

SCIENCE & VIE

LE DÉFI DE SCIENCE & VIE :
1.000.000 F SI LA MÉMOIRE
DE L'EAU EXISTE (page 29)

MENSUEL

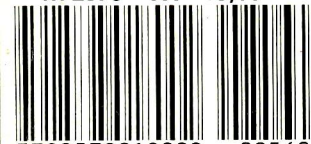
N° 856

JANVIER 1989

L'AVION FURTIF : PRESQUE SON POIDS D'OR

LES FRANÇAIS
"CAMÉS" AUX
TRANQUILLISANTS

M 2578 - 856 - 18,00 F



3792578018002 08560

\$ can 3.50 - 550 Ptas - 480 Esc - 18.50 Dh - 2.300 Dt - 4000 L - USA NYC \$ 3.75 OTHER \$ 3.95 - RCI : 1370 CFA

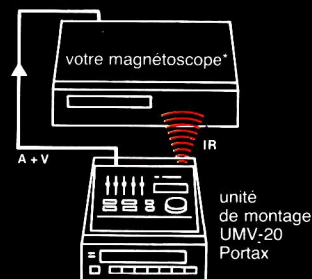
130 FB - 5.20 FS



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

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 GUEREAULT
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



ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple
1430 FB - 1 an couplé 1910 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1080 BRUXELLES

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

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

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

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

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

1 AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F

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

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

• Veuillez m'abonner pour :

☐ 1 an ☐ 1 an + hors série
☐ 2 ans ☐ 2 ans + hors série

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

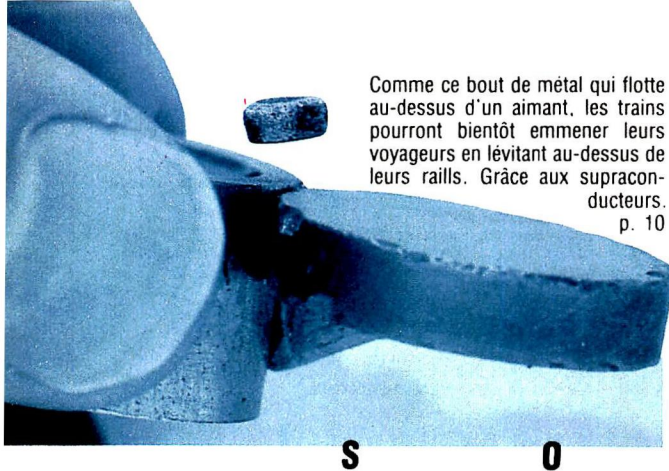
Ville.....

Pays.....

Profession.....
(facultatif)

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

SV856



Comme ce bout de métal qui flotte au-dessus d'un aimant, les trains pourront bientôt emmener leurs voyageurs en lévitant au-dessus de leurs rails. Grâce aux supraconducteurs.

p. 10

TDF-1 et Astra, qui viennent d'être mis en orbite au-dessus de l'Europe, proposent 20 nouveaux canaux de télévision aux candidats à de nouvelles chaînes. Pourquoi ceux-ci hésitent-ils ?

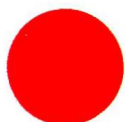
p. 102



M

M

A



SAVOIR

Forum

L'envol des supraconducteurs

Hélène Guillemot

La mémoire de l'eau

Pierre Rossion

Les Français camés aux benzodiazépines

Jacqueline Denis-Lempereur

Les trous noirs font leur cinéma

Hervé Laurent

Des Olmèques aux Aztèques

Alexandre Dorozynski

Le dictionnaire de nos gènes : premières pages en 1996

Didier Dubrana

Schizophrénie : une affaire de gènes

Christine Lefèvre

L'oursin devient chauve

Edgar Gärtner

Les nouvelles serres conservatrices du Museum

Frédéric Blassel

Échos de la recherche

Dirigés par Gerald Messadié

4

10

22

30

44

50

56

60

62

66

73

L'avion furtif : une aile volante

Germain Chambost

80

La navette soviétique : des photos jamais vues

Jean-René Germain

90

Un mini-chasseur de chars télécommandé

Renaud de La Taille

98

La guerre des satellites aura-t-elle lieu ?

Henri-Pierre Penel et Roger Bellone

102

Le beaujolais prématuré

Yves Cinotti

108

Echos de l'industrie

Dirigés par Gérard Morice

115

Des marchés à saisir

120



Colorier les films noir et blanc ? Cinéastes et cinéophiles sont contre. Ceux qui y voient un fabuleux marché en perspective sont pour... et disposent d'une technique au point.

p. 122

Le beaujolais nouveau est-ce tout à fait un vin ? Pour arriver coûte que coûte à le mettre sur le marché le 15 novembre, les producteurs n'hésitent pas à bousculer la nature.

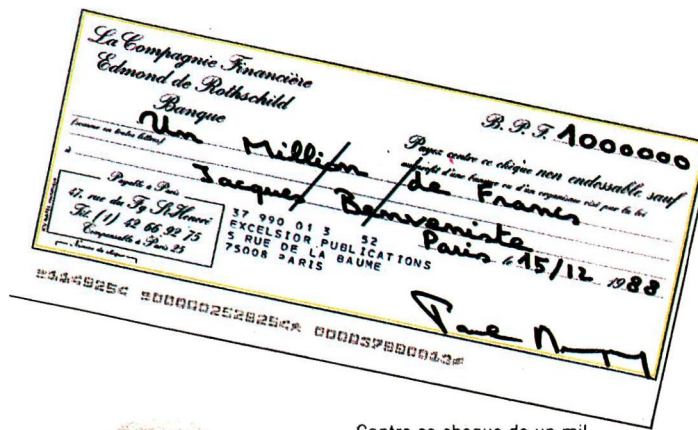
p. 108



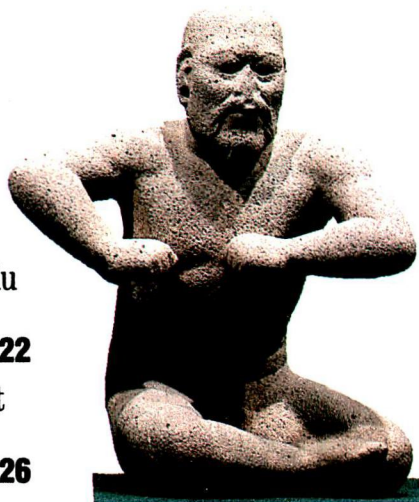
Encart Encyclopædia Universalis
4 pages, entre la 2^e de couverture et la page 1



L'oursin n'est pas encore au bord de l'extinction, mais les menaces qui pèsent sur lui risquent bien d'en interdire la consommation. p. 62



Contre ce chèque de un million de francs (nouveaux, bien sûr), *Science & Vie* met le Dr Benveniste au défi de prouver la "mémoire de l'eau" en se soumettant au protocole expérimental classique. p. 29



Des fouilles récentes au Mexique font remonter la civilisation olmèque à 3 500 ans, soit plus de cinq siècles plus tôt qu'on ne croyait jusqu'ici. p. 50

UTILISER

Vieux films : la couleur à l'assaut du

noir et blanc
Corinne Gonthier **122**

Visioconférence : le nouvel art de communiquer
Henri-Pierre Penel **126**

Des tissus qui copient la peau
Laurent Douek **130**

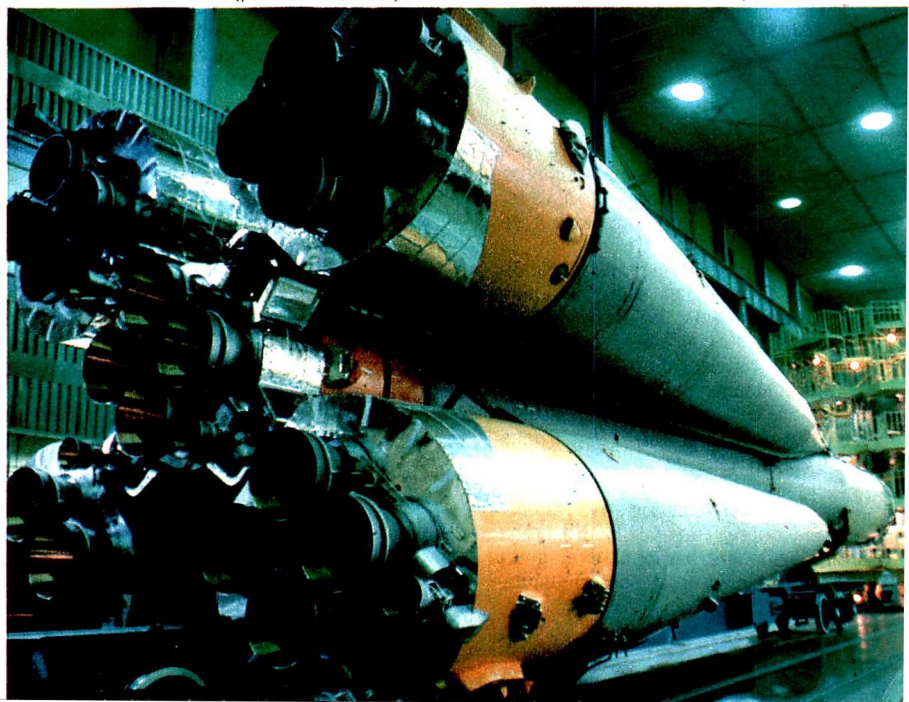
Science & Jeux
Gilles Cohen, Yves Delaye, Renaud de La Taille et Henri-Pierre Penel **132**

Science & Vie a lu pour vous **144**

Échos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **154**

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

Jamais personne en dehors des Soviétiques directement concernés n'a encore vu cette fusée Semiorka. Ni la navette russe Bourane après son retour de l'espace, elle aussi gardée des regards indiscrets (photos à l'intérieur). p. 90



FORUM

La vie après la vie

J'aimerais avoir votre avis sur une question qui me passionne depuis bientôt quatre ans (j'en ai quinze), et qui semble être d'actualité, nous écrit M.N.R., de Ste-Foy-lès-Lyon. Il s'agit de "la vie après la vie". Ce passage (notre correspondant veut sans doute parler du passage supposé de la vie à la mort) est toujours décrit de la même manière par des personnes mortes cliniquement, mais ensuite réanimées : toutes flottaient au-dessus de leurs corps physiques, elles étaient immatérielles et se sont parfois élevées très haut dans le ciel, puis ont pénétré dans une autre dimension (cf. les trois derniers ouvrages du Dr Raymond Moody, dont le dernier vient de paraître chez Laffont). Accordez-vous crédit à cet auteur ? Dans l'article sur les zombies du Dr Jacqueline Renaud (voir n° 854), nous trouvons cette phrase : «...Il se sentait flotter au-dessus de sa tombe ». N'est-ce pas l'existence d'un corps "astral" séparé du corps charnel ?... Ce lecteur nous demande ensuite ce que nous pensons des ouvrages du Lobsang Rampa, qui aurait reçu à ce sujet des informations, et requiert également notre avis à ce sujet.

Il est piquant de parler d'actualité à propos d'un sujet aussi métaphysique que la survivance de l'esprit. Jusqu'à plus ample informé, il convient de préciser que la mort clinique ne signifie certes pas que le cerveau ait été mort, c'est-à-dire qu'il ait cessé d'être irrigué pendant plus de quinze minutes ; en effet, les tissus cérébraux commencent à s'altérer très rapidement après l'arrêt de la circulation sanguine et, au bout d'un quart d'heure environ, ils sont irrémédia-

blement endommagés (sauf dans quelques cas, très rares, où, à la suite d'une chute dans l'eau glacée, le sujet a été mis en état d'hibernation forcée et où ce délai a pu se trouver prolongé). Il faut en déduire que les sensations et images de flottement au-dessus du corps sont le produit d'une activité cérébrale localisée dans la boîte crânienne et dans les neurones, et non ailleurs. Il s'agit là, tout comme les rêves, où les sensations et images d'apaisement sont d'ailleurs si fréquentes, d'une représentation mentale comme une autre. Rien ne permet de leur prêter la moindre valeur objective, étant donné que rien ne permet de dire qu'il puisse y avoir une activité mentale sans support neuronal. On n'a pas la moindre preuve de pensée sans support matériel. Voilà pour la réalité du "corps astral". Il n'en demeure pas moins que ces récits de gens réanimés présentent un intérêt psychologique, puisqu'ils indiquent que les altérations de la conscience induisent des images qui présentent des points constants.

