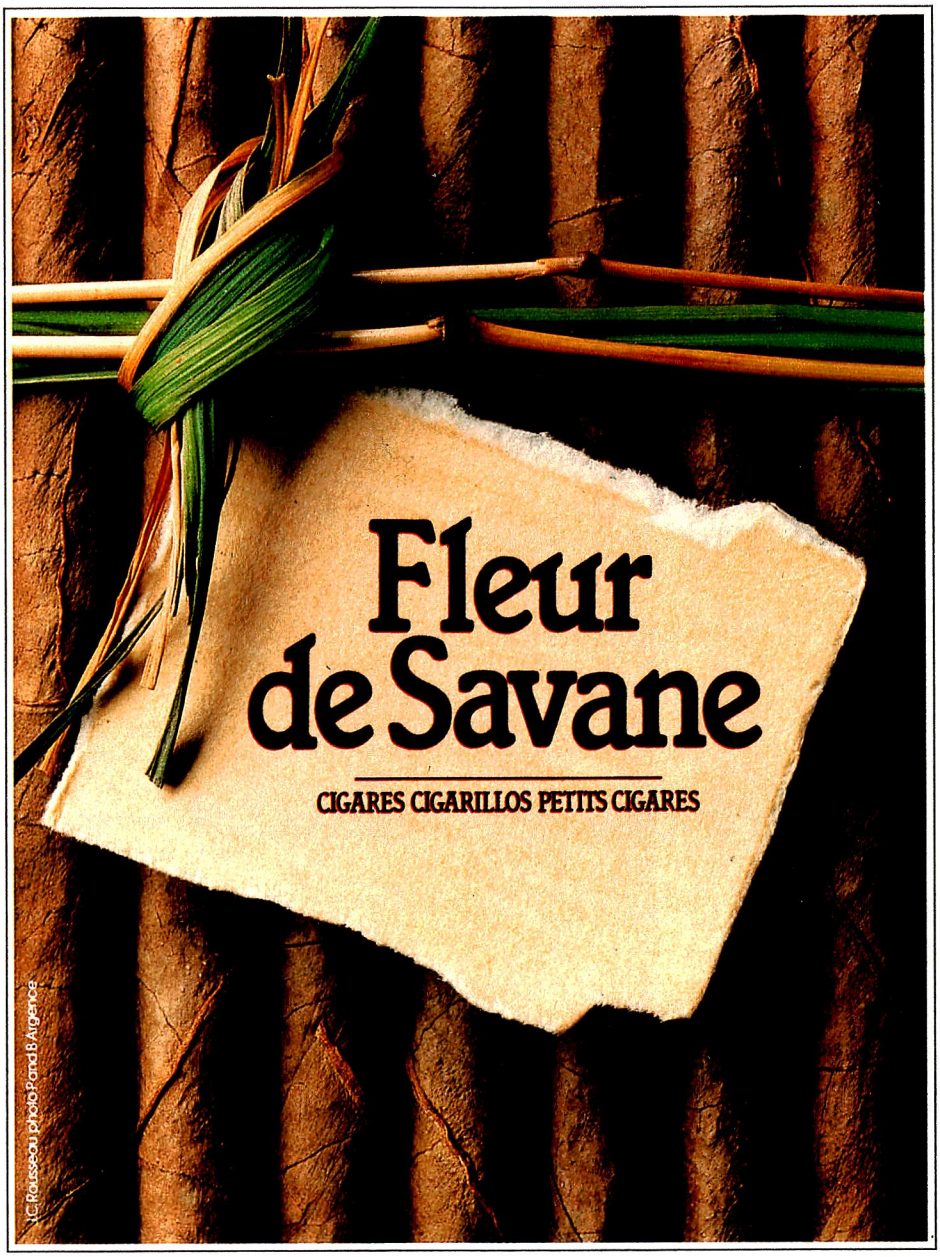
avec rigueur, avec éclat. Une grande clarté et beaucoup de photos étonnantes, c'est ça, SCIENCE & VIE JUNIOR.

Vous connaissez la grande qualité rédactionnelle de SCIENCE & VIE. En abonnant vos enfants à SCIENCE & VIE JUNIOR, vous leur assurez une lecture accessible et en rapport avec leurs études. En effet, l'équipe de SCIENCE & VIE JUNIOR suit au fil des mois les programmes scolaires de sciences physiques et biologiques, histoire, géographie, maths, etc.

Offrir un abonnement à SCIENCE & VIE JUNIOR à vos enfants ou à un jeune de votre entourage, c'est une façon intelligente de faire plaisir onze fois par an.

Profitez vite de cette offre spéciale lancement !

SCIENCE & VIE JUNIOR


Fleur
de Savane
CIGARES CIGARILLOS PETITS CIGARES
J.C. Rousseau photo Pond & Argence

LA TRUFFE À LA CARTE

D'ici 5 ans, on récoltera les premières truffes produites in vitro. A partir d'un simple morceau de chair du noble champignon, on peut désormais cultiver en laboratoire le mycélium, ces filaments qui, en se développant, deviendront truffe.

PAR DIDIER DUBRANA

Mais dans la nature, avant de donner des truffes, ce mycélium doit se nourrir pour grandir. Pour cela, il fait appel au secours des racines d'un arbre, chêne ou noisetier, en s'associant avec elles pour former une entité biologique, la mycorhize. Il a donc fallu, dans un deuxième temps, toujours *in vitro* (au laboratoire), recréer cette association entre les racines d'une jeune plantule de noisetier et le champignon. Résultat : les deux végétaux ainsi réunis par la mycorhization et prêts à produire des truffes ont été plantés en terre pour fructifier.

Cette première mondiale vient d'être réalisée au laboratoire de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA). Elle aboutira, dans quatre ou cinq ans, à la récolte des premières truffes issues de cette culture *in vitro* ; c'est en effet le temps nécessaire au mycélium pour fructifier dans le sol. Mais pour mieux apprécier la performance que représente cette découverte, rappelons les principaux rouages du cycle biologique de ce champignon hautement gastronomique (voir ***dessin page suivante***).

La truffe est le fruit souterrain d'un champignon dont l'appareil végétatif (le corps du champignon) est constitué par de longs et fins filaments qui tissent dans le sol un fin réseau appelé mycélium. Ce dernier, issu de la fécondation d'une spore femelle par une spore mâle (c'est la reproduction sexuée, par opposition à la reproduction végétative, non sexuée, qui a lieu par simple division d'une cellule en deux), ne peut pas se nourrir à partir des aliments qui se trouvent dans le sol. Il a besoin de

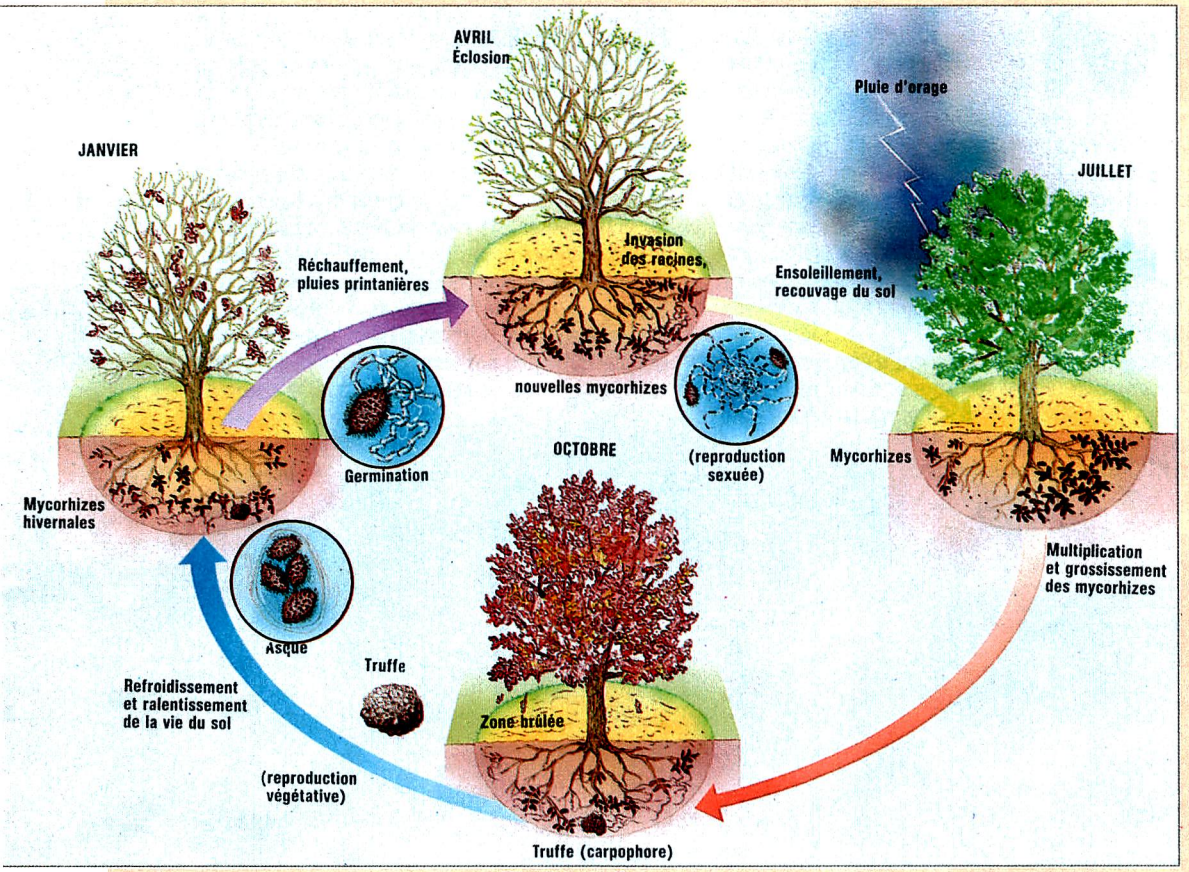


s'associer aux racines d'un arbre qui le nourrira : l'arbre fournit au champignon les sucres et autres substances dont il a besoin ; et en retour, le champignon favorise l'absorption des sels minéraux par les racines de l'arbre. Cette association à bénéfices réciproques, c'est la symbiose.

Les sites où a lieu cette symbiose, ce sont les mycorhizes, organes mixtes formés à la fois par le mycélium de truffe et les racines de l'arbre, qui se présentent sous la forme de minuscules doigts de gant de 1 à 2 mm entourant les radicelles de l'arbre pour jouer un rôle primordial (***voir photo p.101***) En effet, ce sont les organes clés du cycle de la truffe. Pourquoi ?

Les mycorhizes sont non seulement des points d'échanges nutritifs indispensables à la croissance du champignon, mais aussi des sites de reproduction : elles émettent chaque année de nouveaux filaments mycéliens, par reproduction végétative, qui assurent la perennité de l'espèce dans le cas où la reproduction sexuée (par spores) a échoué. Ces nouveaux filaments iront coloniser d'autres racines

LES QUATRE SAISONS DE LA TRUFFE



A la fin de l'hiver, la décomposition des truffes dans le sol (celles qui ont échappé à la cueillette) libère les spores, qui germent pour donner le mycélium : c'est la reproduction sexuée.
Au début du printemps, les radicelles de l'arbre-hôte sont colonisées par ce mycélium, pour former de petits doigts de gant, les mycorhizes.
Tout l'été, les deux partenaires grandissent ensemble, la symbiose jouant à plein : l'arbre donne au champignon les sucres nutritifs qu'il a élaborés par photosynthèse ; en retour, le mycélium fournit les sels minéraux nécessaires à l'arbre.
En automne, se forment sur les filaments mycéliens des nodules, qui évolueront en truffes et arriveront à maturité en hiver. Pendant la période froide, beaucoup de mycorhizes disparaissent. Celles qui restent reprennent leur activité au printemps en émettant de nouveaux filaments mycéliens (par reproduction végétative), qui iront coloniser d'autres radicelles, complétant ainsi la reproduction sexuelle assurée par les spores pour garantir la perennité du champignon.

pour former des jeunes mycorhizes, tissant du même coup un réseau mycélien qui relie entre elles les racines du noisetier ou du chêne. Cette toile d'araignée souterraine fera alors le bonheur des gourmets puisque, en son sein, apparaissent chaque année (en juillet), de petits pelotons mycéliens qui se densifient jusqu'à devenir des truffes (de novembre à avril).

De ce cycle biologique, les chercheurs de l'INRA ont retenu une information essentielle : la croissance du mycélium peut se faire par la reproduction végétative. C'est en effet ce mode de croissance qui sera utilisé lors de la culture *in vitro*, contrairement aux anciennes pratiques culturales. Car, jusqu'à présent, à l'INRA, on se bornait à reproduire le phénomène naturel qui permettait d'obtenir du mycélium à partir de la germination des spores de truffe (***voir dessin p. 102***). Maintenant, on bouture un morceau de chair de truffe (donc du mycélium) sur un milieu nutritif gorgé de substances nécessaires à sa croissance.

Est-ce à dire qu'on pourra bouturer une truffe comme on le fait avec une simple tige de géranium ?

Pas du tout ! Car la culture *in vitro* se pratique en milieu stérile, exempt de tous microorganismes pollueurs qui pourraient venir profiter du repas offert au mycélium et, de ce fait, empêcher sa croissance par leur prolifération intempestive sur ce milieu de culture. Bref, la technique *in vitro* est une affaire de biologiste dans son laboratoire et non de jardinier du dimanche.

Concrètement, deux temps forts marquent ce travail de Titan. D'une part la croissance du mycélium de truffe dans deux milieux de culture différents, l'un solide et l'autre liquide. D'autre part la rencontre, dans un tube à essai, entre le mycélium et la racine de noisetier : la mycorhization, indispensable à la symbiose arbre-champignon, sans laquelle point de truffe.

Donc, tout d'abord, on bouture un morceau de truffe de 3 mm sur un milieu solide composé de gélose et d'éléments nutritifs qui constituent le premier repas du mycélium (***voir dessin p. 103***) Quinze jours plus tard, on transpose la pelote de filaments mycéliens ainsi obtenue dans un bocal rempli d'un nouveau repas, liquide celui-ci. Là le mycélium nage dans le bonheur ; il y trouve tous les aliments nécessaires à sa croissance : sucres (glucose, maltose) ; acides aminés ; substances de croissance vitaminées (biotine, thiamine) ; oligo-éléments (potassium, calcium, magnésium).

M. Olivier, chercheur à l'INRA, précise que « le but d'un tel milieu synthétique est de contrôler la majorité des facteurs de nutrition du champignon afin d'optimiser la vitesse de croissance et la quantité de mycélium produite. Avant, on mettait quatre mois pour produire ce mycélium apte à la mycorhization ; maintenant, deux mois suffisent ».



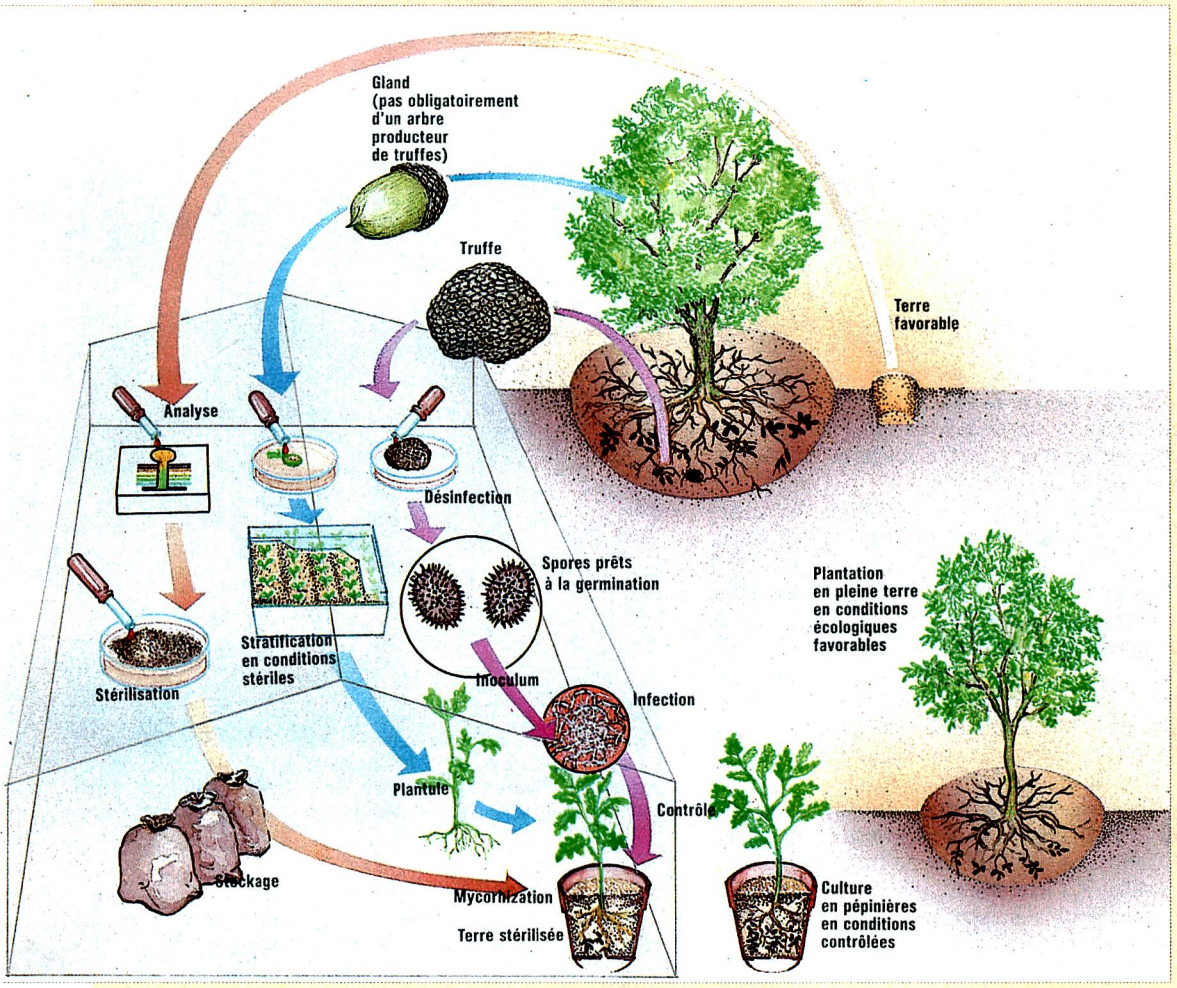
La mycorhise, structure en "doigts de gants" de 1 à 2 mm, unit les racines de noisetier au mycélium de la truffe. Sans cette étroite symbiose, le champignon ne pourrait pas croître et proliférer.

Mais cette culture *in vitro* ne se résume pas à des questions de vitesse ou de quantité de production. « Elle permet surtout, souligne M. Olivier, de cloner le mycélium. » En effet, ce mycélium étant obtenu à partir d'une reproduction végétative, la totalité des caractères génétiques de la plante mère se retrouve exactement dans toutes les plantes filles qui en sont issues.

Ainsi, la descendance mycélienne obtenue à partir des deux milieux nutritifs mentionnés plus haut est composée de filaments tous identiques entre eux et copies conformes du morceau de truffe initial mis en culture : ce sont des clones du mycélium de départ.

L'intérêt du clonage apparaît maintenant évident : il permettra de sélectionner les meilleures souches mycéliennes issues des truffes les plus belles, comme celles du Périgord (*Tuber melanosporum*). Une culture à la carte, en quelque sorte. En quarante jours, donc, le mycélium a atteint une taille raisonnable et peut maintenant rencontrer la racine de noisetier pour s'associer symbiotique-

DE LA TRUFFE EN POT ...



Dans la méthode de culture classique utilisée jusqu'ici à l'INRA, on se contentait de reproduire au laboratoire le phénomène naturel de la mycorhization. D'un côté, on cueillait des truffes, dont on prenait les spores que l'on faisait germer pour obtenir un début de mycélium ; de l'autre, on faisait germer des glands de chêne pour obtenir des plantules. Enfin, dans un pot où l'on repiquait une plantule, on inoculait la terre avec ce mycélium.

Puis on laissait faire la nature, pour obtenir des mycorhizes, c'est-à-dire une colonisation des racines de l'arbre par le mycélium du champignon.

Dans ce procédé, le contrôle humain ne pouvait s'exercer que sur l'environnement, pas sur le champignon à proprement parler : température, composition et stérilisation du sol pour interdire la prolifération de tout champignon compétiteur, etc. Le processus de la mycorhization lui échappait.

ment et former une mycorhize, deuxième étape de cette culture *in vitro*, dans laquelle intervient l'arbre, mais pas n'importe lequel.

Car tout noisetier qui veut être un arbre truffier doit être un hôte chaleureux, capable de s'associer facilement au champignon. Ces arbres existent dans la nature et ont été, eux aussi, sélectionnés par clonage des souches *in vitro*. Cette technique, connue déjà depuis dix ans mais sans cesse améliorée, permet, à partir d'un simple bourgeon apical déposé sur un milieu nutritif synthétique, d'obtenir de petites plantules facilement mycorhizables.

Les deux partenaires étant prêts, on se devait de les marier. La cérémonie a eu lieu dans une petite cage en verre dans laquelle circule un flux d'air stérile. D'un côté la plantule de noisetier avec un système racinaire bien développé, de l'autre une pipette contenant 2 ml de mycélium broyé (inocu-

lum). Le biologiste officiant dépose minutieusement à l'extrémité des racines d'infinitésimales gouttelettes d'inoculum, et la symbiose est prête à commencer.

A ce moment-là, nous dit Mme Poitou, de l'INRA : « Il faut obliger le mycélium à s'associer à la racine pour qu'il ne se développe pas indépendamment. » En effet, dans le sol, nous l'avons vu, le champignon ne peut se nourrir seul. En revanche, *in vitro*, la nature du substrat synthétique est tellement riche, que le mycélium n'a plus besoin de l'arbre. Il faut donc user d'un stratagème pour l'obliger à s'associer à la racine. Pour cela, on enrichit un moment le milieu en saccharose, sucre nécessaire à la croissance de ce mycélium, puis on le sèvre. Privé de ce délice, il se tournera automatiquement vers les racines, qui, elles, en produisent abondamment.

Cette association forcée aboutit donc à la mycorhization du noisetier, qui devient un arbre truffier et que l'on plante ensuite en terre.

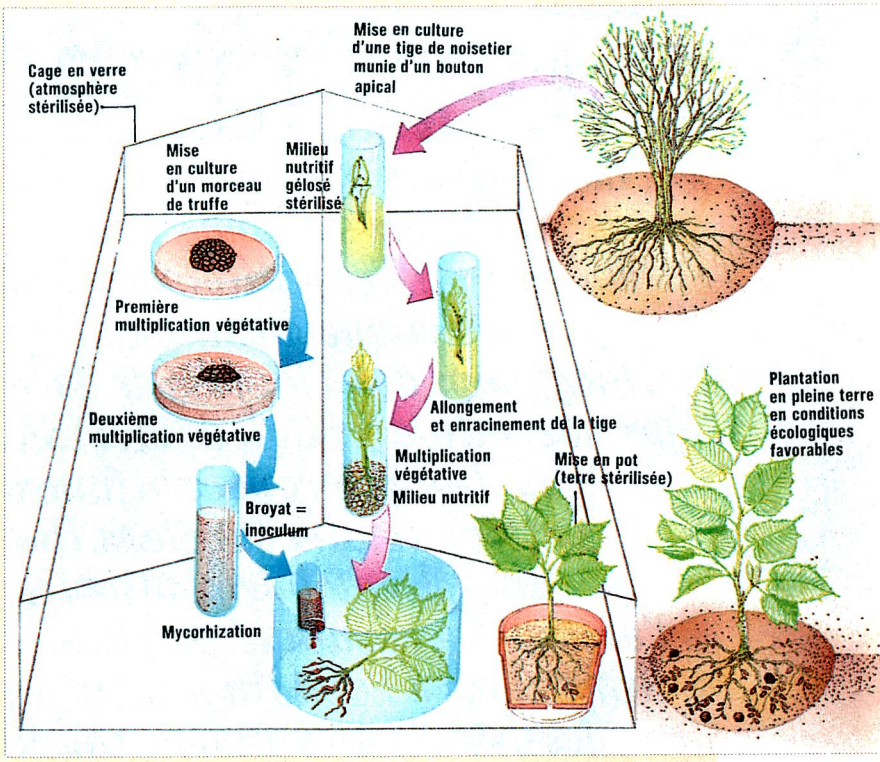
Les chercheurs devront attendre quatre bonnes années avant de voir apparaître les fruits de leur travail, les truffes. Aux esprits critiques qui attendent de voir pour y croire, on pourra répondre que cette méthode de culture est déjà employée chez d'autres basidiomicètes, comme les bolets et le lactaire délicieux, qui ont donné de magnifiques champignons.

D'ailleurs, confiant dans ses résultats à venir, l'INRA a exposé ce nouveau procédé de culture au deuxième congrès international sur la truffe, qui s'est tenu à Spoleto, en Italie, à la fin octobtre 1988.

En attendant, les chercheurs se tournent déjà vers une autre méthode de culture de la truffe, plus rapide, qui utilisera les services d'une nouvelle plante-hôte : l'hélianthème. En effet, les racines de cette cistacée rampante peuvent s'associer avec de nombreux champignons mycorhiziens. Dans certains pays du Maghreb, on trouve même au pied de cette plante le terfez, un cousin éloigné de la truffe, de la grosseur d'une balle de tennis. D'ici à ce que cette plante complète la production truffière des arbres, il n'y qu'un pas...

Didier Dubrana

... AU BÉBÉ-ÉPROUVETTE



Avec la culture in vitro, l'homme a une maîtrise poussée du cycle du champignon. Principale raison à cela : le mycélium ne provient pas de spores germées, mais de la mise en culture d'un morceau de chair de truffe. La différence ? Dans le premier cas, c'est la reproduction sexuée ; on ne maîtrise pas la qualité des truffes produites (qui peut affirmer de quelle couleur sera un chaton né d'un matou noir et d'une chatte tigrée ?). Dans le second, c'est une reproduction végétative : le mycélium de la chair se multiplie de lui-même par division de ses éléments de base, les hyphes.

Parallèlement, on met en culture un bout de tige de noisetier muni d'un bouton apical. Là aussi, il y a multiplication végétative jusqu'à l'obtention d'une plantule aux caractéristiques connues. La mycorhization est ensuite forcée : les radicelles, jusque-là nourries dans un milieu nutritif riche, sont brusquement sevrées et mises en présence d'un broyat de jeune mycélium. La symbiose est initiée.

La plantule est enfin mise en pot, puis repiquée en terrain favorable.

Les truffes issues de ce procédé de culture seront des copies conformes de la truffe de départ, dûment sélectionnée; elles auront les mêmes qualités de consistance, de goût et d'arôme. En d'autres termes, l'homme contrôle la valeur de la truffe produite.

L'ESPACE, QUATRE ÉTOILES

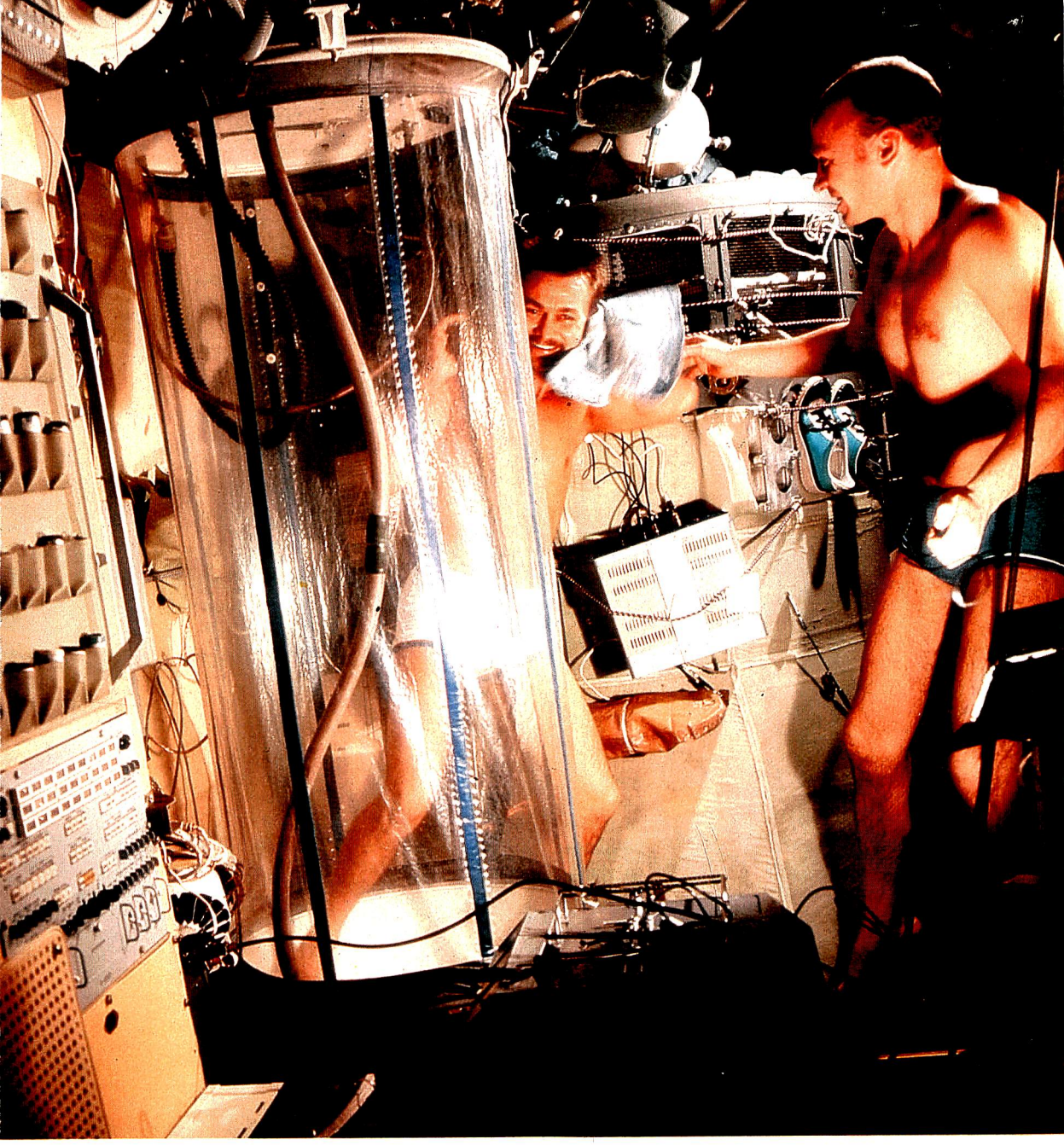
La durée des missions spatiales habitées s'allonge. Presque un an pour l'expédition du MIR soviétique. Beaucoup plus longtemps dans les projets de la grande station orbitale de la NASA. Bien au-delà encore pour la future entrée humaine sur Mars. Une discipline totalement neuve, l'architecture spatiale, prépare les conditions d'habitation étranges des astronautes au long cours.

PAR ANDRÉ TAPON





22 ans séparent ces deux photos. Peu de points communs entre l'habitacle de Gemini 8 (à gauche) où chaque astronaute disposait de 0,76 m³ et celui de Mir avec cabines individuelles et sanitaires élaborés. Comme la manipulation des liquides est difficile en apesanteur, pour les douches (ci-dessus) et les lavabos, l'émission d'eau pulvérisée est associée à un système d'aspiration qui évacue aussitôt le brouillard d'eau avec lequel se lavent les équipages.



La présence durable de l'homme dans l'Espace sera un fait courant de la vie du XXIe siècle. Voyager en navette, entretenir et réparer des stations non habitées, conduire des expériences de longue haleine dans les conditions du vide spatial et de la microgravité, tout cela exigera une sérieuse adaptation physique et psychique de l'être humain. Skylab, au début des années 70 — son vol le plus long n'a pas dépassé 84 jours —, puis les missions Spacelab avec la navette de la NASA, ont montré les graves difficultés rencontrées par l'homme pendant les séjours extraterrestres. Mais ce sont les Soviétiques, avec un vol de près d'un an à bord de la station MIR, qui ont aujourd'hui la plus grande expérience de ces problèmes. Vivre et travailler longtemps à plusieurs dans un lieu très confiné, flotter dans les trois dimensions au milieu d'objets affranchis de la pesanteur, ne pouvoir se servir un liquide sans qu'il se forme une boule et parte se promener, voir le Soleil se lever et se coucher toutes les 90 minutes, ce ne sont là que quelques-unes des données de la vie quotidienne dont l'architecte doit tenir compte en composant un environnement où l'homme pour-



Ni haut ni bas pour ce projet — non retenu — de module d'habitation, conçu par le Space Project Group, qui utilise ainsi la totalité de l'espace disponible. Les différents éléments modulaires sont en matériaux souples ; le gros tube, à droite, fait office de gaine technique mais est aussi un élément important de repérage visuel dans l'espace !

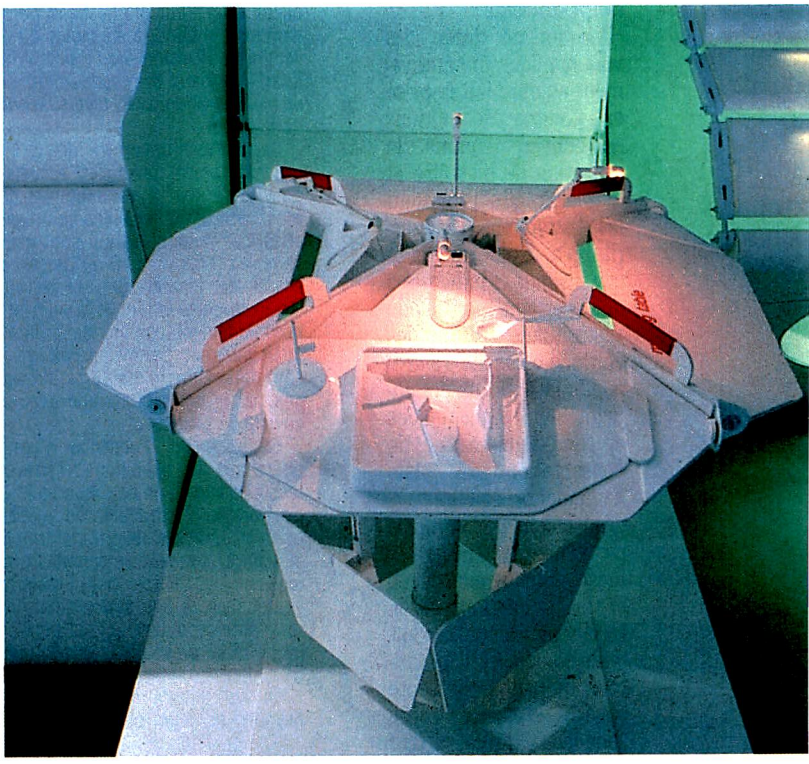
ra fonctionner efficacement tout en se sentant à l'aise. Ainsi, sur Skylab, les astronautes se plaignaient de l'exiguïté du coin repas, où l'on ne pouvait quitter la table sans déranger tout le monde. Les architectes avaient pourtant prévu que chaque convive pourrait facilement se dégager en "s'envolant" au-dessus de la table, sans incommoder ses voisins. C'était faire peu de cas des susceptibilités créées par un confinement extrême : s'en aller par-dessus la table était ressenti par les autres membres du groupe comme un geste grossier, d'un intolérable sans-gêne.

Tâche complexe, d'autant plus qu'il est impossible sur Terre de reproduire vraiment les effets de l'apesanteur, et donc d'expérimenter valablement des solutions à la microgravité. L'architecte doit trouver des réponses techniques à des situations qu'il n'a jamais vécues lui-même, qu'il ne peut qu'imaginer à travers le récit des astronautes.



Un espace distribué comme sur Terre

Américains et Soviétiques préfèrent préserver chez l'astronaute l'illusion qu'il vit dans un monde verticalisé. Comme dans cette cabine individuelle de MIR (ci-contre) où toutefois le lit (à gauche) est accroché au mur. Preuve, avec ce projet de table (ci-dessous), que chaque meuble doit être repensé en fonction de l'apesanteur.



Deux contraintes pèsent lourdement sur la vie sociale dans une station orbitale : le confinement et, toujours, ce fameux problème de microgravité.

L'exiguïté du module d'habitation place les hommes dans une affreuse promiscuité. Une contrainte évidemment irréductible mais que des aménagements soigneusement étudiés peuvent rendre plus supportable. Ainsi, des cabines individuelles sont prévues pour la station SSI (Station spatiale internationale) américaine que la NASA se propose de lancer vers 1995. Des recherches visent aussi à abaisser le niveau de bruit jusqu'ici très élevé dans les vaisseaux de l'espace.

L'apesanteur contrevient à tous les usages de la vie sur Terre, elle bouleverse le comportement des hommes et le code des relations entre les individus. Quelques semaines ou même quelques mois passés dans un vaisseau spatial ne suffisent pas à effacer les instincts "terrestres", ces habitudes endurcies par la longue histoire de l'espèce humaine. Les notions de "haut" et de "bas", de masse et de support perdent toute signification dans l'espace : une table, une chaise ne supportent plus rien, un objet qu'on saisit continue sa course si on le lâche. Pourtant l'homme se raccroche à son vieil univers mental;en attribuant arbitrairement un "plancher" et un "plafond" à son espace vital pourtant privé d'orientation, on l'aide à se repérer et on diminue son "mal de l'espace", condition identique au mal de mer, due aux mouvements du liquide de l'oreille interne qui nous confère le sens de l'équilibre. Et en lui procurant une table et une chaise, dont il n'a nul besoin pour prendre ses repas, on le fait quand même manger de meilleur appétit. Mais cette volonté de recréer un espace distribué selon une gravité qui n'existe pas — on parle de "vectorisation sensorielle" —, est critiquée par certains, tels le *Space Project Group*, un cabinet d'architectes californien spécialisé dans la question.

La NASA n'est pas de cet avis. Elle a retenu le projet Boeing, conçu par le cabinet Bell & Trotti de Houston, et dont les options "vectorisation sensorielle" reflètent les enseignements qu'on a tirés des vols de Skylab ; les astronautes, unanimement, déclaraient à l'époque préférer cet environnement verticalisé à une disposition "sens dessus dessous". C'est aussi l'espace "haut" et "bas" qui est restitué artificiellement dans la station MIR soviétique.

L'acte le plus banal — manger, boire, se laver, se distraire — est vécu de façon complètement différente dans l'espace. Pour la plupart de ces fonctions pourtant simples, il faut mettre en place un agencement spécial. On parle alors d'"interface homme/machine", c'est-à-dire un dispositif intermé-

diaire qui permet à l'astronaute d'accéder à une machine à laquelle son corps n'est pas directement adaptable dans l'état d'apesanteur.

C'est le cas des toilettes qui, dans une station orbitale, sont un mécanisme d'une incroyable complexité : la microgravité impose un système d'aspiration pour évacuer les déchets humains, qui doivent être ensuite déshydratés et compactés avant stockage.

La longue durée des vols implique impérativement aujourd'hui la prise en compte de notions subjectives, comme la sensation de bien-être et le plaisir que procurent les distractions. La nourriture a évolué du viatique insipide et indigeste à une certaine forme de gastronomie. L'effort des cordons-bleus de l'astronautique a porté notamment sur les techniques de conditionnement et de conservation de plats hautements élaborés — des cuisiniers français participent aux programmes spatiaux européens et soviétiques. La mise en forme des aliments doit tenir compte de l'apesanteur. Le pain se présente sous l'aspect de "bouchées" prêtes à être dégluties — couper une miche au couteau libèrerait une nuée de miettes dans l'atmosphère de la cabine. Tous les produits de conserve sont déshydratés ou lyophilisés — ouvrez une boîte de petits pois en apesanteur et voyez ce qui arrive !

Par nécessité physiologique, l'homme en microgravité est tenu à deux heures d'exercices quotidiens, sous peine d'affaissement squelettique, d'atonie musculaire et d'affaiblissement cardiaque. Le tapis roulant qui simule la marche ou la course, le pédaleur-rameur, font partie du mobilier standard de la station orbitale. Mais ces heures d'entraînement obligatoire sont ressenties comme une détestable corvée par beaucoup d'astronautes. Il revient donc à l'architecte de créer autour de cette activité une ambiance agréable de lumière et éventuellement de musique. Il placera par exemple les accessoires de gymnastique devant un hublot, pour que l'astronaute puisse se distraire en regardant le "paysage" spatial.

Les hublots jouent, du reste, un rôle essentiel dans la détente et la distraction. Les astronautes témoignent tous de leur fascination à contempler la Terre. Ils éprouvent des sensations visuelles — colorimétrie très spatiale, acuité phénoménale — que

LEAP : LA VILLE LUNAIRE

Notre satellite naturel est un site de colonisation idéal. Pour des raisons physiologiques, car la gravité lunaire — environ le sixième de la gravité terrestre — y autorise un séjour prolongé de l'homme sans risques de troubles graves liés à l'apesanteur. Pour des raisons logistiques aussi, car cet astre est un point de départ tout indiqué pour les voyages habités vers Mars et d'autres planètes, justement en raison de sa faible gravité, qui permet de faire décoller de grosses masses de matériel à peu de frais d'énergie.

Le projet LEAP (1) (*Lunar Ecosystem and Architectural Prototype*), qui décrit la création d'une base permanente sur la Lune, a été conçu à l'université de Houston par Francis Winisdoerfer et deux camarades étudiants, en collaboration avec divers services de la NASA.

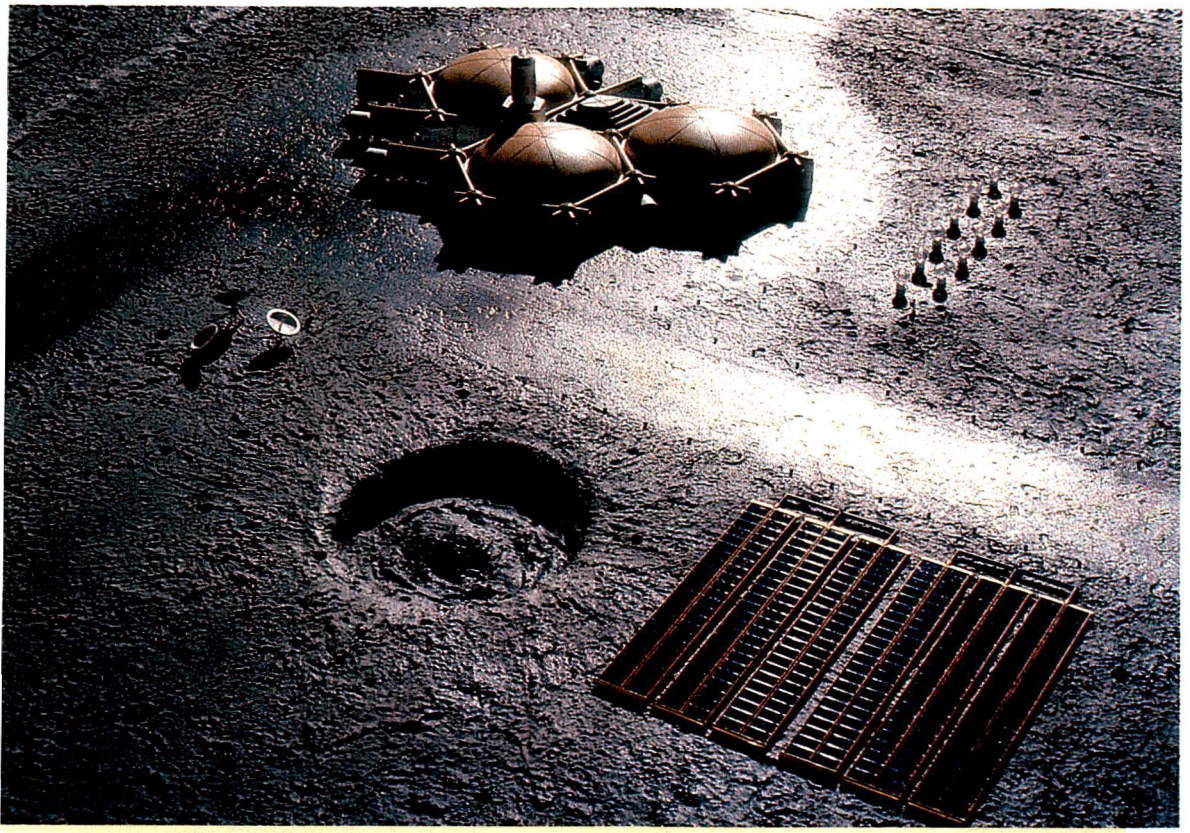
Certes l'environnement lunaire n'est pas exactement un milieu accueillant pour le Terrien. Il est dépourvu d'atmosphère, d'où l'absence de pression et de gaz respirables qui sont nécessaires à l'homme. D'où aussi des écarts de température de +130 à −130 °C entre le jour et la nuit, et un bombardement continu de particules cosmiques et de météorites qui ne sont plus, comme sur Terre, désagrégés par le heurt thermique avec une enveloppe gazeuse.