En ce qui concerne le Lobsang Rampa, inventeur de la fiction du "Troisième œil", il faut rappeler qu'il s'agit d'un Anglais qui a pris ce pseudonyme exotique pour proposer à un public, hélas trop crédule, un astucieux assortiment de mythes et fabrications nappées d'une sauce autobiographique douteuse.

Poids et masse

M.M.D., de Maubeuge, s'étonne : Les médias viennent d'annoncer que les deux cosmonautes soviétiques qui tournent dans l'espace depuis près d'un an ont subi une

légère modification de poids, l'un ayant gagné plus d'un kilo et demi, l'autre ayant perdu deux kilos. Je croyais qu'en navigation spatiale, la notion de poids s'efface. Seules subsistent des masses, soumises à deux forces égales et opposées : la force centrifuge résultant de la vitesse de rotation sur l'orbite circumterrestre dans un sens, la force d'attraction terrestre de l'autre, qui doit décroître au fur et à mesure qu'on s'éloigne du niveau de la mer... Dans ces conditions, parler de poids est un non-sens.

Les cosmonautes sont soumis à une surveillance médicale terrestre par des appareils radio, susceptibles d'enregistrer les variations de leurs masses, qui se traduisent donc par des variations de poids.

Les origines du Sida

Postulant que les deux ou trois virus reconnus du Sida dériveraient du singe, M.A.B., de Fleury-Mérogis, nous demande, dans une assez longue lettre qu'il ne nous est pas possible de reproduire ici, s'il y a en Afrique un groupe de chercheurs français qui observent les singes dans la nature à des fins médicales et diététiques (ce correspondant soupçonne que chez le singe même, l'infection pourrait être due à son régime alimentaire) et pourquoi l'on s'attache à vouloir guérir le Sida au lieu d'en chercher l'origine.

Il faut donc rappeler que, s'il y a effectivement "un Sida des singes", il est formellement démontré qu'il n'a aucun rapport actuel avec les virus HIV de l'homme. Le virus SIV du singe et le virus HIV de l'homme, tout comme certains lentivirus humains, tels que le visna, ont sans doute eu une origine commune, mais c'était des millions d'années auparavant. La piste du singe n'est donc plus suivie, en Afrique comme ailleurs, et on espère que les souris greffées (voir "Une souris-homme pour guérir le Sida", *Science & Vie* n° 854) fourniront le modèle animal que le singe n'a pas pu constituer, puisque le singe auquel on inocule le virus humain ne "fait" pas de Sida, même s'il fait

(suite du texte page 6)

GARDEZ INTACTES LES PERFORMANCES DE VOTRE MOTEUR.



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

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

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

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

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

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

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

Nom _____

Adresse _____

Ville _____

Code Postal _____

SV8804



des anticorps. Il est en tous cas pratiquement exclus, pour le moment, que ce soit le régime alimentaire qui ait pu infecter le singe. Enfin, rien ne servirait d'établir l'origine des virus humains, puisque la maladie est là ; l'essentiel est de trouver les moyens pour la combattre. L'extrême variabilité du virus HIV laisse actuellement croire que c'est un virus qui a effectué une mutation brusque il y a quelque trente ou quarante ans, en raison de facteurs inconnus. Le cas n'est pas rare et nous avons, il y a quelque temps, rappelé l'extraordinaire virulence du virus de la "grippe espagnole", qui décima en six mois une vingtaine de millions d'humains, se propageant irrésistiblement à travers le monde.

Un énervement superflu

Nous sommes tancés par M.B.C., de Nantua, pour avoir tardé à répondre à une lettre sur une affaire que nous supposions désuète, celle des traitements prétendument anticancéreux de Jean Solomides.

La direction et la rédaction de Science & Vie reculeraient-elles devant l'étude de l'œuvre du Dr Jean Solomides, proposition qui a fait l'objet d'un texte officiel, dans le cadre d'une mission ministérielle (Codema), sous le secrétariat d'Etat d'Edmond Hervé, ainsi que je vous en ai informé dans ma lettre du 5-VII-88. M.C. trouve que notre silence est significatif. Plutôt que d'étudier l'œuvre de J. Solomides, Science & Vie préfère la diffamer. Enorme simplification...

Enorme simplification, en effet. D'abord, notre mission n'est pas d'étudier des produits tels que les physiатrons synthétiques du Dr Solomides ; c'est l'affaire d'organismes scientifiques équipés pour cela. Ensuite, M Edmond Hervé, alors qu'il était secrétaire d'Etat à la Santé, nous a fait sur des produits tels que ceux-là des déclarations sans ambiguïté, publiées dans *Science & Vie* Hors série de mars 1985 consacré aux médecines parallèles : « Ni le laetirle, ni les physiатrons n'ont reçu d'autorisation de mise sur le marché de la part du Ministère... Quant

aux physiатrons, les producteurs n'ont jamais accepté de déposer un produit sérieux et de soumettre ce produit aux règles de contrôle scientifique et d'expérimentation appliquées aux produits pharmaceutiques pour lesquels une autorisation de mise sur le marché était sollicitée : tout se passe comme si l'illégalité était pour eux un procédé publicitaire. Une nouvelle plainte a été déposée ; il appartiendra à la Justice de se prononcer. Nous ne pouvons pas accepter la libre commercialisation de tels produits, dont la preuve de l'efficacité n'a jamais été faite, alors que leur emploi a parfois empêché certains malades d'avoir recours à des médicaments qui auraient pu être efficaces, ce qui a constitué pour eux une perte de chance de guérison. »

Il est donc abusif de prétendre exciper d'un "texte officiel" et d'une bienveillance ministérielle, alors que les textes sont exactement opposés. Nous persistons à dire qu'il n'y a rien dans les physiатrons, jusqu'à plus ample informé, et cet "informé"-là tarde à venir... Beaucoup de gens ont prétendu avoir trouvé un remède contre le cancer. Outre Solomides, citons pour mémoire l'inénarrable Wilhelm Reich, psychanalyste aberrant, qui assurait avoir identifié au microscope les bacilles T responsables de la maladie, qu'il "guérissait" avec un "condensateur d'énergie cosmique" ou "orgone"... Nous avons des sujets plus sérieux à étudier.

La dernière Saint-Sylvestre du siècle

M.M.J., de Landerneau, qui n'a sans doute pas suivi les diverses références faites dans ces colonnes à la date réelle à laquelle s'achèvera le XX^e siècle, nous remercie d'avance de lui *confirmer ou infirmer que le XXI^e siècle débutera le 1^{er} janvier 2001 et non le 1^{er} janvier 2000.*

Nous le redisons volontiers pour ce lecteur et ceux, encore nombreux, qui nous écrivent à ce sujet : le XXI^e siècle commencera bien le 1^{er} janvier de l'an 2001. De même qu'une décennie s'achève à la der-

nière minute de la dernière heure du dernier jour des dix ans, un siècle s'achève à la dernière minute de sa dixième décennie, c'est-à-dire que ce siècle s'achèvera à la Saint-Sylvestre du 31 décembre 2000.

Les lecteurs sont sans pitié

Qu'il est difficile d'être vigilant, écrit M.J.B., du Palais de la Découverte, à Paris (qui n'avait pas encore lu, à propos, notre article sur la vigilance !) : *je viens de feuilleter Science & Vie de novembre où je trouve, dans un article de Jean-Michel Bader, un encart intitulé : "Une molécule de morphine dans une piscine", qui commence par : « c'est ce que peut déceler la machine... ». Je ne vois que trois hypothèses possibles :*

- J.-M. Bader a beaucoup de chance et l'échantillon qu'il analyse contient précisément la précieuse et unique molécule ;

- il analyse au spectromètre de masse l'intégralité de la piscine, centimètre cube par centimètre cube ;

- ou, enfin, J.-M. Bader (et Science & Vie) adoptent les vues de Benveniste sur les hautes dilutions et la mémoire de l'eau !

Bien sûr, je plaisante, mais une donnée numérique (concentration minimale détectable) me semble plus appropriée qu'une métaphore ou une image spectaculaire... surtout en ces temps polémiques.

M.B., lui, est vigilant. En effet, le titre de la légende sur le spectromètre de masse pouvait prêter à confusion, car on ne fait pas passer au spectromètre de masse l'intégralité de l'eau d'une piscine pour y détecter une molécule de morphine. Une série d'opérations préliminaires permet de concentrer sur des colonnes de chromatographe solide les échantillons, pour y déceler une concentration minimale détectable.

Mais enfin, il serait intéressant de passer, en effet, l'intégralité d'une piscine au spectromètre de masse. Si M.B. veut bien nous prêter main forte pour transporter les seaux...

(suite du texte page 8)

comment j'ai réussi facilement à parler l'anglais alors que je n'en connaissais pas un mot il y a encore 3 mois

*Voici un témoignage qui montre que l'apprentissage d'une langue
peut se faire maintenant en un temps record:*

Je viens de converser pendant une demi-heure avec un anglais. C'était passionnant et j'étais fou de joie. Pourtant, il y a trois mois je ne connaissais pas un mot d'anglais. Comment cela est-il possible? Tout simplement parce que l'on a maintenant compris comment un enfant apprend sa langue maternelle sans aucun effort. On a appliqué les mêmes principes à l'étude d'une langue étrangère, mais comme on s'adresse à des adolescents ou des adultes, il ne faut que quelques mois pour parler anglais ou allemand au lieu de quelques années chez l'enfant. Cependant, le résultat est le même: avec cette méthode, vous ne traduisez pas du français en anglais ou en allemand, mais vous transformez immédiatement votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français. Il n'y a que de cette façon que l'on peut véritablement parler l'anglais ou l'allemand.

Des résultats stupéfiants. Personnellement, j'ai été étonné des résultats. J'ai constaté qu'en associant le texte et l'image au son, la méthode réflexe-orale (c'est son nom) grave profondément la langue dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. J'ai été étonné de m'apercevoir qu'après quelques mois d'étude, cette méthode permet de parler sans chercher ses mots et de comprendre la radio, les films ou la télévision. Les leçons sont simples, agréables et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé avec des exemples.

Rien à apprendre par cœur. La méthode m'a paru aussi très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous pourrez, vous aussi, le constater avec la cassette ou

le disque d'essai gratuit) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Il n'y a jamais rien à apprendre par cœur et rapidement, j'ai pu comprendre l'essentiel d'une conversation, d'une émission de radio ou d'un article de journal. Ensuite, on constate que l'on «pense» directement dans la langue.

Jamais je n'imaginai être capable de parler l'anglais en si peu de temps. Des anglais m'ont d'ailleurs dit qu'ils croyaient que j'avais séjourné longtemps en Angleterre. J'ai été étonné aussi, de voir combien il est pratique d'étudier seul, au moment de son choix (moi, j'étudiais le soir, au lit, juste avant de m'endormir). Après deux mois d'étude, je me sentais déjà «débrouillé» et maintenant quelque temps après, je peux dire que je suis capable de converser.

Un accent excellent. Mon accent est impeccable, paraît-il; ce n'est pas surprenant, car les cassettes (ou les disques) ont été enregistrées par des comédiens ou speakers de la radio ayant une prononciation parfaite. C'est

leur prononciation que je reproduis instinctivement.

Dans mon métier, comme dans beaucoup d'autres aujourd'hui, la connaissance d'une langue est un atout extraordinaire. Je possède maintenant cet atout. Je ne peux que vous conseiller d'en faire autant.

Votre première leçon gratuite. Vous pouvez d'ailleurs essayer gratuitement et sans risque la méthode réflexe-orale, grâce à la cassette d'essai qui vous est offerte gratuitement ci-dessous. Ne soyez pas de ceux qui remettent à plus tard. Si vous n'agissez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Au contraire, si vous agissez maintenant, vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans trois mois. Rien ne peut vous rapporter autant que l'étude d'une de ces langues.

Alors commencez par renvoyer le coupon ci-dessous.

*(Texte réalisé avec le témoignage de
M. P. H... de Lyon.)*

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

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

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

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

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

Mon nom: Prénom:
(majuscules SVP)

Mon adresse:

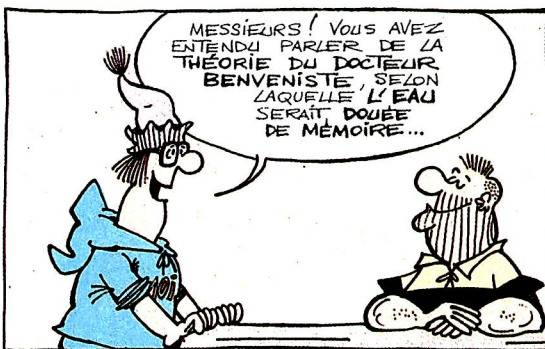
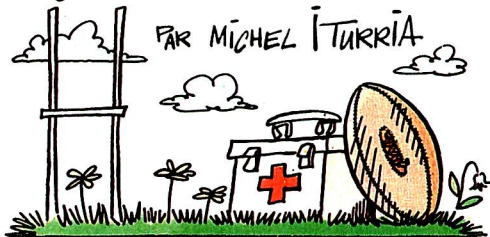
Code postal: Ville:



A 15 M

LES RUBIPEDES

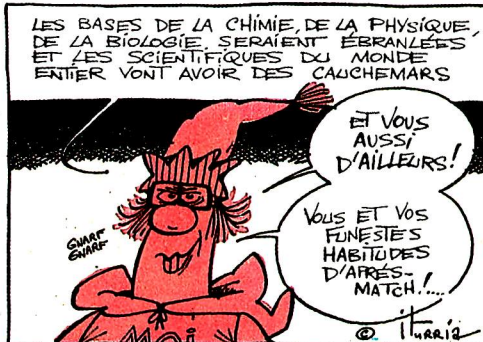
PAR MICHEL ITURRIA



L'EAU A GARDÉ LE "SOUVENIR" DE MOLECULES QUI À LA SUITE DE DILUTIONS RÉPÉTÉES ONT FINI PAR DISPARAITRE

ÉTONNANT NON ?..

D'APRÈS LE DOCTEUR TOUT ÇA S'EXPLIQUERAIT PAR UNE HISTOIRE DE CHAMPS ÉLECTRO-MAGNÉTIQUES,



Une tournée qui ne coûte pas cher

Un lecteur de Tournefeuille, M.M.C., nous adresse cette bande

dessinée, spirituelle et bien informée, parue dans Sud-Ouest Diman-

che et due à l'humoriste Michel Iturria ; elle se passe de commentaire.

Effet Doppler, relativité et sifflet du chef de gare

Il semble que, dans la littérature sur l'astronomie, on attribue généralement le décalage vers le rouge du spectre des galaxies (red shift) à un effet Döppler, et bien des interprétations différentes en ont été données, écrit M.D.V., de Rombas. Cependant, lorsque l'effet Döppler est invoqué, les explications de cet effet donnent toujours lieu à la fameuse expérience du train qui passe en sifflant devant un observateur immobile sur le quai d'une gare. L'observateur constate un abaissement brusque « de la fréquence du son au moment où le train le croise ». Je ne conteste pas l'observation acoustique de l'effet Döppler, ni son expression mathématique, mais je constate néanmoins que le rai-

sonnement employé est basé sur les vitesses absolues (par rapport au milieu de propagation, qui est généralement l'air) et sur l'additivité des vitesses. Nous sommes donc en présence d'un raisonnement qui s'appuie sur la mécanique classique. Appliquer ce même raisonnement à un rayon lumineux (cas du red shift) me paraît cependant erroné si l'on se réfère à la théorie de la relativité restreinte d'Einstein. » Dans cette théorie, poursuit M.V., les vitesses ne s'additionnent plus, et il n'existe plus de vitesses absolues, ni de milieu de propagation, vu l'absence d'"éther". Seules les vitesses relatives sont en jeu et l'on considère la vitesse de la lumière comme indépendante des mouvements relatifs de la source et de l'observateur. Autrement dit, quelles que soient les vitesses relatives, on ne peut pas considérer, par exemple, que l'"observateur s'éloigne des ondes lumineuses" s'il s'éloigne de la source et que, donc, « sa vitesse relative par rapport à la lumière augmente

de sa propre vitesse », ce qui entraîne un décalage vers le rouge de son spectre. Je constate que ce type de raisonnement apparaît dans nombre d'ouvrages sérieux sur l'astronomie. J'aimerais bien connaître votre avis sur le sujet.

Le raisonnement de M.V. est astucieux mais pêche par un point : pour l'observateur du train, debout sur un quai, la vitesse du son est bien de 330 m/s quelle que soit la vitesse du train. Par contre, la fréquence sonore est modifiée (effet Döppler) par la vitesse du mobile qui émet le son. De même, pour un observateur sur la Terre, la vitesse de la lumière est bien de 300 000 km/s quelle que soit la vitesse de la source lumineuse, mais sa fréquence est modifiée par cette vitesse. La théorie de l'univers en expansion a encore de beaux jours.

Par ailleurs, dans sa lettre, relativement longue, M.V. avance qu'on n'a jamais observé de décalage vers le bleu ; cela n'est pas exact, on a plusieurs fois observé un tel décalage. ●

AMSTERDAMER



8^F
50

TABAC A ROULER
BLOND AROMATIQUE

L'événement le plus génial
de l'année !

Physique

L'ENVOL DES SUPRACONDUCTEURS

Certes, les médias, avaient célébré à grands cris, il y a deux ans déjà, la découverte des nouveaux matériaux qui laissent passer le courant sans résistance. C'était à qui décrirait le mieux les bouleversements que cette supraconductivité promettait à la vie quotidienne et à l'industrie. Ce qu'on sait peut-être moins, c'est que, contrairement à ce qui se passe d'habitude, l'enthousiasme des scientifiques a dépassé celui des médias. En 88, le nombre des chercheurs travaillant sur le sujet a été multiplié par 100 ! Les résultats concrets ne se feront pas attendre.

L'événement scientifique vedette de l'année 1987 fut sans conteste le grand bond en avant des supraconducteurs à haute température.

Ces matériaux ont la faculté de laisser passer le courant électrique sans aucune résistance, donc sans pertes. Autrefois (il y a 3 ans...) cet exploit n'était possible qu'à des températures extrêmement basses, proches du zéro absolu ; or dans les nouveaux "supra", la température à laquelle la résistance disparaît, appelée température critique, s'est brusquement élevée : c'était tout à fait inespéré et, en cette fin de l'année 1986, cela fit l'effet d'une bombe.

Dès lors les "supra" ont tenu le devant de la scène sans relâche, de l'hiver — quand ont surgi les premiers supraconducteurs à l'azote liquide — jusqu'à l'automne, avec le couronnement par le prix Nobel de physique 1987 des deux "pères" du phénomène, Alex Müller et Georg Bednorz.

La "couverture médiatique", bien qu'exceptionnelle pour un événement scientifique, est restée

modeste au regard de la frénésie qui s'est emparée du milieu des physiciens cette année-là. Du jamais vu : une avalanche d'articles submergeant les revues les plus cotées, des séminaires archi-combles et survoltés, la brusque multiplication par 100 du nombre de chercheurs travaillant sur le sujet... toute cette agitation a porté ses fruits : en quelques mois de nouveaux matériaux supraconducteurs sont découverts à un rythme soutenu, avec des températures critiques de plus en plus élevées, des données expérimentales sont publiées en rafale, ainsi que tout un éventail de modèles théoriques différents pour expliquer le nouveau phénomène.

Mais ce qui a sans doute motivé aussi bien l'enthousiasme des médias que la fièvre des chercheurs, ce sont les innombrables perspectives d'application des supraconducteurs à haute température dans l'électronique, l'électrotechnique, l'informatique, les transports. Les industriels et les politiques ont eux aussi réagi rapidement, à coup de subventions et de millions de dollars, en particulier au Japon et aux Etats-Unis. Car un rêve désormais devenait



L'effet le plus spectaculaire de la supraconduction : la lévitation magnétique. Au Japon, un train existe déjà, qui flotte sur ses rails.

accessible : le supraconducteur à température ambiante. Pourquoi, en effet, les températures critiques s'arrêteraient-elles en si bon chemin ? Le futur supraconducteur, qui se passerait totalement de système de réfrigération, bouleverserait notre vie quotidienne, créerait de formidables marchés industriels. C'est lui que physiciens et chimistes cherchaient dans leurs expériences ; et une théorie complète de la supraconductivité devrait dire si un tel matériau est concevable et, le cas échéant, en donner la formule...

Plus d'un an après, où en est-on ? Le supraconducteur à température ambiante n'a pas été trouvé. On n'a pas non plus vu s'imposer "la" théorie globale expliquant et prédisant toutes les caractéristiques des nouveaux supraconducteurs, si bien qu'on ne peut toujours pas dire si la supra sans réfrigération est possible ou non. Mais il n'y a rien d'étonnant à cela, et les espoirs ne sont pas retombés : les températures critiques continuent de grimper, de nouveaux matériaux apparaissent, les modèles théoriques se peaufinent ; simplement les "révolutions" comme celle de 1986-87 sont l'exception, non la règle ; il ne faut sans doute pas espérer un autre événement de cette envergure à court terme, que ce soit dans l'expérience ou dans la théorie. L'heure est plutôt aux expérimentations minutieuses, au rassemblement de données. Mais avant d'évoquer la situation actuelle, revenons à l'histoire de la supraconductivité.

Elle a été découverte presque par hasard en 1911 par le Suédois Kammerlingh Onnes, grand spécialiste des techniques du froid. Le premier, il réussit à liquéfier l'hélium à -269°C (soit 4 kelvins, ou 4 K, c'est-à-dire 4°C au-dessus du zéro absolu, qui est à -273°C) donnant ainsi accès aux températures les plus basses ; et c'est en étudiant du mercure à 3 K qu'il constata la disparition de toute résistance électrique. Il reçut le prix Nobel, en 1913, pour avoir, le premier, mis en évidence la conductivité

totale, ou supraconductivité : un phénomène alors tout à fait inexplicable, et qui devait le rester longtemps.

Mais d'abord, qu'est-ce que la résistance d'un conducteur électrique, et qu'est-ce que le courant électrique ? Un matériau est conducteur (un métal par exemple) quand les électrons les plus externes de ses atomes ne sont plus liés aux noyaux, et peuvent se promener librement dans tout le réseau atomique. Lorsqu'on applique une différence de potentiel (avec un générateur) à un métal conducteur, tous ces électrons sans attache se déplacent dans le même sens (du pôle négatif vers le pôle positif), formant un courant électrique. Mais n'allez surtout pas vous imaginer que les électrons filent à la vitesse de la lumière, ou presque : ils ne font même pas du 1 mm/s, soit moins de...3,6 m à l'heure ! Néanmoins, le courant, lui, se propage très vite parce que le fil, ou le métal en général, est plein d'électrons libres, et lorsque s'établit la différence de potentiel, ils se mettent tous en branle ; un peu comme quand on ouvre le robinet d'un tuyau d'arrosage : si le tuyau est plein, l'eau sort tout de suite,

DANS UN "SUPRA", LE COURANT

Dans un métal idéal, au zéro absolu, les atomes sont rigoureusement alignés (**dessin 1**, atomes **A-B-C**) et à leur place précise dans la structure cristalline. Cet alignement permet à un courant électrique de s'écouler sans résistance, car les électrons, qui se déplacent dans la matière sous forme d'onde, ne sont pas perturbés dans leur flux, qui est alors rectiligne (**0-A-B-C**).