En revanche, l'absence d'atmosphère crée des conditions très favorables à l'observation astronomique. Les possibilités d'extraction de matières premières, et de leur transformation sur place, sont extrêmement prometteuses. Des fibres pour matériaux composites et des céramiques pourront être produites sur la Lune. Le projet LEAP prévoit les moyens industriels d'exploitation de ces ressources.

Le sol lunaire est très riche en oxygène et, à un moindre degré, en hydrogène. L'abondance de ces deux gaz garantit une large autonomie énergétique aux futurs habitants de la Lune. Elle assure aussi l'approvisionnement en carburant des vaisseaux spatiaux à destination des planètes. Avec l'oxygène et l'hydrogène, on peut entre autres choses créer une atmosphère respirable pour l'homme, faire pousser des végétaux, reconstituer de l'eau, propulser des fusées.

Le scénario du projet LEAP s'étend sur une vingtaine d'années et aboutit à un stade d'autarcie très avancée de la base lunaire. L'opération débute par le débarquement du premier module d'habitation avec six passagers, dont la tâche initiale est de mettre en route une unité de production d'oxygène. Cette étape préliminaire voit, après dix ans, l'apparition d'une gigantesque serre-jardin illuminée par fibre optique — tout est en effet enterré par protection contre les radiations —, et réalisée en polyester de fabrication locale. La population compte maintenant une trentaine de personnes. L'énergie est fournie en partie par des centrales nucléaires, installées suffisamment loin de la base pour être sous l'horizon lunaire et ne présenter aucun danger pour les habitants, et des batteries de panneaux solaires associées à un système de stockage, car le cycle diurne-nocturne dure ici 14 jours.

Les infrastructures sont modulaires et constituées de cinq éléments principaux : un cylindre 6 m de diamètre et de 15 m de longueur qui, selon l'aménagement, sert d'habitation ou de laboratoire ; un sas qui donne accès au milieu hostile de l'extérieur et permet le retour dans l'habitat — c'est ici qu'on met et qu'on ôte les scaphandres, qu'on se décontamine ; des nœuds d'interconnexion où se rattachent les éléments précédents au fur et à mesure de la croissance de la ville



lunaire, l'ensemble formant une structure en nid d'abeille ; une cloche gonflable où s'effectueront les premières expériences d'agriculture lunaire ; un grand dôme en polyester de fabrication maison.

L'entreprise commencerait en 1996 par l'envoi de satellites d'observation qui repèreraient les sites possibles de la future base. Des robots d'exploration et une ou deux missions habitées détermineraient alors l'endroit définitif. Le lancement progressif de l'ensemble logistique de transport (2) aboutirait en 2005 à l'alunissage des six pionniers de la vie sur la Lune, avec le premier module-habitat.

Un an après ce débarquement historique, quatre personnes viendraient augmenter les effectifs. En 2008, la base lunaire compterait sept modules d'habitation et de laboratoire, deux réacteurs nucléaires, des unités de production d'oxygène et d'hydrogène, un parc d'appareillages destiné à l'investigation géophysique de la Lune.

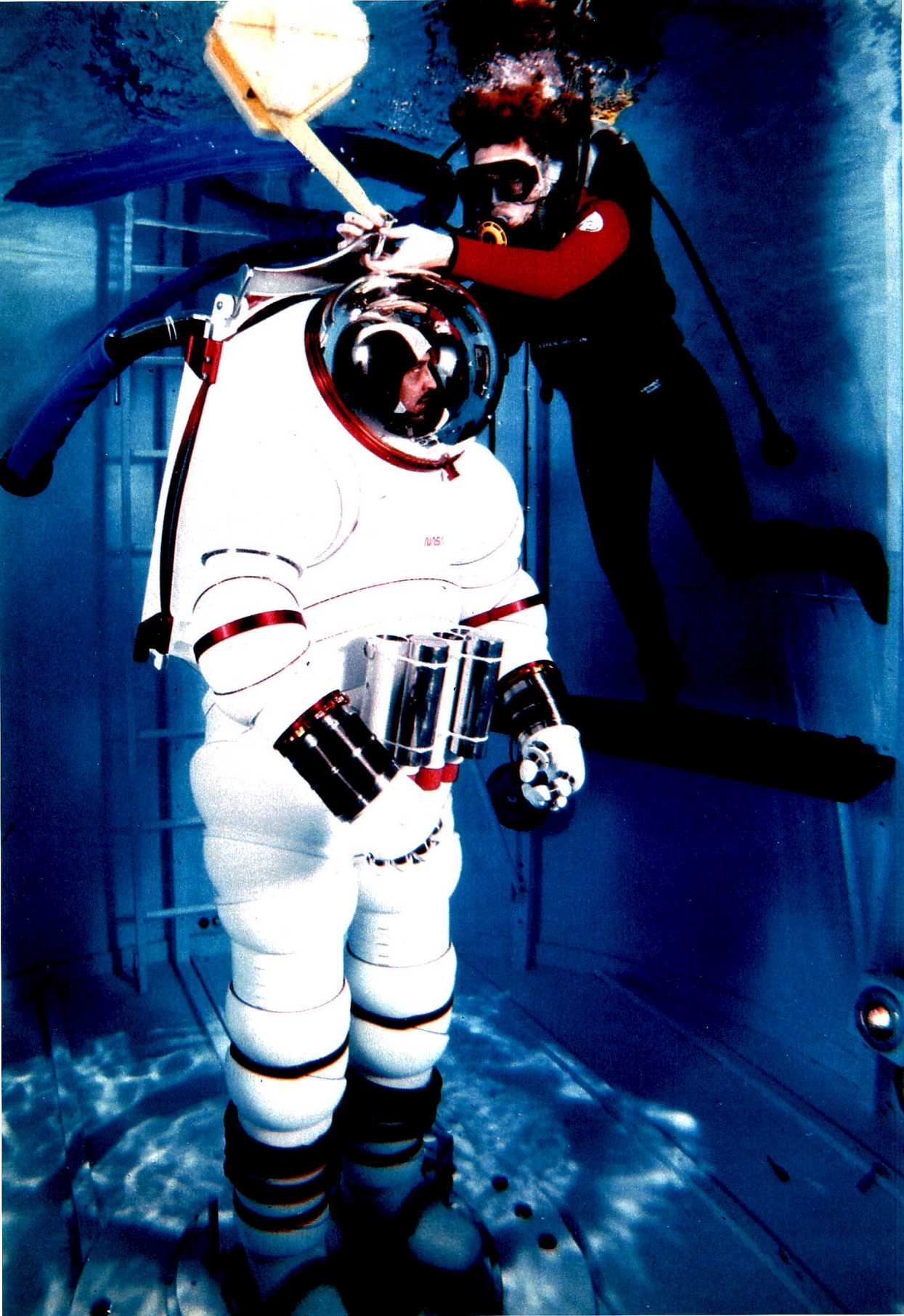
A partir de là, le programme développerait quatre phases successives, étalées sur deux années chacune, qui aboutiraient en 2015 à une infrastructure totale de 21 modules, avec trois dômes hémisphériques en fibre de verre produite localement. La base, habitée par 30 personnes, se suffirait alors largement à elle-même et produirait des matériaux de pointe pour la science et l'industrie : céramiques, verres, fibres pour composites, alliages de métaux.

(1) L'acronyme *leap* signifie en anglais le saut, le bond, l'essor.
(2) Celui-ci comprend une supernavette qui transporte les équipements jusqu'à une orbite terrestre basse où l'attend une station orbitale habitée, d'où un très grand VTO (Véhicule de transfert orbital) les emporte sur une orbite lunaire. Quatre atterrisseurs lunaires (AL), basés sur une station desserte sur orbite lunaire (SDOL) (laquelle assure le guidage et le contrôle d'approche des VTO) apportent en plusieurs voyages la cargaison sur la Lune. cette logistique compliquée économise au maximum l'énergie.

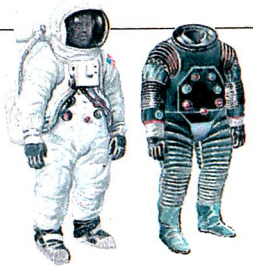
le seul vide interplanétaire rend possible. Valéry Rioumine, qui a passé deux fois six mois à bord de Saliout 6, décrit sa perception très distincte des ardoises sur les toits des maisons. Les spécialistes n'excluent pas un effet de l'apesanteur sur la sensibilité de l'œil aux stimuli lumineux. Mais il se pourrait toutefois que cette contemplation romantique de notre monde à travers les fenêtres de la cabine soit un plaisir dangereux, en raison du bombardement cosmique de particules.

Les hommes de l'Espace ont des horaires extrêmement chargés. Il faut donc que la qualité de leur environnement les aide à tirer le meilleur parti possible des moments de détente. Le stress est toujours ici un risque majeur. L'incident du Skylab IV illustre bien ce problème : pendant plus d'une heure, les communications entre le vaisseau spatial et les stations au sol de la NASA ont été complètement coupées. Affolement dans les états-majors. Quel drame s'était donc passé ? Tout simplement, l'équipage de Skylab, excédé par le flot de consignes dont le harcelait la Terre, avait éteint la radio pour s'offrir une heure de douce tranquillité. On se souvient aussi de l'éclat de colère de Youri Roma-

(suite du texte page 176)



HAUTE COUTURE SPATIALE



Le scaphandre lunaire des missions américaines Apollo appartient à la catégorie des semi-rigides.

Aujourd'hui, l'espace est avant tout affaire de vêtement. Il peut y faire très froid, ou très chaud. Il faut y respirer et s'y protéger des micrométéores. Il faut encore pouvoir y travailler sans tourner de l'œil et suer toute son eau... Le point technique sur la collection d'hiver.

C'est à cause d'un problème de scaphandre que Alexeï Leonov, premier "piéton" de l'espace, faillit perdre la vie le 18 mars 1965, épuisé par 12 minutes passées dans un scaphandre gonflé à bloc. Heureusement, il réussit à le dégonfler partiellement pour réintégrer *Voskhod 2*.

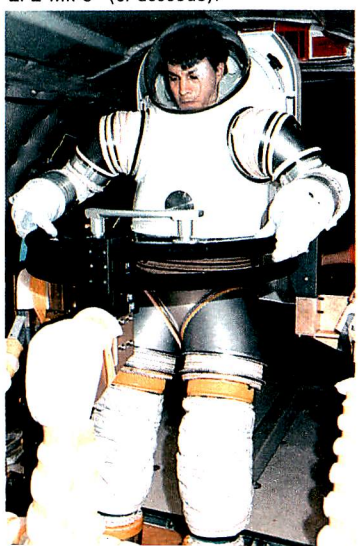
Le 12 décembre prochain, c'est Jean-Loup Chrétien qui sortira se "promener" dans l'espace. Durée prévue : de 3 à 5 h, entre 9 h 50 et 14 h 50 (heure de Paris) ; un séjour qui n'aurait pu être envisagé sans un scaphandre spécial. But : fixer à l'extérieur du bloc de liaison de la station spatiale *Mir*, la structure Era. Réalisée par l'Aérospatiale, cette sorte d'établi spatial en tubes de fibre de carbone repliés en "fagot" sera déployée par télécommande. Un test préliminaire à l'équipement de la future station orbitale européenne *Colombus*...

Le scaphandre doit aussi permettre aux cosmonautes de fixer, sur les parois extérieures de *Mir*, deux cassettes d'échantillons : l'une, Ercos, contient des mémoires RAM, MOS, C-MOS, etc., dont on veut savoir si elles peuvent être détraquées par les ions lourds de l'espace; l'autre, Eva, d'échantillons de matériaux et de revêtements soumis au vide. Les données recueillies serviront au programme Hermès. Pendant ce temps-là, Michel Tognini, doublure de Chrétien, en liaison avec le Centre de contrôle du vol à Kaliningrad, au nord-est de Moscou, imitera, au fond de la piscine de Zviozdnigorodok, les gestes de l'autre (1).

La composition de l'air et la pression des engins spatiaux, station orbitale, vaisseau, navette, ne sont pas les mêmes que celles des scaphandres. On voudrait bien qu'elles le fussent, mais on ne peut pas : la pression, dans un scaphandre de sortie, est beaucoup plus basse, parce que l'air se dilate dans le vide et qu'une pression égale à celle du vaisseau ferait donc du malheureux astronaute un Bibendum rigide.

Portés pendant les phases actives du vol (on les appelle alors intra-véhiculaires), auquel cas ils sont, en cas d'incident, branchés sur le système de survie du vaisseau-même, ou utilisés à l'extérieur (extra-véhiculaires), les scaphandres sont donc sous faible pression. Et si, au cours des ans, les pressions à l'intérieur des engins ont varié entre 1 013 et 350 hectopascals (2), celles des scaphandres américains et soviétiques se sont situées entre 400 et 260 hPa (***voir dessin p. 112***).

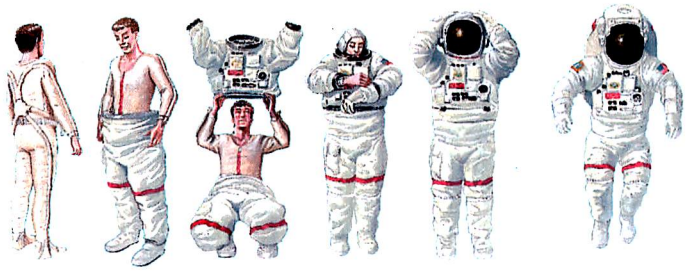
Pour sortir de la station orbitale sans procédure de dénitrogénisation, la NASA teste deux scaphandres rigides à haute pression : l'AX-5 (ci-contre) et le ZPZ Mk 3 (ci-dessous).



Les scaphandres américains EMU (*Extravehicular Mobility Unit*) sont pressurisés à 300 hPa, et les soviétiques, comme celui de Chrétien, à 400 hPa en fonctionnement normal, et à 270 hPa en cas d'incident.

C'est un problème d'articulations. Les scaphandres à ar-

PAR JEAN-RENE GERMAIN



Le dernier modèle utilisé par les astronautes américains de la navette spatiale appartient à la catégorie des semi-rigides : le torse seul est rigide, les membres et les articulations restent souples.

ticulations souples, comme ceux des programmes Gemini, Apollo et *Skylab*, sont conçus pour fonctionner à basse pression. Cela évite les fuites, importantes, qui sont la conséquence des ballonnements, lesquels exigent qu'on alimente constamment ce vêtement en air, quand l'air, là-haut, est si précieux.

Les premiers scaphandres, ceux d'un Gagarine et des missions Gemini, étaient directement branchés aux systèmes de survie des véhicules spatiaux par une sorte de cordon ombilical, assurant alimentation électrique, phonique et fourniture d'oxygène. Les modèles actuels, soviétiques et américains, sont tous dotés de systèmes de survie autonomes prévus pour plusieurs heures. L'***encadré, p. ci-contre*** montre le cahier des charges auquel doivent répondre de tels systèmes.

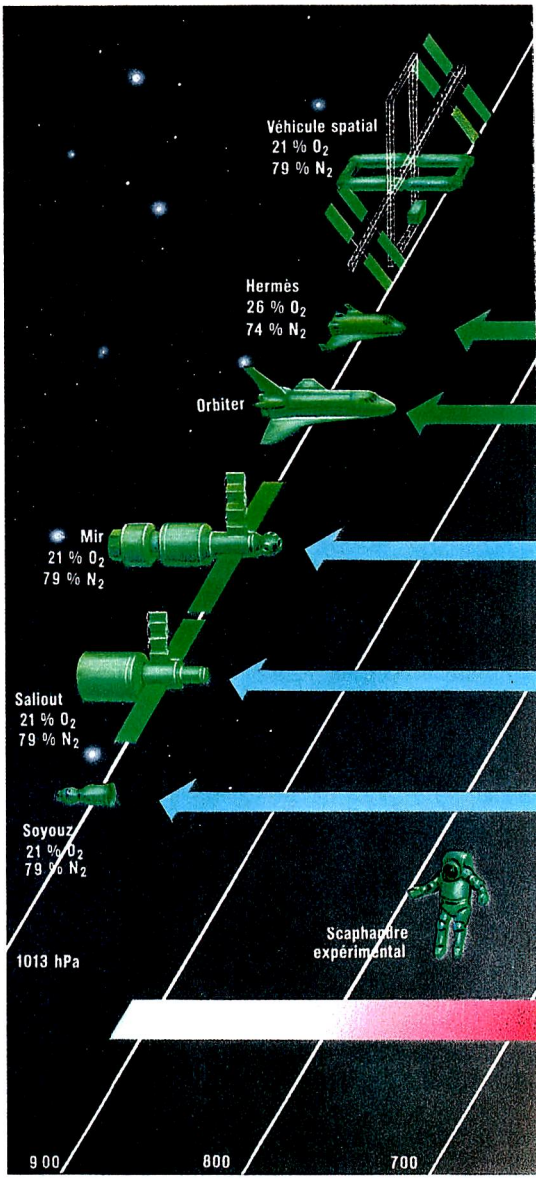
Les scaphandres souples sont certes plus confortables que les rigides, mais plus fatigants parce qu'il faut faire beaucoup plus d'efforts pour en mouvoir les articulations. Voilà pourquoi les sorties dans l'espace sont des épreuves et qu'on limite celle de Chrétien à 5 h maximum. Les scaphandres rigides, qui tiennent mieux des pressions supérieures, ne sont pas non plus idéaux. En effet, les contraintes mécaniques les usent plus vite. Et, dans l'état actuel de la technologie des jointures et articulations, le taux de fuite acceptable suppose des faibles pressions.

Jusqu'à présent, la limite pour les scaphandres souples semble se situer aux alentours de 560 hPa. Voilà pourquoi les Américains (et vraisemblablement les Soviétiques) cherchent à améliorer les scaphandres rigides pour leurs futures stations orbitales, ou tout au moins à fabriquer des semi-rigides qui permettent de réduire la différence de pression entre station et scaphandre.

Le rigide "haute pression", qui est l'objet de recherches aux Etats-Unis et en URSS, possède un avantage certain sur le souple ou semi-rigide "basse pression" : il permet d'éviter les longues séances de préparation aux sorties extra-véhiculaires, qu'imposent les différences de pression et la composition de l'atmosphère de l'engin spatial. Car les cosmonautes devront à l'avenir être capables de travailler 8 h à l'extérieur et de rentrer déjeuner sans problèmes.

On n'en est pas encore aux "trois huits", mais Joseph Kosmo, du Département de l'équipement des équipages de la NASA, prévoit 3 sorties par semaine et par cosmonaute de la future station orbitale américaine. Chaque membre d'équipage devra effectuer de 1 000 à 2 000 h de sortie par an.

Soviétiques et Américains ont opté pour une atmosphère standard de 1 013 hPa dans leurs stations. Si l'on ne sait pas grand'chose des travaux soviétiques en la matière, on sait que deux types de



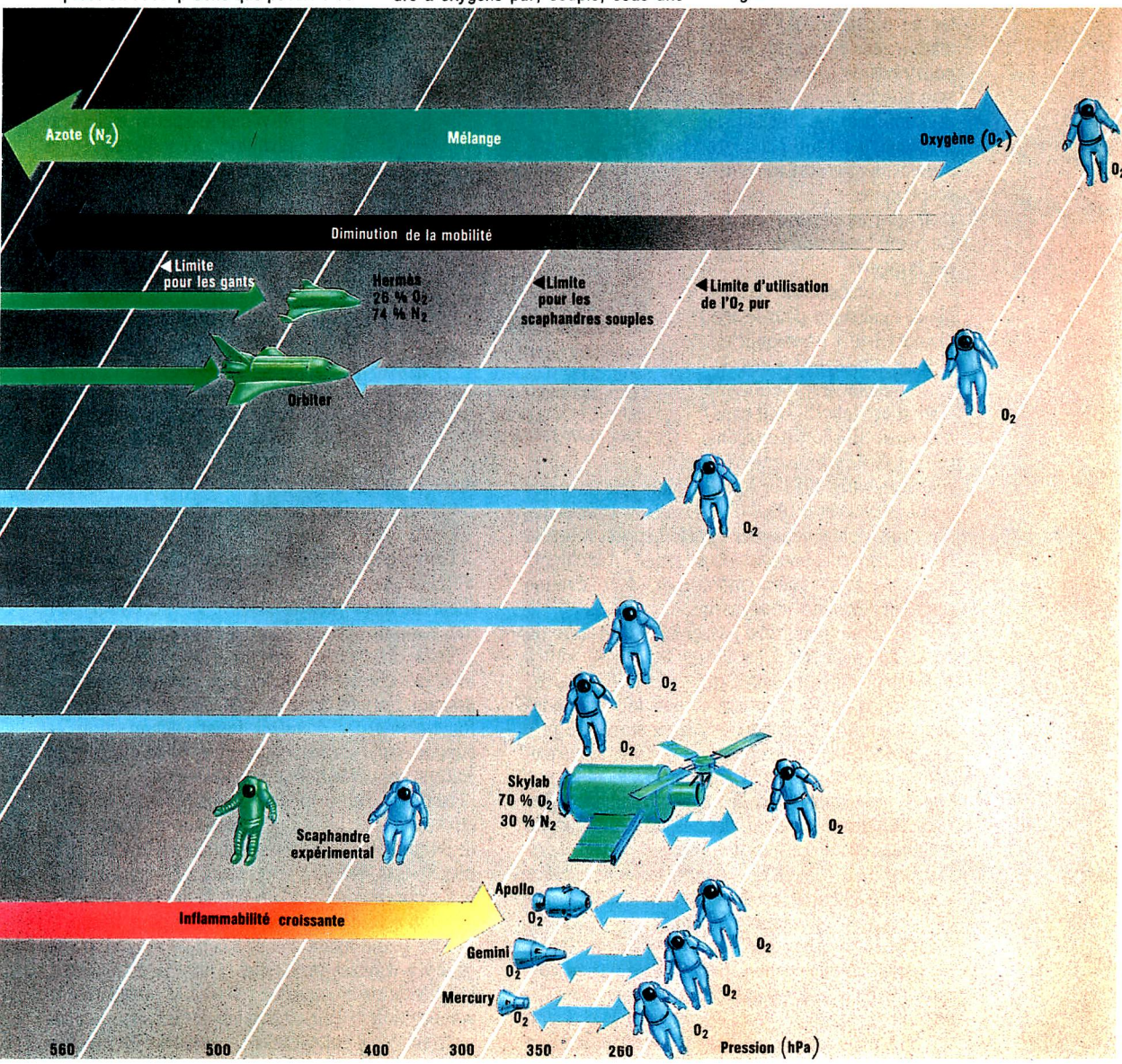
DES HABITS GONFLÉS COMME DES PNEUS

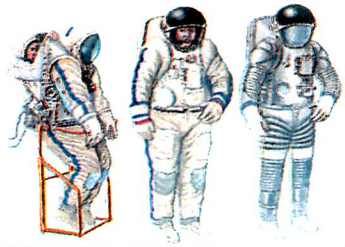
Le choix d'un scaphandre spatial dépend de plusieurs paramètres et doit satisfaire à un certain nombre d'objectifs. Les paramètres : composition et pression de l'atmosphère de l'habitacle abritant le cosmonaute. Les objectifs : sécurité mais aussi mobilité maximale du scaphandre.

Aidons-nous d'un exemple : un cosmonaute vient de quitter *Mir*, qui est pressurisé au niveau de la mer (1013 hPa), pour une réparation minutieuse. Il doit donc posséder un scaphandre suffisamment souple, à une pression aussi proche que possible de celle, quasi nulle du vide intersidéral. Donc un scaphandre à la pression la plus basse, où les risques de fuite seront minimum. Mais plus on va diminuer la pression du scaphandre, plus grands seront la différence avec celle de l'habitacle, donc les risques d'aéro-embolie, et le temps qu'il faudra consacrer à la dénitrogénation (expulsion de l'azote dissout dans l'organisme) ; plus élevée aussi l'inflammabilité du gaz respiré (O_2).

On voit sur notre dessin que le compromis adopté pour *Mir* est un scaphandre à oxygène pur, souple, sous une pression de 400 hPa, qui pourra comporter des gants. Si nous prenons maintenant l'exemple de *Skylab*, nous y associerons un scaphandre aux caractéristiques voisines mais plus souple encore : *Skylab* étant pressurisé à 350 hPa, les scaphandres pourront être gonflés à 260 hPa seulement.

Le scaphandre idéal devrait être à la fois très maniable et très souple, aux mêmes atmosphère et pression que le vaisseau spatial. Aujourd'hui, les "tailleurs" de l'espace s'orientent vers des scaphandres à haute pression, plus rigides.







Jean-Loup Chrétien disposera, pour sortir dans l'espace le 12 décembre, d'un scaphandre semi-rigide : 6 h d'autonomie et une protection contre les accrocs et les micro-météorites.

scaphandres haute pression sont actuellement en cours d'expérimentation aux centres de la NASA à Houston et Mountain View : le AX-5, entièrement en métal, et le ZBS (*Zero Breath Suit*) Mk 3, combinant éléments durs et souples. Avec le AX-5, les Américains ont atteint 1013 hPa avec un taux de fuite limité.

De plus, les scaphandres doivent être unisexes, plutôt économiques, et pouvoir rester au moins un an dans la station sans retour sur Terre pour révision générale. Ce ne sera possible qu'en élevant la pression... et en réglant le problème des gants : la limite absolue de pressurisation des scaphandres rigides (800 hPa) en dépend, car les gants ont beaucoup de jointures critiques.

Si la composition de l'air plaide également pour le scaphandre haute pression, c'est que les atmosphères des Soyouz, Saliout, *Mir*, *Orbiter* et station orbitale US sont constituées de 21 à 26 % d'oxygène (O_2) et 74 à 79 % d'azote (N_2), réglables entre 1013 et 700 hPa, alors que celle des scaphandres est à 100 % d'O_2. Dans ces conditions, il est impossible de passer directement du véhicule spatial au scaphandre, sous peine d'accidents physiologiques (l'aéro-embolisme), tout comme pour les plongeurs sous-marins.

Chrétien ne peut ainsi passer sans transition de l'atmosphère de Mir (21 % d'O_2 et 79 % de N_2) à 1013 hPa à celle du scaphandre en O_2 pur à 733 hPa. S'il le faisait, la baisse de pression dans le scaphandre provoquerait le dégazage de l'azote sursaturé présent dans le sang et les tissus ; des bulles se formeraient dans ses tissus. Dans les cas bénins, ces bulles provoquent des douleurs articulaires, des rougeurs cutanées, et dans les cas graves, des arrêts circulatoires dans le système nerveux central et des troubles de la coagulation. La transition nécessaire consiste à éliminer progressivement l'azote (c'est ce qu'on appelle "dénitrogénation").

Si l'on ne peut pas modifier la pression du véhicule spatial, on fait respirer de l'oxygène pur au cosmonaute de manière à chasser progressivement l'azote de ses tissus. Si l'on peut abaisser la pression du véhicule spatial (on parle alors de procédure mixte), on peut obtenir une dénitrogénation supplémentaire.

C'est long : 3 à 4 h en moyenne, parfois des jours. Autant de temps morts ! Chaque procédure a ses avantages et ses inconvénients.

La dénitrogénation a l'avantage de pouvoir être réalisée à n'importe quel moment du vol, ce qui est particulièrement intéressant en cas de sortie extra-véhiculaire non programmée. La procédure mixte est plus compliquée. Certes, elle est plus courte, mais il faut quand même attendre que les pressions entre le véhicule spatial et le scaphandre s'équilibrent. De plus, elle impose un équilibrage thermique des deux milieux, ce qui fait travailler les ventilateurs du système de climatisation à plein rendement et coûte de l'énergie.

Voilà pourquoi Chrétien devra se préparer pendant une vingtaine d'heures à sa sortie ; c'est le temps nécéssaire pour répéter ses gestes, vérifier l'étanchéité du sas et surtout abaisser progressivement la pression de *Mir*, de 1013 hPa à 733 hPa, avant de revêtir le scaphandre, pressurisé à 400 hPa.

Les responsables du Centre de contrôle des vols, à Kaliningrad, nous ont confirmé qu'il pouvait être théoriquement possible, s'il le fallait, d'organiser une seconde sortie, 2 jours après la première.

Voilà donc où en sont les choses. On pourrait imaginer que les Européens, qui préparent le programme Hermès, auraient déjà pris des mesures en fonction de ces données. Point : aucun choix et aucune étude sur les scaphandres n'ont été faits en Europe depuis le début des années 60.

Le projet d'un scaphandre semi-rigide de 450 hPa, qui servirait de base aux études sur un scaphandre de station, de la firme aérospatiale allemande Dornier System AMD-BA et présenté à l'Agence Spatiale Européenne, dépend en fait de la pression nominale qui sera définitivement choisie pour Hermès.

Il va quand même falloir s'activer un peu, parce qu'il y a d'autres problèmes. Outre la commodité, l'alimentation en oxygène (39 g/h), la pression et la composition de l'air, le scaphandre impose d'autres contraintes : il doit assurer l'évacuation interne des



calories dégagées par le corps du cosmonaute (450 à 500 W), ainsi que la vapeur d'eau (0,2 à 0,25 kg/h). Pour ça, on peut ventiler en permanence l'oxygène, comme on le fait déjà, mais on peut aussi faire porter au cosmonaute une combinaison équipée de petits tubes dans lesquels circule un liquide de refroidissement, qui seraient branchés sur un radiateur externe porté par le cosmonaute avec son système de survie.

Autre contrainte : protéger contre la température extérieure, les micrométéores et les radiations.

La température extérieure, qui peut être très agressive, dépend en premier lieu du type de l'orbite du véhicule spatial. Un engin spatial sur orbite polaire est constamment illuminé, alors qu'en orbite équatoriale, il n'est exposé au Soleil que pendant la moitié de sa révolution autour de la Terre.

Le rayonnement thermique du Soleil se situe dans la gamme d'ondes de 0,2 à 3,5 micromètres, avec une énergie de 1400 W/cm² ; l'atmosphère terrestre réfléchit à son tour l'équivalent de 560 W/cm² et un rayonnement thermique propre de 140 à 320 W/cm² entre 5 et 50 micromètres ; et n'oublions pas que le véhicule spatial, qui est chauffé jusqu'à 147 °C, rayonne lui-même et renvoie sur le scaphandre à proximité une bonne partie de son rayonnement thermique.

Ça chauffe donc, là-haut, et l'on doit protéger donc le cosmonaute par plusieurs épaisseurs de mylar recouvert d'alumine pour réfléchir les infrarouges. On protège aussi ses yeux contre le rayonnement ultraviolet (longueurs d'onde inférieures à 300 micromètres) par une couche d'or ou d'alumine de quelques microns d'épaisseurs déposée sur le casque, ainsi que par des filtres amovibles réalisés selon le même principe.

Les différentes épaisseurs du scaphandre protègent contre les micrométéores : la combinaison extérieure est à la fois un protecteur contre la chaleur et contre les déchirures ; les 5 à 7 couches internes de mylar de la protection thermique, la structure semi-rigide du scaphandre-même et le revêtement étanche y suffisent.

La protection contre les rayonnements cosmiques est assurée par le scaphandre dans son ensemble, et ils sont d'ailleurs considérées comme négligeables : à 350 km environ de la Terre, le cosmonaute est en fait protégé par les ceintures de radiation, qui piègent l'ensemble des particules énergétiques provenant de l'Univers. Ce n'est évidemment pas le cas sur la Lune, qui ne possède pas de champ magnétique.Voilà pour les scaphandres de sortie.

Soviétiques et Américains utilisent aussi, des scaphandres intra-véhiculaires pour assurer la sécurité des humains dans les véhicules spatiaux pendant les différentes phases du vol, au cas où se produirait une dépressurisation accidentelle ; ils permettraient d'attendre des secours pendant 2 à 6 h. Ce sont tous des scaphandres souples, adaptés à l'en-

(suite du texte page 173)

(1) Pour plus de détails sur la mission franco-soviétique Aragatz, voir *Science & Vie* n° 854, novembre 1988.

(2) L'unité légale de pression est maintenant le Pascal (noté Pa) qui équivaut à la contrainte excercée par une force d'un newton sur une surface plane d'1 m². 1 hectoPascal est égal à 100 Pascal. Conventionnellement, la pression atmosphérique au niveau de la mer avec une température de 15 °C est égale à 101 325 Pa ou 1013,25 millibars !



Pour survivre à une dépressurisation accidentelle du vaisseau spatial, l'équipage du Soyouz (ici J-L Chrétien, A Volkov et S Krikalev) revêtira un scaphandre souple équipé d'un système de survie.

LE CROISEUR INVISIBLE

L'US Navy adopte un profil bas pour sa flotte du futur : les navires de guerre de la prochaine génération changeront complètement de visage pour échapper à la détection par l'adversaire.

L'Amérique a déjà le B2, bombardier super-secret aux formes révolutionnaires, conçues pour le rendre pratiquement indétectable par les radars ennemis (1). Une aile volante sans fuselage, entièrement habillée de matériaux qui absorbent une bonne partie des ondes électromagnétiques au lieu de les réfléchir. Des moteurs profondément encastrés dans la voilure pour éviter le dégagement de rayonnements infrarouges, indices dénonciateurs. Tout est calculé pour préserver au maximum l'avion contre le risque d'être repéré.

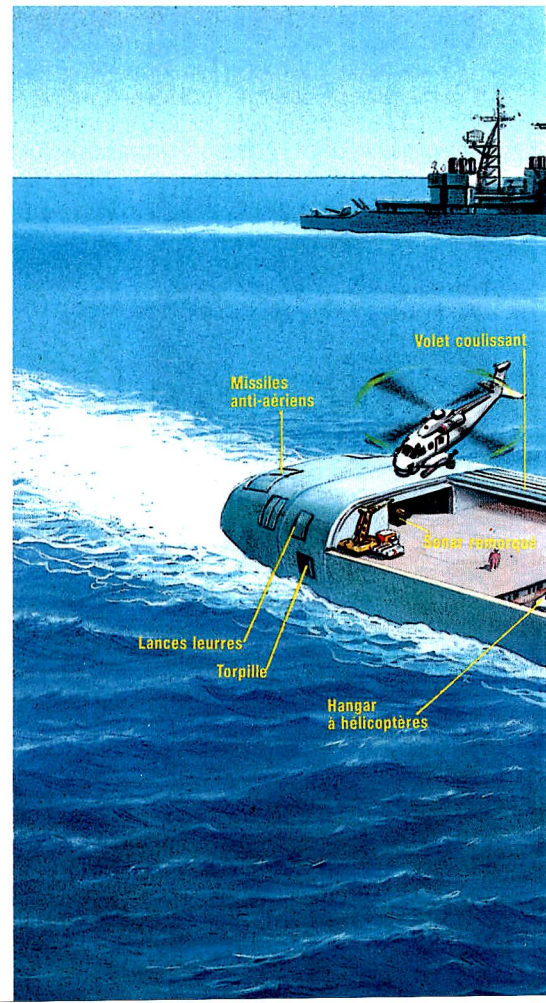
Le détournement, en 1987, vers l'URSS d'une machine-outil informatisée permettant de façonner des hélices ultra-silencieuses (2) — grâce auxquelles les sous-marins peuvent opérer en plongée sans être entendus des sonars et des hydrophones qui les guettent — consterna, on s'en souvient, les états-majors occidentaux.

Aujourd'hui, l'obsession majeure des militaires de tous bords est de rendre leurs armes indécelables par les systèmes de surveillance ennemis. Pourtant, les navires de surface échappent en grande partie à cette préoccupation technologique ; leur configuration, d'un dessin encore très traditionnel, donne largement prise aux faisceaux des radiodétecteurs, aux senseurs des satellites de reconnaissance, aux capteurs d'infrarouge et autres dispositifs de veille.

Frank Carlucci, secrétaire général à la Défense, vient de dévoiler, dans un discours aux élèves de l'Académie navale d'Annapolis, des projets qui mettront les navires de combat des Etats-Unis pratiquement hors d'atteinte des systèmes existants de détection. Une flotte "camouflée", qui ne s'afficherait pas, ou que très faiblement, sur les écrans radar de l'adversaire, pourrait être un atout décisif en cas de conflit armé.

Actuelllement, les bâtiments de guerre ne sont plus utilisés que pour la lutte anti sous-marine, la protection des convois et le soutien aux porte-avions. Facilement repérables en haute mer, et donc exposés à la riposte automatique des missiles, ils n'ont plus de capacité réelle d'intervention directe dans un plan d'attaque nucléaire. Mais si l'on parvenait à transformer ces cibles vulnérables en des sortes de vaisseaux fantômes de l'ère scientifique, les navires de surface retrouveraient le rôle offensif que jouaient encore les cuirassés jusqu'à la dernière guerre, avant d'être détrônés par le sous-marin et le porte-aéronef : celui d'une véritable arme stratégique, d'une force de frappe effective.

Les révélations du ministre américain s'inspirent d'une étude réalisée par le Pentagone, un dossier encore largement confidentiel, intitulé *Révolution*



(1) Voir "Vicissitudes d'un bombardier stratégique", *Science & Vie* n° 851, août 1988.
(2) Voir "Grand bruit autour d'une hélice silencieuse", *Science & Vie* n° 840, septembre 1987.

PAR GEORGES DUPONT

en mer. Ses auteurs constatent que l'architecture des navires de guerre actuels est très en retard sur l'évolution technologique des moyens de combat modernes.

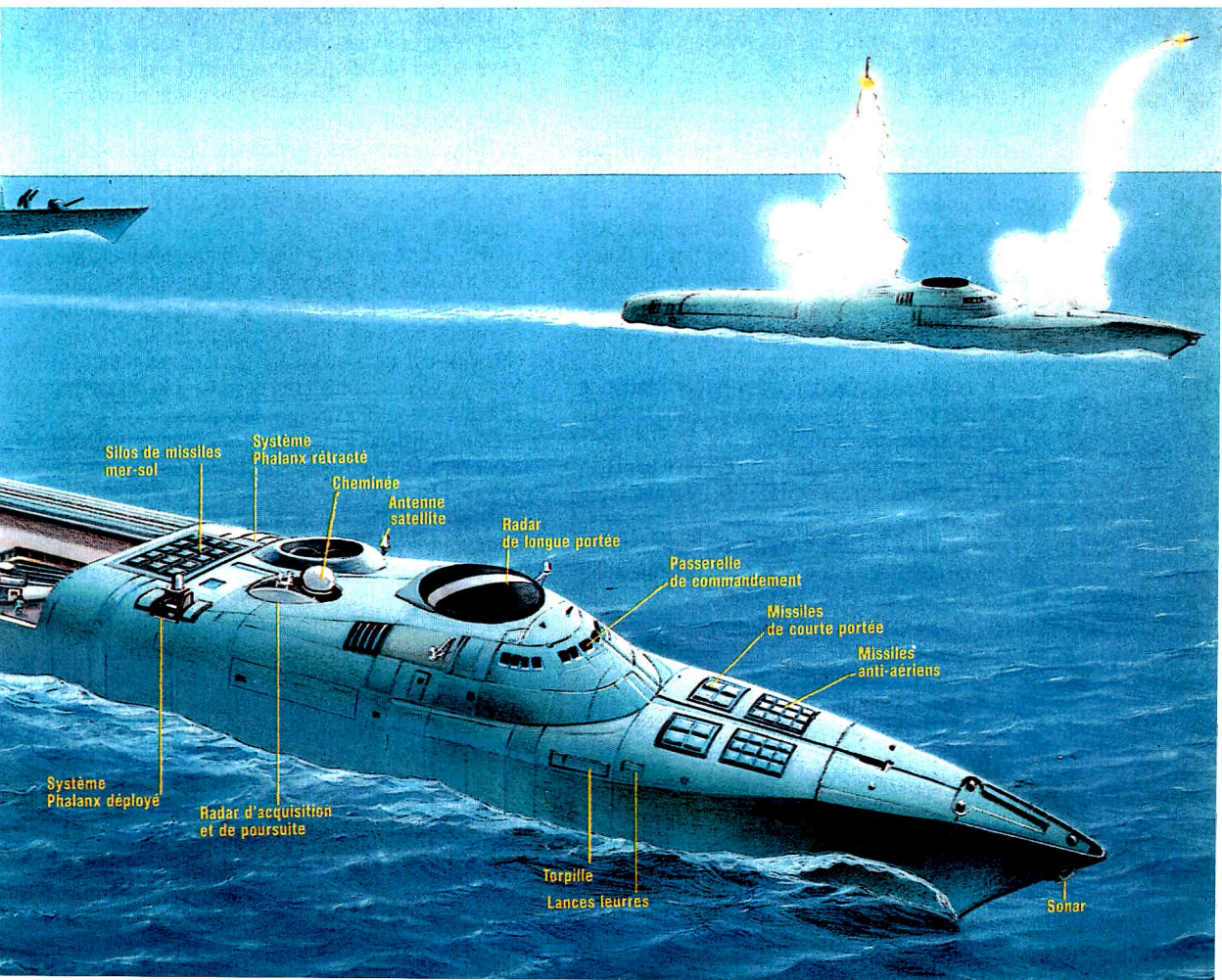
Les systèmes militaires de détection reposent aujourd'hui principalement sur le rayonnement infrarouge émis par les corps chauffés, qui accompagne toute dépense d'énergie comme celle qu'occasionne la propulsion d'un navire, et sur la "surface équivalente radar" (SER), qui mesure la quantité d'échos renvoyés par une cible soumise à des émissions d'ondes radar.

La ligne du futur navire est évidemment beaucoup plus discrète que celle des bâtiments actuels, comme le montrent les deux silhouettes de notre dessin. On a rasé toute la superstructure ; le galbe ressemble à celui d'un sous-marin sans sa tourelle. Rien ne dépasse plus du pont supérieur ; le contour est lisse, la surface presque unie. L'armement et les systèmes de transmission sont dissimulés dans la coque, qui est en matériaux composites à fibres, renforcés par du graphite. Toute l'activité se déroule désormais en vase clos ; le capitaine ne monte sur la passerelle que pour commander certaines manœuvres ponctuelles, comme l'entrée au port.

La forme en elle-même est peu "voyante" pour les radars ennemis, mais on a de surcroît recouvert le navire de matériaux très faiblement réfléchissants qui lui confèrent une grande "discrétion radar", comme disent les militaires. Pour parer à la détection des infrarouges, la cheminée est toute entière escamotée dans le corps du bâtiment et les gaz d'échappement sont refroidis avant leur sortie dans l'atmosphère. La "signature" infrarouge se trouve ainsi effacée.

Les Américains appellent le bombardier B2 un *stealth bomber*, *stealth* se rapportant à un acte commis dans le secret, furtivement. Par analogie, ils disent *stealth ship*, en parlant de leur futur navire de guerre. Sa conception a d'ailleurs beaucoup bénéficié des études menées sur le B2. Ce dernier est un des secrets les mieux gardés des Etats-Unis ; aucune photographie n'en a été publiée, et les prototypes ne volent que la nuit, pour se soustraire à l'oeil des caméras indiscrètes. Il sera toutefois difficile de construire et d'essayer le "croiseur invisible" dans les mêmes conditions de mystère.

Georges Dupont



LE BATEAU QUI ROULE COMME UNE AUTO

A plus de 60 km/h, l'eau devient dure comme du béton. Alors, pourquoi glisser ou voguer dessus plûtot que de rouler ? Et un ingénieur du Havre, M. Legoy, conçoit le bateau qui roule : des roues qui servent de flotteurs et de propulseurs.

Les petits bateaux qui vont sur l'eau doivent constamment déplacer leur volume d'eau pour avancer. Ce volume se mesurant facilement en mètres cube, donc en tonnes, on conçoit qu'il est extrêmement difficile de déplacer des tonnes d'eau en une fraction de seconde, ce qui est pourtant nécessaire si l'on veut avancer de 20 ou 30 mètres par seconde.

C'est d'ailleurs si difficile que la coque monte d'elle-même sur l'eau quand le système propulseur est assez puissant pour la pousser à plus de 15 m/s soit 54 km/h. Ce phénomène est utilisé par tous les engins rapides, qu'ils soient à voile ou à vapeur, et à la limite on arrive au ski nautique et aux hydroglisseurs. A ce moment, il n'y a plus vraiment flottement, au sens de poussée d'Archimède, mais glissement dynamique : on déplace aussi peu d'eau que possible, mais on la déplace à la plus grande vitesse réalisable.