Dans la réalité pratique, les atomes ne sont jamais alignés (**dessin 2**, atomes **A-B-C**) du fait de l'agitation thermique. L'onde électronique est alors constamment déviée, "ricochant" entre les atomes. Lorsqu'on lance un courant dans le métal (par exemple en faisant varier un champ magnétique dans le voisinage de l'échantillon), on force une majorité des électrons à se diriger dans le sens de ce courant. Mais cette majorité diminue peu à peu du fait de ces multiples réflexions (**0-A-B-X**) et réfractions (**0-A-B-C**) des ondes électroniques dans le conducteur, qui se comportent sur les irrégularités du réseau atomique comme des ondes lumineuses arrivant de biais sur une vitre.

Cet affaiblissement progressif est le phénomène habituel de résistance électrique, qui explique que l'on doive maintenir une différence de potentiel pour qu'un courant circule dans un fil électrique.

Dans les corps supraconducteurs, les électrons sont regroupés en paires : à chaque électron se déplaçant dans une di-

rection, correspond à tout instant un électron "jumeau" se dirigeant en sens opposé sur la même trajectoire. Lorsqu'on soumet un circuit supraconducteur à une variation de champ magnétique, il s'y produit une accélération des électrons dans un sens (**dessin 3**, **0-A-B-C**, arcs de cercle symboliquement plus rapprochés), et une décélération dans le sens opposé (**0'-B-X**, arcs de cercle plus espacés).

Et la résultante du courant électrique ainsi produit continuera à circuler indéfiniment, sans être freinée comme c'est le cas dans un conducteur classique. Pourquoi ?

Parce que, grâce à l'appariement d'électrons décrit ci-dessus, toute perte que subit une onde électrique, par réflexion sur un atome, est compensée instantanément par le renforcement dû à la réflexion, sur le même atome, de l'onde électronique venant en sens opposé. Ainsi, sur notre dessin schématisé, l'onde rouge **0-A-B** a perdu, par réflexion, en **B**, une partie de son intensité — symbolisée par la largeur des arcs de cercle — et continue affaiblie vers **C** ; mais cette perte est compensée — ajouts bleus — par la réflexion en **B** de l'onde opposée à **0-A-B** et venant de **0'**. La résistance due aux irrégularités du réseau atomique du supraconducteur est ainsi annulée, et le courant peut circuler indéfiniment dans le circuit.

mais cela ne veut pas dire que la goutte qui vient de passer le robinet est déjà arrivée au bout du tuyau : elle n'y parviendra que beaucoup plus tard !

Mais pourquoi les électrons avancent-ils aussi lentement ? Parce qu'ils n'arrêtent pas de se cogner aux atomes, ou plutôt aux ions du métal (les ions sont des atomes auxquels il manque un ou plusieurs électrons et qui se retrouvent ainsi avec une charge électrique positive ; dans un métal conducteur, des électrons quittent leurs atomes pour devenir "libres" et ces atomes deviennent donc des ions). Donc, les électrons rebondissent contre les ions du réseau, et c'est ce phénomène qu'on appelle résistance. Car les ions métalliques ne sont pas bien alignés au garde-à-vous pour laisser passer les électrons : ils vibrent, d'autant plus que la température est élevée, et gênent le passage du courant. Les électrons, dans les collisions avec les ions du réseau, perdent de l'énergie sous forme de chaleur : c'est l'effet Joule.

Les supraconducteurs échappent donc miraculeusement à ces inconvénients : pas de résistance, pas de perte d'énergie. Et en 1933, les Allemands

Meissner et Ochsenfeld observaient chez ces matériaux un autre comportement bien étrange : placés au-dessus d'un aimant, ils se mettent à léviter ; autrement dit ils sont toujours repoussés par les champs magnétiques (et jamais attirés, quelle que soit la face de l'aimant qu'on leur présente). Cette propriété est appelée effet Meissner.

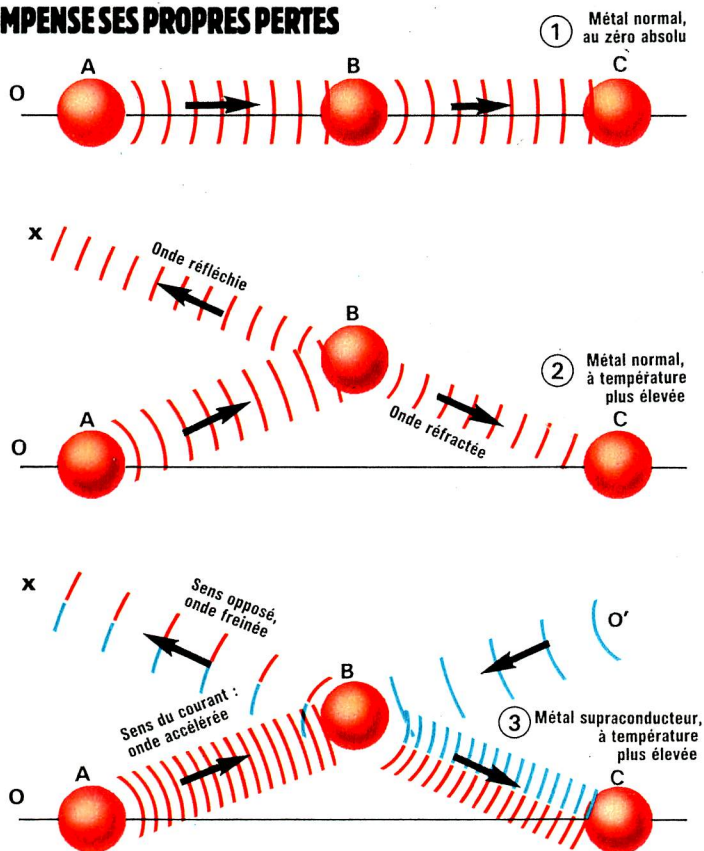
L'explication à tout cela ne fut donnée qu'en 1957, par trois physiciens, John Bardeen, Leon Cooper et John Schrieffer : dans un supraconducteur, la résistance disparaît parce que les électrons changent radicalement de comportement. Quand un matériau devient supraconducteur, ses électrons libres se lient deux à deux ; et en passant de la situation de célibataire à celle de couple, ils changent d'état... quantique. Leur comportement, d'individualiste, devient collectif.

La physique quantique, qui décrit le monde à l'échelle des atomes et en deçà, répartit toutes les particules en deux grandes catégories : les fermions et les bosons. Les particules de la matière ordinaire — protons, neutrons, électrons... — sont des fermions : cela veut dire qu'on peut les distinguer indi-

viduellement, qu'ils ont chacun leur propre comportement. Par exemple, dans un atome chaque électron joue son propre rôle, et deux électrons ne peuvent pas occuper le même "niveau d'énergie" ; on dit qu'ils ne peuvent occuper le même état quantique. A l'inverse, les bosons sont indistingua- bles les uns des autres : ils peuvent se retrouver nombreux au même état quantique, et agissent de façon collective.

Dans un "supra", les électrons se groupent donc par deux ; et du même coup, de fermions au naturel, ils se métamorphosent en bosons. Ce n'est pas ici le lieu d'insister sur les raisons de cette transformation : disons simplement qu'elle est due au rôle capital de la parité dans le domaine de la physique quantique : le fait d'aller par deux change toutes leurs propriétés. Devenus bosons, les électrons cessent de se comporter en indivi-

COMPENSE SES PROPRES PERTES



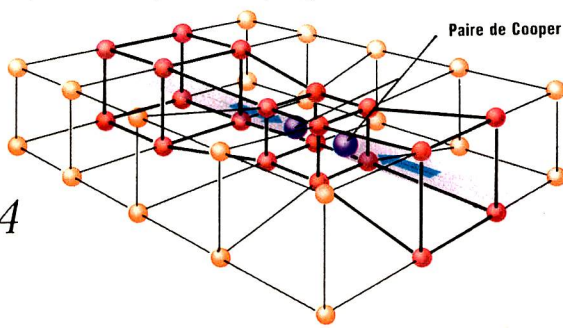
des menant chacun pour soi son parcours chaotique dans le réseau métallique, et se retrouvent tous dans le même état quantique, indiscernables les uns des autres, tout comme les photons qui constituent la lumière et sont, eux aussi, des bosons. Toutes les paires d'électrons constituent une même "onde quantique macroscopique", analogue à une onde lumineuse, et, comme la lumière, se réfléchissent globalement sur les ions du réseau.

Mais on peut expliquer plus précisément et plus concrètement comment "l'effet de couple" annule la résistance du matériau, c'est-à-dire supprime toute perte d'énergie des électrons dans les chocs contre les ions. C'est parce que, grâce à l'appariement, toute perte d'énergie subie par un électron dans une réflexion sur un ion est compensée par un gain d'énergie que reçoit son frère jumeau dans une réflexion en sens inverse (pour plus de détails voir **encadré page précédente**).

La supraconductivité fait partie des phénomènes qui sont quantiques "macroscopiquement", c'est-à-dire à notre échelle. C'est important de le souligner : avec la supraconductivité, la physique quantique sort de son "ghetto" microscopique. En effet, la nature tout entière est "quantique" à l'échelle des atomes et des particules ; cela veut dire que dans ce monde microscopique, la physique classique — celle de l'univers quotidien — ne sert plus à rien ; les particules, par exemple, ne sont pas vraiment des particules. Elles sont un peu intermédiaires entre des particules et des ondes ; elles obéissent à d'autres règles que les objets courants, des règles dites "quantiques", que les physiciens utilisent depuis des décennies. Par contre, aux échelles supérieures, à la nôtre en particulier, les lois de la physique "classique" conviennent en général.

Paires de Cooper, l'union des frères ennemis

À l'intérieur du réseau atomique, le passage d'un électron, négatif, attire localement les ions, positifs (les électrons qui circulent proviennent des atomes du réseau, donc ces derniers ont perdu ainsi des charges négatives et sont devenus des ions positifs). Ces ions, beaucoup plus lourds que l'électron, ne reviennent que "lentement" à leur position initiale, et la concentration de charges positives qu'ils représentent attire un deuxième électron, qui s'associe au premier en dépit de leurs charges de même signe, qui les font normalement se repousser. C'est ainsi que se créent ce que l'on appelle les "paires de Cooper", phénomène qui explique la supraconduction (voir encadré p. 12).



Tel n'est pourtant pas le cas de la supraconductivité : il est impossible de l'expliquer sans avoir recours à la physique quantique, car les électrons s'apparient et adoptent alors un comportement collectif, qui ne respecte pas les lois classiques de l'électricité ; ainsi, un courant électrique peut parcourir presque indéfiniment un matériau supraconducteur, sans qu'il soit besoin de lui fournir de l'énergie.

La spectaculaire lévitation d'un "supra" sur un aimant (ou inversement) s'explique par ce courant permanent : le champ magnétique de l'aimant induit à la surface du supraconducteur des courants persistants qui tournent dans un plan parallèle à la surface du supra. Ces courants, suivant les lois de l'électromagnétisme, induisent à leur tour une force magnétique qui repousse l'aimant lorsque celui-ci est assez proche, s'opposant à la gravitation : d'où la lévitation.

Bref, la supraconductivité s'explique donc par l'appariement des électrons. Mais pourquoi les électrons s'assemblent-ils par paires dans un supraconducteur ?

Normalement, étant tous porteurs de la même charge négative, ils devraient se repousser mutuellement ; pour qu'ils s'accouplent, il faut une force supérieure à cette répulsion électrique. La théorie BCS (initiales de ses trois auteurs) explique cette attraction apparemment "contre nature" : elle est due à une interaction privilégiée entre les électrons et les vibrations du réseau atomique dans lequel ils circulent.

En gros, au passage d'un électron (charge électrique $-$), les ions du réseau (charge $+$) sont attirés et le réseau se déforme un peu ; il ne se remet en place qu'assez lentement, en raison de la masse des ions, et cette relative concentration de charges positives attire à son tour un deuxième électron qui passait par là, qui se retrouve alors lié au premier par l'entremise du réseau ; lié ne veut pas dire proche : la théorie montre que deux électrons d'une même paire sont éloignés de plusieurs fois la distance entre les atomes du métal ; si bien que les paires d'électrons s'interpénètrent en un mouvement global. Bien entendu pour que le couple d'électrons (appelé paire de Cooper) "tienne", il faut que l'énergie de liaison entre les deux électrons soit supérieure à l'énergie d'agitation thermique des ions. Pour les "anciens" supraconducteurs, cela n'est vrai qu'à très basse température. Au delà de cette température critique (en abrégé T_c) l'énergie thermique l'emporte, les couples se défont, et les électrons retrouvent leur individualité. L'effet supraconducteur est annulé.

En d'autres termes, plus le lien entre les électrons est solide, plus la température critique T_c peut être élevée. Dans la théorie BCS, T_c s'exprime par une formule simple : elle dépend, entre autres,

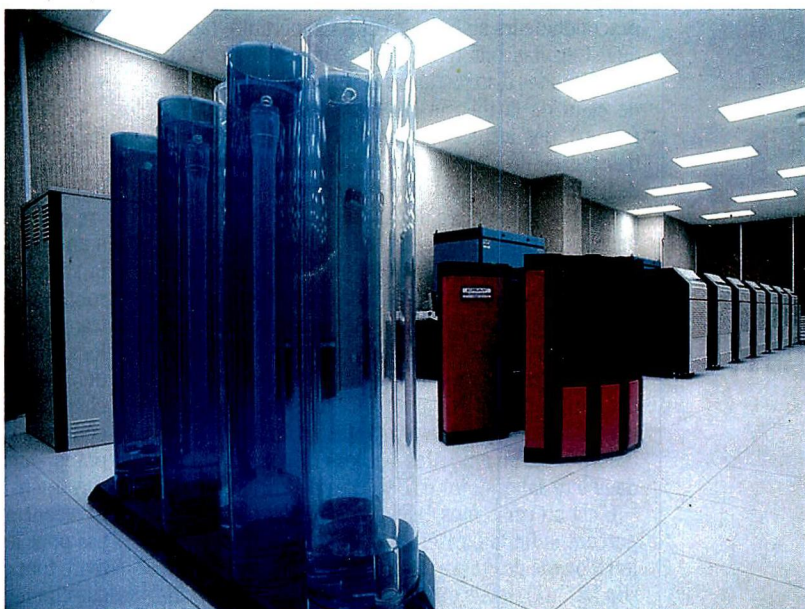
SUPRACONDUCTEURS : LES APPLICATIONS

Les supraconducteurs sont déjà utilisés dans le domaine du matériel à courant continu de grande taille ou à champ élevé, tels les accélérateurs et détecteurs de particules qui permettront d'approfondir notre connaissance de la matière. Exemple, le collisionneur électron-positon (LEP) de Genève, dont la mise en service est attendue cette année.

Ce long tunnel de 3,8 m de diamètre et 27 km de long comportera au départ plus de 1 200 aimants de focalisation et 3 400 aimants de courbure. L'accélération des électrons et positons sera effectuée dans des cavités résonnantes d'abord en cuivre, mais qui seront peu à peu remplacées par des cavités supraconductrices pour augmenter encore l'énergie des faisceaux sans toutefois agrandir le tunnel et consommer des quantités dantesques d'électricité.

En revanche, c'est dans le domaine de l'instrumentation médicale que l'on trouve les premières applications commerciales. Ainsi il existe des systèmes de guidage de cathéter par bobine supraconductrice et des équipements permettant l'analyse de l'activité magnétique du cerveau par mesures de très petites variations de champs à l'aide de capteurs quantiques supraconducteurs (imagerie médicale). D'ailleurs ce marché mondial de l'imagerie médicale est prometteur puisqu'on l'estime à 1 000 appareils par an à partir de 1990.

Mais tout cela est bien modeste ! La cryoélectricité n'a pas encore trouvé de débouchés commerciaux solides dans l'industrie, et ce pour deux raisons principales : la lourdeur des installations cryogéniques et leur complexité d'emploi. En effet, pour beaucoup de machines il faut, par exemple, un système de refroidissement important,



car le problème de température critique n'est pas encore résolu.

Cependant, alors que les spécialistes considéraient à son début que l'utilisation des supraconducteurs était réservée aux bobinages à courant normalement continu, son champ d'application s'étendra à l'avenir vers le matériel à courant alternatif (générateurs, transformateurs, alternateurs) et cela grâce à la mise au point par Alsthom de nouveaux fils supraconducteurs qui chauffent moins sous l'effet du courant alternatif. Résultat, pour un "transformateur supraconducteur" d'une puissance de 200 kW, il suffit de 800 g de fils conducteurs bobinés sur un circuit magnétique de 52 kg, alors qu'un appareil équivalent construit selon les techniques actuelles nécessi-

te 1 000 fois plus de conducteurs de cuivre et un circuit magnétique 10 fois plus lourd.

Conséquence, on envisage donc d'équiper les motrices des futurs TGV avec ces types de transformateurs plus compacts et tout aussi performants.

Mais au-delà de cette application ponctuelle, il est bien évident que tout le marché de la production, du transport et de la distribution d'électricité est concerné par cette nouvelle génération de transformateurs ou d'alternateurs supraconducteurs. A la fin du siècle, il faudra remplacer une certaine partie du matériel d'EDF, mais est-ce que le coût économique de la cryoélectricité pourra justifier son utilisation dans ce domaine ? Pour l'instant la réponse est non... **Didier Dubrana**

de la fréquence de vibration du réseau d'ions, et de l'intensité du "couplage" entre les électrons et ces vibrations. Mais si la formule de la température critique est simple, ces grandeurs ne sont guère accessibles au calcul ou à la mesure. Aussi la théorie (dont les trois auteurs, Bardeen, Cooper et Schrieffer reçurent le prix Nobel 15 ans après l'avoir publiée, en 1972) n'entraîna-t-elle pas de progrès notables dans les matériaux. On essaya de nombreux alliages, mais les températures critiques ne progressaient que très lentement, atteignant péniblement 23 K en 1973, sans parvenir à les dépasser jusqu'en 1986.

Cependant, les applications commencèrent à se développer dans les années 50 ; mais, condamnées à utiliser de l'hélium liquide, elles étaient forcément limitées : l'hélium liquide nécessite des appareillages très lourds, et revient assez cher. Les supraconducteurs "basse température" (en l'occurrence des alliages de niobium et d'étain) sont donc utilisés essentiellement dans des aimants, pour obtenir des champs magnétiques très importants dans des expériences de physique fondamentale, ou en instrumentation médicale.

A force de piétiner autours des 20 kelvins, les physiciens ont fini par se persuader qu'il existait là un

"mur" infranchissable, et se sont aussitôt mis à chercher — et à trouver — des explications théoriques à l'impossibilité d'obtenir des matériaux supraconducteurs au-delà de cette température fatidique. Certains ont tenté aussi d'imaginer de nouveaux modes d'attraction entre électrons, différents de celui de la théorie BCS (via les vibrations du réseau), des attractions plus fortes qui créeraient des paires de Cooper plus solides, autrement dit des supra supportant des températures plus élevées. Devant la faillite des supraconducteurs métalliques, d'autres physiciens ont choisi d'étudier les supraconducteurs organiques, ou les supraconducteurs à fermions lourds, toujours dans l'espoir (sur la foi d'idées théoriques) de températures critiques plus raisonnables. En vain. Les rangs des chercheurs se consacrant à cette discipline ingrate s'éclaircissent durant les années 70, et seuls quelques irréductibles continuaient à tester matériaux et théories. Parmi eux, Alex Müller et Georg Bednorz, dans leur laboratoire d'IBM, près de Zurich.

C'est au printemps 1986 que les deux physiciens percent enfin la barrière des 23 kelvins : l'échantillon d'oxyde de cuivre et de lantane dopé au baryum (Ba La Cu O) qu'ils ont fabriqué perd toute résistance dès 30 K. L'idée de travailler sur ce matériau leur est venue à la lecture d'un article de Bernard Raveau et Claude Michel, chimistes à l'université de Caen, qui ont les premiers synthétisé et étudié cet oxyde original. Mais la découverte de la supraconductivité à haute Tc par Bednorz et Müller ne doit rien au hasard.

A priori, l'idée d'oxydes supraconducteurs peut sembler curieuse, car les oxydes sont généralement isolants. Pourtant les premiers supraconducteurs oxydes ont été mis en évidence dans les années 60-70. Malgré leurs températures critiques peu prometteuses (il faut les refroidir au moins jusqu'à 13 K), des idées théoriques ont alors conduit Bednorz et Müller à s'intéresser à cette nouvelle espèce de supra. Certains oxydes, pensaient-ils, pouvaient susciter de forts couplages électrons/vibrations du réseau (effet qui, rappelons-le, est à l'origine de la création de paires d'électrons donc de la supraconductivité) ; ce sont les oxydes à valence mixte, par exemple les oxydes de cuivre ou de nickel. Ces métaux, pour se lier avec

d'autres atomes, perdent soit trois électrons, soit deux, soit parfois un seul selon les cas (on dit aussi qu'ils ont plusieurs degrés d'oxydation qu'on note Cu^{+++} , Cu^{++} et Cu^+ , pour le cuivre, par exemple). Comme plusieurs oxydations sont possibles le cuivre est dit dans un état de valence mixte.

Or les oxydes à valence mixte peuvent favoriser la création de paires d'électrons, ont pensé Bednorz et Müller. Pourquoi ? Dans un oxyde à valence mixte, disons de cuivre, selon qu'un atome de cuivre est dans un état d'oxydation 2^+ ou 3^+ , il est lié à un nombre différent d'atomes d'oxygène. Donc si la valence change par transfert d'électrons, l'environnement en oxygène des atomes de cuivre va se transformer, autrement dit le réseau va se déformer localement : ce lien entre transfert d'électrons et déformation du réseau a attiré l'attention des deux chercheurs d'IBM, car il indiquait une possibilité de couplage électrons-réseau, et pourquoi pas de supraconductivité...

A Caen, Bernard Raveau et Claude Michel s'intéressaient aussi aux oxydes à valence mixte, mais pas pour leur supraconductivité : pour leur conductivité tout court. Ils cherchaient en effet à fabriquer des conducteurs oxydes. Les oxydes, on l'a dit, sont normalement isolants : les électrons restent sagement attachés à leurs atomes... Pour les rendre conducteurs, il faut arriver à délocaliser des électrons : c'est possible avec des oxydes de métaux à valence mixte, comme le cuivre.

Raveau et Michel sont effectivement parvenus à synthétiser des oxydes conducteurs, de formule Ba-LaCuO : ce sont des céramiques, constituées de micro-cristaux agglomérés. La structure de ces cristaux est du type pérovskite ; dans une pérovskite idéale chaque atome de cuivre serait entouré de 6

HISTOIRE ET LÉGENDES DE LA SUPRACONDUCTION

Existe-t-il un rapport entre un conte chinois, une histoire à la Edgar Poe et un matériau laissant passer l'électricité sans résistance ? Aucun doute, ont répondu Jean Klein et Sven Ortolí, qui ont intercalé une nouvelle entre chaque chapitre de leur livre *Histoire et légendes de la supraconduction* (*). Inspirées de Conrad, Gogol, Borges et d'autres, elles ont pour argument la principale idée physique du chapitre qui les précède.

A l'histoire de la supraconduction viennent ainsi se joindre ses "légendes". Ce qui est sans aucun doute l'un des plus beaux phénomènes de la physique contemporaine valait bien une description originale. La nouvelle extraite du livre illustre une caractéristique spectaculaire de la supraconduction : l'"effet

Meissner", c'est-à-dire la lévitation d'un supraconducteur plongé dans un champ magnétique. C'est l'effet utilisé par les constructeurs japonais du Maglev, le train qui flotte au-dessus des rails. Un phénomène rendu possible parce que les supraconducteurs expulsent les lignes de champs magnétiques qui traverseraient un matériau normal. Résultat : ces lignes (un peu de limaille de fer, une feuille de papier et un aimant de couturière les montrant rassemblées en faisceau d'hyperboles) viennent former comme deux mains en coupe qui s'opposent à la chute d'un supraconducteur au-dessus d'un aimant.