C'est la force de réaction exercée par l'eau à ce déplacement qui équilibre le poids mis sur les skis, ou celui de toute une coque comme c'est le cas avec les bateaux de course. La réaction exercée par l'eau sur ces fonds de coques rapides est même si raide qu'on la compare au béton.

Or, s'est dit un inventeur du Havre, glisser sur du ciment, même mouillé à cœur, n'est pas une solution très habile : le béton, on roule dessus, ce qui est bien préférable. De là l'idée de remettre des roues aux bateaux, mais pas de simples roues à aubes comme cela a été fait aux débuts de la navigation à vapeur. Les roues de M. Legoy sont en même temps porteuses, comme celles d'une voiture ; d'une manière plus précise, ce sont des roues qui flottent, ou des flotteurs qui tournent. Ainsi, dit l'inventeur, on gagne beaucoup sur la résistance à l'avancement : tout comme un flotteur ordinaire, la roue monte sur l'eau dès que la vitesse est un peu élevée, mais comme en plus elle tourne,la force de frottement sur l'eau est éliminée — bien que son coefficient de viscosité soit faible, l'eau reste un fluide visqueux et il y a donc frottement quand on fait glisser une planche dessus.

Pour être juste, l'idée n'est pas absolument nouvelle puisqu'en 1897 Ernest Bazin faisait naviguer au Havre un grand bateau muni de flotteurs rotatifs, l'hydrorouleur ; mais il lui manquait à l'époque toutes les connaissances en hydrodynamique dont on dispose aujourd'hui.

Ancien ingénieur à la CFR (Compagnie française de raffinage), M. Legoy s'est vite spécialisé dans l'hydraulique et a donc pu disposer de tout le matériel nécessaire à ses inventions dans le cadre de son entreprise. Il apportera d'ailleurs de nombreux perfectionnements au matériel de la CFR et obtiendra 19 brevets dont 2 exploités aux USA.

Pour le bateau à roues, il a commencé par des modèles à échelle réduite qu'il a baptisé hydromobile et dont il compte faire, pour commencer, des maquettes et des jouets. Mais cette invention est avant tout destinée à la navigation de plaisance où la charge emportée compte moins que les performances. Pour le moment, le navire à roues n'est pas destiné à remplacer les cargos ou les pétroliers.



La coque doit être conçue un peu comme un châssis de voiture puisqu'elle va recevoir les roues de flottaison et d'entraînement. Celles-ci peuvent être extérieures à la coque, comme c'est le cas des maquettes présentées, ou intérieures, c'est-à-dire installées dessous

PAR RENAUD DE LA TAILLE



M. Legoy, dans son atelier, en train de mettre la dernière main à l'une de ses maquettes. Maquette que l'on retrouve en action sur la photo de la page ci-contre.

comme les roues d'une locomotive : c'est le cas d'une sorte de barge, ou péniche, présentée dans le descriptif du brevet.

En règle générale, chaque flotteur a une forme cylindrique ou de préférence tronconique dont la grande base est munie d'une couronne périphérique sur laquelle sont fixées les aubes ; on peut d'ailleurs accoler 2 roues de ce type par leur grande base, cette disposition ayant l'avantage que les 2 couronnes forment entre elles une étrave — bien que le bateau soit destiné à rouler, il aura quand même à rencontrer les vagues et les flotteurs auront intérêt à avoir un profil hydrodynamique.

Mais le point le plus important reste la forme et le profil des aubes : il faut en effet qu'elles engrènent sur l'eau comme un engrenage roule sur une crémaillère, mais en déplaçant le moins d'eau possible dans une direction autre que celle opposée au mouvement. Autrement dit, pour que le rendement soit bon, il faut que les aubes dans leur mouvement de rotation autour de l'axe des flotteurs ne poussent pas l'eau vers le bas ou vers le haut, mais uniquement en arrière. C'est là le problème le plus délicat ; faire des roues flottantes à partir de coquilles en alliage léger ou en plastique ne pose pas de difficultés. Trouver le meilleur profil pour les aubes est une tout autre affaire ; de fait, selon qu'il s'agit de roues libres (voilier) ou de roues motrices, le bon profil n'est pas le même.

Pour avoir le meilleur rendement, il faudra des aubes à saillie variable, et sans doute aussi à orientation variable en fonction de la vitesse ; il est de même vraisemblable que des essais en bassin mèneront à des profils complexes. Mais ceux-ci ayant leur meilleur rendement pour un angle d'attaque constant par rapport à l'horizontale, il faudra que ces aubes puissent tourner autour de leur axe pour conserver la même orientation pendant que la roue tourne. Cette rotation des aubes sur leur axe en fonction de la rotation de la roue ne pose aucun problème technique particulier.

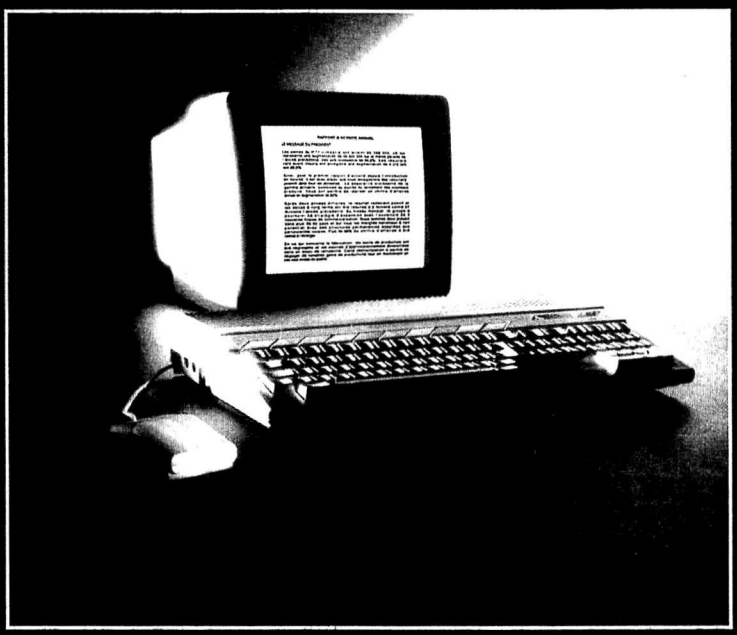
D'autre part, ces roues sont orientables, pour assurer le guidage du bateau. Ainsi équipé, le bateau à roues permettrait d'atteindre des vitesses qui sont impossibles à atteindre avec la coque flottante porteuse. Pour l'inventeur, on peut envisager les 300 km/h à moyen terme avec une stabilité très supérieure à celle des fameux bateaux off-shore.

Rouler sur l'eau offre d'autre part de nombreux avantages pour tout ce qui concerne la navigation de plaisance : naviguer sur des plans d'eau de très faible profondeur, ou dans les régions polaires où on passe facilement de l'eau à la glace : là encore le bateau à roues sera flotteur, ou rouleur selon le cas, sans interruption de sa marche.

On peut à la limite concevoir un engin avec des roues en caoutchouc qui irait aussi bien sur l'eau, sur terre et sur toute zone intermédiaire : marais, glace, sable et autres. Les véhicules à coussin d'air possèdent aussi cette capacité, mais ils n'ont pas les capacités de direction, de freinage et d'accélération du bateau à roues. **Renaud de La Taille**

ATARI 1040 ST

Il exécute le traitement de texte des clients les plus pointilleux, les plus tatillons, les plus coupeurs de cheveux en 4 qui soient : les journalistes.



5100 F HT*

- Puissant (1 méga de Ram)
- Rapide (16/32 bits)
- Confortable (écran monochrome haute résolution)
- Convivial (souris, environnement Gem)
- Nombreux logiciels disponibles : traitement de texte, gestion de fichier, tableur graphique.

EQUATEUR

L'Atari 1040 ST a été adopté par la rédaction de plusieurs journaux dont Libération et Ouest France.

Pour tous renseignements téléphonez au 45 06 31 31 ou envoyez votre carte de visite à Atari France : 9 rue Sentou, 92150 Suresnes. * Prix public conseillé 5990 F TTC.

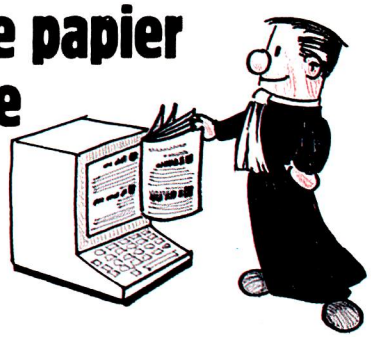
ATARI LE FASCINANT POUVOIR DE L'ARME INFORMATIQUE.

ATARI®

ECHOS DE L'INDUSTRIE

INFORMATION

L'éditeur qui complète le papier par la télématique



Fondée en 1903, l'imprimerie Jouve n'a pas manqué le développement de la télématique. Réfléchissant aux limites du papier dans certains secteurs, et aux formidables progrès enregistrés ces dernières années dans le traitement multimédias de l'information, elle a récemment créé un département spécialisé "SI", Systèmes d'information. Avec une solide expérience d'ailleurs, puisqu'elle travaille depuis 15 ans avec le CNRS, pour et avec lequel elle a réalisé la base de données "Pascal" (banque bibliographique scientifique et technique), avec une édition simultanée sur papier et support informatique.

Certes, Jouve ne renie pas son premier métier d'éditeur papier, mais elle estime que celui-ci ne peut plus être considéré aujourd'hui comme le seul véhicule de l'information. Le compact-disc, le vidéotex sont devenus, constate-t-elle, "sans l'exclure", ses compléments indispensables. La télématique associe la puissance de l'ordinateur à la fraîcheur des informations, ce qui facilite d'autant les recherches de l'utilisateur. Quant au compact-disc, il ajoute à la puissance de l'ordinateur, des coûts moins élevés que ceux d'un service en ligne et toute la convivialité d'un support conjuguant son, image et texte.

Le livre, estime l'imprimeur, demeure cependant le média le plus facilement maniable, l'unique support écrit dont la consultation ne requiert l'intervention d'aucun autre outil complémentaire.

Mais un bon exemple sera plus parlant. Nous choisirons la dernière réalisation, celle concernant la législation du travail. Chacun sait qu'en la matière, le code Dalloz est pour tous les juristes une véritable institution, une "bible" de travail, d'informations et de références. Le problème était que l'édition de cet ouvrage — du reste assurée par Jouve — ne permettait pas de suivre l'évolution excessivement rapide de cette législation. Une seule solution : lire régulièrement le *Journal officiel*, "traquer" l'article de loi modifié et l'archiver. C'est désormais chose faite par Jouve SI et, en composant sur leur minitel le 36 17 code Dalloz, les juristes, pris par le temps et encombrés par le papier, seront désormais informés, au jour le jour, de l'évolution de la législation.

Ce sont la structure et la pagination mêmes de la dernière édition du Dalloz que l'utilisateur retrouve sur son minitel. Mieux, pour faciliter son travail de recherche, celui-ci dispose de plusieurs modes d'accès. Veut-il savoir si tel ou tel article figurant à telle page du Dalloz a été modifié ? Il n'a qu'à taper le folio correspondant. Veut-il procéder à une recherche par thème ? Il lui suffit d'entrer dans la rubrique qui l'intéresse les premières lettres



de ce thème. Sa recherche se limite-t-elle à un seul article ? Il n'a qu'à en indiquer la référence. Un dernier accès est enfin possible, chronologique, qui récapitule l'ensemble des dispositions prises au cours des dernières semaines.

Enfin, puisqu'il s'agissait en l'occurrence d'apporter un service télématique supplémentaire par rapport au papier à une profession où l'actualité est de rigueur, un flash d'information tient l'utilisateur au courant d'une nouvelle disposition dès sa parution. En dehors de toute consultation spécifique et pour peu, bien sûr, qu'il interroge régulièrement son minitel. Plus aucune excuse, donc, à ne pas être au courant de l'actualité la plus pointue... D'autant, ultime raffinement, qu'il n'est pas nécessaire de lire la totalité de la page présentée à l'écran pour découvrir le passage modifié ou l'alinéa rajouté : visualisés par une brillance différente, ils apparaissent immédiatement.

Pour les éditions Dalloz, ce nouveau produit télématique ne constitue pas seulement un service supplémentaire offert à ses lecteurs. Il diminue aussi le prix de revient du Code : immédiatement décelées et saisies, les modifications de ce dernier sont toutes prêtes pour servir à la prochaine édition papier...

Jouve SI, qui réunit une cinquantaine de personnes (informaticiens, spécialistes du vidéotex, des supports optiques, des télécommunications, linguistes, etc.) est ainsi la seule société française capable de fournir à ses clients — INRA (36 16 code INRAINFO), EDF, CNRS, Editions Lefèvre ou Dalloz... — un service multimédias global. Des clients pour lesquels il conçoit, s'ils le désirent, des logiciels spécialisés qui leur permettront ensuite d'actualiser eux-mêmes leurs informations. S'il s'adresse plus particulièrement à des utilisateurs dont le capital d'information est important, comme ceux que nous avons évoqués, il peut aussi être adapté à des secteurs moins "lourds," pourvu qu'ils soient d'un haut niveau technologique, comme la vente de logiciels et de jeux par minitel.

Pour tout renseignement : Jouve SI, 18 rue Saint-Denis, 75001 Paris, tél (1) 42 33 17 99.

QUALITÉ

Les associations se regroupent

On le dit, on le répète et cela finit par se savoir : la maîtrise de la qualité est un facteur primordial de la compétitivité de nos entreprises et du bon fonctionnement de notre économie.

Seulement la France, à trop bien vouloir faire, a pêché par un excès de création d'organismes destinés à développer cette fameuse qualité. Cette multiplication d'organismes est d'ailleurs un travers typique de notre pays. Sont ainsi apparues : l'Association française pour la qualité (AFCIQ), l'Association française pour les cercles et la qualité totale (AFCERQ), l'Association française des qualiticiens (AFQ).

Mieux vaut tard que jamais, ces associations ont décidé de se regrouper en un organisme unique, nouveau, réunissant leurs compétences particulières. Mais tout n'est pas si simple dans notre pays. Cédant à un autre travers bien français, les associations ont décidé de créer un groupe de travail pour étudier conditions et modalités de ce rapprochement. Espérons que celui-ci aboutira, les groupes de travail étant trop connus pour enterrer les problèmes.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

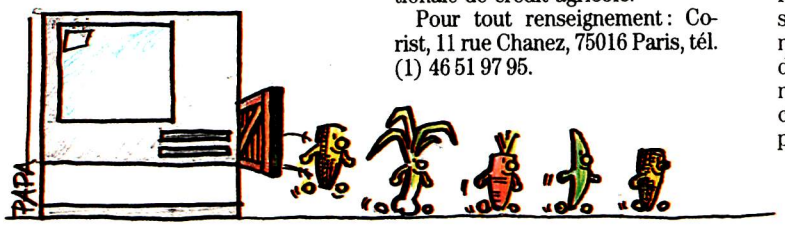
Au service de l'agriculture

"Cross", "Varimaïs", "Fourrage Plus", "Ramsès" : ces quatre systèmes experts dans le domaine agricole viennent d'être présentés par Corist, société spécialisée dans les méthodes de construction de systèmes experts. Tous fonctionnent sur Macintosh et sur Vax, et s'adressent aux entreprises professionnelles, industries agro-alimentaires ou coopératives.

Le premier, Cross, a été développé pour la société Northrup King Semences, afin de sélectionner les variétés de semences hybrides à très haut rendement. Varimaïs aide à choisir les variétés de maïs les plus adaptées.

Fourrage Plus permet à l'agriculteur d'optimiser la conduite de son exploitation fourragère, compte tenu de ses contraintes spécifiques. Enfin, Ramsès, assure le routage automatique des messages inter-bancaires pour la Caisse nationale de crédit agricole.

Pour tout renseignement : Corist, 11 rue Chanez, 75016 Paris, tél. (1) 46 51 97 95.



CRÉATION D'ENTREPRISE

De plus en plus de femmes



Un rapport publié par le Bureau international du travail (BIT) sur l'activité professionnelle des femmes établit que celles-ci sont de plus en plus nombreuses à créer et à gérer leur propre affaire. Pas moins de 33 % des entreprises sont dirigées par des femmes au Canada, 25 % aux Etats-Unis, 21 % en France et 20 % en Allemagne de l'Ouest. Ce pourcentage tombe à 19,6 % en Afrique, 15,1 % en Amérique latine et seulement à 13 % en Asie.

Une étude plus "pointue" établit que, dans la grande majorité des cas, « c'est la volonté de survie qui pousse les femmes dans le monde des affaires », notamment à la suite du décès de leur conjoint ou devant l'impossibilité de trouver un emploi salarié. Une explication sociologique — liée à une plus ou moins grande cohérence des groupes familiaux, villageois, ou tribaux, selon les continents et les pays — qui a de quoi faire réfléchir nos technocrates.

Ceux-ci décident en effet de mesures d'aide et d'incitation à la création d'entreprises à l'étranger selon les mêmes critères que pour les différentes contrées de nos pays. Et ils s'étonnent ensuite, fort naïvement, que ces mesures, parfaitement inadaptées aux éléments sociologiques, s'avèrent totalement inefficaces et aboutissent à des échecs retentissants, qui d'une manière ou d'une autre, sont financés par le budget de l'Etat, donc par les contribuables...

Adapter les transferts techniques aux réalités socio-culturelles

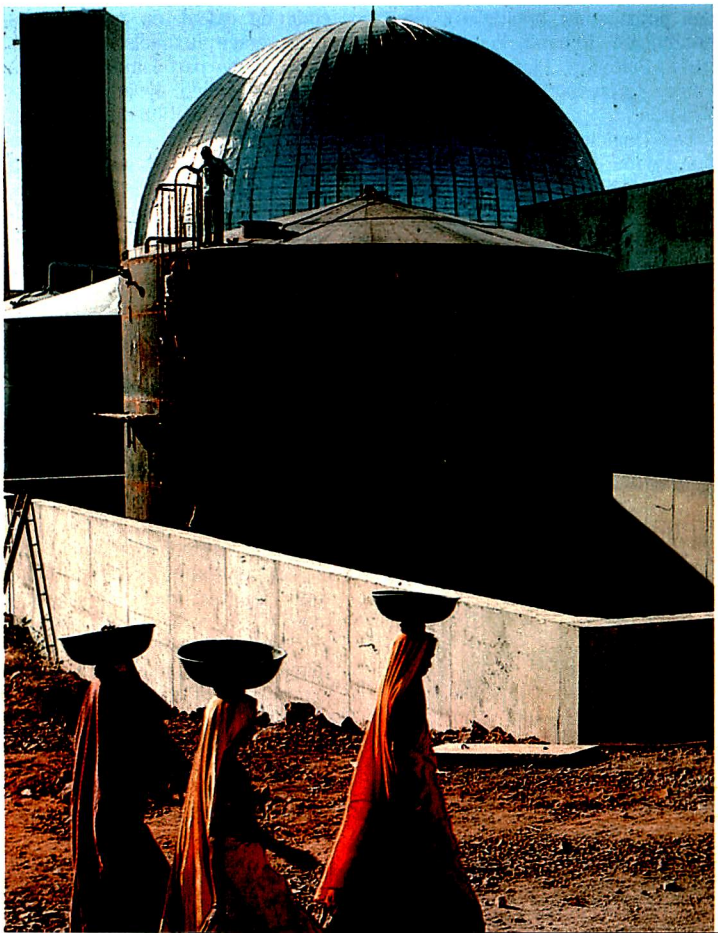
La précédente information se rapproche étrangement d'une déclaration que vient d'effectuer, à Bonn, Volkmar Kölher, secrétaire d'Etat au ministère fédéral allemand de la Coopération économique : « La prise en compte des facteurs culturels et socio-culturels spécifiques aux pays aidés, a-t-il constaté, est une condition du succès de notre aide au développement du Tiers-monde. Si nous voulons que cette aide soit plus efficace et ne soit pas perdue pour chacun, il nous faut, à chaque fois, en même temps que nous apportons notre assistance, établir un dialogue culturel particulier avec chaque pays à titre individuel. »

Le ministre a également reconnu que la plupart des échecs enregistrés jusqu'ici proviennent de ce que cette aide s'est quasi exclusivement limitée au transfert d'éléments technico-économiques, sans que l'on ait le moins du monde pris en considération leur adaptation à la culture et à la sociologie des pays, des régions ou des villages et au développement concret de la population à laquelle on destinait ces transferts. « Nous nous sommes, au contraire, trop longtemps laissés guider par l'idée que l'aide au Tiers-monde impliquait non seulement le transfert de notre technologie mais aussi de notre mode de vie et de nos structures de pensée rationnelles et occidentales. Les traditions des pays en voie de développement étaient même considérées comme des entraves à notre assistance et comme des facteurs perturbateurs de la coopération qu'il s'agissait de gommer... Nous devons maintenant voir les choses différemment. »

Ainsi, les experts du ministère fédéral de la Coopération économique allemande ont-ils élaboré des "critères de conception socio-culturels" qui vont bientôt être mis en pratique, afin que l'aide au Tiers-monde devienne véritablement une aide à l'auto-assistance.

Il s'agira en fait d'analyser désormais pratiquement, avant le coup d'envoi d'un nouveau projet, ce que veulent les intéressés eux-mêmes, de déterminer s'ils sont en mesure de participer activement à ce projet qui leur est destiné et aptes à maîtriser la mise en œuvre de la technologie qui leur est proposée. On étudiera aussi si les intéressés forment un groupe culturel homogène ou s'ils appartiennent à des groupes ethniques différents, aux mentalités , à la culture, aux traditions diverses.

Cela passe aussi, bien sûr, par une formation des experts et coopérants allemands — près de 4 800 sont présents dans les pays du Tiers-monde — qui pour s'ouvrir au "dialogue interculturel" devront apprendre les langues des pays où ils se trouveront en mission, se familiariser avec les us et coutumes des peuples et acquérir de solides connaissances sur la vie politique, économique et sociale locale, ce qui, fort paradoxalement, n'est pas le cas actuellement. Réciproquement, les 14 000 experts et 5 000 étudiants du Tiers-monde accueillis chaque année à Bonn, sur financement du gouvernement fédéral, devront de leur côté étudier l'allemand, « l'aide à l'auto-assistance devant être le fait des deux parties » si l'on veut éviter les actuels dialogues de sourds. Des relations suivies devront également ensuite être établies avec eux, lors de leur retour dans leurs pays.



LOGICIELS

A la pointe de la rhéologie plastique

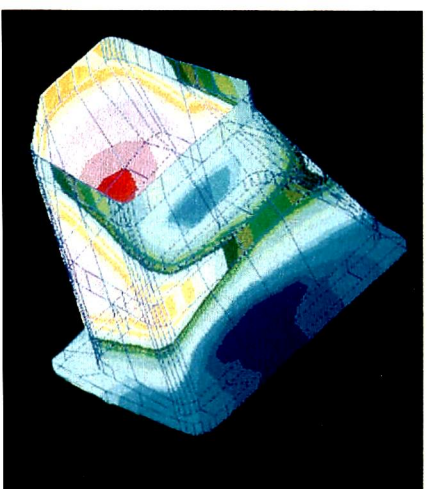
Précisons d'abord les termes : la rhéologie plastique est la science qui étudie l'écoulement du plastique dans un moule et ses conséquences sur les performances de l'objet produit.

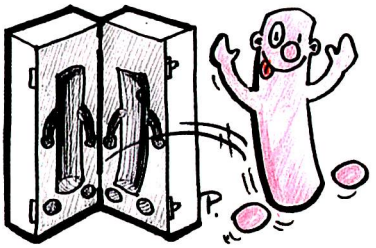
Sur ce secteur, et très précisément sur le marché des logiciels spécialisés dans l'étude de l'injection des matières plastiques, une société s'est taillé la part du lion. Il s'agit de Moldflow, créée en Australie il y a 10 ans par Colin Austin, professeur de rhéologie plastique à l'université de Melbourne. Elle compte 37 chercheurs et détient aujourd'hui 70 % de ce marché mondial des logiciels. Moldflow est exclusivement représentée en France par la firme IMAP (Industrie des matériaux polymères) dont les techniciens assurent les démonstrations, la formation des utilisateurs et le suivi commercial et technique. Ses clients portent des noms aussi prestigieux que, notamment, Renault, Peugeot, Citroën, Salomon, Plastic Omnium, Valéo, l'Aérospatiale ou Jaeger-Véglia.

Les logiciels Moldflow sont dotés d'une interface qui leur permet d'être compatibles avec la plupart des logiciels de conception et de fabrication assistées par ordinateur (CFAO), donc de fonctionner sur la majorité des ordinateurs.

Au nombre de trois actuellement, ils seront quatre dès 1989.

Le premier, "Moldflow", est consacré à la rhéologie des matières





thermoplastiques. Différents "sous-modules" le composent, ainsi, entre autres, une base de données de plus de 1 500 références-matières ; un code de calcul de rhéologie en deux dimensions doté de programmes annexes qui permettent de choisir le temps d'injection en fonction des taux de cisaillement et des risques d'auto-échauffement, d'optimiser les épaisseurs de la pièce traitée, d'équilibrer la pièce ou les canaux d'alimentation ; quatre modules de ce code de calcul, en trois dimensions, grâce auxquels on peut simuler d'une part l'injection de la pièce de manière dynamique et obtenir la modélisation du remplissage et du maintien en pression du moule, d'autre part la répartition des températures, des pressions, des contraintes et vitesses de cisaillement ; un programme d'affichage donnant les résultats sous n'importe quel angle de vue, etc.

Notre photo constitue une illustration de ce qu'apporte ce logiciel. Elle représente l'image produite lors de la simulation de l'injection d'une conduite d'air en plastique et permet de voir comment le plastique, à l'état fondu, coule dans le moule. La zone rouge est le point d'entrée de la matière, ou "point d'injection" ; les différentes couleurs représentent les moments où le plastique a atteint cet endroit. La zone bleue est la dernière à être remplie. On voit que la matière s'est séparée en deux coulées de chaque côté du moule, pour se rejoindre sur la face avant de la pièce. C'est ce qu'on appelle une "ligne de soudure".

A partir de telles images, il est possible de prévoir les défauts qui pourraient se produire lors de l'injection de la pièce.

"Modflow TH" est, lui, consacré à la rhéologie des matières plastiques thermodurcissables injectables.

"Moldtemp", complément de Moldflow, en deux ou trois dimensions, permet l'analyse thermique du moule avec calcul des échanges de températures entre le circuit de refroidissement/réchauffement et l'empreinte, de la répartition des températures réelles et de l'optimisation des circuits de refroidissement.

Enfin "Swis", qui sortira courant 1989, est le seul sur le marché à pouvoir calculer les retraits et déformations de la matière et réaliser les simulations permettant de prévoir le vieillissement des plastiques selon leur utilisation.

Pour tout renseignement : IMAP-Moldflow France, 74 rue des Acieries, 42000 Saint-Etienne, tél (16) 77 43 19 91 et 77 79 82 29.

A la suite de notre écho "Université, vers un nouveau monde" publié dans ces colonnes (n° 852), l'IRCOM, qui organise des stages préparant le passage du lycée à l'université, nous fait savoir que notre information a suscité l'intérêt de nombre de nos lecteurs qui se sont recommandés de notre revue pour les contacter voire s'inscrire. Au point que les trois sessions organisées ont affiché complet, que de nombreuses demandes n'ont pu être satisfaites et que l'an prochain l'IRCOM non seulement renouvellera cette expérience, mais la développera dans d'autres villes.

500 000 F de prix pour les agriculteurs qui ont déjà mis en œuvre sur leur exploitation des techniques préfigurant celles de demain, qu'il s'agisse de gestion, de diversification ou d'innovation. Les prix seront remis lors du Salon de l'agriculture, en mars 1989. Date limite de dépôt des candidatures : 10 décembre 1988. Pour tout renseignement : Concours "Rubans verts", Caisse nationale de crédit agricole, service des relations extérieures, tél. (1) 43 23 34 96, ou auprès des caisses régionales.

ENVIRONNEMENT

Le ministre à l'eau...



Klaus Töpfer, le ministre fédéral allemand de l'Environnement, a traversé le Rhin à la nage, à la hauteur de Mayence. Une belle performance sportive, sans aucun doute, mais qui n'est certes pas recommandée, les eaux du fleuve n'étant pas encore assez propres pour autoriser les baignades...

La pollution due aux métaux lourds, nitrates et autres produits toxiques les plus divers, déversés dans les eaux du fleuve, a cependant considérablement diminué depuis les années 70. Au point que la Coopérative de la pêche sur le Rhin a déclaré « presque tous les poissons dont nous avons besoin ont fait leur réapparition : sandre, anguille, brochet, tous les poissons blancs et même la truite de mer ». « Et ces poissons sont tous sains », a-t-elle insisté.

Il n'empêche que de nombreuses organisations de protection de l'environnement continuent à dénoncer le fait que le fleuve contient encore des tonnes de substances qui ne sont pas biodégradables. Klaus Töpfer a du reste lui aussi souligné que sa baignade avait eu pour but d'attirer l'attention sur la nécessité d'améliorer encore la qualité des eaux du fleuve, et de mettre en œuvre un programme qu'il vient de proposer pour asssurer la protection de la mer du Nord et de la Baltique.

PARFUMERIE

25 000 odeurs sur ordinateur

Nous l'avons vu (*Science & Vie* n° 850, juillet 1988), sur les 9 millions de molécules connues, quelque 30 000 chatouillent plus ou moins agréablement nos narines. Chiffre énorme. Et chaque essence est un composé réunissant un très grand nombre de molécules odorantes différentes. C'est cette association qui lui donne son bouquet particulier. Le cassis recèle ainsi à lui seul un minimum de 930 constituants différents, le café 700...

Le fabricant allemand de parfums Haarmann et Reimer établi à Holzminden, sur la Weser, filiale du groupe chimique et pharmaceutique Bayer Leverkusen, détient ainsi les composants de plus de 25 000 odeurs naturelles et synthétiques.

Ce fut le premier au monde, au siècle dernier, à copier la nature et à se lancer dans la fabrication synthétique des parfums. Au mépris des parfumeurs "traditionnels", qui eurent un sourire de dédain pour ces parfums synthétiques, jusqu'à ce qu'ils découvrent la multitude de possibilités que ces derniers leur offraient pour élargir leur gamme.

Mais comment conserver et tenir à la disposition immédiate des chercheurs la recette de cette multitude de substances odoriférantes ?

La firme vient de résoudre le problème en les mettant sur ordinateur. Car il n'y a plus aujourd'hui un seul parfum de réputation mondiale qui se compose exclusivement d'essences naturelles. Dans toutes les créations, substances naturelles et synthétiques sont associées pour séduire l'odorat.

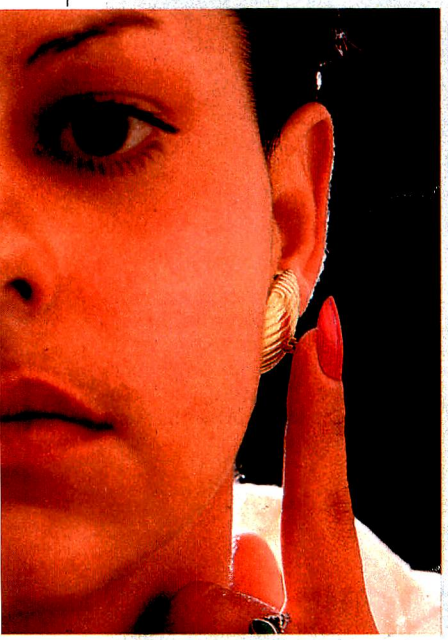
Les plantes restent certes le principal fournisseur d'idées d'essences naturelles. On les distille pour capter les bonnes odeurs de la nature — un procédé déjà connu en Mésopotamie il y a plus de 5 000 ans. La composition synthétique est ensuite une nécessité absolue. Certaines essences sont beaucoup trop coûteuses ; en outre elles ne peuvent être distillées selon les méthodes conventionnelles, ou à des températures si élevées qu'elles perdent alors toute qualité odoriférante.

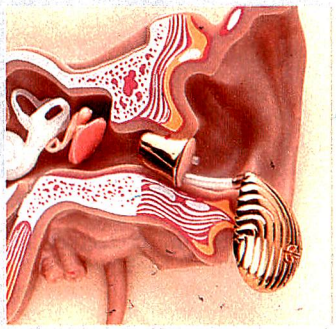
Pour créer de nouvelles surprises dans le monde des parfums, « il faut que nous découvrions plus facilement les astuces de la nature et que nous parvenions à les reconstituer synthétiquement. C'est possible, estime le responsable de la recherche de Haarmann et Reimer, et notre ordinateur nous y aidera puissamment ».

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.*

LE BIJOU-PROTHÈSE AUDITIVE





Quoi

Un véritable bijou en or, clip ou boucle d'oreille, intégrant une prothèse auditive. L'appareil est constitué de deux parties. L'une interne (intracanalaire), profondément dissimulée et en or pur médical, contient le micro placé au coeur du conduit auditif et l'écouteur à proximité immédiate du tympan. L'autre externe, également en or pur médical, renferme tout le système électronique, amplificateur (personnalisé), pile longue durée et potentiomètre de réglage extérieur.

Comment

Le conduit auditif externe des femmes est plus petit que celui des hommes — avec un volume inférieur de 25 à 30 %. Et chez certaines, il est si étroit, qu'il est difficile de fabriquer un correcteur d'audition intracanalaire complet et en tout cas suffisamment discret.

L'"Intra Clip Audior" résoud ces problèmes. Tout d'abord la canule interne est insérée au fond du conduit auditif et le clip ou la boucle d'oreille externe cachent l'entrée du conduit et donc la canule. Ensuite le microphone augmente considérablement les performances acoustiques dans la mesure où il est situé au cœur du conduit auditif et profite ainsi non seulement de l'effet pavillonnaire — le pavillon étant le cornet acoustique naturel de l'oreille — mais aussi, de celui du conduit. Enfin l'utilisation de l'or pur médical, à 985,5 millièmes, soit pratiquement 24 carats, grâce à un procédé unique au monde, évite tout phénomène d'allergie, bien connu des femmes dont certaines ne peuvent supporter le contact des boucles d'oreilles fantaisies, voire de celles en or bijoutier à 18 carats, qui contient 25 % d'alliage pouvant provoquer des réactions cutanées.

A cela, il faut ajouter que l'Intra Clip Audior, fabriqué par un procédé d'électroformage qui permet la fabrication de canules et clips (ou boucles) aux parois très fines (100 à 150 micromètres), est très léger. Enfin, alors qu'il est souvent difficile d'atteindre la petite roue crantée, nécessaire au réglage du potentiomètre, qui se trouve dans la conque de l'oreille, avec le nouvel appareil, cette roue est facile d'accès et de manipulation.

Pour qui

L'appareil a été conçu par un audioprothésiste diplômé de la faculté de Médecine de Paris. Il commence tout juste à être commercialisé en France au prix, tout compris — dispositif intracanalaire, clip actif et clip passif pour l'autre oreille — d'environ 10 000 F (une bonne prothèse auditive classique et efficace coûte facilement 6 000 F). L'inventeur recherche une collaboration avec un designer ou un créateur de bijoux, afin d'établir une véritable gamme pour l'appareil qu'il a mis au point. Il veut sortir une collection de produits griffés convenant à deux types distincts de réseaux commerciaux : le circuit médical et para-médical d'un côté, celui de la bijouterie de l'autre.

Comment passer dans cette rubrique

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

AGRICULTURE

Les produits qui manquent à l'Europe

Les excédents agricoles de la Communauté européenne sont célèbres. Mais, derrière les "montagnes" et les "lacs" de certains produits, se cachent quelques déficits, que les agriculteurs en mauvaise position économique ont intérêt à connaître et à exploiter.

Ainsi les Douze produisent-ils à peine le tiers du miel qu'ils consomment, 16,4 % des matières grasses extraites d'animaux marins et 58,9 % des matières grasses végétales. Le déficit atteint plus d'un tiers de la consommation de noix et, si l'Europe produit plus des trois quarts de ses besoins en agrumes et trouve chez elle 88 % des fruits frais qu'elle absorbe, elle cultive moins de 59 % des fruits séchés qui lui sont nécessaires. Sa production de légumes frais est suffisante, mais celle de riz et de denrées de la famille des lentilles, haricots secs et pois chiches est, par contre, déficitaire de 20 %.

Enfin, en matière de céréales, la communauté présente les excédents de blé, d'orge, de seigle et d'avoine que l'on connaît, mais son autosuffisance se limite à 83,6 % pour le maïs et à 61,4 % pour les autres céréales, sorgho en tête.

Cinquième recensement de l'agriculture depuis le début du siècle au cours de l'hiver 1988-89. Objectif : disposer d'un outil de gestion de l'avenir en remettant à jour la connaissance des hommes, des terres et des animaux. Les précédents recensements de l'agriculture remontent à 1929, 1955, 1970 et 1979.

Des encres d'imprimerie à base de colza, moins salissantes que les encres traditionnelles (faites à partir de dérivés du pétrole), sont expérimentées avec succès par six grands journaux canadiens. Avantages supplémentaires : elles font mieux ressortir les couleurs et sont biodégradables.

SANTÉ

L'Europe contre les ordres de médecins ?



C'est par une très étroite majorité — 82 oui, 79 non, 4 abstentions — que le Parlement européen vient d'adopter un rapport sur l'éthique et la déontologie médicales. Il faut dire que ce texte n'y va pas de "main morte".

D'abord à l'égard des ordres de médecins des Douze. Ainsi, il insiste pour que les patients puissent, à leur demande, être d'office associés à la procédure disciplinaire ; pour que cette procédure soit publique et pour que des magistrats siègent systématiquement et, lorsque c'est déjà le cas, en plus grande nombre, au sein des conseils des ordres. Ces derniers, indique-t-il, devraient se borner à émettre avertissements et remontrances — les sanctions plus lourdes, telles que les suspensions, devant être réservées aux tribunaux — de même qu'il devrait être interdit de cumuler des fonctions de direction dans les ordres et dans une organisation syndicale.

De quoi heurter la "sensibilité" d'un milieu aussi jaloux de son autonomie et de ses prérogatives que celui des médecins. Mais les choses ne sont plus ce qu'elles étaient il y a un siècle, les sociétés ont évolué et si les médecins continuent à occuper une place essentielle dans le système de soins, ils ne sont plus les seuls, avec leurs organisations, à être qualifiés pour représenter l'ensemble de la population.

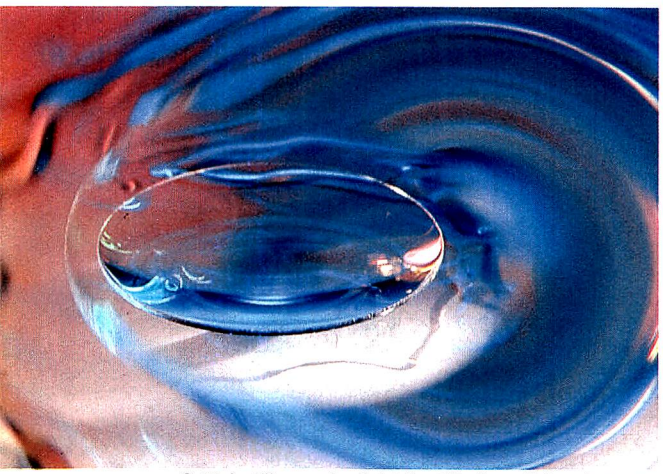
D'où le deuxième volet du texte, plus spécialement axé sur l'éthique médicale, qui souligne que des problèmes tels que l'assistance aux mourants, les transplantations d'organes, la procréation et les moyens anticonceptionnels, l'interruption de grossesse ou l'expérimentation médicale sur les humains requièrent une consultation de l'ensemble de la population.

En résumé, la situation de monopole, d'oligarchie, dont bénéficient les médecins n'est plus aujourd'hui démocratiquement acceptable. « Tant de relations humaines entre médecins, personnel soignant et assistants sociaux, organismes de sécurité sociale, professions paramédicales, hôpitaux et patients se sont développées, qu'il parait désormais impensable, du point de vue démocratique, que seule l'une des parties intéressées continue à définir la déontologie qui règle les relations mutuelles entre ces parties. »

Le Parlement européen préconise la création d'un "conseil d'éthique et de déontologie médicales" dans chaque Etat, ainsi qu'au niveau européen. Ces conseils seraient composés de façon équilibrée par des médecins, mais également par des spécialistes de l'éthique, du droit, de la morale, de la sociologie et même de la théologie, ainsi que par des représentants des caisses d'assurance maladie et des patients. Ils seraient chargés d'établir une "charte du patient" et auraient pour mission de formuler des principes éthiques nouveaux et évolutifs et de rendre publics leurs avis, que ce soit auprès des particuliers, des institutions, des tribunaux et, surtout, du législateur.

L'Europe préconise somme toute un serment d'Hippocrate moderne pour les médecins des temps modernes... ■

CORRECTION DE LA VUE : DES LENTILLES POUR TOUS



Cette lentille souple, Cristelle d'Essilor, détient le record d'hydrophilie et permet ainsi à l'œil de mieux respirer.

Nouveaux verres, à la fois durs et légers, lentilles pour presbytes, lentilles jetables, ce sont des progrès pratiques, mais il y a encore des étapes à franchir avant de porter ses lentilles de manière continue.

PAR JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR

Il y a 600 millions de porteurs de lunettes dans le monde (dont 27 millions de Français). Or, sur les 5 milliards d'hommes, 1,8 milliard devraient bénéficier d'une correction de la vue. La moitié sont des presbytes ; les autres principalement des personnes atteintes de défauts de mise au point (myopie ou hypermétropie). Depuis le XIII[e] siècle, on porte des lunettes (entrevues, si l'on peut ainsi dire, par Ptolémée dès le II[e] siècle), mais elles ne sont devenues réellement efficaces qu'au XX[e] siècle. Le progrès est donc lent mais ne le restera pas : 20 à 30 % seulement des produits et des procédés actuels de correction optique seront encore utilisés en l'an 2000, selon les dirigeants d'Essilor, société française parmi les premières au monde sur le marché de l'optique.

Les plus gros porteurs de lunettes sont les presbytes : 12 millions en France. Hormis exceptions rarissimes, personne n'échappe à la presbytie, phénomène dû au vieillissement inéluctable du cristallin (en grec "presbutês" signifie vieillard). Chez un enfant de 10 ans, la vision n'est nette qu'à partir de 7 cm de distance. Cette distance est de 12,5 cm à 30 ans, 20 cm vers 35-40 ans, 50 cm vers 45-50 ans et 1 m vers 55-60 ans. Le cristallin, c'est cette grosse lentille transparente et bombée sur ses deux faces située au milieu de l'œil, qui a la faculté de se contracter plus ou moins, pour faire converger correctement sur la rétine les rayons émis par l'objet regardé.

Et la vision de près "s'use" davantage si l'on s'en sert beaucoup, plus chez les papivores que chez les agriculteurs ! L'hygiène générale joue aussi un rôle. Ainsi, au Japon, depuis trente ans, l'âge moyen d'apparition de la presbytie est passé de 43 à 47 ans. En revanche, dans les tribus africaines, elle apparaît en moyenne 5 ans plus tôt que chez les Européens. En règle générale, plus on s'approche de l'Equateur et plus la presbytie est précoce, les Scandinaves étant plus favorisés que la plupart des autres peuples. Cela s'explique par la quantité croissante de rayonnement ultraviolet au fur et à mesure que l'on s'approche de l'équateur, et par la température, qui interviendrait à 72 % dans l'âge d'apparition de la presbytie. Nota : on peut être à la fois presbyte et myope, astigmate ou hypermétrope.

Lentilles ou lunettes ? Pour le moment, la faveur va aux lunettes : il n'y a que 2 % des Français qui ont besoin d'une correction visuelle qui portent des lentilles de contact, ce qui reste quand même peu, et encore possèdent-ils tous au moins une paire de lunettes. En matière de lunettes, rien de neuf, si ce n'est des verres composites qui sont aussi durs que les minéraux (à base de silice et de sels minéraux) et aussi légers que les organiques (des polyesters). Il s'agit en fait d'un verre constitué par un noyau

de polymère entre deux structures de verre minéral ; les atomes d'oxygène du verre minéral et les atomes de carbone présents dans le polymère sont unis par des liaisons dites covalentes, entraînant alors une forte imbrication de ces matières. Les verres composites pourraient détrôner tous les autres dans peu d'années.

Les verres à simple foyer ne corrigent toujours qu'un défaut spécifique. Les verres multifocaux fusionnés (les sections de puissances progressives ne sont plus visibles) et les progressifs proprement dits sont les seuls qui conviennent à ceux qui n'accommodent plus suffisamment, presbytes simples ou presbytes-myopes. Les verres progressifs présentent tous sur le côté des zones astigmates perturbantes. Un espoir toutefois, le VMD Essilor gomme ces déformations gênantes. Quel en est le principe ? La presbytie évolue avec l'âge et par conséquent le besoin de correction également ; on appelle ce dernier l'"addition", car c'est le supplément de puissance qu'on apporte à un verre pour permettre la vision de près. Il en existe 12, de puissances progressives, correspondant aux étapes de la presbytie. Jusqu'à présent, la forme de la surface de chaque type de verre progressif était la même, quelle que soit l'addition. Seule la puissance de l'addition changeait. Or, on s'est aperçu que, selon le degré de presbytie, certains types de surface apportent plus de confort visuel que d'autres. Désormais, grâce à la conception assistée par ordinateur, on modifie donc le type de surface en fonction de la puissance.

Les lentilles de contact ne progressent pas vite : il y en a, en France, 1,8 million de porteurs, trois fois moins, proportionnellement, qu'aux Etats-Unis.

D'abord en verre, puis en plexiglass, vers la fin des années 30, les lentilles connaissent une nouvelle version au milieu de la décennie 1960, lorsque le Tchèque Wichterlé présente une lentille souple hydrophile, plus facile à supporter. Mais, nouveauté dans les lentilles "rigides", qu'on croyait maintenant sur le déclin, celles-ci sont désormais davantage perméables à l'oxygène, grâce à une épaisseur moindre (ce qui les rend "flexibles") et à l'addition de silicone au moment de la fabrication.

Les lentilles souples (en hydroxyéthylmétacrylate ou HEMA ou, pour les plus hydrophiles, en un cocktail de polymétacrylate de méthyl et de polyvinyle pyrrolidone) sont toutefois les plus utilisées. En France, on en vend 83 % contre 17 % de rigides. Ce sont les plus commodes et les plus esthétiques (il y a des teintées pour accentuer la couleur de l'iris, et des solaires pour grands sportifs)... Les plus hydrophiles, donc les moins gênantes, étaient fragiles ; on les a renforcées.

L'œil a un besoin vital d'oxygène (21 % de l'air). Couvrir une partie de la cornée c'est la bâillonner. D'où la nécessité des lentilles perméables à l'air (les nouvelles flexibles) ou hydrophiles (les souples), ces dernières assurant la respiration de la cornée grâce à l'oxygène dissout dans les larmes. De la qualité des larmes dépend la tolérance des lentilles ainsi que leur longévité. Car s'il y a trop de dépôts protéiques, les lentilles s'encrassent.

On trouve des lentilles souples qui ont un taux d'hydrophilie faible (38 %), moyen (40 à 60 %) ou fort (plus de 70 %). La palme revient à une toute nouvelle arrivée sur le marché prénommée "Cristelle" dont le taux d'hydrophilie atteint 78 %. Son taux de perméabilité à l'oxygène (à ne pas confondre avec le taux d'hydrophilie) a ainsi pratiquement doublé par rapport à celui des matériaux souples les plus perméablés à l'oxygène. Il atteint 61 alors qu'il n'était que de 35 pour les lentilles dont le taux d'hydrophilie était de 70 %.

Cette haute perméabilité à l'eau a incité des gens à ne quasiment plus quitter leurs lentilles. Mais les ophtalmologistes sont très réservés. Nécessaire pour les personnes âgées atteintes de cataracte, les très jeunes enfants et les grands myopes, le port prolongé voir permanent leur paraît superflu pour les autres : il augmente le risque de lésions ou d'infections.

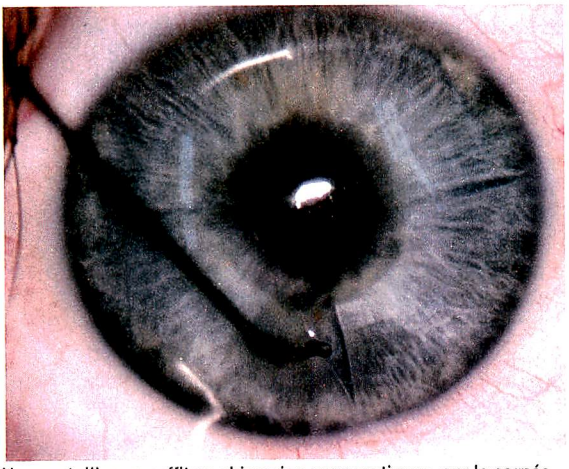
Les lentilles jetables, commercialisées par la firme Johnson & Johnson sous le nom d'Acuvue ainsi que par Bausch et Lomb sous celui de Seequence, modifieront-elles la réserve des ophtalmologistes ? Vendues par boîtes de six, une boîte pour chaque œil, elles peuvent être portées durant 8 à 15 jours, puis elles sont jetées. Elles reviennent à peu près au même prix que des lentilles traditionnelles, compte tenu du coût des produits d'entretien qui doublent leur prix au bout d'un an.

Il n'y a guère que les lentilles en silicone, en cours de recherche depuis des années, qui permettront, sans inconvénient, le port permanent. Parfaitement neutre pour l'organisme, souple, très perméable à l'air et imperméable à l'eau, le silicone serait en effet la matière idéale.

Les lentilles, qui ne corrigeaient autrefois que la myopie, corrigent désormais l'hypermétropie et l'astigmatisme. Il y en a aussi pour les presbytes. Plusieurs procédés existent, surtout en version souple. Mais on est loin d'avoir atteint l'idéal.

La correction en bascule est, ni plus ni moins, que la version moderne du monocle. Une lentille sert à la vision de près, l'autre à la vision de loin. Au premier abord, cette solution boiteuse peut surprendre, mais elle satisfait pourtant bien des gens (ce qui intrigue les neurophysiologistes, car ce procédé entrave la perception du relief). Le maréchal Foch, qui se passa durant toute sa vie de lunettes, bénéficiait naturellement de cette dualité. En fait, nous avons tous un œil dominant qui possède une meilleure acuité visuelle que l'autre ; c'est cet œil là qui est équipé pour continuer à voir de loin, l'autre œil étant rendu myope.

Les lentilles à doubles foyers sont en fait des versions lenticulaires des verres de lunettes bifocaux. Elles doivent être lestées, parfois tronquées, pour posséder une mobilité uniquement verticale ; lorsque l'œil s'abaisse pour voir de près, la lentille retenue par la paupière inférieure doit, en effet, remonter sur la cornée, afin que la partie façonnée



Un quart d'heure suffit au chirurgien pour pratiquer, sur la cornée, les quatre incisions destinées à réduire la myopie.

pour la vision de près, vienne se placer dans le champ du regard. Ce sont elles qui offrent la meilleure vision, mais elles sont délicates à réaliser et pas toujours faciles à supporter en raison de leur épaisseur (surtout en matériau rigide).

Une autre version, réalisée uniquement en matériau souple, consiste à réserver le centre de la lentille à la vision de loin et la zone périphérique à la vision de près (type Titmus Weicom 38 E). L'œil voit simultanément deux images, l'une de loin, l'autre de près, et le cerveau sélectionne. Certains fabricants inversent ce principe en plaçant au centre la vision de près (types Alges), ce qui, au premier abord, paraîtrait moins logique, mais donnerait de meilleurs résultats ; la fermeture pupillaire liée à l'effort d'accommodation lorsqu'on regarde de près serait gênante lorsque la zone à voir de près ne se situe pas au centre. Très bien supportées mécaniquement, ces lentilles entraînent cependant une diminution d'acuité visuelle, surtout de loin, et une perte des contrastes et des reflets, dues à la perception simultanée de deux images.

Les lentilles progressives n'existent qu'en version souple et leurs principes diffèrent suivant les fabricants. Certaines comportent une progression sur une partie seulement de la lentille (type Superzoom), d'autres sur sa totalité (type Hydrocurve II). Ces lentilles présentent les inconvénients de la vision simultanée décrits plus haut. Elles sont de toute façon réservées aux jeunes presbytes, car les puissances additionnelles sont faibles. Il y a à peine cinq ans, le taux de réussite avec les premières lentilles progressives ne dépassait pas 5 à 10 %. Aujourd'hui, il atteint 30 à 50 %. Un des problèmes primordiaux, que la technique finira par résoudre, est la difficulté à fabriquer des lentilles parfaitement identiques.

Si les lentilles pour presbytes ne sont encore dans l'esprit de beaucoup, et pour reprendre l'expression lancée par un ophtalmologiste lors du colloque organisé en 1987 à Clermont-Ferrand, qu'"un compromis de médiocrité", les lentilles pour myopes sont en revanche parfaitement au point et procurent une meilleure acuité visuelle que les lunettes. Seules contre-indications peut-être : les conditions de travail en atmosphère poussiéreuse ou climatisée, la prise de certains médicaments comme les tranquillisants, qui ont tendance à dessécher l'œil, et parfois la grossesse. « Tout défaut corrigé par des lunettes est corrigible par des lentilles » estime le Dr Philippe Bouron, un ophtamologiste passionné par l'adaptation des verres de contact. Mais les lentilles souffrent encore d'une certaine défaveur, qu'explique sans doute le souvenir des premières lentilles rigides, dont l'essai pouvait tourner au supplice ! Actuellement, les porteurs de lentilles en France sont plutôt jeunes ; la moitié d'entre eux ont moins de 25 ans. Ce sont, à plus de 70 %, des femmes.

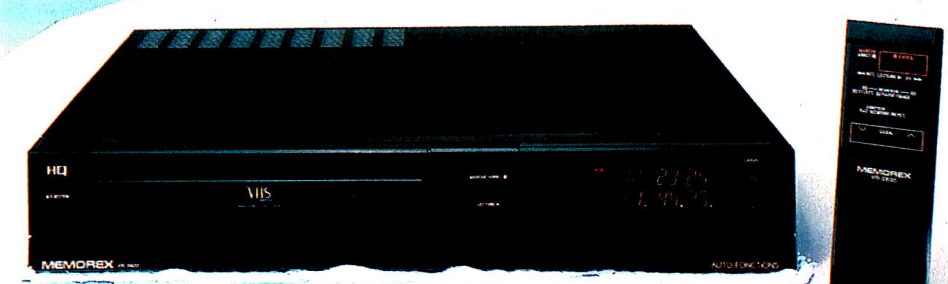
La kératotomie radiaire peut-elle dispenser à la fois des lunettes et des lentilles ? Elle intéresse, il faut le rappeler, les "petits myopes" (pas plus de 6 dioptries). Elle consiste à réduire la courbure de la cornée, responsable de la mauvaise vision, en l'aplatissant. Pour celà, le chirurgien pratique dans la plupart des cas, de quatre à huit incisions radiaires, dont la longueur est déterminée par l'importance de la myopie et par l'âge du patient, sur la surface de la cornée (***voir photo ci-contre***). Le Soviétique Fiodorov la pratique à la chaîne ; ses collègues français sont un peu réservés... Si l'on compte bien une centaine d'ophtalmologistes qui font de la kératotomie en France, ils procèdent au cas par cas. Mais le groupe Bouygues a d'ailleurs signé un accord le 21 octobre dernier pour implanter à l'étranger des "cliniques Fiodorov". La société mixte Bouygues-Fiodorov sera à 43 % française. Plusieurs pays arabes où Bouygues est bien représenté se sont d'ores et déjà déclarés intéressés. L'Inde et la Suisse aussi. Le géant du bâtiment a étrenné cette association en signant le contrat de construction, le 28 octobre dernier, d'un complexe hotelier proche de la clinique soviétique et qui accueillera les clients étrangers.

On n'a jusqu'ici partiqué en France que 2 000 à 3 000 kératotomies radiaires. C'est efficace, selon le

(suite du texte page 174)

TANDY PREND NOEL AU SERIEUX

3 290 F*



MAGNÉTOSCOPE VHS VR 2600 MEMOREX
(Réf. 169140)
- Sécam HQ ■ Compatible Canal Plus et réseaux cablés
- 2 prises Péritel ■ 39 chaînes programmables
- Programmation de 8 enregistrements sur un an
- Recherche visuelle à neuf fois la vitesse normale
- Télécommande multifonctions.

Principales fonctions automatiques :
- Mise sous tension par insertion d'une cassette
- Mise sous tension et fonctionnement direct par simple pression sur une touche de commande
- Mise hors tension après arrêt de fonctionnement
- Protection par éjection contre l'enregistrement accidentel des cassettes enregistrées et protégées
- Lecture ou éjection en fin de rebobinage
- Mise hors tension après programmation.

Pour connaître l'adresse de votre magasin TANDY le plus proche : faire le 05.10.10.00
NUMERO VERT APPEL GRATUIT

* Prix spécial en vigueur du 26 novembre au 27 décembre 1988

TANDY®

DÉJÀ PLUS DE 260 MAGASINS EN FRANCE

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

LE RETOUR DU 24×36 REFLEX MÉCANIQUE



Le plus célèbre des reflex 24 × 36, le Leica, donne naissance à un modèle "rétro", sans électronique ni automatisme. C'est un retour à l'appareil purement mécanique, enrichi toutefois par les apports de la technologie moderne.

PAR ROGER BELLONE

Tous les constructeurs de matériel photo du monde proposent aujourd'hui des appareils électroniques, souvent pourvus de microprocesseurs capables de régler l'exposition du film et la mise au point sur la distance à laquelle se trouve le sujet. Les modèles les plus perfectionnés sont littéralement informatisés, un micro-ordinateur prenant en compte les paramètres les plus importants pour assurer une mise au point et une exposition optimales. Cette évolution vers le tout-électronique est irréversible, ne serait-ce que parce qu'elle a permis de faire de la photo une activité de masse en simplifiant ses techniques et, surtout, en réduisant considérablement les prix. Il ne faut pas oublier, en effet, que, malgré l'inflation, on paie aujourd'hui 3 000 F un bon reflex, c'est-à-dire le même prix qu'on le payait il y a 25 ans, à une époque où il n'existait ni cellule sensible mesurant la lumière derrière l'objectif, ni automatisme fiable.

Or voilà que l'un des constructeurs les plus réputés, Leitz, lance un reflex 24 × 36, le Leica R6, allant à contre-courant de cette évolution, totalement mécanique et à réglage manuel. Le plus curieux, c'est que cet appareil, apparemment rétrograde, a été conçu à la demande des photographes professionnels et que Leica GmbH (1) n'a pas l'intention, pour autant, de changer de cap : l'autre modèle reflex, le R5, électronique et à multiprogramme, continuera d'être fabriqué et perfectionné.

Par ailleurs, il faut observer qu'avec le R6, la firme allemande récidive : en effet, elle produit déjà à l'intention des reporters et des amateurs avertis le M6, appareil 24 × 36 mécanique, non reflex, à viseur télémétrique. On connaît le succès de cet appareil, modèle le plus récent de la célèbre lignée dont le premier fut créé avec le format 24 × 36 par Oskar Barnack en 1924. Le constructeur en tire d'ailleurs profit, même si le nombre de M6 vendus n'est pas énorme, car c'est le seul 24 × 36 du genre, les Japonais ayant abandonné toute fabrication dans ce domaine. Une situation qui va se retrouver avec le R6 dont on peut déjà prédire le succès.

Contrairement à ce qu'on pourrait supposer, cette demande d'un reflex purement mécanique n'est pas le fait de nostalgiques du passé. Elle répond à un besoin que les modèles automatiques actuels ne peuvent pas satisfaire. Dans bien des cas particuliers de prise de vue, en effet, ces appareils sont encore difficilement utilisables, ou le sont avec des risques d'échec trop importants pour un professionnel.

Le cas le plus simple à comprendre est celui du grand reporter envoyé dans des régions déshéritées. Le simple changement des piles d'alimentation d'un reflex électronique peut alors poser problème car les piles modernes pour appareils électroniques ne sont pas disponibles partout et celles qu'on peut acheter en pays pauvres risquent souvent de ne pas être en bon état. Certes l'on peut partir avec un stock de piles neuves. Mais cela n'est pas pratique et n'élimine pas le risque de mauvais fonctionnement lors de séjours prolongés.

La fiabilité d'un matériel électronique complexe n'est pas à toute épreuve lorsqu'on voyage souvent

(1) Depuis un an, la firme allemande Ernst Leitz Wetzlar est devenue Leica GmbH, une société autonome du groupe Wild-Leitz. Son siège a été transféré à Solms, à quelques kilomètres de Wetzlar (RFA), où ont été édifiées des usines modernes.

en pays tropical ou polaire, qu'on emprunte des routes cahotiques. Malgré les précautions qui peuvent être prises, le matériel se trouve soumis à des trépidations et à des chocs climatiques. Dans ce cas, la mécanique des Leica a fait ses preuves. De plus, s'il y a panne, avec le R6, elle est franche et donc perceptible immédiatement (arrêt de l'obturateur). Avec l'électronique trop maltraitée, par contre, il n'est pas rare que survienne seulement une dérive des réglages : l'appareil fonctionne mais son comportement est aberrant et la perte de toutes les prises de vues ne se découvre qu'après le développement des films.

Il faut encore observer que beaucoup d'appareils électroniques ne sont pas adaptés à certains travaux scientifiques ou industriels. Les couplages qui assurent leur fonctionnement automatique et les mesures de lumière sont perdus lorsque le boîtier est monté sur des appareillages spécifiques non conçus pour maintenir les asservissements. Il en est ainsi en astrophotographie avec des télescopes qui exigent de longues minutes de pose, en photo médicale (endoscopie par exemple), en photomicrographie avec de nombreux microscopes, en strobophotographie, en chasse photographique avec des équipements optiques spéciaux... Dans tous ces cas, les choses sont par contre très simples avec un appareil mécanique à réglage manuel.

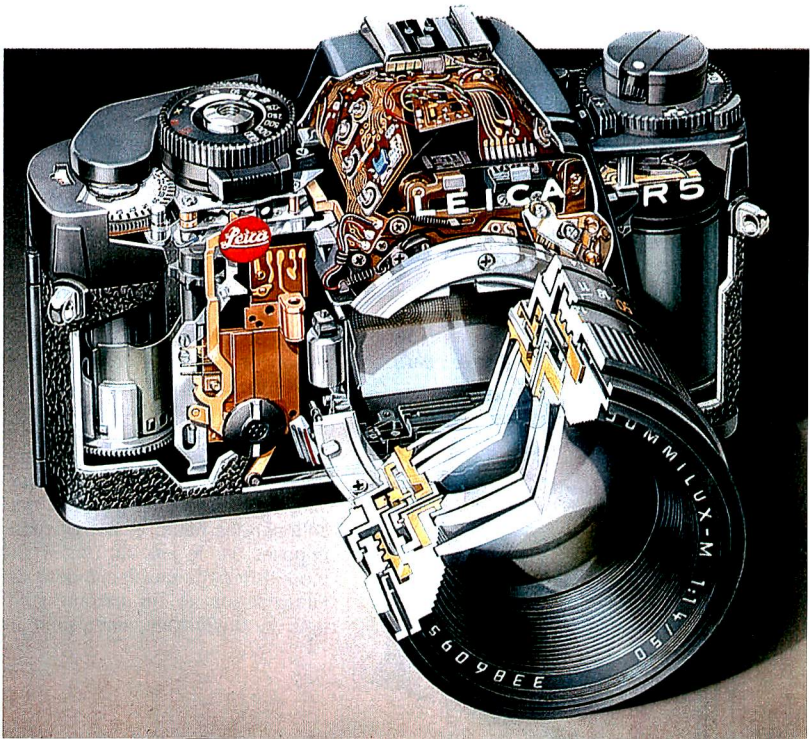
Pour répondre aux attentes des utilisateurs du Leica R6, le constructeur fait valoir deux caractéristiques essentielles : la robustesse de l'appareil et son extrême facilité d'emploi qui repose sur une conception moderne du système de mesure de la lumière. La robustesse, tout d'abord, apparaît dans la structure même du boîtier, qui est en aluminium moulé sous pression; il est doté d'un carter supérieur en zinc de 1 mm d'épaisseur également moulé sous pression et d'un carter inférieur de 0,8 mm en laiton. Malgré cela, ce boîtier est compact (14 × 6 × 9 cm environ) et ne pèse que 625 g nu. L'obturateur à rideau est constitué de lamelles métalliques. Il donne les vitesses de 1 à 1/1000 s, la pose B (en un temps) et la synchronisation au flash au 1/100 s. Cet obturateur fonctionne mécaniquement, donc même si la pile de cellule est usée.

Le système de mesure de la lumière, d'autre part, fait appel aux dispositifs les plus récents : deux photodiodes au silicium mesurant la lumière traversant l'objectif et ses accessoires (pour la photo ordinaire et pour la photo au flash), un système de mesure spot sur 7 mm au centre du viseur et un système de mesure intégrale sur l'ensemble du champ de visée. Le photographe contrôle l'exposition dans le viseur, tout en tournant le diaphragme ou le bouton des vitesses : le réglage est correct dès qu'une diode rouge spécifique s'allume. Ce système procure les avantages de mesures précises et simples dont aucun photographe ne saurait aujourd'hui se passer. Il ne possède aucun asservissement avec l'obturateur ou avec un programme d'exposition.

Le Leica R6 comporte encore plusieurs caractéristiques utiles à un photographe : surimpressions multiples, oculaire réglable à la vision de l'opérateur de +2 à −2 dioptries, éclairage des valeurs de diaphragme et de vitesse réglées afin qu'elles soient visibles dans l'obscurité, possibilité de relever le miroir avant de déclencher, 5 verres de visée interchangeables facilitant la mise au point en photo scientifique (verre quadrillé, verre clair, verre à réticule, etc.). Comme le viseur du Leica R5, celui du R6 est extrêmement clair.

Pour le reste, le Leica R6 est des plus classiques : 30 objectifs interchangeables de 15 à 800 mm ; retardateur (jusqu'à 9 secondes) ; possibilité de connexion d'un moteur ; sensibilités de film de 12 à 3 200 ISO ; coupure automatique du posemètre 12 secondes après une mesure ; programmation de corrections de mesure ± 2 diaphragmes et gamme complète des accessoires Leica. Indiquons encore que chaque R6 sera monté manuellement et contrôlé en permanence avec un outillage de haute précision. De ce fait, son prix sera élevé, de l'ordre de 19 000 F.

Roger Bellone



DES JOUETS POUR ÉVEILLER L'ESPRIT

Voici les 14 jouets scientifiques que nous avons sélectionnés pour Noël 88.



2

PAR CHRISTINE MERCIER

En apparence, rien ne semble changé. Il s'agit toujours de jeux de construction ou de société. Pourtant le contenu profond est différent. Les jeux de construction, par exemple, restent classiques dans leur principe mais ont une approche pédagogique minutieusement élaborée par leurs auteurs.

Cette évolution est une réponse aux réactions provoquées dans le public, voilà quelques années, par la multiplication des jeux et des jouets électroniques stérilisant l'effort d'imagination de l'enfant. Même tendance dans les jeux vidéo. En perte de vitesse au début des années 80, ils connaissent aujourd'hui un renouveau. Parce que ces jeux ne se déroulent plus suivant un programme immuable, mais qu'ils autorisent des modifications de ce programme. Ainsi sont nés des jouets interactifs comme le pistolet "Light Phaser" de Sega, qui permet au joueur de viser certains points de l'écran afin d'intervenir dans les aventures de ses héros et d'en modifier le cours.



1



1 6 000 mots à dessiner

"Pictionnary", est un jeu de société créé à partir des mots anglais *picture* (image) et *dictionnary* (dictionnaire). Dans la boîte de Pictionnary se trouvent, outre des cartes, quatre blocs de papier blanc et quatre crayons. Ce sont les outils les plus utiles du jeu. En effet, il s'agit d'identifier par un dessin sommaire le mot choisi par un joueur dans l'une des cinq catégories existantes.

Personnes, animaux ou objets peuvent être relativement faciles à reconnaître. On ne peut en dire autant de couiner, rater, golfe Persique, vent ou calme, qui sont des actions, des lieux, et autres défis imposés par le jeu. En tout 6 000 mots différents qui demandent de l'imagination et un certain goût pour le crayonnage, sinon pour le dessin. De trois à seize joueurs qui peuvent se placer en équipes. L'ensemble des joueurs désignent un dessinateur et chaque équipe tente de deviner le mot caché derrière l'image. L'équipe qui le découvre en premier lance le dé, déplace le pion sur le plateau d'un nombre de cases correspondant, puis choisit un nouveau dessinateur. Ce dernier va tirer la carte suivante et essayer de faire deviner en le représentant le mot de la catégorie où se trouve son pion. Pour gagner, il faut atteindre la case "arrivée" du circuit, et relever le dernier défi, qui consiste à indentifier en premier le mot en jeu pour toutes les équipes arrivées exæquo.

Patience, imagination et... vocabulaire sont requis pour ce jeu. A partir de 12 ans.

Prix : 350 F (BHV, rue de Rivoli, à Paris).

2 Stations spatiales modulaires

L'astronautique et les grands films d'anticipation sur l'espace inspirent toujours les fabricants de jouets. L'une des dernières réalisations, "Construx", de Fisher Price, est une sorte de Meccano de l'espace. A partir d'un module de base à six faces, il s'agit d'adapter d'autres éléments : plaques, barres, roues, cylindres, axes, poulies, vitres, etc.

Ce jeu développe d'abord les ca-

pacités d'invention et de construction. Pour ce Noël, Fischer Price propose "Action", une boîte de 365 pièces (boîte 6185) qui permet de réaliser un avion supersonique et "Espace", une station spatiale futuriste de 180 pièces formée de panneaux très détaillés (boîte 6455). Enfin, dernière-née, la série "Alien", adversaire d'"Espace". C'est un personnage aux ailes déployées prêt à utiliser son laser magique.

Tous ces engins peuvent être équipés d'un petit moteur à mouvement lent avec télécommande, ou bien d'un bloc d'alimentation électrique relié à des pièces lumineuses.

Ces jeux ont été présentés dans les classes de l'Ecole normale de Toulouse, et sont recommandés par le groupe d'études ministériel responsable des jeux à l'Education nationale. "Construx" convient aux enfants à partir de 5 ans et les modules électriques à partir de 7 ans.

Prix : Espace 250 F ; Action 530 F ; Alien 300 F. (Grands magasins spécialisés).

3 Un baladeur triangulaire

A l'intention des jeunes amoureux de musique, Philips lance pour ce Noël le "Moving Sound D 1927 T", une mini-radio à transistors, en forme de triangle, se portant au bras ou à la ceinture. Mesurant 10 cm de côté et 1,5 cm



3

d'épaisseur, il permet de capter les petites ondes et la FM mono/stéréo avec, dans le cas de la stéréophonie, un témoin de réception.

Prix : 290 F avec casque souple très léger. (Chez tous les détaillants Philips.)

4 Jeux vidéo à la carte

Pour les passionnés de jeux d'arcades, la marque Sega propose le "Master System". Ce jeu vidéo est composé d'une console, adaptable à un téléviseur équipé d'une prise péritel, se branchant sur le secteur, d'une gamme de cartes magnétiques format carte de crédit et de cartouches vidéo type cassette. Cet équipement permet aux amateurs de sensations fortes de retrouver "EType" ou "Shinobi" chez eux, avec une bonne définition d'image couleur (256 × 192 pts) et un son réaliste (3 générateurs de son de 4 octaves chacun).

Le modèle de base comprend la console, deux blocs de commandes, un manuel descriptif accompagné d'une carte de jeu. Plusieurs options supplémentaires sont disponibles : une manette de commande utile pour les combats aériens, un pistolet interactif, le Light Phaser, qui apporte un plus grand réalisme à l'action de l'utilisateur, et des lunettes 3-D (pour le relief) destinées à certains jeux seulement. Enfin, il existe un choix étendu de cartes et cartouches dont plus d'une dizaine de nouveautés (Rocky, Rambo III, After Brown, etc.). Lors de nos essais nos préférences sont allées à Tillion, jeu d'aventures multiples dans un labyrinthe très compliqué, et Great Golf pour son réalisme.

D'autres jeux, de combat en particulier (avions, missiles), sont plus classiques. Leurs qualités sont inégales. Ainsi, pour l'un d'eux, avec un peu de patience et si l'on trouve la faiblesse du programme, il est possible de gagner presque sans combattre.

Prix, incluant la console et les divers accessoires : de 990 F à 1 500 F. Les cartouches coûtent de 19 F à 299 F selon les jeux. (Grands magasins, FNAC et magasins spécialisés.)


4

5 Le système solaire dans un jeu de cartes

"Galaxia" est un jeu de 72 cartes en couleurs, représentant le Soleil avec les planètes, les satellites, les météorites, les comètes, les astéroïdes, et jusqu'à des phénomènes comme les éclipses.

Selon le nombre de joueurs, de deux à cinq, et les cartes distribuées, l'on peut disposer d'un "univers céleste" (une pioche) qui complètera la donne. Le principe de ce jeu s'inspire de celui du Jeu de 7 familles et son but est d'obtenir le plus grand nombre de points, annoncés lorsque des groupes de planètes, d'éclipses, de satellites ou de cartes maîtresses sont réunies.

Mais on apprend rapidement, par exemple, que les comètes et les astéroïdes se font prendre par "Soleil" et "Galaxie". Les planètes sont organisées en familles et génèrent des éclipses pour celles qui possèdent des satellites. Il existe aussi un satellite-mystère, le "joker" du ciel, qui l'emporte sur les 44 autres et peut être joué à tout moment. Les combinaisons de ce jeu sont très nombreuses. Une manche est gagnée par le joueur ayant totalisé le plus de points après six parties.



Prix : 100 F (BHV, rue de Rivoli, à Paris, et Boutique de la Cité des sciences et de l'industrie, Porte de la Villette, à Paris).

6 Les seigneurs de la préhistoire

Les "Dino-Riders" sont des reproductions d'animaux préhistoriques articulées et motorisées. Avec eux, les enfants partageront les émotions des habitants de la planète Valoria. Poursuivis par l'ennemi, ils traversent l'espace à bord de leur vaisseau spatial et se retrouvent sur Terre, il y a 65 millions d'années. Ils y rencontreront les diplodocus, tyrannosaures, tricératops, ptéranodons ou ptérodactiles, ainsi que d'autres spécimens de notre préhistoire.

Chaque coffret contient un animal accompagné d'accessoires tels que vaisseau, pistolet-laser, raquettes, échelles, etc. à monter avec les personnages associés.

Les animaux fonctionnent avec une pile LR 14 alcaline, ils sont en plastique résistant et reproduits à l'échelle 1/24.

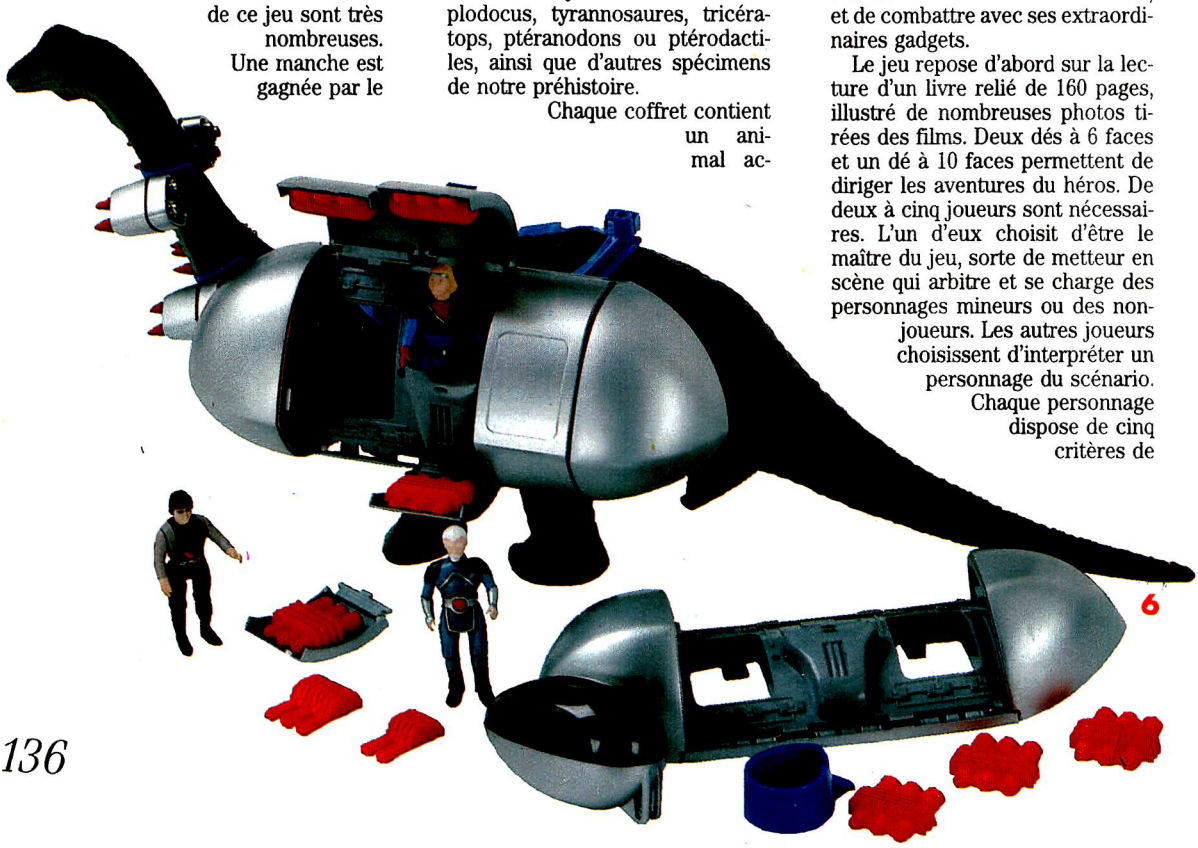
Il suffit de monter les différentes pièces sur l'animal et... de traverser le temps pour combattre dans cet univers transformé par des armes futuristes. (Il existe également une cassette vidéo VHS du dessin animé présentant les aventures fantastiques des Seigneurs de la Préhistoire.)

Prix : 375 F le diplodocus Dino-Riders, Les autres coffrets, entre 300 et 400 F. (BHV, rue de Rivoli, à Paris, et dans les rayons jouets, et grandes surfaces spécialisées.)

7 James Bond 007

Vous connaissez ce célèbre personnage de romans et de films d'espionnage. Aujourd'hui, il est aussi héros d'un jeu de rôles. Un jeu qui permet donc au joueur d'être James Bond ou son ennemi, et de combattre avec ses extraordinaires gadgets.

Le jeu repose d'abord sur la lecture d'un livre relié de 160 pages, illustré de nombreuses photos tirées des films. Deux dés à 6 faces et un dé à 10 faces permettent de diriger les aventures du héros. De deux à cinq joueurs sont nécessaires. L'un d'eux choisit d'être le maître du jeu, sorte de metteur en scène qui arbitre et se charge des personnages mineurs ou des non-joueurs. Les autres joueurs choisissent d'interpréter un personnage du scénario. Chaque personnage dispose de cinq critères de





9

base (force, dextérité, volonté, perception et intelligence), des compétences basées sur ces critères et de talents. Doté de ce bagage, chaque joueur annonce ce qu'il va entreprendre selon les situations rencontrées.

L'innovation de ce jeu réside dans l'emploi d'une table unique dite "Table de multiplication", qui permet de résoudre les actions et de mesurer les performances de chaque acteur.

Ajoutons que le manuel du service, dit Service Q, contient une description et des modèles d'objets utilisés par les adversaires et les alliés des services secrets britanniques (hormis les armes de poing et



7

les armes modernes diverses). Citons quelques véhicules de Bond : Aston Martin, Bentley, Cadillac, Lamborghini, etc. Il s'y ajoute des avions à réaction et à moteur à pistons ainsi que des appareils à voilure tournante. Enfin, les gadgets : ceinture explosive, montre scie circulaire, parapluie émetteur-récepteur, stylo à acide, bombe à laser, lance-flammes, sans parler des micros espions, dispositifs de dépistage et radars portatifs. Ce manuel vient en supplément du jeu et permet de l'agrémenter de "piquants". A partir de 12 ans.

Prix : 119 F le livre, 69 F le scénario ; Service "Q" à paraître. (Jeux Descartes, 5 rue de la Baume, 75008.)

8 La physique en capsules

Des pièces interchangeables et adaptables entre elles, des capsules sphériques transparentes et un livret éducatif : tel se présente "Capsela", véritable système permettant aux enfants, de 10 ans et plus, de jouer en éveillant leur créativité dans le domaine de la physique. Un système qui, en parallèle avec l'éducation scolaire, les initiera à l'électricité, l'énergie motrice, la flottabilité, etc.

A l'aide des petites capsules sphériques, éléments essentiels du jeu, les enfants pourront reconstituer les éléments de notre univers technique comme des piles ou des moteurs et en comprendre le fonctionnement.

Capsela comporte une large gamme de coffrets complémentaires dont le nombre de composants varie de 27 à 108. Ils permettent de réaliser de 10 à 100 modèles, du plus simple engrenage à l'automobile complète, au canot à moteur, ou à tout autre sujet choisi par l'enfant.

Prix : de 148 à 565 F. (Boutique de la Cité des sciences et de l'industrie, Porte de la Villette, à Paris.)



8

9 Un talkie-walkie qui marche à la voix

Pour les enfants, communiquer par radio revêt toujours un caractère un peu magique. Fisher Price leur propose cette année un émetteur-récepteur (Walkie-talkie Fisher Price) qu'il n'est plus besoin de tenir à la main. Il se porte sur la tête, comme un casque, et se commande à la voix. Ainsi, le jeune pilote sur sa planche à roulettes peut-il poursuivre une conversation avec son complice à bicyclette. La portée est d'environ deux cents mètres.

Le petit poste abrite sept transistors, une pile alcaline de 9 V et le haut-parleur. Le micro est fixé à l'extrémité d'une tige flexible face à la bouche. L'antenne est courte et souple.

Soulignons tout de même la vulnérabilité de cet appareil électronique auquel il faut éviter tout contact avec l'eau. A partir de 4 ans.

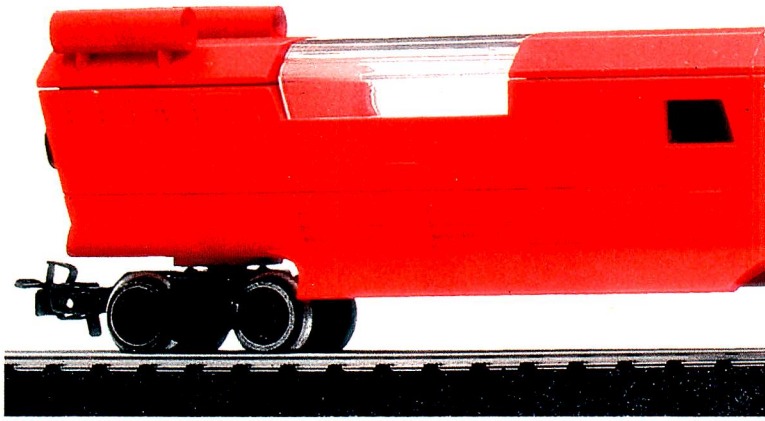
Prix : environ 360 F le coffret de deux casques, dans la plupart des points de vente spécialisés. Jouet garanti 1 an.

10 Le train de l'aventure

A l'intention des jeunes enfants à partir de 6 ans, Märklin a conçu "Alpha", un petit train électrique tout rouge, démontable, dont les wagons sont remplis de surprises. Chacun d'eux contient un équipement différent destiné qui à des expéditions ferroviaires, qui à un safari au pôle Nord, etc.

Le coffret, agrémenté d'illustrations, fait partie intégrante du jeu, une fois transformé en gare ou en tunnel. Les rails, munis d'un nouveau système d'encliquetage, sont faciles à monter même par des petits, et le train Alpha peut s'intégrer au système Märklin HO si l'on veut agrandir le circuit. La locomotive F-1 d'Alpha fonctionne sur accumulateur avec une autonomie d'une heure.

Prix : environ 1 000 F le coffret de base, qui comprend la locomotive, un wagon multifonction, un transformateur et la voie ferrée. Il existe deux coffrets complémentaires, "Grue" et "Radar", pour environ 500 F chacun. (Dans les grandes surfaces.)



10

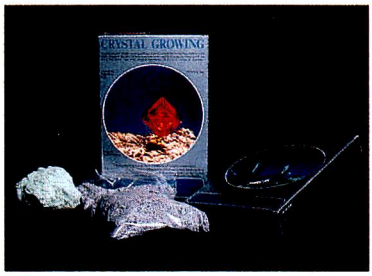
11 Les cristaux du futur

Voir grandir des cristaux scintillants : voilà bien un phénomène fascinant pour les enfants. Pour le réaliser, la Cité des sciences et de l'industrie propose "Space Age Crystals" (cristaux de l'ère spatiale), un ensemble de produits permettant de découvrir les lois naturelles de création de l'améthyste ou du quartz au plus profond de la terre. Les enfants pourront faire pousser leurs propres minéraux jusqu'à 16-18 cm de diamètre.

Le procédé est fort simple : il suffit de dissoudre dans l'eau des produits chimiques déjà dosés et le premier cristal apparaît en quelques heures. Le mélange est composé de sulfate de potassium aluminium, $KAl(SO_4)_2 . 12 H_2O$, blanc, et de sulfate de chrome potassium, $K Cr(SO_4)_2 . 12H_2O$, violet foncé. Ces deux substances sont pratiquement identiques, à l'exception d'un atome d'aluminium et d'un atome de chrome. Ainsi les deux molécules peuvent être incorporées dans le même cristal.

Les substances contenues dans le coffret comprennent cinq fois plus de sulfate de potassium que de sulfate de chrome. Plus ou moins d'eau sera présente dans le cristal en fonction de la température. A partir de 30 °C, l'eau commence à diminuer, jusqu'à disparaître totalement vers 50 °C. Dans ce cas, le cristal est complètement déshydraté et devient blanc.

Un matériel très simple suffit pour fabriquer les cristaux : un verre, un seau en plastique, des cailloux et de l'eau chaude. Les premiers cristaux sont censés apparaître en quelques heures, puis grandir plus ou moins, selon le traitement subi, réchauffement ou refroidissement. (En fait, au lieu d'une cristallisation sous forme de jolis stalactites d'un beau vert translucide, la boîte qui nous a été fournie pour le test n'a donné qu'un agglomérat relativement informe et d'un vert blanchâtre et opaque.) Il existe de nombreuses applications techniques de ces substances et le coffret en donne quelques exemples, notamment



11

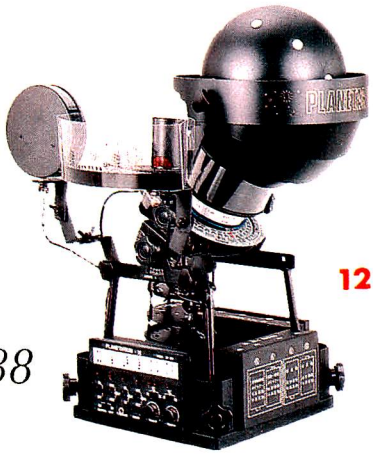
des travaux effectués à bord de la navette spatiale américaine.

La boîte de la version française se contente de la mention : « Interdit aux enfants de moins de 36 mois », ce qui est pour le moins risqué. Ces expériences sont en effet réservées aux adolescents informés des règles de sécurité de base (et « sous la responsabilité d'un adulte », précise la version anglaise), et excluent donc les jeunes enfants, qui ne doivent pas avoir accès aux produits chimiques.

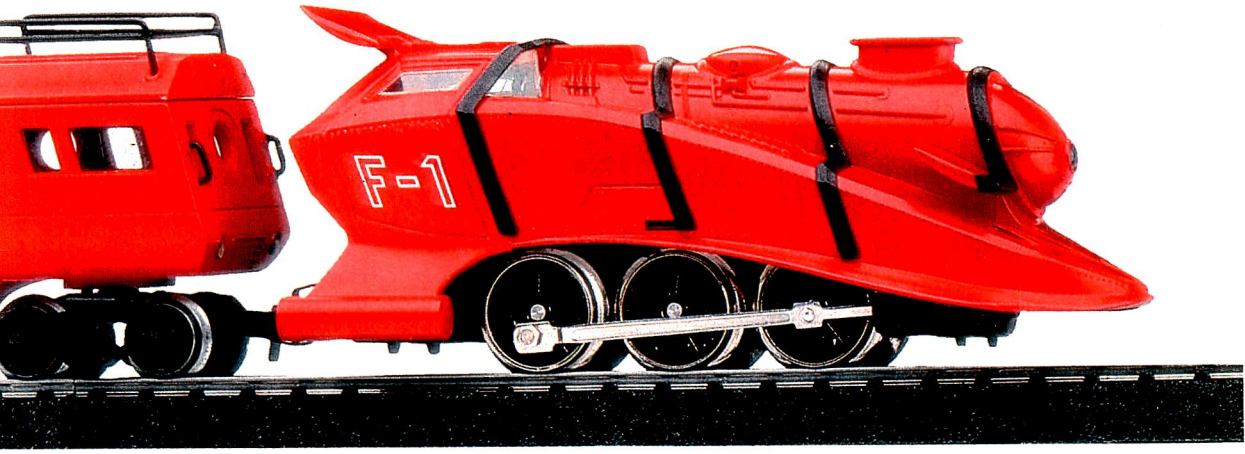
Prix : 65 à 95 F la boîte (Boutique de la Cité des sciences et de l'industrie, Porte de la Villette, à Paris).