(*) Parution 15 janvier 1989. Editions Calmann-Lévy, 208 p. 92 F.

atomes d'oxygène, les atomes de baryum et de lanthane, beaucoup plus volumineux, occupant les espaces vides. Mais ici, pour assurer la valence mixte du cuivre, Raveau et Michel ont rendu le cristal déficitaire en oxygène, chaque cuivre n'étant plus lié qu'à 4 ou bien 5 atomes d'oxygène ; en jouant sur la proportion d'atomes de baryum (divalent Ba^{++}) par rapport aux atomes de lanthane (trivalent La^{+++}), on pouvait ainsi faire varier le taux de Cu^{+++} par rapport au Cu^{++} .

Ces recherches sur les oxydes à valence mixte ont attiré l'attention de Bednorz et Müller, qui se sont aperçus que le composé des chimistes de Caen était le cobaye idéal pour tester leurs idées. Ils sont donc allés chercher la supraconductivité là où elle se trouvait, dans un matériau qui avait été conçu dans un autre but.

Les premiers articles de Bednorz et Müller sur "une possible supraconductivité à haute T_c ", parus au printemps 86, sont passés assez inaperçus. Les physiciens étaient échaudés : tant de fausses nouvelles avaient couru sur des températures élevées sans qu'il soit possible de répéter les expériences. Les deux chercheurs d'IBM, prudents eux aussi, refont plusieurs fois leurs manips ; leur matériau étant composé de plusieurs types de cristaux de structures différentes, ils en isolent la phase supraconductrice, dont la formule exacte est $Ba_x La_{2-x} CuO_{4-y}$ (x représente la proportion de baryum par rapport au lanthane, et y le déficit en oxygène). Puis, en automne, ils vérifient que leur composé subit l'effet Meissner ; il repousse bien les aimants : la preuve est complète, la route de la supraconduction à haute température est ouverte.

Désormais la circonspection des physiciens laisse place à un enthousiasme sans borne. Après des années de frustration devant l'indestructible mur des 23 K, ils s'engouffrent dans la brèche avec une rapidité remarquable. La première confirmation vient d'une équipe japonaise : en remplaçant le baryum par du strontium, la température critique augmente encore. Puis ce sont les Américains ; en février 1987, Wu et Chu franchissent un seuil capital qui n'est plus symbolique, mais matériel : leur alliage, yttrium baryum cuivre oxygène, $YBaCuO$, est supraconducteur à 73 K, c'est-à-dire bien au-dessus de la température de l'azote liquide. Il est désormais possible de s'affranchir de l'hélium, lourd et cher : l'azote se manipule infiniment plus facilement, et il est à la portée de tous les laboratoires. D'ores et déjà, le domaine des applications peut s'agrandir.

Des dizaines de milliers de chercheurs travaillent frénétiquement sur les nouveaux supra ; on mesure toutes sortes de choses, la température critique en fonction de la pression qu'on impose au matériau, en fonction des déficits en oxygène, ou quand on remplace tel ou tel élément par tel autre du même type et de la même taille. Les résultats pleuvent, les théories aussi, et, inévitablement, les rumeurs les plus folles : des supra à $-33^\circ C$, et même, rêve suprême, à des températures positives : à $11^\circ C$, à $37^\circ C$, à $65^\circ C$. Mais tous ces résultats sont non reproductibles (peut-être dus à des phases de durée éphémère).

Le but de cette course est d'obtenir la température critique la plus élevée possible, donc de comprendre quels sont les facteurs qui la font augmenter. Physiciens et chimistes se sont naturellement lancés dans l'analyse détaillée de la structure.



LE SOLDAT ET LA POUPÉE

« Ils étaient tous deux d'une vieille cuiller de plomb. »

ANDERSEN, contes

Il vivait dans un coin poussiéreux d'un laboratoire de la rue d'Ulm ; perché sur une étagère, entre un aimant rouillé et les débris d'un vieux oscilloscope. Abandonné par un enfant sans malice, il coulait là des jours sans éclats, un peu mornes parfois mais après tout il n'était pas malheureux. Des normaliens antimilitaristes le taquinaient souvent, mais il ne s'en souciait pas ; quand on est soldat de plomb, on ignore les potaches.

L'un de ses ancêtres, un homme du Nord au regard bleu, un fier gaillard, un voyageur, avait pour les yeux d'une génération, perdu et la tête, et la vie. Génération après génération, la destinée de ce lointain cousin en avait marqué plus d'un. Mais nul, mieux que lui, ne chérissait le souvenir de son aïeul. Cependant les jours succédaient aux nuits ; le rouge de son képi était un peu moins vif et le bleu de son uniforme un peu plus pâle. Sa moustache même semblait moins hardie. En un mor, il s'étiolait.

114 HISTOIRE ET LÉGENDES DE LA SUPRACONDUCTION

Et puis, un jour de printemps, une petite fille se risqua dans l'enceinte où son père œuvrait consciencieusement. Elle y abandonna la plus jolie poupée qu'on ait vu de mémoire de soldat de plomb. Une fois le chagrin de celle-ci dissipé, le soldat entama ses manœuvres d'approche. Mais les regards brûlants qu'il lui adressait restaient sans réponse. La poupée ne rêvait pas d'un simple fantassin.

Foi de soldat, se dit-il, pour conquérir une jolie fille, il faut l'impressionner. Le fils du concierge, un chénapan de treize ans, lui en fournit l'occasion. Un matin de fête où il traînait son ennui dans le laboratoire désert, il eut l'idée de saigner d'ouvrir le cryostat qui était justement placé sous l'étagère de notre voltigeur. Devant les vapeurs d'hélium qui s'échappaient de l'orifice, le vaurien s'enligna sans demander son reste. Mais le soldat de plomb ne fit ni une ni deux. Pour avoir longtemps observé les expériences pratiquées dans ce laboratoire, il eut tôt fait de mettre son plan à exécution : faire tomber l'aimant au fond de la cuve fut l'affaire d'un premier vœu ; s'y jeter à la suite, celle d'un second. Brrr, se dit-il, en plongeant dans la liquide, il fait froid là-dedans. Très vite son corps parvint à $7,2^\circ K$, et le soldat de plomb devint supraconducteur. Alors il sentit une force qui s'emparait de lui et le faisait remonter. Dans un faillissement de gouttes et de vapeur d'hélium du plus bel effet, il fut éjecté au-dessus du cryostat ; il lévita grâce à l'aimant tombé au fond. Il était un peu déséquilibré, mais se tint avec un soldat doit le faire et regardait droit dans les yeux la poupée ébahie. Son plan se déroulait à merveille. Mais vint un moment, assez rapidement, où la température de la pièce cessa de se déchauffer par la température de la pièce cessa d'être supraconducteur. Et il retomba dans l'hélium ; non sans avoir perdu un instant, ô si court, sa contenance. En replongeant dans le noir, il eut le temps de saisir un

re des nouveaux supraconducteurs à leur disposition, et surtout de YBaCuO , le meilleur de tous.

On s'est rapidement aperçu d'un point essentiel : tous ces supraconducteurs ont une structure "feuilletée" ; alors qu'une pérovskite parfaite est isotrope, c'est-à-dire identique dans les trois directions de l'espace, ces matériaux, du fait de leur composition, sont anisotropes et bidimensionnels. Ils sont disposés en couches alternativement isolantes et conductrices, tels de gros sandwiches, les lacunes d'oxygène se répartissant aussi en couches. La structure du cristal est grossièrement la suivante (**page ci-contre**) : au milieu se trouve une "couche" d'yttrium, sans oxygène ; au-dessus et en-dessous du plan des yttriums, une couche d'oxyde de cuivre CuO_2 , puis une couche d'oxyde de baryum et enfin une couche d'oxyde de cuivre CuO . Comme on peut s'y attendre, la conduction électrique s'effectue dans le plan de ces couches et beaucoup moins bien dans le plan perpendiculaire. En fait elle passe probablement par les couches d'oxyde de cuivre. Voilà pour la structure du composé le mieux connu.

Mais tout cela ne répond pas à la question : pourquoi ce matériau YBaCuO est-il supraconducteur (et pourquoi en va-t-il de même pour des composés de la même famille) ? Par exemple quel est le rôle des gros cations — l'yttrium, le baryum, le lanthane ? On pense généralement qu'ils n'interviennent pas directement dans la supraconductivité, c'est-à-dire la création de paires d'électrons ; leur fonction est "architecturale", ils influent seulement sur la forme du réseau : par exemple selon que ces cations sont plus ou moins volumineux, l'écartement et la disposition des couches d'oxydes de cuivre seront modifiés ; or, tout porte à croire que le courant supraconducteur passe par ces couches. Mais on n'a toujours pas répondu à la question : à quoi tient la supraconductivité ? Est-elle due surtout à la structure lamellaire ? A la valence mixte du cuivre ? Aux lacunes en oxygène ? Difficile à savoir, car toutes ces propriétés sont liées dans le composé YBaCuO .

Pour essayer d'y voir plus clair, les chimistes ont modifié la composition et les conditions de fabrication de ces matériaux (température, pression), ont remplacé des atomes par d'autres de même type... cette famille de supraconducteurs a réellement été décortiquée en long et en large.

Mais si la structure d'un matériau est une chose que l'on sait désormais assez bien élucider (à l'aide de techniques comme la diffraction à rayons X et la diffusion de neutrons et avec les connaissances de chimie théorique qui permettent d'en déduire l'emplacement des atomes), c'est une autre affaire que d'établir des relations entre cet échafaudage microscopique et les propriétés macroscopiques liées à la supraconductivité. De l'analyse de la structure à l'élucidation du mécanisme de la supraconductivité,

la distance est loin d'être franchie.

Comment s'explique la supraconductivité à haute température (c'est-à-dire supérieure à 23 K, la barrière infranchissable jusqu'en 1986) ? Est-il possible de trouver un matériau supraconducteur "tiède" (sans réfrigération), et quelle devra être sa composition ? La théorie BCS, qui explique la supraconductivité à basse température, peut-elle répondre aux questions posées par les nouveaux supra ? Cette théorie repose sur un double mécanisme : 1. les électrons s'attirent, par l'intermédiaire des vibrations du réseau ; 2. Les paires d'électrons se forment et "condensent" dans le même état quantique. Chacun s'accorde au moins sur un point : la supraconductivité à haute température est, elle aussi, due à l'appariement des électrons, tout comme à basse température. L'existence des paires de Cooper a même été prouvée par une expérience réalisée à Saclay.

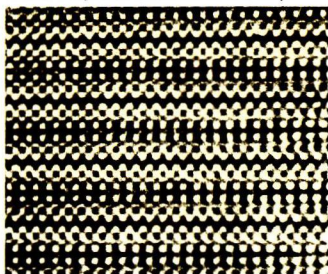
La question qui se pose est donc : quelle est la forme d'attraction qui s'exerce entre les électrons dans les nouveaux supraconducteurs ? Et c'est là que les avis divergent. On peut opposer deux "clans". Les uns pensent que le mécanisme n'a pas fondamentalement changé depuis les supraconducteurs à basse température, et que les nouveaux oxydes sont du même type. Mais ces tenants d'une extension de la théorie BCS (c'est-à-dire d'une attraction entre électrons via le réseau, comme pour les anciens supra) doivent expliquer pourquoi la température critique est beaucoup plus élevée dans les nouveaux oxydes de cuivre que dans les anciens alliages ; autrement dit pourquoi les électrons à l'intérieur d'une paire sont beaucoup plus fortement liés. Plusieurs causes ont été avancées (pas nécessairement exclusives l'une de l'autre d'ailleurs) : des vibrations de haute fréquence des atomes d'oxygène provoquant des attractions très puissantes entre les électrons ; ou au contraire des vibrations de fréquence extrêmement faible dans des matériaux, à la limite de la distorsion du réseau ; ou encore une attraction forte favorisée par la structure bidimensionnelle des composés.