12 Un mini-planétarium

Présenté à Tokyo voilà 6 mois (*Science & Vie* n° 851 d'août 1988), le planétarium de table "Kenko Star Mate" sera disponible en France dans une version spécifique "N3" à la fin de l'année. Doté de dispositifs similaires à ceux des planétariums de musée, mais miniaturisés, il permet la projection du ciel dans un petit dôme-écran de 1,60 m de diamètre.



12



Le Star Mate N3 dispose d'un mécanisme de mouvement annuel relié à 7 objets célestes (le Soleil, Mercure, Vénus, la Lune, Mars, Jupiter et Saturne). Pour les amateurs d'astronomie, cet appareil permet de projeter 580 étoiles fixes et la Voie lactée, ainsi que les phases de la Lune. Il fonctionne à l'aide d'une batterie portable, autorisant son utilisation "sur le terrain" lors d'observations à l'extérieur.

Prix : 12 135 F. (Le Télescope, 37 bd Beaumarchais, Paris — Le miniplanétarium est actuellement visible à cette adresse).

13 Le microscope des très jeunes

A l'intention des enfants âgés de 5 ans et plus, Fisher-Price a conçu la "Micro-Visionneuse", un instrument mixte, microscope et visionneuse. L'unité de base, le microscope, est en matière plastique, portatif et démontable.

Posé sur son socle blanc, il s'utilise comme un vrai microscope grossissant 30 fois. Une mallette de rangement contient des lames où 90 sujets différents ont déjà été sélectionnés parmi des textiles, plantes, animaux, etc.

De plus, les lames vierges, pinces et compte-gouttes fournis permettront aux enfants d'organiser leur propre recherche.

Retirée de son socle, la partie rouge amovible devient une visionneuse portative d'environ 20 cm. Grâce à son éclairage incorporé (2 piles R6) chaque objet glissé dans le champ est immédiatement observable.

Prix : 265 F.

14 Le tapis vidéo de gymnastique

Lancé au Japon voilà 18 mois (*Science & Vie* n° 839 d'août 1987), le "Family Fun Fitness" créé par Nitendo arrive aujourd'hui en France.

Il se présente sous la forme d'un petit tapis de gymnastique bourré de mousse et de composants électroniques judicieusement disposés. Le tapis se raccorde à une commande vidéo, elle-même adaptable à un téléviseur équipé d'une prise péritel.

Accompagné de son logiciel Athletic World, ce jeu permet de courir avec un sportif apparaissant sur l'écran. Il y a plusieurs trajets, plusieurs niveaux de difficulté et le jeu est aussi interactif : si vous avancez sur le tapis, l'athlète sur l'écran avance ; si vous reculez, il recule. Vous pouvez aussi vous accroupir, sauter, et vous verrez le petit athlète éviter des sangliers, sauter des haies ou même effectuer la descente d'une rivière en radeau.



14

La règle consiste à respecter les indications de mouvements des membres sur le tapis et les limites de temps.

Il existe divers niveaux d'entraînement, dont une course de professionnel. Pour ces compétitions, les limites sont calculées en fonction de paramètres tels que âge et sexe, demandés par le système au commencement du jeu, et sont donc variables.

C'est divertissant et le petit livret fourni avec le jeu est bien présenté.

Prix : environ 500 F le tapis de gymnastique, la commande vidéo ne sera disponbile qu'en février 89 (Au BHV, rue de Rivoli, à Paris, et dans les boutiques spécialisées en jeux vidéo.)



13

Christine Mercier

SCIENCE JEUX

Moteur thermique à élastiques

PHYSIQUE AMUSANTE

Tous les moteurs thermiques, qu'ils soient à pistons ou à turbines, à vapeur ou à pétrole, utilisent comme force motrice la dilatation des gaz sous l'effet de la chaleur

L'air chaud se dilate, tout le monde l'a appris en classe : c'est la loi de Mariotte. En se dilatant, l'air occupe plus de volume sans que sa masse ait changé, donc sa densité a diminué : à volume égal il est plus léger que l'air froid et monte flotter dessus.

En contrepartie, un gaz enfermé dans une enceinte et chauffé a tendance à se dilater ; comme cela lui est impossible si l'enceinte est un peu résistante, il réagit à cet emprisonnement en augmentant sa pression : pour un gaz quelconque, le produit du volume V dans lequel il est confiné par la pression P qui règne dans ce volume est égal à une constante R (8,31) que multiplie la température T : PV = RT. Plus on chauffe, plus la pression s'élève ; plus on refroidit, plus elle baisse.

Il y a là un moyen commode de transformer la chaleur en mouvement : il suffit de faire une enceinte à volume variable (un piston mobile dans un cylindre) pour que tout échauffement du gaz contenu dedans se traduise par une augmentation de pression et donc une modification de volume qu'on va utiliser mécaniquement. Le rendement n'est jamais très fameux, mais ceci est une autre histoire qui relève de la thermodynamique.

Ce qui est plus intéressant à noter, c'est que le processus de dilatation ne concerne pas que les gaz : il existe aussi pour les liquides et les solides. On sait qu'une barre de métal (et c'est vrai aussi pour le bois) allonge quand on la chauffe et rétrécit quand on la refroidit. Bien entendu, elle augmente aussi de diamètre, et donc de volume.

En fait les dimensions des objets qui nous entourent ne cessent de se modifier au gré des changements de température, mais ces variations sont faibles, faute de quoi nous aurions l'impression de vivre dans un monde perpétuellement changeant. Par exemple, une tige d'aluminium de 1 m allonge de 2,4 mm en passant de 0° à 100°. Ce n'est pas énorme pour notre œil, mais c'est beaucoup pour un assemblage mécanique : tous les ingénieurs tiennent compte de cette dilatation dans la conception de tout ensemble métallique.

Chose plus importante encore, si cet allongement reste modeste, les forces qu'il exerce sont, elles, très intenses : une tige de fer carrée de 1 cm de côté exerce une pression de 2 400 bars sur tout objet placé pour s'opposer à son allongement ; cela revient à dire que ce petit morceau de fer soulèverait 2 voitures moyennes dès qu'on le chauffe. En théorie, il y avait là aussi un moyen de convertir la chaleur en mouvement.

Il aurait fallu pour cela convertir ces déplacements de faible amplitude mais très intenses en mouvement utilisable grâce à des systèmes de leviers articulés et de manivelles. On se serait heurté là à la souplesse des métaux : des déplacements minuscules seraient absorbés par la déformation élastique des pièces (et par le jeu nécessaire à tout assemblage mécanique), comme ce serait le cas si on voulait faire un moteur à piston avec des bielles et vilebrequin en caoutchouc.

Par ailleurs, les processus de dilatation thermique dans les métaux présentent des phénomènes d'hystérésis : ils mettent un certain retard à reprendre leurs dimensions lorsque la température a varié. Dans l'absolu, un moteur thermique par conversion de la dilatation d'un solide est possible, mais il est douteux que son rendement soit intéressant.

Cela ne va pas nous empêcher d'en construire un exemplaire qui a d'autant plus d'intérêt qu'il constitue une machine thermique complètement originale. Nous allons même utiliser le phénomène inverse de la dilatation, à savoir la rétraction sous l'effet de la chaleur : certains composés présentent la particularité de se raccourcir dans certaines directions quand on les chauffe ; c'est le cas de la calcite, et du caoutchouc tendu.

La calcite étant peu commode à manier, c'est le caoutchouc qui a été retenu pour notre modèle. Mais la contraction de ses longues molécules étant de faible amplitude, il faut utiliser une astuce pour qu'elle puisse produire un mouvement appréciable ; le secret de cette astuce réside dans le montage lui-même. Une couronne est reliée à un moyeu central tournant librement, par 12 bracelets élastiques, le tout formant une roue à rayons, analogue à une roue de bicyclette.

L'ensemble est fixé sur un axe et réglé de telle façon qu'il soit équilibré, son centre de gravité coïncidant avec son centre géométrique. Si l'on chauffe par exemple les rayons élastiques se trouvant sur la partie gauche de la roue, ils se contracteront et le centre de gravité se déportera sur la droite de l'axe.

La roue ainsi excentrée tourne d'un certain angle dans le sens du balourd pour rétablir son équilibre. A ce moment, les rayons réchauffés se refroidiront en se dilatant tandis que de nouveaux rayons froids se présenteront devant la source de chaleur et se contracteront à leur tour. La rotation se trouve ainsi entretenue de proche en proche et la roue tourne aussi longtemps qu'on chauffe un des côtés.

Avantage supplémentaire, la construction de cet étonnant moteur thermique ne réclame que peu de matériel ; elle se fait bien entendu avec la méthode hobbystyrène de P. Courbier. En plus du matériel habituel à cette méthode (cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast et trichloréthylène, colle cyanocrylate, crayon, gomme et papier abrasif), il faut donc réunir :

— Polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur ; en vente, directement ou par correspondance, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris, ou chez Pierron, 57206 Sarreguemines Cedex.

— 1 sachet de bracelets caoutchouc, au moins une vingtaine (longueur à plat en double : 70 mm) ; en vente dans les papeteries.

— 1 sachet de clous de 8/10 de diamètre et de 10 mm de long, et 1 morceau de tige d'acier de 1 mm de diamètre et de 60 mm de long ; en vente dans les magasins spécialisés dans les maquettes.

— 1 ampoule halogène 150 W du type protégé par une seconde ampoule, 1 douille à vis pour cette ampoule et du fil secteur ; en vente dans les magasins d'électricité.

On commence par construire la roue qui se compose d'une couronne A et de 5 disques B, C_1, C_2, C_3 et C_4 formant le moyeu. Ces pièces seront d'abord tracées très précisément (le fonctionnement du moteur en dépend) dans du polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur. Par la même occasion, l'emplacement des clous qui serviront de points d'attache aux élastiques sera tracé tous les 30° en se reportant aux ***figures 1 et 2***.

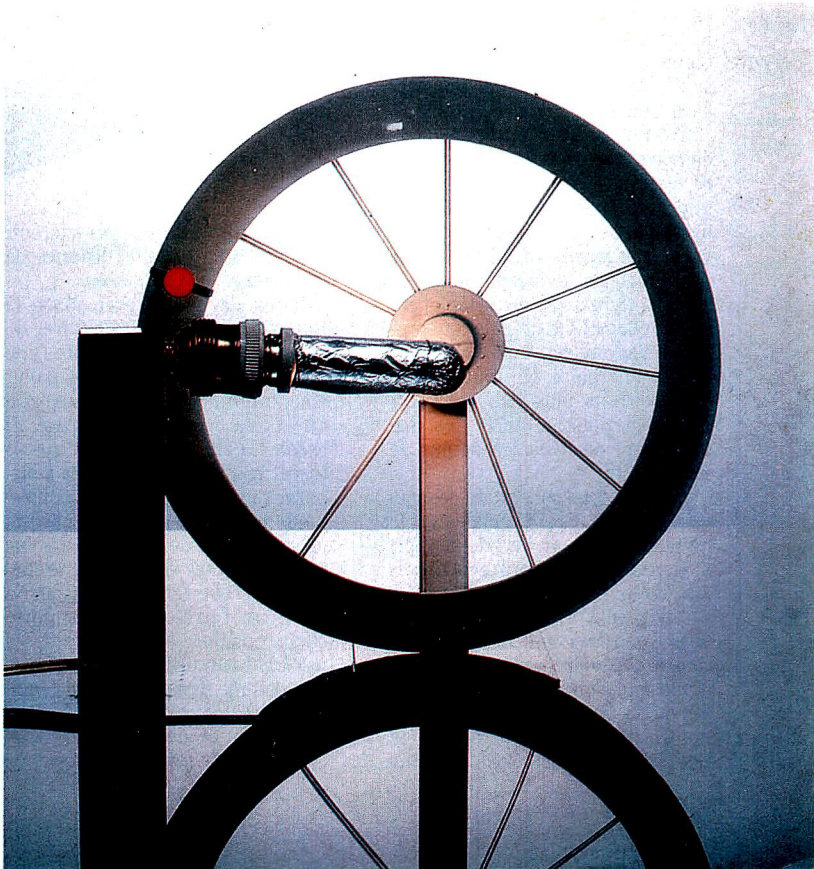
Avant de procéder au marquage et à la découpe, on percera les 29 trous (24 pour les clous, 4 pour les disques C_1 à C_4, pour le passage de l'axe de B) avec une aiguille chauffée, ou avec une perceuse munie d'un foret de 1 mm de diamètre. On procédera ensuite au marquage des cercles en utilisant la technique du compas de découpe, bien connue des pratiquants du hobbystyrène.

Celle-ci consiste, rappelons-le, à fabriquer d'abord ce compas, ***figure 1***, en superposant 3 rectangles de polystyrène et en y fixant 2 clous en acier trempé (clous de crochets X) séparés par une distance égale au diamètre du cercle que l'on veut tracer. Ensuite, on introduit l'un des clous dans le trou central de la pièce à marquer et on fait tourner cette pièce sous l'autre clou en appuyant suffisamment fort pour créer un sillon assez profond.

On répète l'opération sur l'autre face de la feuille de polystyrène ; si le travail a été bien fait, le dégagement de la feuille n'offre aucune difficulté. Chaque pièce terminée sera ensuite soigneusement poncée au papier abrasif afin d'éliminer les bavures. Il restera à mettre en place les 24 clous qui sont en acier doré avec un diamètre de 0,8 mm pour une longueur de 10 mm.

Si l'on a percé leur logement avec une mèche de 1 mm, ils entreront facilement ; une goutte de colle cyanocrylate les immobilisera. Si les trous ont été percés avec une aiguille chauffée, il sera nécessaire d'enfoncer les clous avec un petit marteau, ce qui n'offre pas de difficultés. Le moyeu est constitué de 5 disques (***figures 1, 3 et 4***) superposés et collés — trichloréthylène ou colle Uhu-Plast.

Avant de les coller, il est nécessaire de s'assurer qu'ils sont bien percés d'un trou perpendiculaire de 1 mm de diamètre ; faute de quoi la roue ne tournerait pas rond. Au moment du collage, on les enfilera au fur et à mesure sur une tige d'acier (corde à piano) de 1 mm de diamètre et d'une longueur de



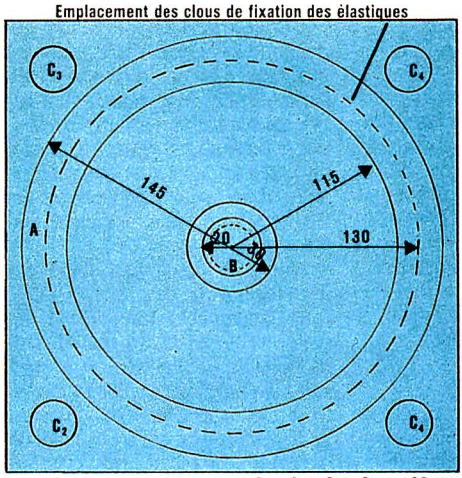


FIGURE 1 $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = \varnothing$ 30 mm

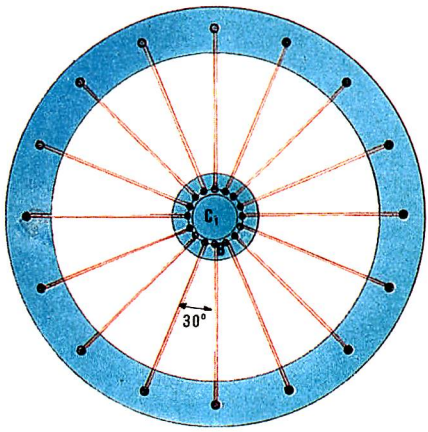
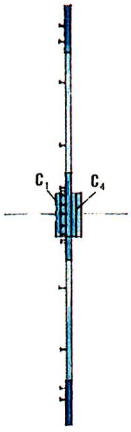


FIGURE 2



60 mm. Il restera à présent à mettre en place les 12 élastiques (bracelets en caoutchouc vendus dans les papeteries).

Si l'on trouve des modèles foncés, bleus par exemple, on les choisira de préférence aux modèles clairs: ils absorberont mieux le rayonnement. Mais, même en blanc, le moteur fonctionne. La mise en place des élastiques, ***figure 2***, ne pose pas de problème particulier ; on veillera cependant à opérer en les installant par paires opposées diamétralement et à éviter les torsions qui modifieraient les tensions relatives.

En posant la couronne ainsi équipée dans l'évidement circulaire, on pourra vérifier dans une certaine mesure le centrage du moyeu. Il se peut en effet que des variations légères dans la largeur des bracelets induisent des tensions différentes ; on remplacera éventuellement le bracelet qui provoque l'asymétrie, ou on en intervertira une paire. De toute façon, nous verrons plus loin comment procéder pour rectifier les balourds qui ne manqueront pas de se produire.

Une colonne, constituée des pièces E_1, E_2, F_1, F_2 et G collées sur le plateau de base H, sert de support à la roue ; on tracera ces pièces aux cotes indiquées ***figures 5 et 6***. Les pièces F_1 et F_2 seront percées d'un trou centré de 1 mm destiné à recevoir l'axe en corde à piano que l'on collera (cyanolite) lorsqu'on aura assemblé la colonne. On introduira 3 perles (ou un petit tube en plastique genre chalumeau à boire) destiné à maintenir la roue à une certaine distance de la colonne.

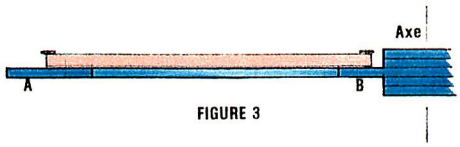


FIGURE 3

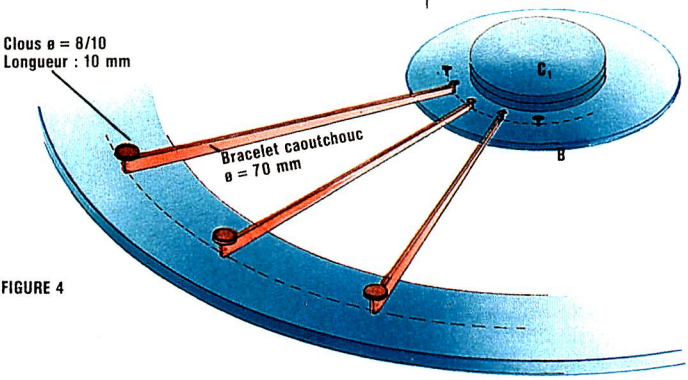


FIGURE 4

Il restera à mettre en place la roue sur son axe et à s'assurer de sa rotation parfaitement libre (une petite goutte d'huile sur le palier améliorera encore les choses) ; on effectuera ensuite l'équilibrage. Si le tracé a été correctement exécuté, cet équilibrage consistera à disposer sur la couronne un contrepoids en fil (ou ruban) de plomb, de soudure ou de cuivre d'un poids suffisant pour compenser le balourd. La roue est équilibrée quand on peut l'arrêter sur n'importe quelle position.

Fort heureusement on n'aura pas, comme c'est le cas avec l'équilibrage d'une roue de voiture, à tenir compte des effets dynamiques dus à la force centrifuge ; ce serait extrêmement difficile, sinon impossible, avec les moyens dont nous disposons. Notons au passage qu'il est possible que ce réglage doive être retouché après un certain temps de fonctionnement. En effet, les élastiques, à force de se contracter et de se dilater sous l'effet de la chaleur, ont tendance à cuire légèrement et cela peut provoquer des disparités dans leur rendement individuel.

Lorsque la roue, successivement tournée dans 4 positions à 90° l'une de l'autre restera immobile, l'équilibrage sera terminé et on peut passer à l'étape suivante, la source thermique ; c'est une ampoule électrique qui en tiendra lieu — ***figures 7 et 8***. Nous avons choisi, après de nombreux essais,

une ampoule halogène de 100 ou 150 W ; il s'agit du modèle relativement nouveau qui est destiné à être utilisé dans des lampadaires classiques comportant une douille à vis du type Edison.

Le tube halogène proprement dit, en quartz, est entouré d'une seconde ampoule en verre. Mais, et c'est la raison de notre choix, la distance qui sépare le tube extérieur du filament est bien moindre que dans une lampe classique. Or nous allons utiliser le rayonnement thermique (considéré comme parasite dans la fonction éclairage) et son intensité en un point donné varie comme l'inverse du carré de la distance qui le sépare du filament.

D'autre part, le tube de 100 W est cylindrique (celui de 150 W a une forme ovoïde) et il est donc facile de revêtir la moitié de sa surface avec du papier d'aluminium qui sera maintenu par 2 petits fils de cuivre nu ou émaillé. Ainsi nous aurons créé à peu de frais un réflecteur qui concentrera le rayonnement calorifique (rouge et infrarouge) juste à l'endroit désiré, c'est à dire sur le bracelet horizontal qui se présente face à lui.

L'ampoule ainsi habillée devra se trouver disposée horizontalement juste en face d'un rayon élastique et à la distance minimum ; c'est la raison d'être du support décrit ***figure 7***. Les pièces J_1 et J_2 seront percées de 2 trous, l'un pour la fixation de la douille (que l'on choisira du modèle comportant une bague de serrage à vis), l'autre pour le passage du fil d'alimentation au secteur 220 V. Le collage de la colonne sur la plaque de base L se fera de telle façon que l'ensemble soit stable et permette de placer l'ampoule comme indiqué ***figure 9***.

La mise en route est simple : il suffira d'attendre quelques secondes que le bracelet caoutchouc s'échauffe, en même temps d'ailleurs que les 2 autres qui l'encadrent. Si l'ampoule est placée à gauche, comme sur la ***figure 9***, la roue se mettra alors en mouvement et tournera dans le sens des aiguilles d'une montre. Ce mouvement sera lent et se fera par à-coups ; il faut en effet que les bracelets concernés s'échauffent et que ceux qui ont tourné se refroidissent.

Il existe plusieurs solutions pour améliorer le rendement du système tout en rendant sa rotation continue.

- Disposer un miroir sur l'autre face de la roue ; la chaleur réfléchie intéresse alors l'autre face du bracelet qui se rétracte plus vite. Mais on risque un échauffement excessif de la couronne en polystyrène qui, ne l'oublions pas, se ramollit brusquement dès 105 °C.
- Augmenter le nombre des bracelets ; mais se pose alors un problème de rigidité de la couronne qui, si l'on dispose 24 rayons, se voilera immédiatement même s'ils sont

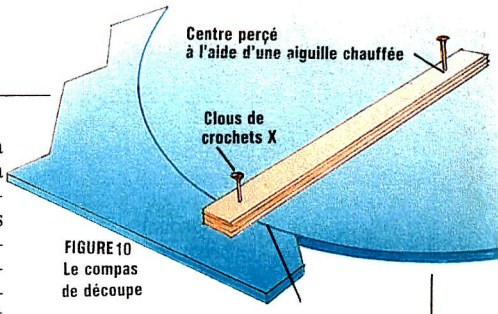
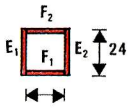


FIGURE 10
Le compas
de découpe



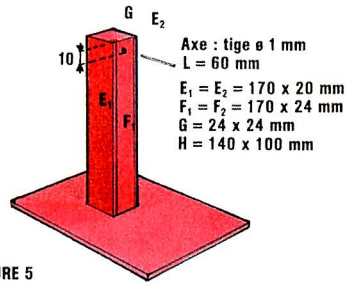


FIGURE 5

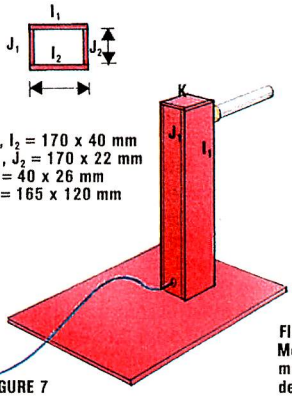
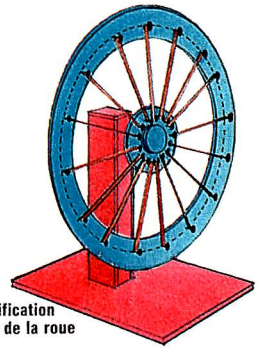


FIGURE 7


FIGURE 6
Moteur
monté pour vérification
de l'équilibrage de la roue

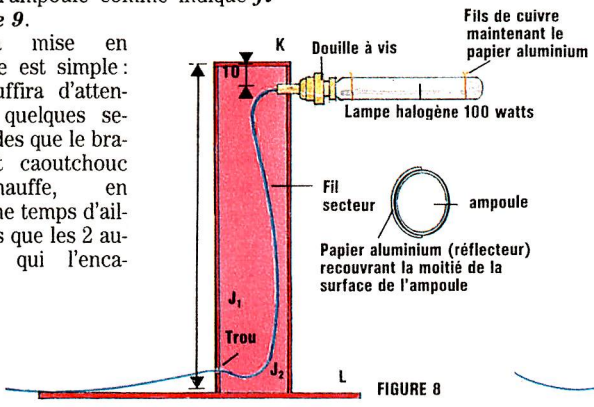
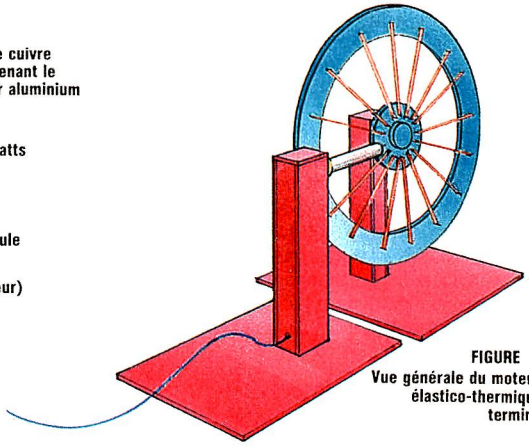


FIGURE 8


FIGURE 9
Vue générale du moteur
élastico-thermique
terminé

fixés de part et d'autre : nous avons essayé cette solution et l'avons vite abandonnée.

Il faudrait que la couronne soit en métal d'une épaisseur suffisante. Mais le travail du métal réclame un outillage dont la plupart de nos lecteurs ne disposent pas ; c'est pour cela que nous avons réalisé le moteur selon la technique hobbystyrène qui est à la portée de tous. Mais ceux qui ont le matériel pourront toutefois essayer cette solution et nous faire part de leurs résultats.

• Utiliser du caoutchouc noir en ruban, tel celui destiné aux moteurs pour modèles réduits ; l'ennui, c'est qu'il est très difficile de mesurer des longueurs égales dans ce genre de matériau. Même si l'on y parvient, il faudra le fixer de telle façon qu'entre les 2 fixations il y ait la même longueur de caoutchouc actif : la bonne solution passerait par un système de réglage à vis du genre de celui que l'on utilise pour tendre les haubans.

Notons qu'il est possible, à partir du même principe de déplacement du centre de gravité, de fabriquer un pseudo mouvement perpétuel. En lieu et place des élastiques, on met du boyau de chat ; ce matériau a la propriété de s'allonger lorsqu'il est humidifié.

Il suffit alors de faire tremper dans l'eau la partie inférieure de la roue à rayons en boyaux de chats : la partie mouillée s'allonge, ce qui déplace le centre de gravité, et la roue tourne. Les boyaux émergés commencent à sécher pendant que d'autres s'allongent, et la roue continue à tourner ; elle tire son énergie de la température de l'air abaissée par évaporation de l'eau, la chaleur du soleil étant là pour rétablir l'équilibre — ce serait donc un moteur à énergie solaire.

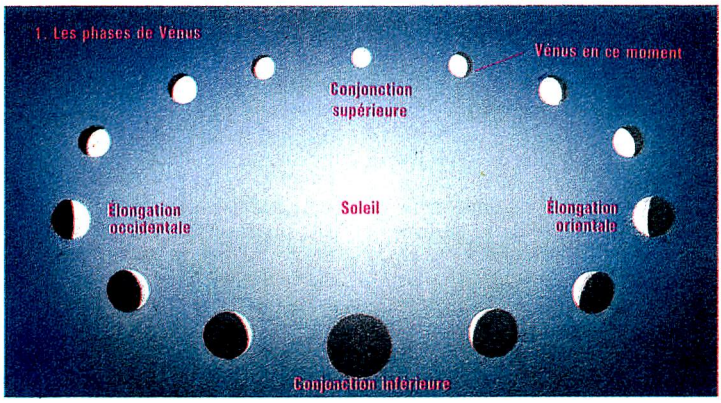
Le mois prochain, nous verrons un second moteur basé sur le même principe de décalage du centre de gravité, mais avec du métal au lieu du caoutchouc. En fait nous utiliserons des bilames qui permettent de multiplier les déplacements dus aux dilatations thermiques, et qui sont d'emploi courant dans les machines thermiques, dans les machines frigorifiques, et dans quantité de systèmes de sécurité liés aux problèmes de chaleur ou de froid.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

Le mois des dieux

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Trois planètes parmi les plus accessibles aux amateurs trônent, ce mois-ci, dans le ciel : Vénus, déesse de l'amour, Mars, dieu de la guerre, et surtout Jupiter, le maître des dieux. Le ciel d'hiver réserve de bien belles nuits d'observation aux passionnés d'astronomie !



Vénus. La deuxième planète du système solaire, plus connue dans le langage populaire sous le nom d'Etoile du Berger, brille de tous ses feux dans le ciel auroral du mois de décembre.

Après avoir atteint sa plus grande élongation orientale fin août, sa révolution autour de l'astre solaire l'amène progressivement vers sa conjonction supérieure ; c'est-à-dire que, en avril, elle sera de l'autre côté du Soleil par rapport à la Terre. Et ce sera alors une période d'invisibilité. Pour l'instant, Vénus est observable presque une heure et demie avant le lever du Soleil, dans d'excellentes conditions. Le ***tableau 1*** indique pour Paris les heures de lever de Vénus et du Soleil.

Pour le débutant, cette planète est facile à observer surtout parce que toujours très brillante et donc repérable aisément. On la cherchera en décembre dans le ciel matinal, vers l'horizon sud-est. Sa magnitude de −3,7 la rend plus brillante que n'importe quel autre astre. Mais attention, cet éclat constitue aussi un piège : à travers une lunette ou un télescope, Vénus est si brillante qu'on a parfois du mal à faire une mise au point correcte de l'image. De plus, la planète est souvent assez basse sur l'horizon et, de ce fait, la turbulence atmosphérique, c'est-à-dire l'agitation des couches d'air, brouille l'observation. On a ainsi quelquefois l'impression que Vénus palpite dans l'oculaire en lançant de temps à autres des éclairs colorés. Tout cela n'est dû qu'à notre atmosphère en perpétuel mouvement.

La meilleure solution consiste, en premier lieu, à éliminer au maximum les causes de turbulence locale : en s'écartant des habitations, particulièrement en hiver, sources de chaleur préjudiciables ; en "sortant" l'instrument une demi-heure au moins avant de s'en servir, de façon à ce que, lui aussi, se mette en température et ne rayonne pas de chaleur, néfaste à la qualité de l'image le moment venu ;

1. HEURE DE LEVER DE VÉNUS ET DU SOLEIL (en temps légal)

Date	Vénus	Soleil
2 déc.	5 h 40	8 h 24
10 déc.	6 h 03	8 h 35
18 déc.	6 h 26	8 h 41
26 déc.	6 h 47	8 h 45
3 janv.	7 h 07	8 h 46

enfin, en attendant, pour contempler Vénus qui se lève actuellement bien avant le Soleil, qu'elle soit le plus possible au-dessus de l'horizon. On pourra même constater que rien ne s'oppose à continuer l'observation alors que le Soleil est levé et le ciel déjà bien bleu, à condition, toutefois, de l'avoir repérée auparavant.

Vénus est une planète qui supporte un grossissement moyen. Une lunette de 60 millimètres de diamètre sera équipée d'un oculaire donnant 100 fois de grossissement, un télescope de 100 mm 150 fois ; avec 150 mm, on arrivera à 230 fois et un 200 mm autorisera 280 à 320 fois.

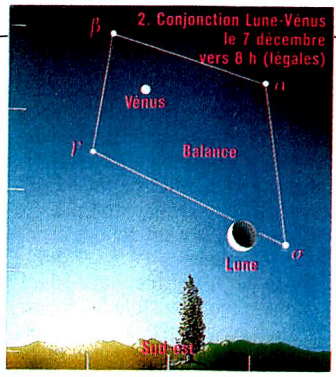
De tels grossissements permettront de bien voir le disque de la planète et l'on pourra constater qu'il n'est pas parfaitement circulaire. C'est Galilée qui, le premier, s'aperçut de cela. La chose lui parut si curieuse et même si révolutionnaire, qu'il publia sa découverte sous forme d'anagramme, tant il hésitait à faire une telle révélation publique.

En effet, à cette époque, on pensait que les corps célestes étaient parfaits et, par conséquent, circulaires.

Le phénomène est pourtant facile à comprendre. Vénus, comme Mercure, tourne entre le Soleil et la Terre et, par un effet de perspective, nous ne voyons qu'une partie de son globe illuminé par l'astre central ; ces deux planètes présentent donc des phases identiques à celle de la Lune. La ***figure 1***, mieux qu'un long développement explique cela. En ce moment, comme dit plus haut, elle se rapproche de sa conjonction supérieure : elle est donc gibbeuse. Au fil des semaines, on pourra observer la phase qui diminue de plus en plus, au fur et à mesure qu'on se rapproche de la "pleine Vénus".

Ceux qui ont fait l'acquisition de filtres colorés pour observer Mars lors de son opposition, pourront les utiliser sur Vénus. Les filtres violet, vert ou rouge sont les plus appropriés, augmentant le contraste tout en diminuant l'éclat excessif de la planète. Un instrument d'au moins 100 millimètres de diamètre est toutefois recommandé pour les utiliser avec le maximum d'efficacité.

Avant d'en terminer avec Vénus,



notons un beau spectacle, le 7 du mois vers 8 heures (légales) : la belle planète se trouvera alors à environ 9 degrés au-dessus d'un mince croissant lunaire sur l'horizon lumineux d'un ciel d'hiver, une demi-heure avant le lever du Soleil (***figure 2***).

Mars. Depuis l'opposition de septembre dernier, la Terre et Mars ont fait bien du chemin sur leur orbite respective. La distance qui nous sépare de la planète rouge atteint 136 millions de kilomètres à la fin du mois, soit le double de celle de l'opposition. Conséquence immédiate, le diamètre apparent de Mars a diminué de moitié et ne mesure plus qu'une dizaine de secondes d'arc. C'est quasiment la limite pour de bonnes observations, tout au moins dans les petits instruments.

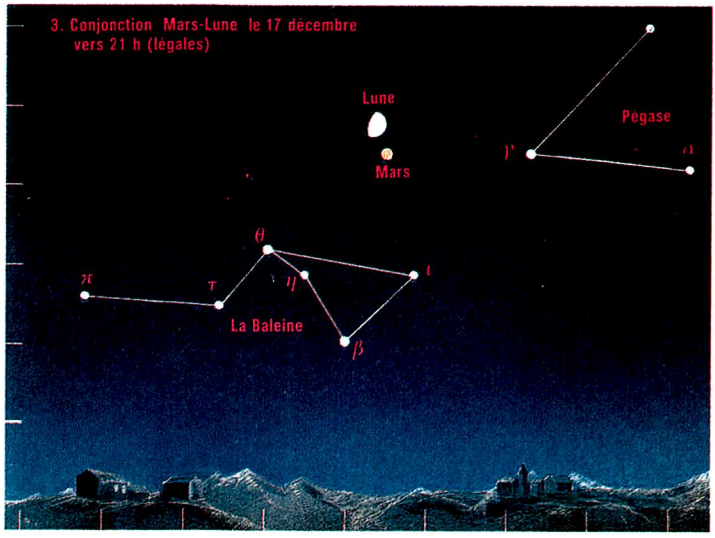
Un dernier coup d'oeil s'impose avant la prochaine opposition, dans deux ans, moins favorable toutefois que celle-ci. Mars, qui se lève vers midi, est donc observable dès la tombée de la nuit, où elle trône en plein sud au méridien. Sa hauteur au-dessus de l'horizon est alors en moyenne de 45 à 50 degrés, ce qui permet d'éviter la turbulence de ras de terre et doit procurer des images stables, à condition cependant de respecter les mêmes précautions que pour Vénus.

Le disque de la planète est affecté d'une légère phase, par un phénomène analogue à celui évoqué plus haut, et nous présente toujours son pôle sud. La calotte n'est pourtant plus visible car, depuis le 11 septembre dernier, c'est l'été dans cet hémisphère, été qui se prolongera jusqu'au 16 février prochain. Au cours de l'automne, puis de l'hiver qui suivra, la calotte se reformera mais, hélas, Mars ne sera plus observable.

Ne manquez pas une des dernières belles conjonctions de Mars avec la Lune, le 17 en soirée. Le premier quartier lunaire ne sera séparé que de quatre degrés de la planète rouge, (***figure 3***).

Jupiter. C'est inconstestablement la vedette de cet hiver. La planète géante, qui a passé son opposition annuelle fin novembre, est dans de très bonnes conditions de visibilité. Jupiter évolue dans la constellation du Taureau, à la fontière du Bélier.

Visible dès la tombée de la nuit vers le sud-est, à quelques degrés à l'ouest de la brillante Aldébaran,



elle culmine à près de 60 degrés au-dessus de l'horizon sud, vers 22 heures. Son diamètre apparent est de 47 secondes d'arc, quatre fois celui de Mars ! Une simple paire de jumelles permet déjà de voir le disque de la planète. Les plus modestes lunettes ou télescopes montreront, en outre, les deux bandes équatoriales les plus foncées.

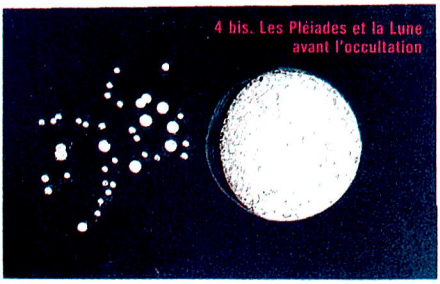
On choisira le grossissement le plus élevé qu'autorise la turbulence atmosphérique. Au fil des séances d'observation, on percevra, l'habitude aidant, de plus en plus de détails en surface. A la différence de Mars qui, de par sa rotation presque synchrone avec la nôtre, montre longtemps le même aspect, Jupiter est une planète en rotation rapide. Elle fait un tour sur elle-même en moins de 10 heures ! A cet égard, les longues nuits d'hiver sont intéressantes car, sous nos latitudes, elles peuvent durer plus de 14 heures.

Si une belle nuit bien claire et dégagée de tout nuage se présente, vous observerez donc plus d'une rotation de jupiter et verrez défiler, sous vos yeux, la totalité du globe jovien. Que ceux qui seraient tentés par l'expérience prennent toutefois la précaution de bien se couvrir. Mais le spectacle est garanti.

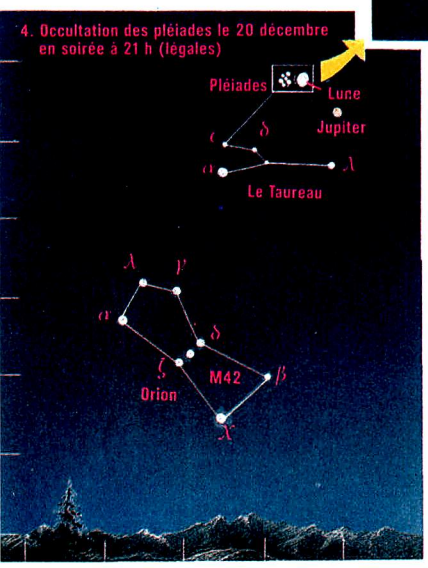
Puisque, depuis quelques mois, nous nous sommes familiarisés avec l'utilisation des filtres colorés, voici ceux qui vous rendront service pour Jupiter. Le filtre orange intensifie le contraste et permet de mieux observer les bandes équatoriales. Le vert renforce la visibilité des zones bleues et rouges.

Enfin le bleu, bien que diminuant de façon sensible la luminosité de l'image, est le filtre idéal pour observer la fameuse tache rouge. Il n'est d'ailleurs pas inutile, à ce sujet, de rappeler que cette tache n'est pas d'un rouge éclatant. Sa coloration varie au fil des années, allant d'un rose pâle à un rouge brun. En ce moment, étant située du côté des roses foncés, le filtre sera le bienvenu.

Grand spectacle, le 20. Formons des vœux pour que la nuit du 20 décembre soit sans nuage. Cette nuit-là, le ciel nous réserve un beau spectacle. Pour la quatrième et dernière fois de 1988, la Lune occultera l'amas des Pléiades. Ensuite, il faudra attendre septembre 1989 ! De plus, Jupiter sera à proximité immédiate de l'événement et



4 bis. Les Pléiades et la Lune avant l'occultation



l'on pourra, entre deux occultations, contempler la planète ou peut-être s'essayer à observer une rotation complète, comme indiqué plus haut. Chronologiquement, le tableau 2 (ci-dessous) montre comment les choses vont se passer.

La Lune, à quatre jours de sa plénitude, sera gibbeuse. C'est la partie dans l'ombre qui masquera progressivement les Pléiades. Selon la zone géographique d'observation. la première disparition, on dit immersion, se produira vers 20 h 40, la dernière ayant lieu aux alentours de 21 h 30. On portera ensuite toute son attention sur Jupiter derrière laquelle, à 22 h 32, le satellite *Europe* disparaîtra. Ce n'est que vers 2 h 14 (dans la même nuit mais en fait le 21) qu'il réapparaîtra. Du fait de la position relative de Jupiter, du Soleil et de la Terre, nous apercevons alors le cône d'ombre de la planète ; *Europe*, après être passé derrière le disque de Jupiter, ne sera donc pas immédiatement visible car plongé dans l'ombre de la planète.

Lorsqu'il sera à nouveau observable (2 h 14), il apparaîtra brusquement à une petite distance de Jupiter ; un beau phénomène à ne pas rater) (***Figures 4 et 4 bis***).

Sur le plan instrumental, on choisira un grossissement moyen pour observer l'occultation des Pléiades, de façon à voir une partie de la Lune. Si l'éclat de celle-ci vous gêne, ajoutez un filtre neutre à l'oculaire ou, à la rigueur, un filtre jaune ou vert.

Par contre, pour Jupiter, il faudra changer de grossissement et atteindre 100 à 120 fois pour les instruments de 60 à 100 millimètres de diamètre, 150 à 250 fois de 130 à 180 mm, 250 fois et plus au-delà.

Si vous passez votre nuit à observer (1), vous aurez de plus assisté à la naissance du premier jour de l'hiver 88, puisque le solstice aura lieu le 21 à 16 h 28 min 50 s très précises.

Yves Delaye

(1) Jumelles, lunettes, télescopes, accessoires, librairie : grand choix, documentation et prix spéciaux en décembre aux lecteurs de *Science & Vie* qui se référerons de la revue à : La maison de l'astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris.

2. OCCULTATION DES PLÉIADES PAR LA LUNE LE 20 DÉCEMBRE 1988 (heure légale)

Etoiles	Phase	Paris	Grenoble	Toulouse
16 TAU	IMM (*)	20 h 43	20 h 52	20 h 42
19 TAU	IMM	20 h 56	20 h 58	20 h 49
20 TAU	IMM	21 h 18	21 h 31	21 h 21
21 TAU	IMM	21 h 20	21 h 22	21 h 14
22 TAU	IMM	21 h 24	21 h 27	21 h 18
18 TAU	IMM	(1)	21 h 37	21 h 19

(*) IMM : Immersion de l'étoile (disparition). (1) Invisible à Paris

Un tournoi pour vous préparer

JEUX MATHEMATIQUES

Nous commencerons dès le mois prochain la publication du règlement et des questions du troisième Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. Il sera, nous l'espérons, encore plus grandiose que les précédents, avec notamment l'implication de la Suisse et de la Belgique, et une finale à la Cité des Sciences de Paris (La Villette).

Pour y participer individuellement, il vous suffit de vous procurer les deux prochains numéros de *Science & Vie*, et ceci quelle que soit votre catégorie. Vous pourrez en outre multiplier vos chances en participant, par l'intermédiaire de *Jeux & Stratégie*, ou du Minitel (36 15 Tangente). Si vous êtes scolaire, que vous désiriez vous inscrire individuellement ou collectivement avec votre classe, il n'est plus nécessaire de demander les bulletins d'inscription à la FFJM ; il suffit de vous procurer les numéros de janvier de *Tangente* (uniquement sur abonnement, 76 Bd de Magenta 75010 Paris, tél. 40 18 10 18), ou de *Science & Vie Junior* (en kiosques dès le 20 janvier).

Encore reste-t-il à être prêt. Le Championnat ne demande pas de connaissances spécifiques, mais il n'empêche qu'un certain entraînement peut vous être utile. Que vous conseiller ? La lecture des différents numéros de *Science & Vie*, bien sûr, et la consultation des annales Hatier des précédents championnats (librairies, ou en écrivant à la FFJM, 7 square Villaret-de-Joyeuse 75017 Paris).

Mais si vous habitez la région Champagne-Ardennes, le meilleur entraînement consiste à participer au Tournoi de Jeux mathématiques organisé le samedi 17 décembre par le Club mathématique du collège de Vireux Wallerand. Un tournoi qui avait déjà, pour sa première édition en 1987, rassemblé 100 participants. Homologué cette année par la FFJM, son résultat compte pour le futur classement national des jeux mathématiques. Et naturellement, des prix motivants récompenseront les meilleurs de chaque catégorie.

Signalons que les élèves du primaire sont invités à y participer, l'organisateur Gérard Bruche, leur ayant concocté des épreuves à leur niveau. Pour tout renseignement ou inscription, vous pouvez téléphoner au (16) 24 41 80 60.

Voici (ci-dessous) quelques-uns des sujets proposés l'an dernier lors du premier tournoi de Vireux Wallerand. **Gilles Cohen**

QUESTIONS

1. Le compte est optimal

Suivant les mêmes règles que pour le jeu télévisé, "Le compte est bon", trouvez le plus grand nombre possible pouvant être atteint avec : 1 9 8 7

2. Echecs au carré

Dénombrer tous les carrés (non réduits à un point) d'un échiquier de 64 cases.

3. Découpe

Combien peut-on découper de rectangles de 5 cm sur 3 cm dans un carton rectangulaire de 22 cm sur 17 cm, les découpes devant rester parallèles aux côtés du carton ?

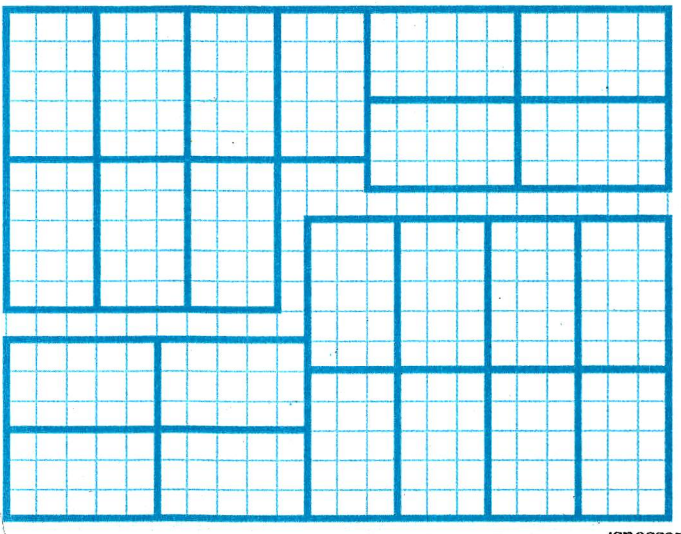
4. L'encadrement

Trouver trois nombres naturels inférieurs à 1 000, soit x, y, et z, tels que x/y soit une valeur approchée par défaut de 0,1987 que z/x en soit une valeur approchée par excès, et que la différence z/x − x/y soit minimale.

Les calculatrices sont admises.

4 bis Même question en remplaçant 0,1987 par 0,1988.

RÉPONSES



dessous.

Le compte est optimal :
$576 = (1 + 7) \times 8 \times 9$

Echecs au carré :
$204 = 1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 + 7^2 + 8^2$

Découpe : 23, voir le dessin ci-

0,198980 ; x/y = 0,198783.

L'encadrement :
x = 181 ; y = 911 ; z = 36 ; z/x = 0,198956 ; x/y = 0,198683.

L'encadrement (bis) :
x = 196 ; y = 986 ; z = 39 ; z/x =

Visualisons les effets stéréo

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Ce mois-ci, nous allons utiliser notre écran plat câblé, pour visualiser les effets stéréo de tout enregistrement. Pour cela nous commencerons par numériser le signal de chaque canal et utiliserons le résultat de cette opération pour commander directement la position X et Y de la diode électroluminescente à allumer.

La position de la diode sera donc fonction de la composition des deux signaux. Ce procédé est couramment utilisé par les électroniciens disposant d'un oscilloscope pour comparer la phase ou la fréquence de deux signaux électriques. Ce type de mesure est connu sous le nom de comparaison par courbe de Lissajous.

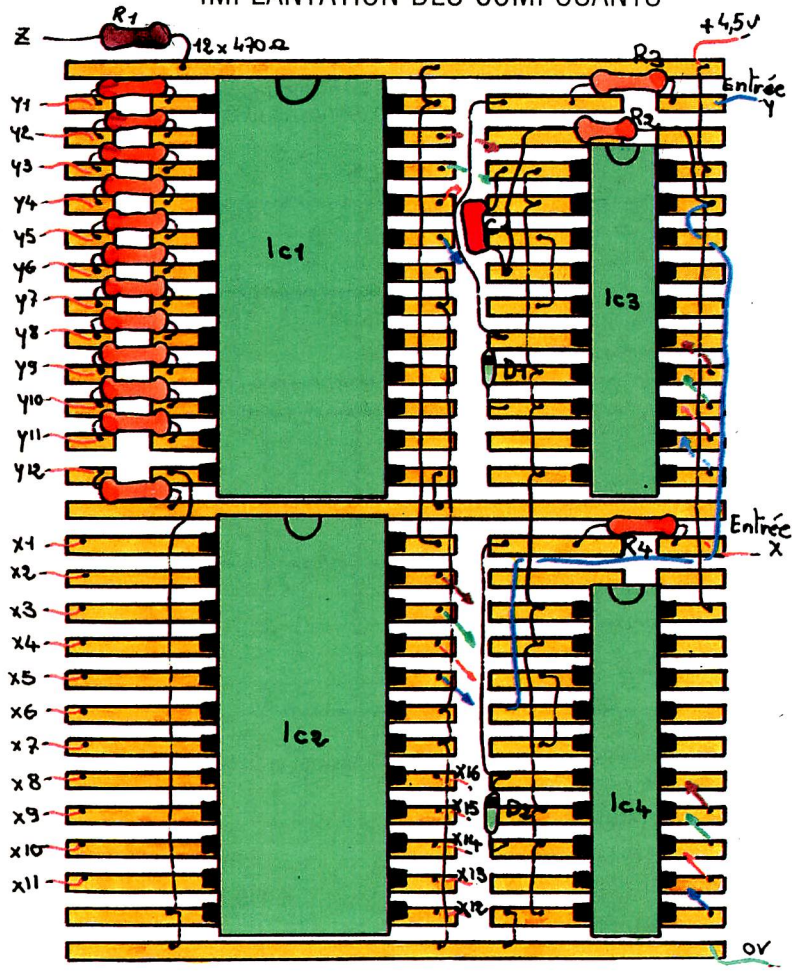
Dans notre cas, si le programme reçu est en monophonie, l'écran ne présentera qu'une ligne diagonale dont la longueur dépendra de l'amplitude instantanée du son ; en fait de son volume. En stéréo, par contre, si seul le canal gauche est actif, nous obtiendrons une verticale. Inversement, s'il s'agit du canal droit ce sera une horizontale. Les effets stéréo provoqueront donc un déplacement des points éclairés entre ces deux positions extrêmes. Une sorte de "nuage lumineux" apparaît donc sur l'écran et son axe principal indique la tendance du volume sonore : son provenant plutôt de la gauche ou de la droite. Ces quelques précisions apportées, passons maintenant à la description de ce montage.

Jusqu'à présent, nous avons vu que chaque ligne et chaque colonne possédait sa commande propre. Ceci conduisait donc à un grand nombre de connexions. Nous commencerons par réduire le nombre de ces dernières en affectant à chaque colonne et à chaque ligne, un numéro exprimé en binaire. Comme notre écran possède 16 colonnes, leur numérotation sera possible à partir de 4 bits.

En effet, en binaire 1111 vaut 15. Si la première colonne s'appelle 0, nous aurons bien 16 numéros disponibles. Pour les lignes, comme nous n'en disposons que de 12, notre électronique ignorera tout simplement les nombres allant de 13 à 15. Cet adressage est réalisé à l'aide de deux circuits du type 74 LS 154. Il s'agit de démultiplexeurs. Chaque fois qu'une combinaison binaire de 4 bits est présentée sur leurs entrées, la sortie correspondante passe à 0 volt ; ce type de fonctionnement correspond donc parfaitement à nos besoins. Ces derniers mis en place, notre écran plat se commandera donc à partir de 4 contacts pour les lignes et 4 pour les colonnes. Les passionnés d'informatique s'apercevront donc immédiatement qu'un seul octet permettra de commander l'allumage de n'importe quelle diode.

En ce qui nous concerne, nous

IMPLANTATION DES COMPOSANTS



OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

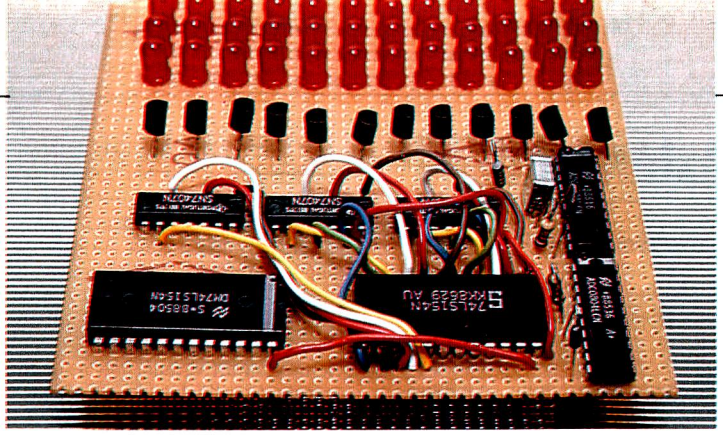
△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ ELECTRONIC AT HOME, rue des Philosophes, 51, 1400 Yverdon, Suisse

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.



ne désirons pas encore piloter directement notre écran par l'intermédiaire d'un micro-ordinateur, mais tout simplement à partir d'un signal électrique quelconque, en l'occurrence de la musique. Nous allons voir, cependant, que le problème reste très proche puisqu'en premier lieu nous numériserons notre signal.

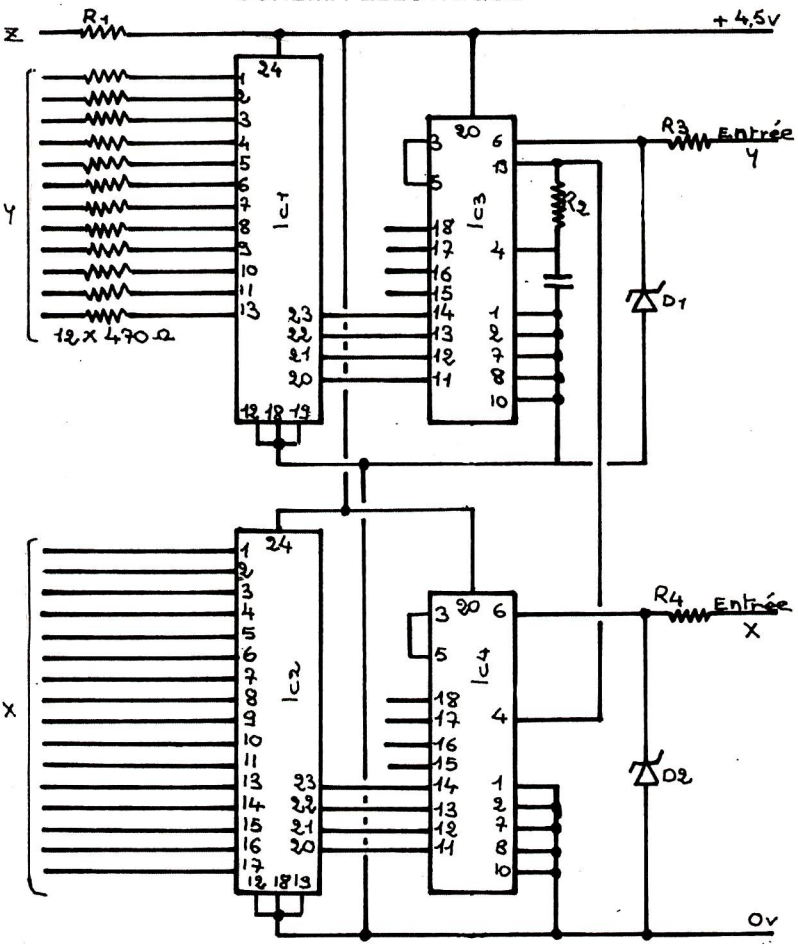
Cette tâche sera assurée par deux convertisseurs analogiques numériques du type ADC 0804. Ces composants ont déjà été utilisés de nombreuses fois dans notre rubrique Informatique pratique. Rappelons cependant brièvement leur fonctionnement. L'ADC 0804 possède une entrée analogique ; entrée sur laquelle sera appliqué notre signal musical. Sur ses 8 sorties, la valeur instantanée de la tension d'entrée sera en permanence indiquée sous forme d'un octet, Notre musique sera donc transformée, pour chaque canal, en une succession d'octets. Nous disposerons au total de 16 bits pour notre musique en stéréo alors que seuls 8 bits sont nécessaires. Ceci n'est pas réellement un problème. En effet, nous nous contenterons de ne prendre en compte que les 4 bits les plus importants — ceux correspondant aux puissances de 2 les plus élevées — pour piloter notre écran, et nous ignorerons tout simplement les autres.

Le câblage de cette réalisation ne doit pas poser de problèmes particuliers, si ce n'est le grand nombre de connexions à établir. Nous vous conseillerons vivement, surtout si cette technique de câblage vous est familière, d'utiliser le wrapping. Pour cela, nous avons numéroté, sur le schéma électrique, les broches de chaque circuit.

Une fois ce câblage terminé, la mise en service et le contrôle de notre appareil sont extrêmement simples. Dès la mise sous tension, la diode électroluminescente du centre de l'écran devra s'allumer. Si tel est le cas, les entrées droite et gauche du montage seront reliées vers la sortie pour casque de n'importe quelle chaîne hi-fi ou lecteur de cassette. Lorsque le signal musical apparaîtra, les autres diodes de l'écran devront s'éclairer et ceci en fonction des effets stéréo.

Henri-Pierre Penel

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



NOMENCLATURE

R_1 = 22 ohms (rouge, rouge, noir, or)
R_2 = 180 ohms (brun, gris, brun, or)
R_3 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
R_4 = 2,2 kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
D_1 = diode zenner 5,6 volts
D_2 = diode zenner 5,6 volts
C_1 = 10 nanofarads
IC_1 = SN 74 LS 154
IC_2 = SN 74 LS 154
IC_3 = ADC 0804
IC_4 = ADC 0804
Fiches de raccordement
Eventuellement pour wrapping :
— 2 supports pour circuits 24 broches
— 2 supports pour circuits 20 broches
— Plaquette munie de pastilles

Jouons au Mastermind

INFORMATIQUE AMUSANTE

Le Mastermind fait bien des adeptes, voire même des passionnés. Mais on y joue à deux. Adapté à notre Amstrad, il vous permettra de jouer seul ; l'ordinateur se chargera de placer les pions cachés et de commenter les propositions que vous lui ferez, à l'aide de "picots" noirs ou blancs. Mais rappelons brièvement les règles à observer, tout au moins dans notre version informatique.

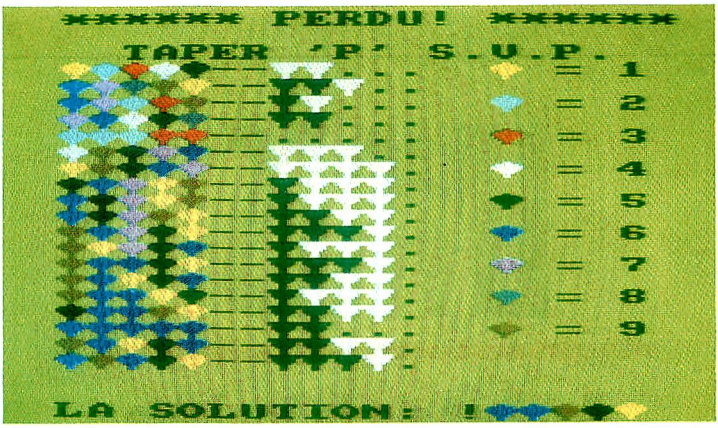
Cinq pions choisis dans un lot de neuf couleurs seront tirés au hasard puis rangés dans un ordre précis. Cet ordre sera à découvrir ainsi que la couleur des pions. Bien sûr, l'ordinateur pourra parfaitement tirer plusieurs pions de même couleur. Pour vous guider dans vos recherches, la machine, tout comme dans le Mastermind réel, répondra à vos propositions en affichant des picots noirs ou blancs. Un picot noir indique que, dans la disposition proposée, un pion est à la bonne place, un picot blanc que la couleur de l'un des pions cachés correspond à celle de l'un de ceux tirés, mais qu'il n'est pas à sa place. La réponse de la machine sera donc composée d'une succession de picots noirs ou blancs que le joueur devra utiliser pour échafauder son raisonnement. Le but du jeu sera, bien entendu, de découvrir la combinaison cachée en un minimum de tentatives. Précisons que si, à l'issue du 19e coup, la solution n'a pas été découverte, l'ordinateur vous la livrera. Il sera ainsi éventuellement possible de s'apercevoir à quelle phase du raisonnement l'erreur a été commise.

Ces quelques précisions apportées, passons maintenant à l'écriture du programme. En premier lieu, afin de disposer d'un nombre suffisant de couleurs pour nos pions, nous demanderons à l'Amstrad de travailler en MODE 0 et nous en profiterons pour fixer la couleur du fond de l'écran et de ses bords. Des lignes 130 à 150, nous déterminerons les symboles graphiques que nous utiliserons pour la représentation des pions et des picots. Ceci terminé, nous utiliserons immédiatement ces nouveaux symboles pour afficher sur l'écran des rappels concernant notamment la correspondance entre couleurs et chiffres, ainsi que la signification de celle des picots — lignes 210 à 260.

De plus, durant le jeu, nous aurons besoin de trois tableaux de mémorisation. Le premier M(5) sera utilisé pour stocker la combinaison choisie par l'ordinateur, le second J(5) pour le choix au coup par coup du joueur, et le dernier R(5) nous servira à contrôler les redoublements de couleurs pour piloter l'affichage des picots. Le dimensionnement de tous ces tableaux, fixé par les lignes 320 à 340 sera, bien évidemment, de 5, puisque notre jeu porte sur 5 pions.

Ces diverses opérations terminées, nous pourrons initialiser la partie. Pour celà, les pions à découvrir seront tirés par les lignes 400 à 430, puis la grille de jeu sera affichée sur l'écran. Dès lors le joueur pourra intervenir. Son

```
10 REM  ******************************************************
20 REM *                                                      *
30 REM *    DETERMINATION DU FORMAT ET DES COULEURS DE FOND   *
40 REM *                                                      *
50 REM  ******************************************************
60 MODE 0:PAPER 12:BORDER 18:CLS:CLEAR
70 LOCATE 1,1
80 REM  ******************************************************
90 REM *                                                      *
100 REM *     DETERMINATION DES SYMBOLES GRAPHIQUES DU JEU.    *
110 REM *                                                     *
120 REM  ******************************************************
130 SYMBOL AFTER 127
140 SYMBOL 128,24,126,255,255,126,60,24,24
150 SYMBOL 129,255,255,126,126,60,24,24,24
160 REM  ******************************************************
170 REM *                                                      *
180 REM *  AFFICHAGE DE L'ECRAN DE JEU ET RAPPELS DES COULEURS  *
190 REM *                                                      *
200 REM  ******************************************************
210 FOR I=1 TO 9
220 LOCATE 15,(2*I)+2
230 PEN 1:PRINT CHR$(128);:PEN 5:PRINT " =";I
240 NEXT I
250 PEN 4:LOCATE 1,1:PRINT CHR$(129);:PEN 5:PRINT "=PRESENT";
260 PEN 5:LOCATE 11,1:PRINT CHR$(129);:PEN 5:PRINT "=EN PLACE";
270 REM  ******************************************************
280 REM *                                                      *
290 REM *  MISE EN PLACE DES TABLEAUX DE MEMORISATION DU COUP.  *
300 REM *                                                      *
310 REM  ******************************************************
320 DIM M(5)
330 DIM J(5)
340 DIM R(5)
350 REM  ******************************************************
360 REM *                                                      *
370 REM *    TIRAGE ALEATOIRE DE LA COULEUR DES PIONS CACHES   *
380 REM *                                                      *
390 REM  ******************************************************
400 FOR I=1 TO 5
410 LET CM=INT(RND*9)+1
420 LET M(I)=CM
430 NEXT I
440 LET ESS=0
450 REM  ******************************************************
460 REM *                                                      *
470 REM *              AFFICHAGE DE LA GRILLE DE JEU           *
480 REM *                                                      *
490 REM  ******************************************************
500 FOR H=4 TO 22
510 LOCATE 1,H
520 PEN 5:PRINT "....--....."
530 NEXT H
540 REM  ******************************************************
550 REM *                                                      *
560 REM *           PRISE EN COMPTE DU CHOIX DU JOUEUR         *
570 REM *                                                      *
580 REM  ******************************************************
590 FOR P=1 TO 5
600 LET K$=INKEY$
610 IF K$="" THEN GOTO 600
620 LET CJ=(ASC(K$))-48
630 IF CJ<1 OR CJ>9 THEN GOTO 600
640 LET J(P)=CJ
650 LET V=ESS+4
660 LOCATE P,V:PEN CJ:PRINT CHR$(128)
670 NEXT P
680 LET ESS=ESS+1
690 REM  ******************************************************
700 REM *                                                      *
710 REM *     AIGUILLAGE VERS LES SOUS-ROUTINES DE CONTROLE    *
720 REM *                                                      *
730 REM  ******************************************************
740 GOSUB 1360
750 GOSUB 1600
760 PRINT CHR$(7)
770 REM  ******************************************************
780 REM *                                                      *
790 REM *                  CONTROLE PARTIE GAGNEE              *
800 REM *                                                      *
810 REM  ******************************************************
820 IF PG<>5 THEN GOTO 980
830 PEN 0
840 LOCATE 1,25:PRINT "TROUVE EN";ESS;"COUPS !"
850 REM  ******************************************************
860 REM *                                                     *
870 REM *  REBOUCLAGE POUR NOUVELLE PARTIE SUR FRAPPE DE "P"   *
880 REM *                                                     *
890 REM  ******************************************************
900 LOCATE 3,1:PRINT "TAPER 'P' S.V.P."
910 IF UPPER$(INKEY$)<>"P" THEN GOTO 910
920 GOTO 60
930 REM  ******************************************************
940 REM *                                                      *
950 REM *              AVERTISSEMENT DERNIER COUP              *
960 REM *                                                      *
970 REM  ******************************************************
980 IF ESS<18 THEN GOTO 1290
990 PEN 5
```



choix sera pris en compte et, au fur et à mesure, affiché sur la grille de jeu, par les lignes 590 à 680. Ici, attention, un pion posé ne peut être repris !

Une fois les 5 pions posés, la machine commencera immédiatement son contrôle, sans aucune autre intervention, à l'aide de deux sous-routines que nous étudierons plus loin. A l'issue de ces dernières, deux solutions. Soit la combinaison est découverte, soit elle ne l'est pas. En cas de découverte, les lignes 820 à 920 seront utilisées. Elles permettront d'afficher le nombre de coups utilisés et proposeront une nouvelle partie. En cas contraire, le jeu rebouclera directement, sauf s'il s'agit du 18e ou du 19e coup. Pour le 18e, l'ordinateur affichera DERNIER COUP et, à l'issue du 19e, si la proposition reste fausse, la solution sera affichée.

Passons maintenant aux deux sous-routines. La première, placée des lignes 1360 à 1530 a pour but de détecter les pions en bonne place. Pour cela, elle comparera, case par case, les tableaux du joueur et de l'ordinateur. Elle commandera donc l'affichage d'un picot noir pour chaque correspondance. De même le nombre de picots obtenus sera mémorisé par la variable PG afin de déterminer si la disposition est découverte ou non.

La seconde sous-routine a pour but de contrôler si, parmi les pions proposés par le joueur, des couleurs sont présentes dans la combinaison choisie par l'ordinateur. Elle commandera donc l'affichage des picots blancs.

La frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier. Son utilisation est également des plus simples. Une fois entièrement recopié, RUN sera demandé. Dès lors, l'écran affichera les rappels utiles au joueur pour le déroulement de la partie puis la grille de jeu. Le choix de la couleur d'un pion s'effectue en appuyant sur le chiffre correspondant. Il sera placé sur l'écran aussitôt. N'oubliez pas qu'un pion posé ne peut être repris ; réfléchissez donc bien avant chaque coup. Aussitôt les 5 pions en place, le résultat sera fourni et un "bip" sonore émis ; ceci afin d'éviter d'attendre inutilement lorsque le choix proposé ne donne pas lieu à la mise en place de picots. Une fois la partie terminée, il suffira d'appuyer sur la touche P pour en entamer une nouvelle.

Henri-Pierre Penel ▲

```
1000 REM  ************************************************************
1010 REM *                                                            *
1020 REM *                    AFFICHAGE DE LA SOLUTION                *
1030 REM *                                                            *
1040 REM  ************************************************************
1050 IF ESS>18 THEN GOTO 1080
1060 LOCATE 1,25:PRINT "DERNIER COUP !"
1070 GOTO 1290
1080 LOCATE 1,1:PRINT "****** PERDU! ******"
1090 LOCATE 1,25: PRINT "LA SOLUTION:"
1100 FOR I=1 TO 5
1110 LOCATE 14+I,25
1120 LET CLR=M(I)
1130 PEN CLR:PRINT CHR$(128);
1140 NEXT I
1150 REM  ************************************************************
1160 REM *                                                            *
1170 REM *  REBOUCLAGE POUR NOUVELLE PARTIE SUR FRAPPE DE "P"         *
1180 REM *                                                            *
1190 REM  ************************************************************
1200 PEN 5
1210 LOCATE 3,3:PRINT "TAPER 'P' S.V.P."
1220 IF UPPER$(INKEY$)<>"P" THEN GOTO 1220
1230 GOTO 60
1240 REM  ************************************************************
1250 REM *                                                            *
1260 REM *          REBOUCLAGE DU JEU EN COURS DE PARTIE              *
1270 REM *                                                            *
1280 REM  ************************************************************
1290 GOTO 590
1300 REM  ************************************************************
1310 REM *                                                            *
1320 REM *       SOUS-ROUTINE DE DETECTION DES COULEURS               *
1330 REM *                  CORRECTEMENT PLACEES                      *
1340 REM *                                                            *
1350 REM  ************************************************************
1360 LET PG=0
1370 FOR G=1 TO 5
1380 REM  ************************************************************
1390 REM *                                                            *
1400 REM * COMPARAISON DES TABLEAUX DE L'ORDINATEUR ET DU JOUEUR      *
1410 REM *                                                            *
1420 REM  ************************************************************
1430 IF J(G)=M(G) THEN LET PG=PG+1
1440 NEXT G
1450 REM  ************************************************************
1460 REM *                                                            *
1470 REM *                  AFFICHAGE DES "PICOTS" NOIRS              *
1480 REM *                                                            *
1490 REM  ************************************************************
1500 FOR I=1 TO PG
1510 LOCATE I+7,V:PEN 5:PRINT CHR$(129)
1520 NEXT I
1530 RETURN
1540 REM  ************************************************************
1550 REM *                                                            *
1560 REM *       SOUS-ROUTINE DE DETECTION DES COULEURS               *
1570 REM *      PRESENTES DANS LA COMBINAISON A DECOUVRIR             *
1580 REM *                                                            *
1590 REM  ************************************************************
1600 LET PD=0
1610 REM  ************************************************************
1620 REM *                                                            *
1630 REM *             REMISE A O DU TABLEAU DE CONTROLE              *
1640 REM *                                                            *
1650 REM  ************************************************************
1660 FOR I=1 TO 5
1670 LET R(I)=0
1680 NEXT I
1690 REM  ************************************************************
1700 REM *                                                            *
1710 REM *     DOUBLE BOUCLE DE SCRUTATION DES CAS POSSIBLES          *
1720 REM *                                                            *
1730 REM  ************************************************************
1740 FOR D=1 TO 5
1750 LET DPR=0
1760 LET RD=0
1770 FOR L=1 TO 5
1780 IF J(D)=R(L) THEN LET RD=1
1790 NEXT L
1800 IF RD=1 THEN GOTO 1850
1810 FOR H=1 TO 5
1820 IF J(D)=M(H) THEN LET DPR=1:LET R(D)=J(D)
1830 NEXT H
1840 LET PD=PD+DPR
1850 NEXT D
1860 REM  ************************************************************
1870 REM *                                                            *
1880 REM *                AFFICHAGE DES "PICOTS" BLANCS               *
1890 REM *                                                            *
1900 REM  ************************************************************
1910 FOR I=1 TO PD-PG
1920 LOCATE I+7+PG,V:PEN 4:PRINT CHR$(129)
1930 NEXT I
1940 RETURN
```

LIVRES

Avatars de la logique

Sans les penseurs grecs, il n'y aurait pas d'ordinateurs, puisqu'il n'y aurait pas d'ordinateurs sans logique et que ce sont les Grecs qui, entre autres disciplines, ont inventé la logique.

C'est un peu vite dit, évidemment, car rien ne prouve qu'on n'aurait pas inventé quand même la logique plus tard, mais enfin, les faits sont ce qu'ils sont : Aristote a été le premier à expliquer les principes et les procédures logiques, et l'École de Mégare, ainsi que les Stoïciens, ont enrichi le nombre des inférences et jeté les bases de la sémantique, en distinguant le signifiant, le mot, du signifié, le sens.

La tâche ne fut pas facile pour ces gens auxquels nous devons tant, si ce n'est tout. Pour fonder la logique, il fallait de la liberté d'esprit, et contrairement à ce qu'on croit souvent, cette liberté-là n'était pas bienvenue dans l'Athènes antique. Elle sapait les fondements de la religion, qui passaient pour être ceux de la Cité.

Mais qui étaient donc ces pionners ? Deux ouvrages, l'un français, l'autre américain, jettent sur eux un éclairage neuf et piquant. Les deux livres sont admirablement écrits, mais l'ennui est que l'un d'eux, le second, n'a pas été traduit et risque de ne pas l'être, vu les tarifs américains de droits d'auteur... Aussi le signalons-nous ici. Il s'agit de *The trial of Socrates* (1), écrit par un polémiste politique célèbre aux Etats-Unis, I.F. Stone.

Stone a repris l'affaire du jugement et de la condamnation à mort de l'un des pères des modes modernes du savoir, la dialectique, dérivée de la logique. Socrate était un provocateur professionnel, certes, puisque, selon les *Dialogues* de Platon, qui constituent le seul témoignage qu'on ait de lui, il passait son temps à démontrer aux gens qu'ils parlaient de ce qu'ils ignoraient. Mais enfin, de là à le condamner à mort... Le tribunal qui le jugea l'accusa d'impiété et de corruption de la jeunesse. La sentence est d'autant plus étonnante que l'Athènes d'alors était un modèle de démocratie tolérante. Certes, Socrate ne dissimulait pas que la mythologie était un recueil de fables ; crime capital : il ne croyait ni à Zeus, ni à Apollon, ni à leurs démêlés. Quant à la corruption de la jeunesse, on s'est empressé de déchiffrer sous ces termes abstraits une référence à l'homosexualité de Socrate. Or, ce n'était certes pas celle-ci qui eût scandalisé Athènes, où l'on en voyait bien d'autres (l'homosexualité n'était d'ailleurs même pas mentionnée dans les lois). Stone, qui parle grec, rappelle d'ailleurs que le mot utilisé, *diaphteirein*, est utilisé dans la langue de l'époque pour désigner la corruption politique.

Mais tout cela ne dit pas pourquoi Socrate fut condamné et, singulièrement, Stone est le premier à reconstituer intégralement les causes qui menèrent à l'exaspération des Athéniens. Socrate, dit-il en substance, fut jugé parce qu'il n'avait que mépris pour la démocratie, forme de pouvoir dont il disait clairement qu'elle n'était, ni représentative du peuple, ni propre à assurer le bien de celui-ci. C'est un peu la question que, vingt-quatre siècles plus tard, Tocqueville allait poser, en termes plus modérés et sans risquer la guillotine. Mais de plus, Socrate apparaissait aux Athéniens comme un maître à penser particulièrerment dangereux. Deux de ses disciples, Critias et Alcibiade, avaient fomenté des coups d'Etat extrêmement dangereux, Alcibiade ayant instauré la "Terreur" de 404 et Critias (cousin de la mère de Platon, d'ailleurs) ayant activement participé à la tyrannie des Trente, la même année. La démocratie athénienne, qui avait eu les plus grandes peines à se dégager de ces épisodes totalitaires, se méfiait donc de Socrate.

Ayant dû comparaître devant ses juges, qui sans doute eussent limité leur peine à un bannissement si l'accusé leur avait témoigné un peu de déférence, Socrate les traita avec insolence et rejeta leurs accusations en alléguant qu'un citoyen tel que lui eût dû être entretenu au Prytanée, c'est-à-dire aux frais de l'Etat. Paroles malheureuses : on le pria de se rafraîchir les esprits avec une décoction de ciguë, ce qu'il fit donc en 399 avant notre ère.

Stone est partial à l'égard de Socrate, qu'il n'aime pas. Mais enfin, son livre est bourré d'esprit et de culture et il est (en anglais) d'une très agréable lisibilité.

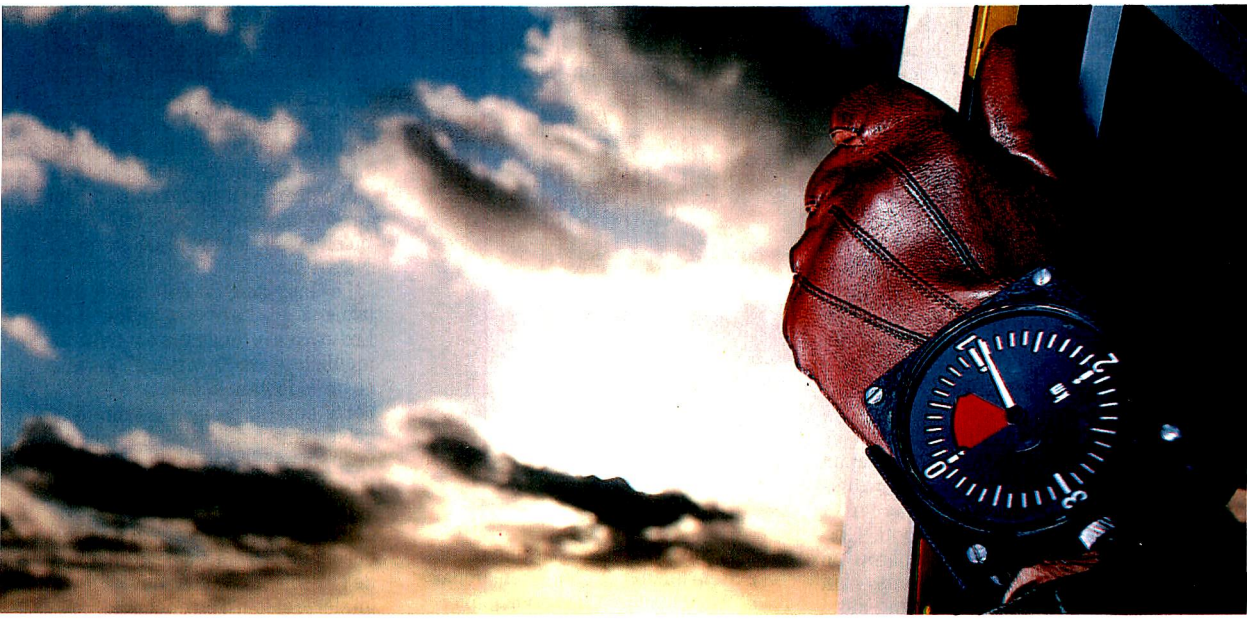
On ne présente pas Jacqueline de Romilly, l'un des "majors" de l'hellénisme. *Les grands sophistes dans l'Athènes de Périclès* (2) est un ouvrage qui défriche un domaine peu connu, celui de la naissance de la logique, qu'un groupe de penseurs a développé par le biais de la rhétorique et qui leur a valu le nom de sophistes. Sophistes, veut dire en quelque sorte "pratiquants du savoir" ; sur son tombeau, un sophiste appelé Thrasymaque fit inscrire : « Ma patrie était Chalcédoine et ma profession le savoir. » Mais c'est un terme qui a perdu rapidement son sens originel et a fini par désigner des gens qui pratiquent le paradoxe et qui sont creux. Cette acception péjorative (dont Platon est fortement responsable) est tout à fait injustifiée : Mme de Romilly rappelle qu'un Protagoras put influencer Périclès sur la notion capitale de responsabilité juridique. L'éloquence de Protagoras lui assurait, d'ailleurs,

(suite du texte page 154)

Protéger les terres de France, c'est avant tout faire appel à des hommes et des femmes de qualité pour défendre la nation.

VIVRE FORT

L'Armée de Terre, c'est un style de vie pour être performant, un rôle actif pour être présent, une évolution au cœur des technologies pour être efficace. Pour vivre fort.



Date limite d'inscription
au concours Saint-Cyr :
le 11 Février 1989

L'Ecole Spéciale Militaire de Sain-Cyr : une filière prestigieuse pour les officiers de l'Armée de Terre.
L'Ecole d'officiers de Saint-Cyr est ouverte aux élèves de classes préparatoires, aux étudiants des disciplines scientifiques, littéraires et économiques.
3 ans de formation à l'Ecole de Coëtquidan et 1 année en école d'Arme préparent les élèves à leurs futures missions d'officier.
Officier dans l'Armée de Terre, le goût des responsabilités, le choix d'une carrière intense, la volonté de s'investir pour VIVRE FORT.

ARMEE DE TERRE

DE TOUTES NOS FORCES

Nom _____ Niveau d'Études _____
Prénom _____ Adresse _____
Age _____ Service National effectué OUI ☐ NON ☐ _____

Pour obtenir une documentation sur les carrières de l'Armée de Terre, envoyez ce coupon-réponse au SIRPA TERRE, SV 2
231, boulevard Saint-Germain 75007 PARIS.

SHERPA

un charme que l'on comparait à celui d'Orphée !

Les sophistes eurent un grand succès, parce que, dans l'Athènes d'alors, il fallait savoir parler et il était précieux de savoir raisonner. Ils apprenaient donc à raisonner (moyennant finances) et ils rédigeaient des traités qui eurent beaucoup d'influence, mais qui sont malheureusement — et mystérieusement — perdus. Il est pittoresque, observons-le en passant, que le système informatique dont nous nous servons ici pour rédiger ces lignes soit donc le lointain produit du goût des Athéniens pour l'éloquence. Toutefois, les sophistes engendraient aussi des esprits impertinents, critiques, qui n'acceptaient plus tels quels les dogmes religieux de l'époque. C'étaient, en quelque sorte, des précurseurs des libertins du XVIII[e] siècle, et on les accusa de saper, eux, les fondements de la société.

La limpidité du style de Mme de Romilly permet d'approcher autant que faire se peut les personnalités de ces héros méconnus que furent un Antiphon, un Critias, un Gorgias, un Hippias, un Lycophron, un Prodicos, un Protagoras, un Thrasymaque. Elle enseigne aussi que, dans toutes les sociétés, à commencer par celle d'Athènes, qui fut le creuset de l'Occident, l'exercice de l'intelligence ne fut jamais bien considéré. Et même qu'il eut franchement mauvaise réputation. Les choses n'ont pas beaucoup changé...

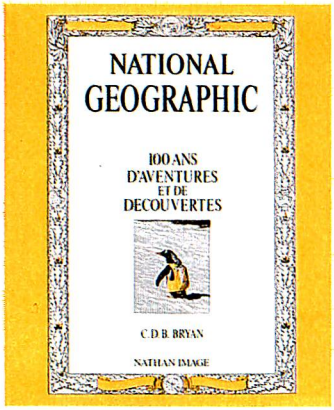
Gerald Messadié

(1) Little, Brown & Co., New York, 282 p., $18,95.
(2) Ed. De Fallois, 334 p., 100 F.

C.D.B. BRYAN
National Geographic :
CENT ANS D'AVENTURES ET DE DÉCOUVERTES

Nathan Image, album relié, n. & coul. 484 p., 595 F.

Il y a cent ans, donc, une poignée d'hommes qui s'intéressaient à la géographie et aux explorations se réunit pour fonder une société « ayant pour but la promotion et la diffusion des connaissances géographiques ». La National Geographic Society était fondée. Elle publia un premier bulletin en octobre 1888. Cette publication ne devint régulière et mensuelle qu'en 1896. Elle attira tous les grands voyageurs, ethnologues, botanistes, zoologistes, explorateurs, têtes brûlées chez qui la soif de savoir compensait largement les désagréments de températures torrides ou polaires, de semaines sans se laver, de nourritures impossibles, de rencontres avec des crocodiles et des "sauvages" mal embouchés. Au fil des ans, la National Geographic Society acquit un statut quasi



mythique, entretenu par une revue extrêmement populaire, remarquablement bien faite, sur beau papier, avec des photos presque toujours étonnantes, des textes compétents mais accessibles à tous.

Un album, relié sous la couleur jaune caractéristique de la revue, célèbre donc ce centenaire en vingt chapitres illustrant le rôle de la société dans la connaissance de l'archéologie, du monde sous-marin, de l'espace, des terres inconnues... et surtout dans la prise de conscience de la nécessité de conserver ce petit globe en aussi bon état que possible. Le texte de C.D.B. Bryan est écrit avec autorité et naturel et restitue bien ce sens évangélique, typiquement américain, qui anime la société et dont le souffle lui a permis de traverser un siècle sans porter de rides. Car la National Geographic a été de toutes les grandes explorations, que ce fut celle des Pôles ou de l'épave du *Titanic*, de la guerre de 39-45, de celle du Vietnam ou de celle de l'Iran et de l'Irak, du lancement de *Challenger* et l'on en passe.

La photo a joué un rôle immense dans le succès de la revue, l'auteur lui a donc consacré un chapitre sans complaisance, où il ridiculise gentiment le principe de "la tache rouge" qui devait obligatoirement figurer dans toute photo de paysage, "pour l'égayer". Peut-être épargne-t-il un certain pittoresque de bazar qui a trop longtemps marqué la revue (elle s'en est heureusement débarrassée), où l'on faisait obligatoirement figurer une jeune Américaine souriante devant un éléphant en colère ou un paysage grandiose pour rassurer le lecteur. Il y a donc eu un certain "ton bêta", qui fut cependant racheté par l'effort constant d'objectivité : le journaliste essayait toujours de ne pas influencer le lecteur, mais de lui présenter plutôt la vérité telle qu'elle était, fût-ce en URSS ou au Nicaragua.

Le magazine a été aussi une usine à textes assez redoutable. Les textes y étaient soumis à la moulinette du "rewriting" jusqu'à ce qu'ils fussent accessibles à n'importe qui. On ne peut en dire que ce soit une publication de haut niveau, mais il est difficile d'y déceler une inexactitude.

Saluons donc, avec cet album, évidemment imprimé et réalisé avec beaucoup de soin, un beau chapitre de l'histoire du savoir, ouvert il y a un siècle et loin d'être achevé.

G.M.

Groupe ITN
LE COMP'USERS

Auto-édition, 1 100 p, 4 750 F HT

Ce ne sont pas moins de 20 000 sites informatiques en France que répertorie cet annuaire détaillé, présenté sous forme de fiches, édité par le Groupe ITN, société de marketing direct, spécialisé dans l'informatique, vendu uniquement par correspondance (45 bis route des Gardes, 92195 Meudon cedex, tél (1) 45 34 16 16).