Les autres pensent, au contraire, que la théorie BCS n'est plus valable pour les supraconducteurs à haute température. Mais leurs théories reprennent souvent des idées anciennes, élaborées il y a quelques années déjà pour échapper à la théorie BCS, qui leur semblait limitée à la barrière de 23 K. Sans entrer dans les détails, certains de ces physiciens pensent que l'attraction entre les électrons, responsable de la création de "paires de Cooper", s'exerce par interaction magnétique de ces électrons avec les atomes de cuivre. Selon un autre modèle, dit RVB (de l'anglais, *Resonance Valence Bond*), les électrons sont liés deux à deux un peu comme dans une liaison chimique covalente.

Ces théories — il faudrait plutôt parler d'idées théoriques — reposent sur des hypothèses et quel-

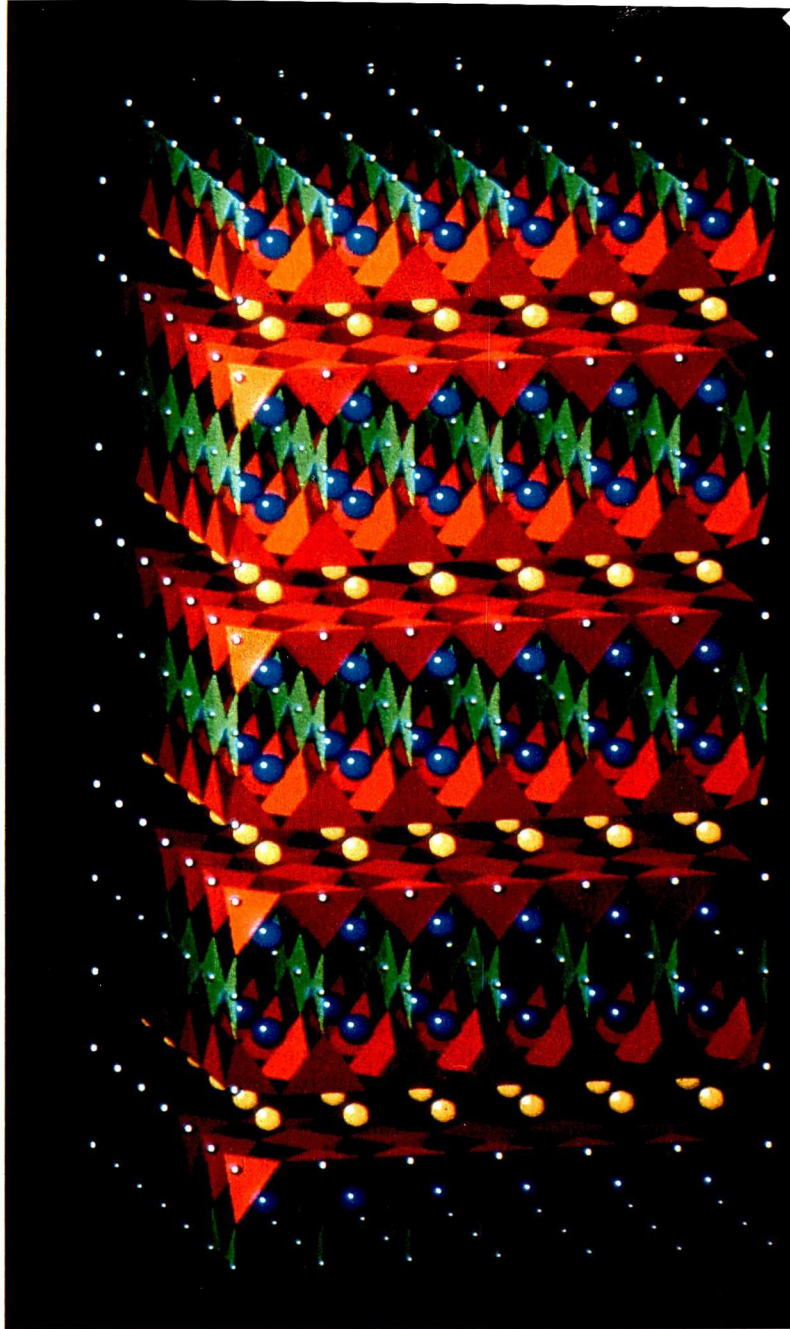
Le supraconducteur qui a battu tous les records

Cette image établie par ordinateur représente la structure moléculaire de l'oxyde $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, le plus intéressant et du plus étudié des nouveaux supraconducteurs, puisque sa supraconduction se manifeste dès 125 K. Les plus gros atomes, de baryum et d'yttrium, sont figurés respectivement en bleu et en jaune. Quant aux pyramides orange et aux losanges verts, ils représentent les deux types de structures formées par le cuivre, les atomes du métal étant représentés par les petits points blancs. C'est cette structure lamellaire qui confère à cet oxyde de cuivre sa propriété de supraconducteur, le courant passant dans les plans formés par les bases des pyramides orange. Ce type de structure n'a pas seulement été modélisé par le calcul ; il a été effectivement observé au microscope à balayage électronique pour différentes structures supraconductrices (ci-dessous, celle d'un autre oxyde, le $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_3\text{O}_{10}$, au thallium, baryum, calcium et cuivre).



ques calculs, mais elles ne prennent en compte que certaines propriétés des supraconducteurs. Aucun de ces modèles n'est capable de prédire une température critique avant qu'on la mesure ; beaucoup prétendent retrouver après coup les données expérimentales, mais cela est naturellement beaucoup moins crédible.

En fait la température critique, comme les températures de transition en général, est en physique une des grandeurs les plus difficiles à calculer. Jamais dans le passé on n'a réussi à prévoir une température de transition, que ce soit en partant de considérations théoriques ou de faits expérimentaux. Dans la théorie BCS, la température critique d'un supraconducteur, T_c , dépend, on l'a dit, de la fréquence de vibration du réseau, et de l'intensité de couplage entre les électrons et les vibrations. Or ce sont là des paramètres microscopiques, qui ne se



laissent pas aisément calculer, car il faut prendre en compte un trop grand nombre de phénomènes : chaque ion réagit avec ceux qui lui sont liés, les électrons interagissent avec le réseau et entre eux, les interactions étant électriques et magnétiques... Et ces paramètres entrant dans la formule de la température critique sont tout aussi difficiles à déduire des mesures expérimentales.

Peu d'expériences, en réalité, permettent de trancher en faveur de l'un ou l'autre des mécanismes d'attraction entre électrons. La plupart des mesures ne donnent aucun renseignement décisif. Une expé-

rience est pourtant plus cruciale que les autres : la mesure de l'effet isotopique. Seuls les modèles s'inspirant de la théorie BCS, qui penchent pour une interaction indirecte via le réseau, accordent une réelle influence à la structure dudit réseau. Si l'on remplace les atomes d'oxygène "ordinaire" (oxygène 16) par des isotopes lourds d'oxygène 18, on devrait selon la théorie BCS modifier la masse, donc la fréquence du réseau, donc l'intensité de la liaison des paires d'électron, et donc la température critique. Pour les autres théories, par contre, qui nient toute influence directe du réseau, la substitution isotopique ne change rien du tout.

Hélas si l'expérience est décisive dans son principe, ses résultats ne le sont pas... Plus exactement ils sont délicats à interpréter et se contredisent ; les raisons sont d'ordre technique : comment, par exemple, connaître la proportion exacte de ^{18}O substitué aux ^{16}O dans un supraconducteur alors que la synthèse de matériaux purs, de composition déterminée, est assez délicate... Ainsi une première expérience sur YBaCuO a été négative : pas de baisse de température critique, ce qui semble donner raison aux supporters des théories nouvelles. Mais d'autres mesures, sur LaSrCuO cette fois, ont conclu à un effet isotopique, tandis que d'autres résultats, à nouveau sur YBaCuO , vont dans le même sens et contredisent donc les premiers... Qui croire ?

Une autre expérience décisive pour départager les causes d'attractions entre électrons dans les supraconducteurs, est fondée sur l'effet Josephson. Découvert en 1962 par le physicien anglais Josephson, ce phénomène est basé sur le passage des paires d'électrons à travers une mince couche d'isolant par effet tunnel — un effet sur lequel on ne s'étendra pas ici. Il suffit de savoir qu'à partir des courants de paires de Cooper traversant l'isolant on peut mesurer des caractéristiques physiques très subtiles, tels les champs magnétiques extraordinairement faibles du cerveau. Mais l'effet Josephson peut aussi donner des renseignements sur les vibrations du réseau cristallin, et sur un éventuel couplage avec les électrons. Mais, là encore, il s'agit de mesures très délicates en pratique.

Un des principaux problèmes dans la recherche sur les supra à haute température est la difficulté d'obtenir des échantillons de bonne qualité pour réaliser des expériences fiables. On a beaucoup vanté la simplicité de fabrication des nouvelles céramiques supra : chacun, ou presque, pouvait les réaliser chez soi, dans son four à micro-ondes. Au Japon, des kits ont été vendus pour les écoles... Certe, mais ils s'agit alors de matériel "sale", plein d'impuretés, de phases différentes, de ruptures dans les cristaux... La synthèse de composés "propres", de cristaux de bonne qualité, de la composition voulue, exige des techniques beaucoup plus complexes et des équipements souvent trop coûteux, que peu de laboratoire de recherche fondamentale possèdent. Si

bien que les matériaux dont disposent les chercheurs sont loin de présenter la structure idéale des modèles théoriques : certains s'étonnent même que des composés ayant autant de défauts montrent des caractéristiques aussi exceptionnelles ! Comment, dès lors, obtenir des résultats expérimentaux indiscutables, pouvant servir de base à des modèles théoriques ?

Aux yeux de beaucoup, le plus urgent est bien là : faire de bonnes expériences, avec de bons matériaux. Et rassembler des données sûres plutôt que de comparer chaque résultat avec un modèle théorique. Un tableau clair et cohérent de résultats incontestables sur les propriétés des nouveaux supra permettra de discriminer les idées théoriques ; c'est sans doute de cette manière que s'élaborera une théorie de la supraconductivité à haute température.

En attendant, les températures critiques ne se sont pas arrêtées à 93 K. Le record détenu par YBaCuO , le supraconducteur le plus analysé, a été battu par des composés au bismuth. Il s'agit encore d'oxydes de cuivre, dont la structure est voisine de celles connues — bidimensionnelle, avec plusieurs plans d'oxyde de cuivre — mais plus complexe. La phase $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCuO}_8$ est supraconductrice vers 110 K (-163°). En remplaçant le bismuth par du thallium (Tl) on a obtenu des composés dont certaines phases sont supraconductrices à 125 K. Mais ils sont difficiles à manipuler car le thallium est volatil et très toxique.

Plus surprenant, les derniers supraconducteurs découverts ne sont pas, pour la première fois, des oxydes de cuivre, mais des oxydes de bismuth. Ainsi le composé $\text{Ba}_{1-x}\text{K}_x\text{BiO}_3$ est supraconducteur, à 30 K seulement (mais on a vu comme les températures peuvent grimper vite)... Fait remarquable, ce n'est plus un composé lamellaire. Sa structure cristalline est tridimensionnelle et isotrope, et non plus bidimensionnelle ; et on y a mesuré des effets isotopiques, ce qui ferait pencher la balance en faveur d'un mécanisme de supraconductivité de type BCS. Voilà donc encore une nouvelle structure de supraconducteur à haute température.

Tous ces matériaux sont synthétisés, puis étudiés en détail dans plusieurs laboratoires, mais il est encore trop tôt pour en tirer des enseignements clairs sur les structures favorisant la supraconductivité à haute température. Encore une fois, il est urgent d'attendre des tableaux complets et clairs de données fiables et reproductibles si l'on veut élucider les mécanismes de la supraconductivité à haute température. Mais rien ne dit qu'avant cela une "révolution" ne se reproduira pas et qu'on ne verra pas surgir d'un four un "supra" à température ambiante ; encore que certaines théories affirment que c'est impossible... Quoi qu'il en soit, dans ce domaine, les choses continuent d'évoluer très vite, et les supra n'ont certainement pas fini de surprendre.