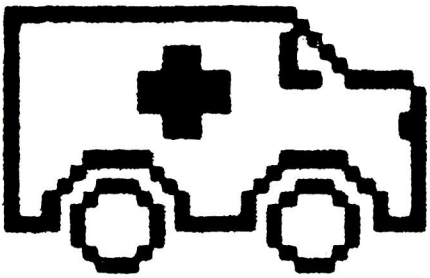
A ce prix, l'utilisateur se situe au niveau professionnel. Il trouvera dans le *Comp'users* un véritable outil pour sa prospection commerciale et la réalisation d'actions de marketing parfaitement ciblées. Cette ouvrage-banque de données constitue le plus exhaustif recensement des bases informatiques disponibles à ce jour. Pour chacune de ces bases, il informe précisément :

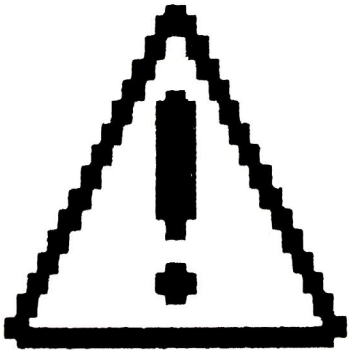
- sur la société : raison sociale, adresse, téléphone, télex, effectifs, chiffre d'affaires, secteur d'activi-

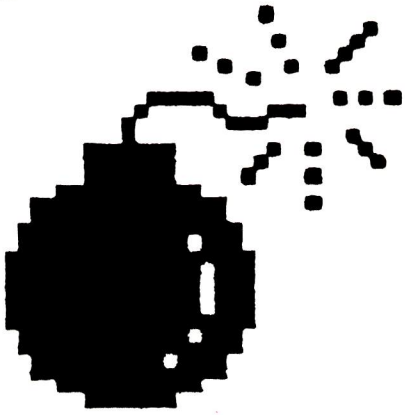
(suite du texte page 156)

fini les les les et les

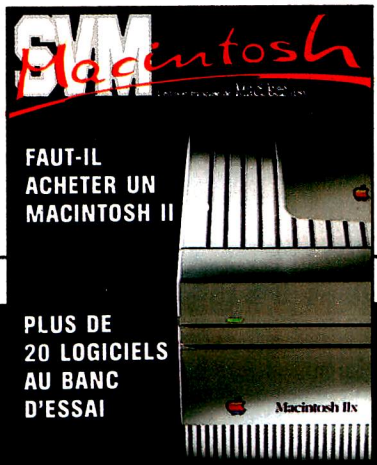








voici



Initiation, bancs d'essai des nouveaux logiciels, actualité et premiers clics, dossiers comparatifs, échanges d'expérience entre lecteurs, conseils pratiques... SVM Macintosh vous dit tout, tout, tout, et le reste sur Macintosh. SVM Macintosh c'est comme Macintosh, ça ne s'explique pas... ça s'utilise. Essayez, avec SVM Macintosh, vous allez cliquer à pas de géants!

LE N° 2 VIENT DE PARAITRE

té ainsi que le numéro de SIRET ;
• sur les principaux responsables : direction générale, financière, commerciale, etc. et, pour l'informatique plus spécialement, directeurs informatiques et décisionnaires au niveau des systèmes, micros, études, production et exploitation ;
• sur le parc informatique installé : marques, modèles, quantité et capacité des ordinateurs centraux, mini-ordinateurs et micro-ordinateurs.

L'ouvrage a été réalisé à partir de fichiers constamment mis à jour. Grâce à quoi il indique, pour chaque entreprise et pour chaque donnée publiée, la date d'enregistrement des informations.

Il est complété par un "calculateur de cibles", ce qui permet d'avoir, d'un seul coup d'œil, une information chiffrée sur les sites informatiques français.

Les données publiées sont classées selon les types de matériels et les trois classes d'entreprises : petites et moyennes, grandes, enfin, toutes sociétés confondues, cela sur les 22 régions de France. Annuaire et calculateur de cibles seront remis à jour deux fois par an, au moment des grandes "fêtes" de l'informatique, en janvier et en septembre. L'ensemble des deux sera disponible au prix de 6 000 F (les éditions 1989 comporteront 30 000 fiches). **Gérard Morice**

Jean-François Gautier
Illustrations d'Yves Beaujard

L'AVENTURE DES SCIENCES

Du May, album, coul. 160 p., 100 F.

Il n'est pas courant de trouver des ouvrages d'histoire des sciences qui soient concis sans être superficiels, compétents sans être pédants, et par-dessus le marché accessibles à tout le monde. Celui-ci échappe donc aux défauts inhérents au genre, mais il est vrai qu'il se présente surtout comme une initiation à l'aventure intellectuelle des sciences. Nous en connaissons peu qui initient aussi efficacement et avec si peu de douleur aux lois de Gay-Lussac sur les combinaisons des gaz ou à la découverte de l'insuline, aux nouvelles définitions de la matière ou aux observations de Faraday sur l'aimantation de la lumière polarisée. De très nombreuses photos et des illustrations classiques, d'une belle vérité historique, dues à Yves Beaujard, égaient le regard. Les jeunes en recommanderont la lecture à leurs parents. **G.M.**

Olivier Sacks

L'HOMME QUI PRENAIT SA FEMME POUR UN CHAPEAU

Seuil, 312 p., 110 F.

Ce livre a connu un succès de mauvais aloi, il nous semble. C'est une collection de cas de maladies mentales qui sont, comme le titre l'indique, évidemment "pittoresques", si tant est qu'on puisse trouver du pittoresque à la souffrance d'autrui. Il frappe par l'humanité du regard et la compétence professionnelle, qu'il s'agisse de l'homme qui, en effet, prit la tête de sa femme pour un chapeau (c'était un médecin et un remarquable musicien) et tenta de se la mettre sur la tête, ou du petit José, considéré comme autistique, mais qui avait un don visuel et artistique remarquable. Le premier souffrait d'une dégénérescence du cortex visuel, qui l'empêchait de reconnaître les choses d'emblée et de leur assigner un nom, le second, dont on reproduit plusieurs dessins, en effet frappants, souffrait d'une anomalie cérébrale que trahissait son tracé électroencéphalographique. José clot le catalogue ouvert par l'homme qui, etc. C'est sans doute le cas le plus touchant, parce qu'il parvient, apparemment, à échapper à la prison de l'autisme (qui n'est pas une forme de schizophrénie) grâce à l'art.

Le livre comporte une morale pour le profane : c'est qu'il existe plusieurs formes de troubles mentaux, qui n'affectent pas forcément la totalité du fonctionnement mental et qui ne retirent donc pas au malade sa qualité d'être humain. Il n'y a pas de "fous" intégraux, mais des gens qui souffrent d'une infirmité cérébrale plus ou moins grave, tout comme certains souffrent de diabète, de myopie ou de claudication. L'idée de Sacks est que la nécessité du traitement médical spécifique ne doit pas exclure celle d'un traitement humain, affectif, sans complaisance.

Les spécialistes n'y perdront pas non plus leur temps. **G.M.**

RELIGIONS

Les grands atlas Universalis, album relié, coul. 413 p., 530 F jusqu'au 31 déc., 580 F à partir du 1er janv 89.

Le mieux est-il vraiment l'ennemi du bien ? Cette excellente maison qu'est l'Encyclopædia Universalis semble en avoir fait la démonstration dans ce grand atlas des religions qui incarne le paradoxe d'être à la fois un remarquable travail et un échec du point de vue de l'utilisateur.

Le bien, à notre avis, eût consisté à exposer l'origine des religions, puis leurs émergences successives et leurs expansions géographiques, et en indiquant les parentés et les dérivations, en arriver aux aires actuelles. C'était sans doute un peu trop simple pour l'immense et très compétente équipe qui a eu à charge de concevoir cet ouvrage ; au lieu donc d'une structure classique, qui eût permis à chacun de retrouver les points d'intérêt qu'il désirait approfondir, on en a préféré une autre, qui consiste à étudier : 1. La religion dans le monde actuel ; 2. La connaissance du phénomène religieux ; 3. Les religions, spécificités, rivalités, analogies ; 4. Dieu, les dieux, le divin ; 5. Ecritures et traditions ; 6. Organisation, règles et pouvoirs ; 7. Les pratiques, gestes, objets, paroles, techniques ; et 8. L'expérience religieuse, croyances, attitudes, valeurs.

Ce qui implique un risque de répétition, qui n'est pas évité, car il faut reparler du même sujet sous des angles qui ne sont pas tellement différents (comme dans les chapitres 5 et 7 pour ne parler que de ceux-là). De plus, une définition aussi rigide des thèmes expose au risque d'omettre des aspects essentiels de l'histoire des religions. C'est ainsi que tous les chapitres sur le christianisme sont incompréhensibles si l'on ne tient pas compte de l'importance du courant gnostique qui fonda une large part des églises chrétiennes du Ier au Ve siècle. Sans référence au gnosticisme, il est impossible de savoir pourquoi il existe des schismes et des hérésies. Le chapelet de conciles qui s'étend sur les cinq premiers siècles de l'histoire du christianisme fut consacré dans sa majeure partie à la réfutation et à l'exclusion des groupes qui dérivaient du gnosticisme. Idem pour l'islam,

(suite du texte page 158)



EN VENTE A PARTIR DU 9 DECEMBRE

où le mysticisme joua un rôle considérable et fut à l'origine du schisme soufiste, qui n'est évoqué que de façon, mettons incidente.

L'article sur les mouvements religieux de style messianique omet (faute de place ?) la floraison de personnages messianiques du I^er^ siècle, tels qu'Apollonius de Tyane, Dosithée, Ménandre, Simon le Magicien, Jésus Bar Kochba, ce qui est regrettable, mais qui est partiellement compensé par le fait qu'on y trouve la seule référence de l'ouvrage aux Cargo Cult et Ghost Dance. Il nous semble pourtant que le Cargo Cult et son personnage messianique, John Frumm, eussent exigé un article à eux tout seuls, car ils sont les phénomènes religieux les plus singuliers de la fin du XIX^e^ et de la première moitié du XX^e^.

On est surpris de ne pas trouver, dans l'article sur le mahdisme musulman de référence au bâbisme, c'est-à-dire à la secte récente des Ahmadyehs.

L'un des reproches les plus sérieux que nous puissions faire à un tel ouvrage est l'absence d'un véritable index. Le glossaire de la fin ne saurait en tenir lieu et il faut vivement souhaiter que, lors d'une réédition, les éditions Universalis, qui nous ont accoutumé à un parfait professionnalisme dans ce domaine, veuillent bien combler cette laeune. L'utilité indéniable de certains tableaux fait regretter qu'il n'y en ait pas eu davantage. Nous eussions volontiers sacrifié certaines illustrations qui sont là pour faire "joli".

Entendons-nous bien : cet ouvrage est, même pour le lecteur profane, qui eût eu le plus besoin d'un peu plus de simplicité, une source de savoir remarquable. Des articles comme celui, hélas trop court, de Georges Charachidzé sur les anciens Caucasiens, celui de Altan Gokalp sur l'islam turc ou celui de François Macé sur le shinto, pour ne citer que ceux-là, comblent des lacunes importantes dans le savoir courant. L'ensemble des textes est d'une parfaite lisibilité ; c'est le fil conducteur qui est torsadé, noué, enchevêtré. **G.M.**

Jean Cohen et Raymond Lepoutre

TOUS DES MUTANTS

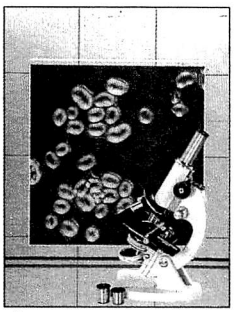
Seuil, 286 p., 89 F.

Le premier est médecin, le second, journaliste scientifique. Ils explorent ensemble les changements que la génétique pourrait déclencher dans la race humaine. Il y a des pages un peu hâtives, d'autres plus attachantes ; notamment celles qui contiennent des informations telles que celle-ci : 35 % des Français seraient prêts à choisir le sexe de leur futur enfant, si la science le permettait (elle le permet déjà), mais, paradoxalement, 89 % des Français rejettent la possibilité de manipulations génétiques.

On peut regretter que les auteurs n'aient pas mieux précisé leur objectif et qu'ils n'aient pas, soit élagué, soit développé des thèmes tels que « La science pour quoi faire ? », qui sont souvent expédiés sur le ton de la causerie. Il reste que nous avons là un ouvrage à quatre mains qui se lit facilement. Un peu trop, peut-être. **G.M.**

Devenez Explorateur de l'Univers de l'Infiniment Petit.

Le monde de l'infiniment petit est d'une richesse extraordinaire et le champ d'observation de l'amateur est extrêmement vaste. De l'observation des animaux cellulaires vivants qui s'agitent en tous sens, aux insectes, végétaux, cristaux, c'est vers une multitude de découvertes que s'embarque le microscopiste.



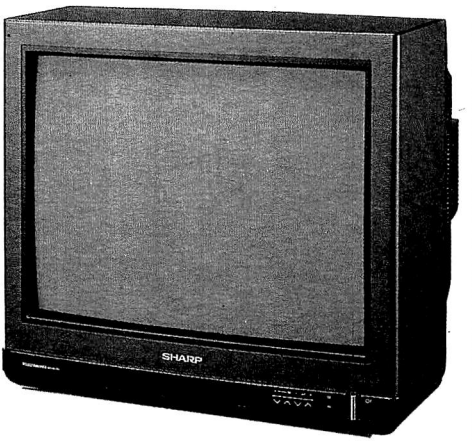
La microscopie est un loisir scientifique aux possibilités tout à fait illimitées qui peut se pratiquer pour un investissement modeste, dans des conditions très favorables et très facilement. Rien de plus simple que de se créer un petit laboratoire et de se constituer une collection exceptionnelle de champignons, insectes, etc et même de la photographier en couleur. Tous nos microscopes PERL ont été sélectionnés pour la qualité remarquable de leur optique, leur robustesse, fiabilité et coût.

Découvrez-les dans notre nouveau catalogue Microscopes PERL.

Expédition d'un catalogue contre envoi de ce bon, accompagné de 4 timbres à 2,20 F en règlement : à
MEDAS SA, 57, avenue Doumer - BP 181 - 03206 VICHY Cedex

Nom _____
Adresse _____
Ville _____ Code postal _____

36, 51, 54, 63 et 70 cm : Vous n'avez que l'embarras du SHARP !



SHARP®
une touche de génie

Conférence des lauréats du prix Nobel

PROMESSES ET MENACES A L'AUBE DU XXIe SIÈCLE

Odile Jacob, 246 p., 129 F.

Il s'agit là d'une sélection, réalisée par l'éditeur, de textes de la conférence réunie à Paris par M. François Mitterand, président de la République, et Elie Wiesel, prix Nobel pour la paix. Ces prix Nobel étaient des physiciens, des chimistes, des biologistes, et ils ont parlé de l'avenir de l'humanité. Ils ont certes qualité pour cela autant que le premier venu, mais après avoir refermé la sélection, on se demande s'ils en ont plus. Quand un médecin parle de la politique nucléaire et de la dissuasion, on est, en effet, tenté de se demander s'il n'y aurait pas eu quelque confusion de compétences. Ce qu'il dit n'est certes pas faux (que la dissuasion nucléaire est confuse), mais enfin, on l'a lu bien souvent ailleurs, et avec des analyses plus intéressantes. On n'attendait pas non plus tant d'esprits distingués pour apprendre que le Sida est un problème, que l'art souffre des contraintes politiques, ni que Bouddha et Confucius ont recommandé de ne pas torturer les animaux. Bref, on serait enclin, dans un accès de lassitude, à conclure que voilà bien du bavardage pour 129 F. **G.M.**

Jean Bernard

C'EST DE L'HOMME QU'IL S'AGIT

Odile Jacob, 297 p., 99 F.

Journal de bord, où l'on trouve des notations parfois amusantes : on lit plus les *Pensées* de Pascal au Japon qu'en France, Fernand Braudel voulait que Jean Bernard écrivît un traité sur les rapports du sang et de l'Histoire, le professeur de l'hématologiste Quick recommandait à ses élèves, qui venaient pour la première fois d'observer des plaquettes sanguines au microscope, de s'en méfier, parce que c'étaient peut-être des poussières... Jamais ennuyeux ni pompeux. **G.M.**

André Berroir

LA METEOROLOGIE

PUF, coll. Que sais-je ?, 128 p., 28 F.

Depuis longtemps, la météorologie a abandonné le seul statut de science d'observation pour s'intéresser à l'étude et à l'explication rationnelle des processus mécaniques et physiques qui animent l'atmosphère terrestre. Pour y parvenir, elle a été obligée d'intégrer les différents acquis de la mécanique des fluides et de la thermodynamique.

Naturellement, son but ultime est, et reste, la prévision du climat. C'est pourquoi elle met en œuvre un réseau de moyens exceptionnels : calculateurs superpuissants, maillage de stations de mesures, réseaux de satellites, banques de données, etc.

Pour mieux comprendre cette science passionnante, qui a donc des objectifs plus ambitieux que la seule publication de bulletins météo pour la radio ou la télévision, ce petit ouvrage de synthèse est un passage obligé.

J.-R. G. •

Information Commerciale

EN DIRECT DU CHÂTEAU DE PRESSAC SAINT-ÉMILION GRAND CRU

C'est au Château de Pressac, à l'issue de la bataille de Castillon, qu'à été signé le traité mettant fin à la guerre de Cent Ans.

Son superbe vignoble de 35 ha produit une centaine de tonneaux. Il est entièrement constitué de cépages fins parmi, lesquels le "Noir de Pressac", implanté à Pressac au XVIIe siécle.

La cuverie en bois de chêne assure la meilleur vieillissement. Depuis toujours les propriétaires du Domaine ont apporté à la culture et à la vinification un soin particulier qui a largement contribué à grandir la réputation de ce Grand Cru de Saint-Emilion.

JACQUES POUEY, propriétaire, vous propose une sélection de Saint-Emilion rouge mis en bouteille au château.

La caisse de 12 bouteilles TTC franco de port
Millésime 1975 : 1 029 F
Millésime 1981 : 738 F
Millésime 1983 : 716 F

Vous pouvez adresser vos commandes et votre règlement à *JACQUES POUEY,* Château de Pressac, 33330 Saint-Emilion
Tél. : 56 81 45 00



UNE OREILLE PARTOUT!...
MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T

PORTEE 5 km — Un modèle de micro-émetteur étonnant par sa puissance Performances améliorables (voir mode d'emploi en français)

225F PRIX SPECIAL — BON A DECOUPER CI-DESSOUS — GARANTI 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, gardiennages, etc. SCANNER'S

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 :* _____ SV 12

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

VIDÉO

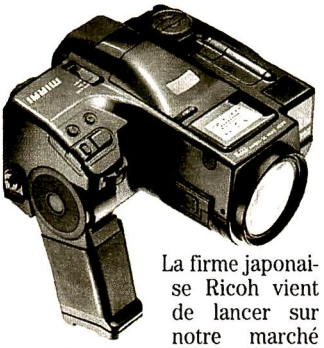
Un magnétoscope avec écran incorporé

Panasonic, firme du groupe Matsushita, vient de lancer sur le marché japonais le Maclord AV Gear, un magnétoscope portable de 1 500 g, mesurant 24 × 15 × 10 cm. Conçu pour les cassettes S-VHS-C, il est équipé d'un écran à cristaux liquides de 7,5 cm. L'appareil autorise des enregistrements de 1 heure au maximum, à partir des canaux de télévision VHF et UHF, ou de toute autre source vidéo. La partie sonore est de classe haute-fidélité. Une caméra miniature peut être connectée à cet enregistreur. Elle est dotée de la mise au point automatique. Le magnétoscope commercialisé au Japon est en NTSC, une version PAL/SECAM devrait être lancée dans les premiers mois de 1989.



PHOTO

Un 24 × 36 reflex à zoom intégré



La firme japonaise Ricoh vient de lancer sur notre marché un nouveau type d'appareil reflex, le Mirai (qui signifie "futur" en japonais). D'une esthétique très raffinée, avec une poignée orientable pour faciliter sa tenue, cet appareil est équipé à demeure d'un macro-zoom 4,2-5,6 de 35-135 mm à mise au point automatique de 1,20 m à l'infini et à mise au point assistée en position rapprochée, de 0,49 à 1,20 m. Destiné aux amateurs, le Mirai est intégralement automatique, du chargement au rebobinage du film, en passant par l'exposition, l'utilisation au flash (celui-ci est intégré au boîtier) et l'affichage de la sensibilité. Toutefois, cet automatisme n'est pas aveugle car il laisse au photographe la possibilité d'intervenir et de faire des réglages manuels. Il comporte à cet effet une correction de contre-jour, une mémorisation des mesures de lumière, une correction d'exposition de +/− 4 indices de lumination, une mise au point manuelle et une prise autonome de flash. Un écran à cristaux liquides informe l'utilisateur des paramètres en service. L'appareil reçoit les films de 25 à 5 000 ISO. Dimensions : 13 × 13 × 8 cm environ. Poids 990 g.

VIDÉO

Camescopes haute définition en 8 mm

Nikon a annoncé le lancement de deux camescopes, VN-9000 et VN-8200, dotés de nouveaux analyseurs d'image à transfert de charge (DTC) assurant une définition élevée.

Le plus perfectionné, le Nikon VN-9000, sépare en effet 495 000 points, alors que le VN-8200 en sépare 320 000 (les modèles antérieurs séparaient moins de 280 000 points).

Plusieurs caractéristiques sont communes aux deux modèles : ils disposent ainsi, l'un comme l'autre, de 2 vitesses de défilement de bande (20 et 10 mm/s), d'un système couleur PAL, d'un viseur électronique, d'une mise au point et d'une exposition automatiques, du son haute-fidélité et, enfin, d'un zoom 1,6 de 12-72 mm de type macro.

Le Nikon VN-9000 possède en outre un obturateur électronique donnant 5 vitesses de 1/50 à 1/4 000 s.

Il permet de filmer avec un éclairement de 7 à 100 000 lux (le minimum idéal étant de 300 lux). Le modèle VN-8200 ne comporte qu'une vitesse, 1/50 s, et exige au moins 13 lux pour une prise de vue correcte. Le VN-9000, enfin, est utilisable en réglage manuel du diaphragme. Quoique plus perfectionné, ce dernier est le plus léger : 900 g, contre 1 200 g au VN-8200.



PHOTO

Peau neuve pour les 6 × 6 Hasselblad

La réputation de le firme suédoise Hasselblad n'est plus à faire : depuis des décennies, elle fabrique des appareils reflex 6 × 6 dont les qualités sont incontestées. Le plus utilisé, l'Hasselblad 500 C/M, est produit depuis 1965 et a donné naissance par la suite au 500 ELX, plus perfectionné. Le modèle motorisé 2000 FC/M fut lancé en 1977. La gamme comporte aussi, depuis plus de 20 ans, un boîtier doté d'un grand angulaire de 38 mm, l'Hasselblad SWC. Mais l'appareil 500 C/M est le seul qui continuera d'être fabriqué.

Tous les autres sont remplacés par de nouveaux modèles, dotés d'améliorations, mais conservant les caractéristiques essentielles des précédents et les mêmes gammes d'accessoires : le 500 C/M donne ainsi naissance au 503 CX, le 500 ELX au 553 ELMX, le 2000 FCW au 2003 FCW et le SWC au 903 SWC.

L'Hasselblad 903 SWC, le seul modèle 6 × 6 non reflex, équipé à demeure du grand angulaire Zeiss Biogon 4,5/38 mm couvrant un champ de 90°, reçoit un nouveau viseur muni d'un niveau à bulle apparent hors du champ de visée et d'une loupe permettant la lecture des valeurs d'exposition tout en cadrant le sujet.

Les trois autres modèles sont dotés d'un nouveau dépoli de visée, l'Acute-Matte, conçu par Minolta. Ce dépoli comporte une lentille Fresnel extra-fine et 7,5 millions d'éléments cellulaires répartis régulièrement sur toute la surface, donnant à l'image une luminosité forte et uniforme. Les Hasselblad 503 CX et 2003 FCW sont dotés d'un revêtement intérieur en Palpas, matériau absorbant fortement la lumière, éliminant donc efficacement les diffusions de lumière parasite à l'intérieur de l'appareil, lesquelles nuisent à la qualité des contrastes.

L'Hasselblad 503 CX est muni d'une cellule mesurant la lumière sur le film lors des prises de vue au flash. L'émulsion est donc parfaitement exposée, quels que soient l'objectif choisi, les filtres, les bagues intermédiaires et les soufflets éventuellement utilisés.

Enfin, l'Hasselblad 553 ELX, à moteur incorporé, est doté d'un logement pour batteries ou pour cinq piles ordinaires de 1,5 V. Cinq types de batteries nickel-cadmium peuvent être utilisées, assurant une autonomie de 1 000 expositions par recharge.



PHOTO

Un reflex 4,5 × 6 électronique

La firme japonaise Bronica est bien connue des photographes partisans des moyens formats. Elle produit en effet depuis de nombreuses années des appareils reflex 4,5 × 6, lesquels donnent 16 vues sur un film 120 (au lieu de 12 en format 6 × 6).

A la dernière Photokina, elle a présenté le Zenza Bronica ETR-Si 4,5 × 6 à objectifs, viseurs et dos interchangeables. En particulier, ce boîtier reçoit les dos pour bobines 120 (16 vues) et 220 (36 vues), pour cartouches 35 (format 24 × 36 mm) et pour films Polaroid de photo instantanée.

Il dispose de douze objectifs en monture baïonnette Bronica ETR (dont un macro et deux zooms) équipés d'un obturateur Seiko-O électronique avec des vitesses de 8 secondes à 1/500 s. La synchronisation du flash est possible au 1/500 s, permettant la mesure de l'éclair à travers la visée de reflex, avec les flashes Metz SCA 300. L'ETR peut être équipé d'un nouveau moteur (Winder Ei) de 370 g, autorisant une prise de vues toutes les 0,8 seconde.



AUDIOVISUEL

Le compact-disc vidéo officiellement lancé

Philips and Du Pont Optical (PDO), une firme créée voilà trois ans à 50/50 par Philips, en Hollande, et Du Pont, aux Etats-Unis, a annoncé la commercialisation du disque compact vidéo dès ce mois-ci sur le marché français. Le catalogue de disques comporte pour l'instant 160 titres, essentiellement des enregistrements musicaux et des clips, en disques compacts de 12 cm. En 1989, un catalogue de films sera également disponible avec des œuvres comme James Bond (*Tirer n'est pas jouer*) ou *La Guerre des étoiles*.

En ce qui concerne les lecteurs, les modèles Philips seront lancés en même temps que les disques. Un lecteur est d'ailleurs déjà disponible, celui de Pioneer.

VIDÉO

Un mini-téléviseur modulaire

Avec le Color Watchman FDM 330, Sony a non seulement lancé un téléviseur miniaturisé (430 g et 8×8×7 cm), mais aussi le premier téléviseur modulaire jamais réalisé au monde. Ses trois parties essentielles, l'écran, le tuner et le bloc d'alimentation, sont en effet distinctes. En les emboîtant les unes derrière les autres, on obtient le téléviseur complet, assurant la réception en UHF et VHF. En emboîtant seulement l'alimentation et l'écran on obtient un viseur couleur pour caméra vidéo. Enfin, en connectant un haut parleur spécial au téléviseur, celui-ci peut être utilisé pour équiper une voiture. L'écran, qui est constitué de cristaux liquides, mesure 6,75 cm et possède une définition de 86 400 points. Précisons enfin que le Color Watchman commercialisé au Japon est conçu pour le standard couleur NTSC. Il ne sera donc pas importé en Europe dans l'immédiat.



PHOTO

Le premier Minox à mise au point automatique

Depuis sa création en 1938, la firme allemande Minox construit toujours les plus petits appareils photographiques du monde, d'abord des 9 × 11 mm, puis ensuite, aussi, des 24 × 36. Aujourd'hui, la célèbre maison lance le Minox 35 AF, son premier 24 × 36 à mise au point automatique, c'est certainement encore le plus petit au monde : 190 g et 10 × 7 × 4 cm environ. La mise au point se fait à partir de 90 cm sur un objectif 3,5/32 mm. L'exposition est également automatique, selon un programme s'échelonnant de 1/30 s à 3,5 au 1/500 s à 11. L'appareil comporte un filtre anti-ultraviolet incorporé, l'affichage automatique de la sensibilité, une cellule au sulfure de cadmium et une prise pour flash.

TÉLÉVISION

Miniaturisation du vidéoprojecteur

Pour obtenir une image vidéo d'un mètre de base ou plus, on fait aujourd'hui appel essentiellement à la vidéoprojection. Technologie encombrante, qui consiste à projeter sur écran les trois images primaires (rouge, verte, bleue) au moyen de trois objectifs. Abandonnant cette technologie, Kodak propose un vidéoprojecteur compact, gros comme un magnétoscope, le LC 500 PS (ci-contre), faisant appel aux cristaux liquides. Cet appareil de 5,8 kg, utilise un seul objectif. L'image projetée est très lumineuse et peut mesurer jusqu'à 3,50 m de base. Contrairement aux systèmes classiques, le Kodak LC 500 PS ne demande aucun délai de mise en marche et peut être rapidement réglé quelle que soit la distance de l'écran de projection. Il comporte plusieurs entrées pour les signaux vidéo composites rouge, vert et bleu, analogiques ou numériques. Ses sources peuvent être des magnétoscopes, des vidéodisques, des caméras vidéo et d'autres équipements de télévision ou des micro-ordinateurs. Disponible en PAL/SECAM au printemps 1989 au prix de 35 000 F environ.

PHOTO

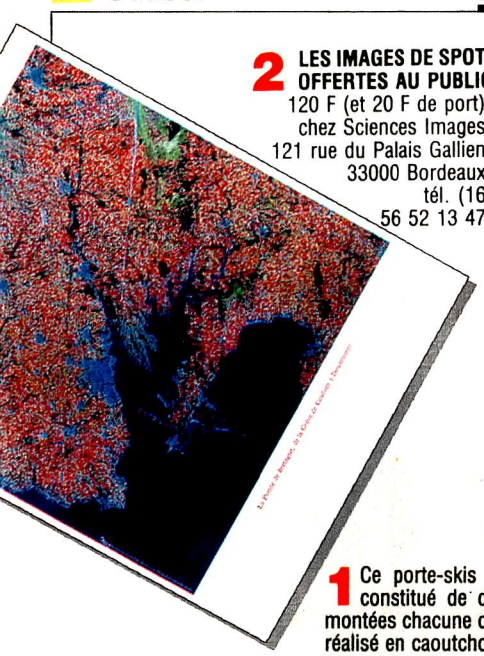
Encore des films ultra-sensibles



L'éventail des films en couleurs de haute sensibilité s'élargit à nouveau. Kodak, tout d'abord, lance trois négatifs Ektapress Gold de 100, 400 et 1600 ISO. Ce dernier est le plus rapide jamais offert par Kodak. Il est conçu pour les spécialistes de la photo d'actualité et de sport et il peut être facilement exposé pour des sensibilités de 3 200 et 6 400 ISO. Les émulsions Ektapress Gold se caractérisent par une grande latitude de pose et une bonne définition.

Par ailleurs, la firme 3M lance une Scotch Chrome 800/3 200P, émulsion inversible pour diapositives utilisable à trois sensibilités : 800, 1 600 et 3 200 ISO. Comme les Ektapress Gold, ce film Scotch est destiné avant tout au reportage et à la photo sportive. Il est équilibré pour la lumière du jour et possède une définition élevée compte tenu de sa sensibilité (80 lignes/mm à 800 ISO, 67 à 3 200 ISO, selon le fabricant).





2 LES IMAGES DE SPOT OFFERTES AU PUBLIC
120 F (et 20 F de port), chez Sciences Images, 121 rue du Palais Gallien, 33000 Bordeaux, tél. (16) 56 52 13 47.



7 UN TOURNEVIS TRANSFORMABLE EN... PERCEUSE
460 F environ dans les grandes surfaces et magasins de bricolage.

LES OBJETS DU MOIS

1 Ce porte-skis astucieux, le Magnetic, est constitué de deux plaques aimantées surmontées chacune du dispositif recevant les skis, réalisé en caoutchouc souple et résistant. L'embase aimantée se pose sur le toit de la voiture et se retire grâce à une encoche creuse spéciale. Les matériaux inoxydables éliminent les risques de corrosion. Ce porte-skis, permettant de fixer deux paires de skis, s'adapte à tous les véhicules à toit métallique. Son constructeur affirme qu'il est sans risque : il a été testé sur des voitures roulant à 200km/h.

2 Le satellite Spot, dont l'orbite lui permet de couvrir la totalité de la surface de notre planète tous les 26 jours, photographie la Terre. Chaque image couvre 60 × 60 km et l'on peut y distinguer des détails de 10 m de côté. Outre leur intérêt scientifique, certaines offrent des qualités graphiques et esthétiques indéniables, notamment à cause de leur traitement en fausses couleurs. 19 photos 50 × 60 cm sont actuellement disponibles : Paris, Marseille, Toulouse, Bordeaux-Arcachon, Bordeaux-Garonne, Bassin d'Arcachon, La Rochelle, Golfes d'Ajaccio et Valinco, Côte d'Azur, Toulon-St Tropez, Marseille-La Seyne, la Camargue, Sète-Montpellier, la Côte Vermeille, la pointe de Bretagne, New-York, les Bahamas et le lac Tchad.

3 Ce pistolet à souder miniaturisé, le Rocolt Electronic 250 de chez Rottenberger à Metz est commode : son bec, muni de deux ouvertures de tailles différentes, le rend adaptable à des tubes de cuivre d'un diamètre variant de 12 à 22 mm. Fabriqué lui-même dans un alliage de cuivre qui transmet une chaleur optimale, il permet de réaliser des soudures à l'étain, sans flamme, donc sans crainte d'endommager sols, murs ou plafonds.

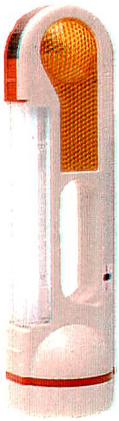
4 Avec le procédé Sobafix (La Paysse Cosnac, 19360 Malemort), poser du tissu mural, plus besoin d'agrafes ni de galons. De simples baguettes de bois munies d'une fine languette d'acier inoxydable dentelée agrippent le tissu. Avant tout, il faut fixer ces baguettes en laissant un léger espace entre la languette et la plinthe, le mur ou la plafond. Ensuite, il suffit de tendre le tissu sur ce cadre, de le coincer avec une spatule et de le rentrer à la roulette. Ayant expérimenté le procédé, nous pouvons garantir sa simplicité d'utilisation. Précisons cependant qu'avec un tissu épais, il faut procéder en trois temps : d'abord le poser et le tendre sans le rentrer ; laisser reposer ; puis le décrocher par petit bout en commençant par le plafond. Ne pas craindre alors de couper le tissu en ne laissant que 6 à 8 mm de jeu en deçà de la marque laissée par les dents de la lame d'acier ; cette opération vous permettra de rentrer parfaitement le surplus.

5 Voici Samourai, un nouveau type de dépoussailleuse, présenté par Ryobi, capable de se transformer en aspirateur ou souffleur de feuilles, en bineuse ou en dresse-ordures. Ces appareils possèdent un manche doté d'un raccord rapide, qui permet le démontage du bras pour un gain de place, ou bien l'adaptation des accessoires à toutes les inclinaisons. Il existe trois modèles de base, équipés d'un moteur deux temps essence de 31 cm^3, avec allumage électronique et embrayage centrifuge. Le carburateur membrane permet de travailler dans toutes les positions, sans risque de désamorage.

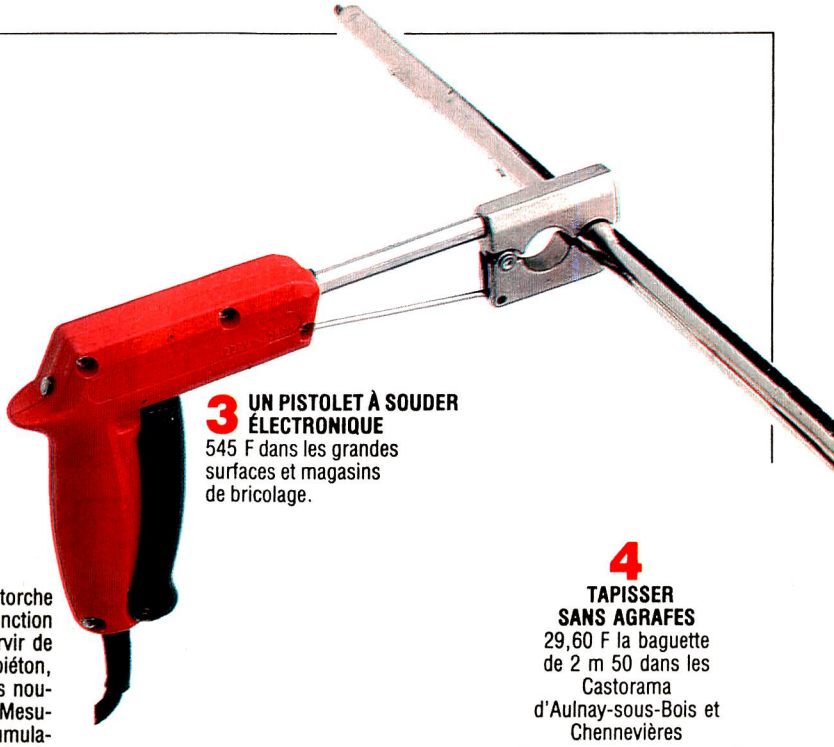
1 UN PORTE-SKIS MAGNÉTIQUE
800 F environ chez Mécanoto, 2 av Edouard Millaud, BP 23, 69290 Craponne, tél. (16) 78 57 03 50.



DES VERRES DE LUNETTES ANTI-PLUIE. Ces verrés produits par Nikon sont en matière organique incassable, légère, difficile à rayer et antireflet. Mais, surtout, un traitement de surface a pour effet de faire glisser les gouttes d'eau sans laisser de traces. 400 F le verre chez les opticiens (Essor, 79 av de la Marne, 92603 Asnières).



6 UNE TORCHE UTILE SUR ROUTE
294 F, chez Arka, 40 rue Condorcet, 75009 Paris



3 UN PISTOLET À SOUDER ÉLECTRONIQUE
545 F dans les grandes surfaces et magasins de bricolage.

6 Proposé sous la marque Cobra, la torche rechargeable 2231 peut, outre sa fonction classique de lampe électrique à main, servir de clignotant d'alarme ou de secours, pour piéton, cycliste ou automobiliste. L'idée n'est pas nouvelle mais la réalisation est très soignée. Mesurant environ 30 cm, fonctionnant sur accumulateur ou sur le secteur, elle comporte une poignée dotée d'un clignotant rouge à droite, jaune à gauche et, sur la face inférieure, un tube fluorescent de 6 V.

4 TAPISSER SANS AGRAFES
29,60 F la baguette de 2 m 50 dans les Castorama d'Aulnay-sous-Bois et Chennevières



7 Pesant 600 g, alimenté par batterie et de petit format, c'est le tournevis BS6 d'AEG. Avec ce visseur-dévisseur les utilisateurs disposeront d'une capacité de 1,2 A/h, 4 A/h ou 7 A/h, suivant la batterie utlisée, pour une tension de 2,4 V. Cela permet de multiplier le temps d'autonomie par trois avec un accu de 4 A/h et par six avec un accu de 7 A/h. Le règlage du couple se fait progressivement sur six positions et ménage ainsi la tête de vis. On peut aussi verrouiller la broche de rotation quand la vis est rouillée ou abîmée et nécessite un déblocage manuel. Vitesse de vissage : 180 tr/min. Muni d'un mandrin, le BS6 devient une perceuse dont la vitesse est de 700 tr/min. Le BS6 est livré avec un chargeur mural (pour deux accus 2,4 V, quel que soit leur capacité) qui fait fonction de rangement. Le temps de charge moyen est de cinq heures pour un accu de 1,2 A/h.



5 UNE DEBROUISSAILLEUSE MULTIFONCTION
1 400 à 2 000 F selon les modèles, accessoires de 190 à 900 F, dans les grandes surfaces, les jardineries et les spécialistes en motoculture.

Les accessoires de cette rubrique ont été aimablement prêtés par la Samaritaine et Fiat.

13 UN PISTOLET COLLANT
170 F dans les grandes surfaces et les magasins de bricolage.



11 DE L'EAU A 400 km/h POUR NETTOYER
4 000 F dans les grandes surfaces.



LES OBJETS DU MOIS

8 Ce qui caractérise avant tout le tournevis Screw Driver et la perceuse Mini Drill, conçus par Ordless, c'est le soin avec lequel ils sont fabriqués. Le tournevis mesure 15 cm et convient pour les travaux courants. La perceuse, de même longueur, est plutôt destinée aux petits travaux de précision (maquettes en particulier). Elle est livrée avec divers accessoires miniaturisés (forets, clé mandrin...).

9 Black et Decker propose une batterie de 24 V, transportable sur soi dans une ceinture spéciale, qui permet l'utilisation d'une gamme de 9 outils de la même marque, loin d'une source électrique ou en milieu humide. Composée de deux accumulateurs de 12 V soudés et protégés par un botier anti-chocs, cette batterie est conçue pour au minimum 500 cycles de charge/décharge et n'est pas sensible aux changements de température compris entre −15 °C et +50 °C. Son temps de charge est d'environ une heure, au moyen d'un chargeur branché directement sur le secteur. Accessoires complémentaires : une ceinture en nylon avec étui porte-batterie dans le dos, un étui révolver adaptable destiné aux perceuses et visseuses, une bandoulière, deux câbles de liaison électrique et une valise de transport.

10 Maxview Omnimax est une antenne de télévision conçue avant tout pour ceux qui voyagent, puisqu'elle n'a pas besoin d'être orientée. Elle est toujours utilisable grâce un amplificateur intensifiant 12,5 fois le signal capté. Ainsi, cette antenne "toutes directions" à toutes les fréquences comprises entre 40 et 890 MHz, assure-t-elle une réception avec moins de 1 dB de variation. L'Omnimax est livrée avec son micro-amplificateur, un bloc de puissance DC 12-24 volts, un câble coaxial de 5 m, des fiches coaxiales, vis de fixation et joints d'étanchéité. D'autres accessoires, tels que support droit, mât de montage, crochet de gouttière sont disponibles en option.

11 Le nettoyage à l'eau sous pression nécessite, pour être rapide, un appareil puissant. Avec Suroil 110, la vitesse de l'eau à la sortie de la buse est de 400 km/h pour une pression de 110 bars et un débit de 630 l/h. Un groupe motopompe monophasé 220 V actionne trois pistons en acier inoxydable revêtu de céramique, qui permettent un taux de remplissage de la pompe à 98 %, et une possibilité d'aspiration jusqu'4 m de dénivelé. Portable (25 kg) et accompagné de nombreux accessoires (en option), cet hydro-nettoyeur peut assurer des travaux de sablage, débouchage, nettoyage, ravalement et d'aspiration (eau ou poussière). Il est livré avec un tuyau flexible haute pression de 8 m de long, un câble électrique, un pistolet à arrêt automatique muni d'une lance et son injecteur de produits incorporé. Il peut être alimenté à partir de n'importe quel point d'eau (puits, rivière, piscine).

12 Pour transporter des documents inestimables, de grosses sommes d'argent ou des bijoux de valeur, la mallette Porta-Safe vous assurera un maximum de sécurité. Elle recèle deux types de protection, un système passif, sous forme d'une serrure à combinaisons (sur 10 chiffres) et deux systèmes actifs : une puissante sirène (105 dB) disposée en face d'une ouverture dissimulée dans le fond de la mallette (et donc invisible en position normale de transport), et un générateur haute tension (40 Kvolts) relié à la fois à la surface de la mallette et, bien entendu, à la poignée. Un émetteur d'une portée de 50 m (±10) est livré avec le Porta-Safe ; le signal qu'il produit est codé (1024 combinaisons) afin de limiter les risques d'interférence. Si quelqu'un vole la mallette, appuyez sur le bouton de commande de l'émetteur : le vacarme de la sirène et la violente décharge électrique dissuaderont très certainement le voleur de persévérer... Porta-Safe (43 × 30 × 15 cm) est alimenté par 8 batteries cadmium-nickel rechargeables (chargeur fourni) et son émetteur par une simple pile de 9 V.

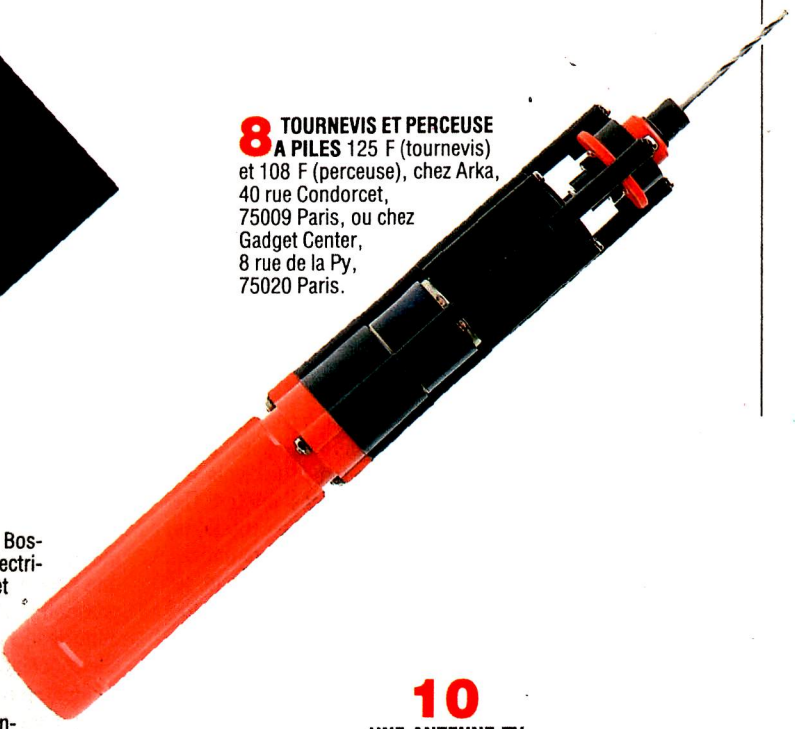
9
UNE BATTERIE À LA CEINTURE
1 161 F la batterie de 24 V et 474 F la ceinture, dans les grandes surfaces et magasins de bricolage.



12 SÉCURITÉ À LA JAMES BOND
sur un attaché-case
5 900 F
chez Dune,
12 Rond-Point
des Champs
Elysées,
75008
Paris.



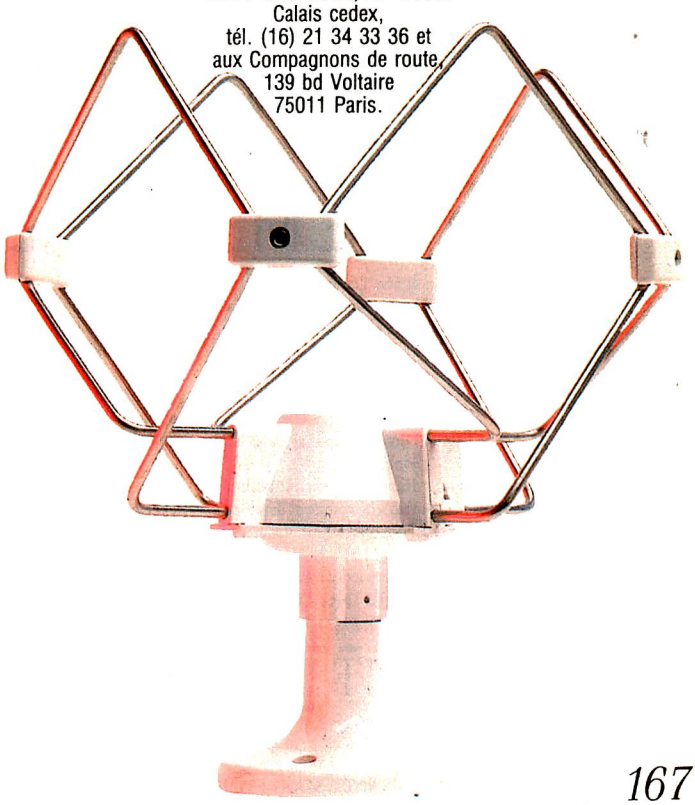
8 TOURNEVIS ET PERCEUSE A PILES 125 F (tournevis) et 108 F (perceuse), chez Arka, 40 rue Condorcet, 75009 Paris, ou chez Gadget Center, 8 rue de la Py, 75020 Paris.



13 Le Thermogrip TG3, présenté par Bostik, est le premier pistolet à colle électrique, utilisable sans fil. Sa légèreté (275 g) et une poignée ergonomique avec gachette souple de fonctionnement, en font un outil très maniable. Son autonomie est de cinq minutes, il se recharge ensuite sur son support raccordé au secteur ; pour les utilisations longue durée, on peut le brancher directement. Ce pistolet reçoit deux modèles de bâtons de colle fondant à haute température : une colle universelle et une colle spéciale pour bois et céramiques.

L'ORGUE QUI LIT LA MUSIQUE. Au XIX[e] siècle, un Italien inventa le "papier à musique", ce long ruban qui, en se déroulant permet à un orgue de jouer le morceau qui s'y trouve enregistré sous forme de trains de perforations. Le procédé est simple : en entraînant des griffes, les perforations commandent les soufflerie des diverses notes. Remplaçons les perforations par de petits traits noirs et les griffes par des cellules de lecture optique, et l'orgue de barbarie devient orgue à lecture optique. Tel est l'instrument que propose aujourd'hui l'atelier Hopp. La bande de lecture est un simple ruban de papier ordinaire sur lequel le musicien écrit sa partition au moyen d'un feutre ou d'un crayon gras. Le premier modèle de l'inventeur possède 56 notes chromatiques et 56 soupapes pneumatiques assurant l'alimentation, en air comprimé, de chaque tuyau. Ce système pneumatique est commandé par des électrovannes miniatures reliées par un câblage à l'unité électronique de lecture. Celle-ci comporte une tête de lecture recevant le signal, lequel peut être analogique ou numérique. La programmation au crayon peut être remplacée par une programmation par clavier électrique, lequel commande alors les stylos impressionnant le papier. Une imprimante reliée à un ordinateur peut être connecte pour la transcription sur une partition (70 000 F, chez Robert Hopp, Facteur d'orgues, Les Confinés Sud, Crillon-le-Brave).

10
UNE ANTENNE TV POUR BATEAUX ET VEHICULES
720 F chez Mené, BP 62225
Calais cedex,
tél. (16) 21 34 33 36 et
aux Compagnons de route,
139 bd Voltaire
75011 Paris.



COMBIEN DE DORMEURS ÉVEILLÉS AUX COMMANDES

(suite de la page 70)

fractionné peut servir de modèle à l'aviateur.

Autre preuve que les choses évoluent : le Pr Coblentz, de l'université René Descartes, a entrepris une expérimentation en grandeur réelle sur la vigilance dans les vols longs-courriers, avec la participation de pilotes volontaires d'UTA, et avec l'agrément de la compagnie. De même, c'est à la demande de compagnies américaines que Clark Shingledecker, dont nous avons parlé précédemment, a conçu son moniteur de surveillance.

Cela dit, si les compagnies commencent à accepter la pratique du quart dans les habitacles, elles n'en sont pas encore à programmer les vols en fonction des rythmes circadiens des pilotes. Ce sont les ordinateurs qui établissent les rotations d'équipages, avec pour seul objectif la rentabilisation optimale des avions. Peu leur importent le décalage horaire (dont les effets sur l'horloge biologique sont plus sensibles vers l'est que vers l'ouest), l'heure du départ ou la longueur du vol (sauf pour satisfaire aux prescriptions du Code de l'aviation civile). Encore moins la notion d'acrophase personnelle (les heures de la journée où un individu est le plus performant) ou l'existence de périodes "réfractaires" (périodes, généralement situées entre 4 h et 6 h du matin, au cours desquelles l'organisme refuse de s'endormir).

Pourtant il serait dès maintenant possible d'optimiser le rendement des équipages. En effet deux chercheurs, le Britannique Simon Folkard et le Suédois Torbjorn Akerstedt, ont mis au point un modèle mathématique capable de prédire l'état de vigilance en fonction de l'heure. Ce modèle intègre trois paramètres :

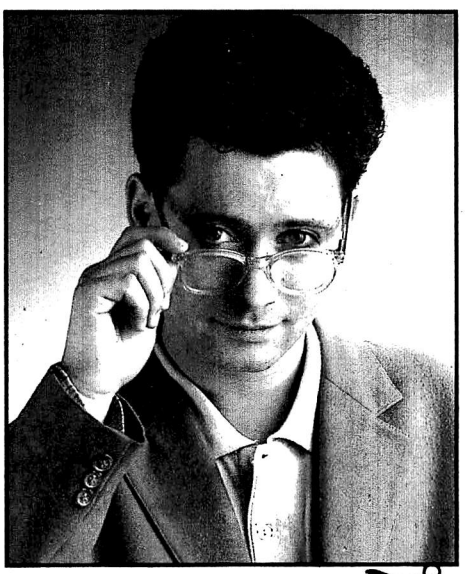
— le rythme circadien (une courbe sinusoïdale s'étendant sur 24 heures, avec un maximum d'éveil à 17 heures et deux minima en début et en fin de nuit).

— l'incidence de l'heure locale sur le biorythme (les effets du décalage horaire).

— la courbe de récupération de la vigilance après le réveil.

Par ce procédé, on pourrait déterminer l'horaire le plus propice pour telle ou telle destination, c'est-à-dire la période pendant laquelle l'équipage serait en possession de tous ses moyens et garantirait le maximum de sécurité. Mais la rentabilité commerciale est-elle conciliable avec ce genre de considérations ? On en doute. Aujourd'hui, les avions volent aux heures où les passagers veulent voyager, et non aux heures où les pilotes sont en forme. **Jean-Michel Bader**

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).

SV12

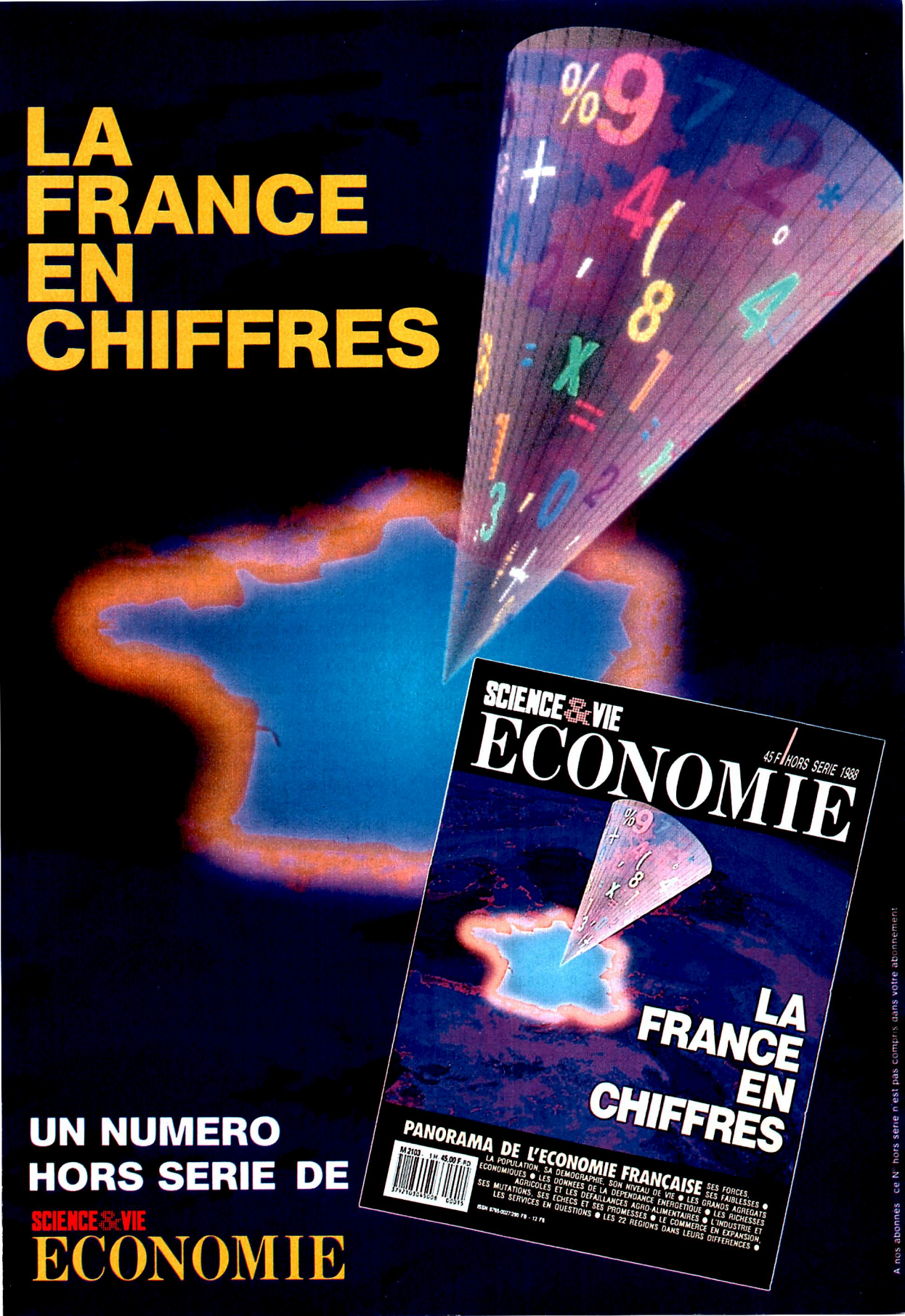
NOM _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal |_|_|_|_|_| Ville _____

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

LA FRANCE EN CHIFFRES



UN NUMERO HORS SERIE DE

SCIENCE & VIE
ECONOMIE

A nos abonnés ce N° hors série n'est pas compris dans votre abonnement

MARQUISES, VOTRE GRAND-MÈRE ÉTAIT UNE NÉGRESSE

(suite de la page 57)

inventée au milieu du siècle dernier par Gobineau, diplomate et philosophe qui se piquait d'anthropologie. Gobineau avait imaginé que cette race aurait vécu dans le nord de l'Inde au deuxième millénaire avant notre ère, et qu'elle aurait engendré les civilisations chinoise, hindoue, méditerranéenne et européenne ; les Allemands en auraient été les descendants les plus "purs", et la valeur d'un peuple serait directement liée à la quantité de sang aryen qu'il véhicule... La mythique Arye serait le Tibet, dont la population est, en fait, issue du rameau asiatique du Nord-Est, ce qui confirmerait les thèses d'historiens chinois selon lesquelles les Tibétains avaient été des nomades peuplant les steppes du nord de la Chine.

Toutes les populations du monde sont génétiquement proches les unes des autres. De nombreux calculs ont été proposés pour évaluer la "distance génétique" entre populations, distance toujours très faible entre des groupes d'individus d'une même espèce, et faible entre deux espèces différentes qui ont divergé dans un passé préhistorique proche. Ainsi, l'homme et le chimpanzé, issus d'un ancêtre commun, ne diffèrent que par 1 à 2 % de leurs gènes. Deux individus d'une même population peuvent avoir entre eux une distance génétique bien plus grande que la distance génétique moyenne entre deux populations.

Les calculs de ces distances génétiques ne font toutefois pas l'unanimité, parce que l'évolution humaine n'a pas suivi le schéma simple d'un arbre qui donne des branches, des branchages et des rameaux. D'innombrables échanges de gènes ont eu lieu dans tous les sens, et des génomes de populations longtemps séparées ont pu par la suite se mélanger : la diversité humaine est liée à la fois au hasard de la transmission des allèles et aux fluctuations permanentes de l'environnement et des contraintes écologiques. Un groupe vivant n'est jamais en équilibre définitif avec son milieu, et le polymorphisme favorise l'adaptation à de nouvelles pressions sélectives.

Si l'unité n'en est pas fermement établie, la distance génétique existe bien et peut aider à situer dans le temps les événements qui se sont produits depuis la formation de la racine africaine. Les auteurs ont calculé ces distances génétiques d'après la méthode du généticien M. Nei : elles sont à peu près proportionnelles à la distance temporelle. Celle qui sépare les branches africaine et non-africaine, qui divergèrent donc il y a 100 000 ans, est de 0,03 %. Celle qui sépare les branches australienne et asiatique du Sud-Est, qui divergèrent quand l'homme atteignit l'Australie, il y a environ 40 000 ans, est d'environ 0,018 %. Et entre la branche caucasoïde et l'asiatique du Nord-Est, 0,017 % après 35 000 ans d'écart.

Selon le Pr Cavalli-Sforza, une telle reconstitution de l'évolution de l'homme ne vaut que si les données fiables concourent bien à une réponse cohérente. C'est le cas de cette étude. Il est possible qu'il y ait des erreurs ou des incertitudes, mais elles seraient cantonnées aux détails. Un fait est patent : le rôle des progrès techniques. L'introduction de nouvelles méthodes de production alimentaire au néolithique, il y a une quarantaine de milliers d'années, celle de l'agriculture au Moyen-Orient, quelques milliers d'années avant notre ère, ont été des étapes décisives. L'introduction du cheval comme moyen de transport et la mise au point d'armes nouvelles ont favorisé l'expansion des nomades de la steppe, expansion qui a continué par à-coups pendant des milliers d'années, jusqu'à une période récente : Genghis Khan (1162-1227) n'est pas un personnage préhistorique.

L'élément déterminant qui permit à l'homme de conquérir le monde fut cependant le langage : « Il semble raisonnable de penser que des communications plus efficaces peuvent améliorer les techniques de cueillette et de chasse, favoriser les liens sociaux et faciliter la diffusion des informations utiles aux mouvements migratoires », écrit le Pr Cavalli-Sforza.

Ce privilège de l'homme moderne expliquerait également la disparition, il y a 35 000 à 40 000 ans, de l'homme de Néanderthal, qui avait pourtant atteint la Chine actuelle, mais qui ne disposait sans doute pas d'un langage aussi perfectionné que son cousin *Homo sapiens sapiens*.

Le regroupement génétique humain que voilà concorde avec une autre analyse génétique, publiée il y a trois ans par Allan C. Wilson de l'Université de Californie à Berkeley (2). L'enquête de Wilson portait sur les mitochondries, ces "batteries énergétiques" de toutes nos cellules. Contrairement aux autres organites cellulaires, les mitochondries possèdent leur propre matériel génétique et constituent un traceur de plus que les gènes. Les mitochondries sont, par ailleurs très nombreuses dans l'ovule et très peu nombreuses dans le spermatozoïde, et sont donc principalement transmises par les femmes.

Wilson a donc étudié les variations génétiques entre des mitochondries prélevées dans 147 placentas recueillis dans les cinq les continents, et il a également conclu à l'origine africaine de l'homme, il y a 140 000 à 240 000 ans, ainsi qu'à la thèse du peuplement de tout le globe à partir de ce petit groupe "fondateur".

Alexandre Dorozynski

(2) *Science & Vie* n° 825, juin 1986, p. 66.

LE NOUVEAU SIGNAL DES SOURCIERS

(suite de la page 32)

Yves Rocard a négligé la règle primordiale de l'expérimentation scientifique, qui est d'agir toujours "en double aveugle". Le travail "en simple aveugle", quand il existe, exige que le sujet — ici le radiesthésiste — ne sache rien des conditions du test. Il ne devrait même pas savoir qu'il y a sur son passage des bobines génératrices d'un champ magnétique intermittent ; elles devraient être dissimulées.

Lors d'essais sur le terrain, Rocard demandait à l'opérateur de se déplacer en direction est-ouest et nord-sud à proximité d'un réverbère en fonte. On n'aurait pas pu donner au radiesthésiste une indication plus claire de ce qu'on attendait de lui. Le sujet était par avance conditionné et le résultat ne se fit pas attendre.

Le travail "en double aveugle" implique que l'expérimentateur lui-même ignore l'identité des choix contenus dans le test. Un médecin qui fait l'essai clinique d'un nouveau médicament sur ses patients ne sait pas du tout à qui il administre le produit actif ou le placebo ; les substances portent un simple numéro et seul le laboratoire pharmaceutique qui a créé le remède saura reconnaître le vrai du faux.

C'est l'unique moyen d'arriver à des statistiques impartiales. Rocard n'a pas suivi cette règle.

Le professeur a fait passer très peu de gens devant ses bobines électriques : une demi-douzaine, y compris lui-même. Et chacun n'a effectué qu'une dizaine de passages. C'est plutôt léger pour démontrer la réalité d'une théorie révolutionnaire et pour authentifier la réalité du fait radiesthésique. Yves Rocard proclame lui-même que ses résultats constituent « une grande découverte, un changement qui marque l'humanité ». Un événement historique d'une telle ampleur méritait d'être plus sérieusement documenté.

Reste que derrière le mythe sociologique du pendule et de la baguette, se dissimule un phénomène psychophysiologique qui mérite d'être identifié et étudié. Il faudrait pour cela mobiliser la participation de bien des disciplines différentes, humaines et physiques. On pourrait même solliciter les compétences géophysiques du Pr Yves Rocard, en laissant aux spécialistes qualifiés le soin de contrôler les autres aspects de l'expérience. **Philippe Renault**

L'auteur est un géologue chargé de recherche au CNRS et qui enseigne l'histoire des sciences, l'épistémologie et l'hydrogéologie. Il s'intéresse depuis longtemps au phénomène radiesthésique, étant donné le grand nombre d'adeptes de cette pratique qu'il a rencontrés dans les campagnes lorsqu'il va sur le terrain.

Nouvelle méthode plus facile, plus efficace

votre première leçon

D'ANGLAIS OU D'ALLEMAND GRATUITE

avec cette cassette d'essai de la méthode réflexe orale



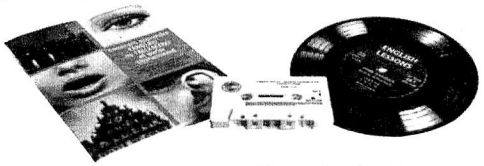
Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

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 habitiez 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'Études Service A15 L
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 .....
(en majuscules SVP)
MON ADRESSE .....

.....

Code postal (5 chiffres) .....

Ville .....

Informations Commerciales

RADIOLA AUX PREMIÈRES PLACES DANS LE CHAMPIONNAT DE FRANCE DES RALLYES AUTOMOBILES

Après plusieurs années de participation au Championnat de France des Rallyes, **RADIOLA** est à nouveau au départ du Championnat 1988 avec une Alfa Roméo V6 3L - Groupe A - pilotée par Yves LOUBET et Paul ROUBY.



Dans les épreuves qui ont déjà eu lieu, la voiture **RADIOLA** s'est classée parmi les meilleures, avec notamment les résultats suivants :

* Tour de Corse	7éme
* Rallye du Mont-Blanc	5éme
* Rallye d'Antibes	4éme

Ces classements témoignent des performances de la voiture mise au point par Alfa Roméo et du talent des pilotes qui sont des habitués de la compétition automobile et du Championnat de France auquel ils participent depuis plusieurs années.

La saison s'achève dans quelques semaines avec le Critérium des Cévennes et le Rallye du Var dans lesquels se trouve bien entendu engagée l'Alfa Roméo **RADIOLA** qui, au dire des spécialistes, à de très bonnes chances d'accéder au podium.

La présence de **RADIOLA** au Championnat de France des Rallyes est une démonstration du dynamisme de l'entreprise et de son réseau de revendeurs spécialisés.

36.15 PASSEPORT GÉNÉALOGIQUE

Michel THOBIE, captivé par la télématique, passionné de généalogie crée un service inédit : en composant le **36.15 ORIGINE** vous pouvez y inscrire la liste des patronymes de vos ancêtres et la comparer avec celles qui auront déjà été mémorisées. Ce service permet aux généalogistes de tous niveaux de communiquer, de consulter et d'échanger des informations, grâce à une grande banque de données généalogiques nationales et départementales.

Service 36.15 ORIGINE
B.P. 71 - 64103 BAYONNE CEDEX

LE TÉLÉPHONE DES ORDINATEURS

(suite de la page 94)

la fraîcheur de l'information.

Très souvent, il s'agit de réseaux privés, strictement locaux, qui n'ont pas à emprunter les voies publiques de communication (Transpac, RNIS...). Encore faut-il que ces réseaux présentent une certaine universalité, c'est-à-dire qu'ils soient ouverts à plusieurs marques et types de micro-ordinateurs et de serveurs départementaux : par exemple des VAX de DEC, des Macintosh d'Apple, des micros fonctionnant sous le système d'exploitation MS/DOS (IBM et compatibles). A défaut de normes admises par tous les constructeurs, il faut que les logiciels de réseau assurent les transcodifications nécessaires pour que les machines se comprennent.

La généralisation des réseaux pose évidemment un problème de confidentialité. Il faut mettre au point des dispositifs de protection de l'information contre des utilisateurs maladroits ou malhonnêtes et contre les pirates.

A travers les ordinateurs, dont le réseau représente le système téléphonique, ce sont toujours en définitive des utilisateurs qui échangent et partagent. A lui seul, le réseau ne résoudra pas tous les problèmes de communication. Si nous diposons d'un bon système téléphonique avec le Japon, cela me permet de parler en japonais. Du son va être transmis de mon organe vocal à son organe auditif. S'il ne comprend pas le français et si je ne parle pas le japonais, il y a communication physique sans échange réel. Nous devons donc convenir d'un "protocole" : par exemple, parler anglais. Mais les difficultés ne sont pas toutes résolues pour autant. Je lui parle d'"ouverture" (de marchés) et il comprend "ouverture du diaphragme" (d'un système photographique). On a un peu progressé, mais ce n'est encore qu'un dialogue de sourd.

Pour la communication interne et externe de l'entreprise, le réseau est nécessaire mais insuffisant. A côté des protocoles et des "boîtes noires" qui rendent compatibles les matériels et les formats de l'information, il faut rendre compatibles les logiciels et les bases de données. On ne peut être que d'un optimisme prudent dans ce domaine. En effet l'histoire de l'informatique et de la télématique est faite de deux tendances contraires. Une tendance centrifuge pousse à la normalisation et à l'ouverture. Une tendance centripète pousse à la différenciation et à la fermeture : nouveautés techniques chez un constructeur, volonté de rendre les matériels incompatibles pour verrouiller le marché.

Pour parvenir à une comunication fluide et universelle, il reste sans doute du travail à plusieurs générations d'informaticiens et d'organisateurs.

Henri Pierre Penel



HAUTE COUTURE SPATIALE

(suite de la page 115)

combrement des vaisseaux spatiaux. Ils ne sont pas autonomes, mais branchés directement sur le système de survie du vaisseau. Pressurisés à 400 hPa, ils sont l'uniforme de tous les cosmonautes soviétiques depuis la mort de GT Dobrovolski, VI Patsaev et VN Volkov, justement à la suite d'une dépressurisation de *Soyouz* 11, le 30 juin 1971. Celui des Américains de la navette spatiale est pressurisé à 550 hPa, ce qui est un peu beaucoup, mais qui s'explique par la volonté d'établir un compromis entre les risques d'aéro-embolisme et des périodes de quasi-immobilité musculaire pouvant durer jusqu'à 6 h.

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME STANDARD

Les performances des systèmes autonomes de survie des scaphandres spatiaux reposent sur les caractéristiques suivantes :

Poids : 70 kg
Taille : 170 cm.
Surface du corps : 1,8 m²
Surface des alvéoles pulmonaires : 75 m²

Caractéristiques respiratoires
Volume pulmonaire : 5,6 l.
Volume vital : 4,3 l.
Volumes respiratoires :
— au repos : 7,5 l.
— activité légère : 20 l.
Consommation d'oxygène O_2 : 920 g/24 heures.
Production de gaz carbonique CO_2 : 1 000 g/24 heures.

Pertes énergétiques
Travail léger : 8,8 à 21,2 kjoules
Travail moyen : 27,8 à 33 kJ
Travail dur : 33,4 à 46 kJ
Travail très dur : 46 à 54 kJ
Travail exténuant : au delà de 59 kJ

Le scaphandre lunaire, du type de ceux qui furent utilisés lors des missions Apollo, ressemble beaucoup à l'extra-véhiculaire, mais il est prévu pour des contraintes thermiques beaucoup plus rudes ; ce qui nécessite un sérieux système de contrôle : pendant la durée du jour lunaire, son système de refroidissement doit évacuer 100 kcal/h supplémentaires, à cause de l'échauffement à 70°C de sa surface, alors que la nuit, il doit compenser la perte de 150 kcal/h à cause du refroidissement de sa surface à −15°C.

Les missions Apollo ont montré que le problème avait été brillamment résolu. Plus tard, il faudra étudier les scaphandres planétaires. Mais, ceci est une autre histoire.

Jean-René Germain




Pourquoi emprunter les cheveux des autres...
n'allez pas chercher ailleurs ce que vous possédez déjà

la chirurgie esthétique
vous fera retrouver en une intervention
simple - efficace et indolore
votre **VRAIE** chevelure
poussant naturellement souple et vivante,
s'éclaircissant au soleil et s'argentant avec l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

CLINIQUE DU ROND-POINT DES CHAMPS-ÉLYSÉES
(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)
61, AV. F.-D. ROSSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM .....
ADRESSE .....
.....
SV 12

36·15 Origine

l'émotion du passé

à la découverte de vos ancêtres

GENEALOGIE



CORRECTION DE LA VUE : DES LENTILLES POUR TOUS

(suite de la page 130)

Dr Saragoussi, assistant du Pr Pouliguen à l'Hôtel-Dieu et l'un de ceux qui, en France, en ont fait le plus. Les complications sont rares et les gênes les plus courantes consistent en des éblouissements au cours des quatre à dix mois après l'opération.

Le pourcentage de chance de récupérer une acuité visuelle de 5/10e au moins (ce qui permet de se passer de lunettes) est de 95 % pour les myopies faibles, comprises entre – 1 et – 3,50 dioptries ; elle n'est plus que de 65 % pour les myopies entre – 3,75 et 6 dioptries. Car ce n'est pas encore une intervention précise, si bien qu'une faible myopie peut être remplacée par une hypermétropie ; c'est le risque d'excès de correction. Dans le cas d'une forte myopie, la correction peut au contraire être insuffisante.

Le laser "Excimer" qui est sans doute appelé à remplacer le couteau à lame de diamant pour les incisions, devrait améliorer les choses : ce laser, qui n'est encore qu'expérimental, émet dans le spectre des ultraviolets à 193 nanomètres. Les photons très énergétiques qu'il projette sont capables de casser les liaisons entre les atomes de carbone des chaînes protéiques et les débris de matière sont éjectés. On dit qu'il y a photodécomposition.

La plupart des essais ont lieu sur des singes, bien que quelques expérimentations aient été tentées sur l'homme en Allemagne. Les spécialistes restent très prudents quant à son utilisation future. Si on arrive à mettre au point cette technique, la kératotomie radiaire pourrait devenir une intervention des plus banales. Mais pour le moment, on manque de recul pour apprécier la cicatrisation d'une cornée exposée au laser.

Et si l'on dispose bien d'une dizaine d'années en ce qui concerne la technique actuelle, ce n'est pas suffisant non plus pour juger de l'évolution à long terme de la cornée. Celle-ci ne sera-t-elle pas plus fragile en vieillissant ? D'où la prudence de la grande majorité des ophtalmologistes, qui tentent plutôt de dissuader les patients qui peuvent faire autrement. Seuls, ceux qui ne supportent ni lentilles ni lunettes, ou qui se réclament d'un impératif professionnel sérieux, trouvent grâce à leurs yeux. Ce n'est pas là excès de scrupules : le Dr Boyd qui a opéré quelque 3 000 patients aux Etats-Unis, vient d'annoncer publiquement, à un colloque à Bruxelles, en septembre dernier, qu'il arrêtait ce type d'intervention. Le citoyen américain recourt facilement au procès et le Dr Boyd a estimé qu'il avait eu suffisamment d'ennuis avec les avocats pour continuer...

Jacqueline Denis-Lempereur

LE SUAIRE DE TURIN NE SE REND PAS

(suite de la page 21)

ni par des hommes comme Jacques Evin, directeur du Laboratoire du radiocarbone à l'université de Lyon I, qui a pris part à l'élaboration du protocole. Même si le résultat les déçoit : Evin est catholique et membre de l'association "Montre-nous Ton Visage", qui a propagé le culte du suaire. Mais il est formel : le verdict de la science est sans appel.

Le plus curieux est l'attitude des commentateurs qui pensent ménager leur public en insistant sur la persistance d'un "mystère" — mot à forte connotation religieuse —, ou en hasardant une hypothèse horrible : les faussaires du Moyen Age auraient crucifié un homme pour fabriquer le suaire de Lirey. En sorte que l'empreinte qu'il porte resterait celle d'un homme qui a réellement souffert la Passion du Christ. Ce fantasme se heurte à trop d'invraisemblances pour qu'on ait la place de les rapporter ici.

Il n'y a pas non plus de mystère, mais seulement un problème comme celui qu'ont posé d'autres œuvres dont on a ignoré l'origine et le mode de fabrication. Dans le cas du suaire, la cause en est simple. Il s'agissait d'une relique sacrée entre toutes, qu'il n'était pas permis de toucher autrement que pour prélever sur ses bords quelques parcelles ou pour l'examiner à distance. La datation par le C 14 lève l'hypothèque. Il ne s'agit pas d'une relique, mais d'une œuvre d'art, qui peut être soumise sans inconvénient aux mêmes expertises — non destructives — que celles auxquelles on a soumis bien des tableaux inspirés par des scènes de la vie de Jésus.

Il ne manque pas de spécialistes à qui l'on pourrait confier une telle mission. Par exemple, ceux du CNRS. Il suffirait de deux ou trois infimes brins portant le mystérieux pigment, pour déterminer, par spectrographie, la nature de ce pigment.

Peut-être identifierait-on, sinon l'auteur, du moins la région où il a travaillé ; la compétition est ouverte entre la Champagne et Byzance, grande fournisseuse de fausses reliques. Selon le cardinal Ballestrero, l'Eglise reste « disponible à tout autre projet de recherche sur l'origine et la conservation des images du saint suaire ».

Michel Rouzé

(1) *Inquest on the Shroud of Turin*, édité par Prometheus Books, USA, 1988, 178 p. 12, 95 dollars.

(2) Dans 5 570 ans, un échantillon contenant aujourd'hui une quantité donnée de carbone 14 radioactif n'en contiendra plus que la moitié, c'est-à-dire 50 %. A force de désintégrations atomiques, l'autre moitié aura perdu au fil du temps sa radioactivité et se sera transformée en un élément stable. Au bout d'une nouvelle période de 5 570 ans, dite de "demi-vie", ces 50 % de carbone 14 restants se seront réduits encore de moitié ; il n'en restera donc que 25 % de la quantité originale. Et ainsi de suite. Pour connaître la date de la mort d'un objet qui fut un jour vivant — ossements découverts lors d'une fouille, coton ou lin devenus tissus, etc. —, il suffit de mesurer le rapport carbone 14/ carbone 12 (qui n'est pas radioactif et donc ne change pas), dans les restes de l'objet, puis de le comparer à ce même rappport dans l'atmosphère, où il ne bouge pas.

L'AVIATION
de la 2e guerre mondiale (1939-45) c'est :

1. **Invisibles vainqueurs, par Paul Martin.** OUI, il y avait des avions français en 1940 ! La Chasse seule abattit environ 600 ennemis "sûrs", 70% de plus que les trop célèbres Messerschmitt ! Après 20 ans de recherches, ce livre sensationnel rétablit la vérité. C'est un coup de tonnerre : **LA FRANCE PEUT ÊTRE TRÈS FIÈRE DE SON AVIATION DE 1940.** Un fort volume relié sous magnifique jaquette en couleurs, environ 500 pages très denses, y compris env. 200 photos rarissimes, 10 à 20 p. en couleurs (photos, tableaux), des récits palpitants. Parution imminente (décembre). Assurez-vous un exemplaire (numéroté) de ce livre qui va faire du bruit car il démolit les faux historiens. Prix 290 F, **franco 320 F.**

2. **Les premiers et les derniers, par Adolf Galland**, Général de la Chasse allemande. "Un classique... un "must"... le plus célèbre... humour... passionnant..." (les critiques unanimes). A. Galland est le seul haut responsable (tous pays) à s'être battu en personne. Souvent considéré comme le plus grand chasseur de 39-45, il rend un hommage remarqué à l'Armée de l'Air de 40 et nous raconte toute sa carrière UNIQUE, des records sur planeur au 1er chasseur à réaction du monde, ainsi que les opérations de la 2e GM : Pologne, France, Angleterre, Allemagne, etc. **Messerschmitt et Focke-Wulf au combat.** De nombreux auteurs tirent des informations justement de cet ouvrage "d'un intérêt évident". Un gros livre broché de 558 pages y compris 140 illustrations, texte très copieux et captivant. Belle couverture en couleurs. Ce livre n'est **PAS ÉPUISÉ !** 290 F, **franco 310 F.**

3. **Chasseurs à l'abordage, par Walther Dahl,** ancien chef de l'escadre de chasse spéciale JG 300 (Luftwaffe). Un combat extraordinaire : les FW 190 abattaient parfois des bombardiers quadrimoteurs par collision. L'auteur l'a fait ! (128 victoires, inspecteur de la Chasse de jour en 1945). Un beau livre relié sous belle jaquette en couleurs, env. 250 pages, nombreuses photos exceptionnelles. PARUTION IMMINENTE (janvier ou février). Commandez dès aujourd'hui cet ouvrage mémorable. 250 F, **franco 270 F.** Adressez vos commandes à :

Éditions Yves Michelet
St Pierre de Mailloc
14290 Orbec (joindre chèque ou mandat-lettre).

L'ESPACE QUATRE ÉTOILES

(suite de la page 109)

nenko, peu avant sa rentrée dans l'atmosphère, au sujet des ordres interminables qu'il recevait concernant le plan de vol. Les Soviétiques se préoccupent beaucoup du confort psychologique des équipages. Ils assurent le contact fréquent des cosmonautes par radio et télévision avec leurs amis et leurs familles ; des retransmissions vers la station orbitale d'émissions TV et de films ; des rencontres radio et TV entre les membres de l'équipage et les artistes et personnalités de leur choix. S'il y a une barrière pour le vol vers Mars, celle-ci ne peut être que psychologique, estiment les spécialistes soviétiques. Le sentiment d'être coupé de la Terre peut s'avérer redoutable.

Les vols habités de l'avenir dureront de plus en plus longtemps. Les projets de débarquement sur Mars impliquent un voyage aller de 9 mois à 3 ans, selon la position des astres. Il faut donc maintenant mettre au point des aménagements qui jusqu'à présent ne s'avéraient pas utiles. La serre spatiale, par exemple, pour faire pousser des végétaux en apesanteur (1). Une nécessité diététique pour les vols de très longue durée. Mais l'agriculture en microgravité n'est pas, non plus, une mince affaire ; imaginez un potager où la terre, les plantes, l'eau d'arrosage se promènent librement dans l'air, dans une sorte de lévitation incontrôlable. Les Soviétiques ont réalisé une serre rotative où est recréée la gravité, indispensable pour la reproduction végétale, dont le cycle ne peut se faire dans des conditions d'apesanteur. La rotation de la serre induisant une force centrifuge, le sol est maintenu contre les parois intérieures. Ce jardin carrousel ne servirait pas uniquement à produire une partie de l'oxygène et de l'alimentation nécessaire aux cosmonautes, il leur offrirait un lieu de réadaptation à la pesanteur terrestre, l'équivalent gravitationnel des caissons de décompression pour plongeurs.

Après la serre spatiale, une couveuse spatiale pourrait être embarquée pour l'approvisionnement en viande des équipages. Un prototype est à l'étude à l'Institut aéronautique de Moscou. L'appareil est composé de deux compartiments ; dans l'un d'eux, une centrifugeuse assure une pesanteur artificielle. On y conserve les œufs fécondés pendant 20 jours. Ils sont ensuite transférés dans l'autre compartiment, où ils éclosent en apesanteur. Les poussins sont alors placés dans des casiers à double paroi élastique ; de l'air comprimé, injecté dans la paroi, pratique sur les jeunes oiseaux un massage musculaire. La mangeoire et l'abreuvoir sont spécialement conçus pour servir en apesanteur. Plus de 200 poulets sont nés dans un modèle expérimental de cette couveuse, et se sont développés normalement. Leur qualité gustative est excellente, paraît-il.

Quand à l'aventure spatiale européenne, elle commence véritablement aujourd'hui, avec les projets Ariane 5, Hermès et Columbus. Deux astronautes français ont déjà volé en orbite : Patrick Baudry avec les Américains, Jean-Loup Chrétien avec les Soviétiques. La présence humaine sur Mars constitue le prochain grand défi de l'astronautique, que relèvera le début du XXIe siècle. La démarche logistique permettant à l'homme de gagner cette planète est déjà largement définie. Tout le monde, cependant, n'est pas d'accord sur la procédure. Pour les uns, une très grande station orbitale serait le meilleur tremplin pour se lancer sur Mars. D'autres pensent qu'une importante infrastructure établie sur la Lune fournirait la meilleure base de départ pour cette fabuleuse entreprise (***voir encadré p. 108***)

Youri Romanenko, un mois après son retour d'orbite, a dit : « Dans l'espace, je n'ai pas éprouvé de nostalgie pour la Terre. Il va falloir que les spécialistes étudient très attentivement ce phénomène... S'il y a nostalgie, c'est celle de l'espace qu'on ressent après la fin du vol. Ce sentiment est partagé par tous ceux qui ont connu le bonheur de l'apesanteur et admiré les couleurs impossibles à reproduire de l'espace. »

Alors, la question : ceux qui auront passé trois ans sur Mars, voudront-ils revenir ?

André Tapon

(1) Déjà les cosmonautes soviétiques consomment dans leur cabine orbitale de la ciboulette cultivée sur place.

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas).

Couverture : photo REA — p. 2 : T. Morin — P.P.P./NASA — A. Bordes/Explorer — J. Nickell ; p. 3 : A. Louchard — F. Bruemmer — J.P. Ferrero/Jacana ; p. 8 : D.R. — L. Douek ; p. 18 : D.R. — Lochon/gamma ; p. 20 : T. Morin ; p. 21 : T. Morin — Lochon/gamma ; p. 24 : J.-P. Adam ; p. 26 : J. Adamson/Sygma ; p. 28 : Keystone ; p. 29 : J. Adamson/Sygma ; p. 31 : Boyer-Viollet ; pp. 33 à 42 : F. Puig-Rosado ; pp. 45/47/48 : R. Sabatier ; p. 52 : C. Jégou ; p. 56 : M. Dehoky ; p. 60 : D. Pickerden/Sygma ; p. 62 : J.-J. Vincent ; p. 65 : Airbus Industries ; p. 66 : Pierce/Wheeler Pictures ; p. 69 : p. Lavie/Diagnostic Sleep Lab. ; p. 70 : Neptune Yachting ; p. 72 : American Psychiatric Association; p. 78 : Jacana ; p. 79 : Jacana — A. Meyer ; p. 81 : D. Lefebvre ; p. 82 : A. Meyer ; p. 83 : F. Bruemmer; p. 86 : Times Newspapers Ltd — Derimats/Jerrican ; p. 89 : G. Renson/CIRMF ; p. 91 : J.-P. Ferrero/Nature ; pp. 92/94 : DEC ; p. 99 : Ciccione/Rapho ; pp. 100/102/103 : M. Roux-Saget ; p. 101 : Guinberteau ; p. 104: DITE — APN ; p. 106 : Space Projects Group ; p. 107 APN — Space Projects Group ; p. 109 : J. Olive ; p. 110 : NASA ; p. 111 : C. Lacroix — NASA ; pp. 112/113 : C. Lacroix ; p. 114 : C. Lacroix -- F. Hibon/Sygma ; p. 115 : C. Lacroix — Francolon/Gamma ; p. 116 : C. Lacroix; pp. 118/119: Dao ; pp. 121/122/124/127 : N. Papamiltiadès ; p. 123 : R. Singh/ANA ; p. 125 : Dad/AP ; p. 128 : Essilor ; p. 130 : J.-J. Saragoussi ; p. 134 : T. Morin — D.R. — T. Morin ; p. 135 : T. Morin ; pp. 136/137/139 : T. Morin ; p. 138 : D.R. — L. Douek — D.R. ; p. 141 à 146 : M. Roux-Saget ; pp. 148/149 : M. Toscas/Galerie 27 ; pp. 164 à 167 : Dao.

Le directeur de la publication : Jacques DUPUY — Dépôt légal : n° 84007 — N° de Commission paritaire : 57284 du 15 décembre 1975
Photocomposition : Imp. Ponsing A. F/67300 Schiltigheim — Photogravure et impression : Imp. Alsacienne Jean Didier F/67200 Strasbourg — Printed in France


FINEST SCOTCH WHISKY
WILLIAM GRANT & SONS
70 cl
GRANT'S
LA TENTATION
EST GRANDE.
FINEST SCOTCH WHISKY
SACHEZ APPRÉCIER ET CONSOMMER AVEC MODÉRATION.

TRÈS CIGARE ... ET LÉGER



PLANTEROS LÉGER 20 PETITS CIGARES