Hélène Guillemot

une étonnante performance de mémoire que vous pouvez réaliser

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

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

On lui dicta

20 nombres de 4 chiffres

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

Il se rappelait les

52 cartes dans leur ordre

Alors pour nous étonner davantage, Derval nous demanda de prendre un jeu de cartes, de le mélanger et de lui citer les cartes dans l'ordre où elles tombaient. Lorsque les 52 cartes furent effeuillées, il les cita sans la moindre erreur, dans leur ordre, exactement comme s'il avait eu le jeu sous les yeux. Et, comme avec les nombres, il pouvait nous indiquer sans jamais se tromper la 8^e, la 35^e ou la 47^e 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'imaginai pas les conséquences que cette conversation aurait pour moi. Je suivis le conseil de Derval et rapidement je fus en mesure de réaliser les mêmes expériences que lui. Je m'aperçus qu'en dehors de ces prouesses, ma mémoire pouvait me rendre d'incalculables services et que grâce à elle j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

Ma mémoire assura ma réussite

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

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

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

Comment retenir tout sans effort

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

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

Pierre Deligne

GRATUITS!

1 brochure + 1 test de votre mémoire

Découpez ce bon et adressez-le au Service M 14 E, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Veuillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)

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

Mon adresse:

Code postal Ville:

L'événement

le plus bête de l'année !

La "manip" du Dr Benveniste

Blurbs

LA MÉMOIRE DE L'EAU

avait

pour but

de faire passer l'homéopathie pour une science.

Un médicament homéopathique (à la dilution de 10^{-120}) ne contenant par définition rien,

il fallait démontrer que ce rien a un effet thérapeutique.

Autrement dit, qu'une molécule quelconque a le même effet physique, présente qu'absente. Bien

entendu, sous contrôle scientifique, ça n'a pas marché.

Comme les hommes politiques, le Dr Benveniste attaque ses détracteurs mais ne répond pas à leurs questions. Même lorsque son détracteur est le Dr Walter W. Stewart, ce physicien américain dépêché à Clamart par la revue *Nature* pour vérifier les travaux de son équipe sur "la mémoire de l'eau" (').

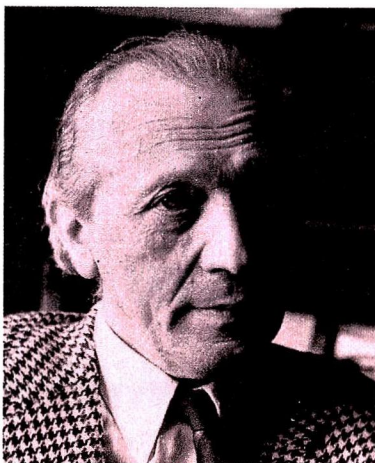
De son côté, Philippe Lazar, directeur général de l'Inserm et donc, à ce titre, chef hiérarchique de Benveniste, ne veut pas recevoir les journalistes de *Science & Vie*. Au cours de la dernière conférence des directeurs d'unités Inserm, présidée par Philippe Lazar, le Dr Jacques Benveniste a lancé une violente diatribe contre M. A. Capron, président du Conseil scientifique de l'Inserm, l'accusant d'autosatisfaction et de mollesse. M. Lazar s'est aussitôt interposé pour renvoyer Benveniste dans son coin, en lui faisant remarquer à mi-mot que, de la délicate position où il se trouvait, l'"ami" Jacques n'était pas bien placé pour juger de la politique scientifique de l'organisme. Le torchon brûle-t-il entre Jacques et Philippe ?

Quant aux médias, qui avaient porté aux nues "la mémoire de l'eau", ils n'ont, jusqu'à présent, fait

aucun état du démenti cinglant publié dans *Nature* (vol 335, 27 octobre 1988), sous la plume de son directeur John Maddox.

L'équipe Benveniste a-t-elle délibérément triché ? Pas nécessairement. Elle peut aussi avoir pris ses désirs pour des réalités (ce qui, au résultat, n'est pas mieux !). C'est l'une des hypothèses de John Maddox, qui a contrôlé les expériences : « Notre rapport d'enquête, dit-il, suggère que les membres de l'équipe de Clamart n'ont pas voulu admettre que des erreurs d'échantillonnage étaient inévitables dans leurs mesures ; ils n'ont pas recherché les

CE QU'EN PENSENT QUELQUES GRANDS SAVANTS



Pr A. Lichnerowicz, mathématicien, Académie des sciences : « C'est de la publicité pure. »



Pr J.-M. Lehn, prix Nobel de chimie : « C'est complètement fou, c'est du délire. »

causes de la variabilité de leurs expériences, et ils ont travaillé dans un climat intellectuel favorisant le parti-pris de l'observateur. »

Le Dr Benveniste continue donc en toute tranquillité à se manifester dans colloques, congrès, séminaires, lesquels sont souvent "sponsorisés" par un important producteur de produits homéopathiques⁽²⁾. Son nom s'y mêle, sur les programmes de ces festivités à fonds scientifiques, à ceux d'intervenants de grand renom qui lui servent, ainsi de faire-valoir. Qu'y dit-il ? Pour l'essentiel, qu'il est un nouveau Galilée et que ses pairs refusent d'admettre sa "découverte". Pendant ce temps "la mémoire de l'eau" poursuit son bonhomme de chemin.

Rappelons en bref que l'expérience sur la "mémoire de l'eau" ressortit à l'immunologie : elle se propose de démontrer qu'une dilution, dans l'eau, poussée jusqu'au point où il ne reste plus rien du produit actif initial (en l'occurrence, jusqu'à 10^{-120}), a les mêmes effets que le produit concentré. L'expérience, financée par le laboratoire homéopathique dont nous avons parlé plus haut, visait à donner une base scientifique à l'homéopathie qui, à ce jour, n'en a pas. Evidemment, il n'est pas un immunologiste sérieux, pour croire qu'une eau archi-pure puisse avoir conservé l'efficacité du produit concentré. Inutile donc de compter sur eux pour soutenir la thèse de Benveniste. Pas plus d'ailleurs sur les autres spécialistes médicaux ; pas plus sur les physiciens ; pas plus sur les scientifiques de toutes les autres disciplines que nous avons interrogés. Tout au plus avons-nous noté l'extrême réticence de la confrérie scientifique à blâmer l'un des siens en termes clairs. Ah s'il s'était agi de Rika Zaraï ou d'Uri Geller, on n'aurait pas mâché

ses mots !

Voici ce que nous a cependant répondu le Pr Michel Delaage, polytechnicien et immunologiste, directeur scientifique d'Immunotech, à Marseille : « Notre laboratoire a mis au point un test de dosage de l'histamine, actuellement le plus sensible sur le marché, et qui aurait donc permis une mesure objective de la dégranulation des basophiles. Il est regrettable que Benveniste, qui avait gratuitement ce test à sa disposition, l'ait refusé et qu'il ait préféré s'en tenir à une méthode beaucoup plus aléatoire, le comptage des basophiles. Benveniste discrédite l'Inserm. Son expérience ne mérite même pas qu'elle soit refaite, c'est perdre son temps. » Quant à Marcel-Francis Kahn, professeur de rhumatologie au CHU Bichat, il nous a dit : « Mon avis est que c'est une triste affaire. Benveniste est un vieil ami, mais il s'est manifestement "planté". Je suis sûr qu'il est de bonne foi, mais il est complètement aveuglé. Se mettre sous la coupe de l'industrie homéopathique est dangereux et toute cette histoire en est la preuve. »

Le milieu médical étant imperméable à "la mémoire de l'eau", le Dr Benveniste s'est tourné vers les chimistes et les physiciens, espérant trouver de leur côté davantage de compréhension. « Je vais passer toutes mes vacances à travailler avec des physiciens de haut niveau », proclamait-il, sur les ondes, à la veille de l'été.

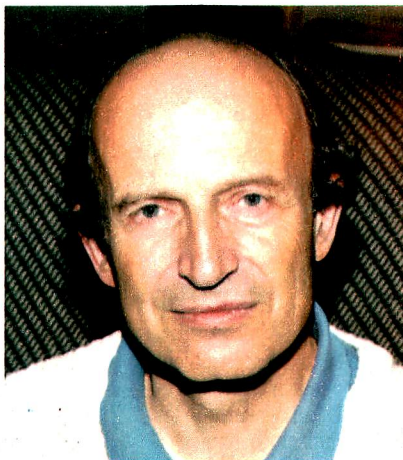
Commençons par la chimie. Beaucoup de nos lecteurs ont suggéré que l'explication de "la mémoire de l'eau" pouvait peut-être résider dans l'agence-

(1) Voir notre Forum de *Science & Vie* n° 853, octobre 1988.

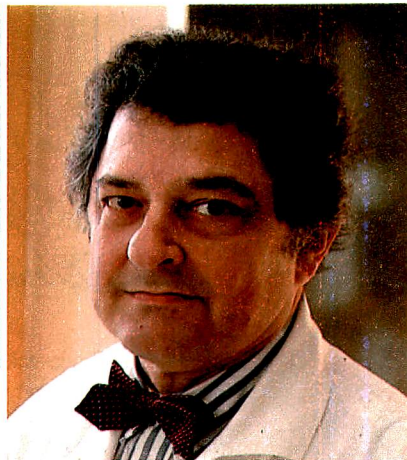
(2) Ce fut le cas, par exemple, du 1^{er} symposium international sur les rapports sciences et connaissances qui s'est déroulé à Tours, du 31 octobre au 5 novembre 1988.



Pr B. Pullman, biophysicien, Académie des sciences : « Il y a une faute quelque part. »



Pr P. Nozières, physicien, Collège de France : « C'est vraisemblablement un canular expérimental. »



Pr M.-F. Kahn, hôpital Bichat : « Benveniste s'est manifestement "planté". »

LA "MÉMOIRE" DES MÉTAUX : UN AMALGAME DOUTEUX

Une revue para-scientifique récente a présenté le Dr Benveniste, découvreur de la douteuse "mémoire de l'eau", à côté d'Alain Dubertret, ingénieur qui se consacre à la "mémoire" de forme des métaux, phénomène, lui, on ne peut plus réel. Le tour de passe-passe a-t-il abusé certains, qui se sont peut-être dit : « Puisque la mémoire des métaux existe, pourquoi pas celle de l'eau ? » Les deux choses n'ont évidemment rien à voir.



Les alliages "à mémoire de forme" (nickel-titane ou "Nitinol", cuivre-zinc-aluminium, cuivre-aluminium-nickel, pour ne citer que les plus connus) changent avec la température, jusqu'à offrir deux formes distinctes selon que celle-ci est haute ou basse.

Ce phénomène résulte d'un changement, dit "martensitique", de la structure cristalline des métaux quand on passe d'une haute température (austénite) à une basse température (martensite, termes empruntés à la métallurgie des aciers).

La transformation martensitique se caractérise d'une part par un déplacement coordonné des atomes inférieur à la distance interatomique et d'autre part, par une déformation homogène (appelée cisaillement) du réseau cristallin. Elle est extrêmement rapide (elle atteint la vitesse du son, qui est de 10^3 mètres/seconde dans les solides). Dans le cas des aciers, c'est-à-dire des alliages fer-carbone avec moins de 2 % de carbone, cette transformation, observée lors du refroidissement, n'est pas réversible car les atomes de carbone se seront regroupés au chauffage, pour former les carbures Fe_3C ou Fe_2C . Elle l'est, par contre, pour ces alliages dits à "mémoire de forme" où les mêmes types de phénomènes sont observés tant au chauffage qu'au refroidissement : c'est la base de l'effet mémoire.

Au refroidissement, le phénomène débute à une température précise, M_s (Martensite start), pour se poursuivre jusqu'à M_f (Martensite finish), où la structure est totalement martensitique. Au chauffage, l'intervalle de température de la transformation (de A_s , Austenite start, à A_f , Austenite finish) est légèrement décalé vers le haut.

Les températures critiques sont obtenues expérimentalement par la mesure de certaines caractéristiques révélatrices de la structure de l'alliage : résistivité, dilatométrie... On choisira l'alliage en fonction de la température sous laquelle il sera utilisé. Aujourd'hui, ces températures critiques se situent uniquement entre $-200^\circ C$ et $+100^\circ C$.

(suite page 26)

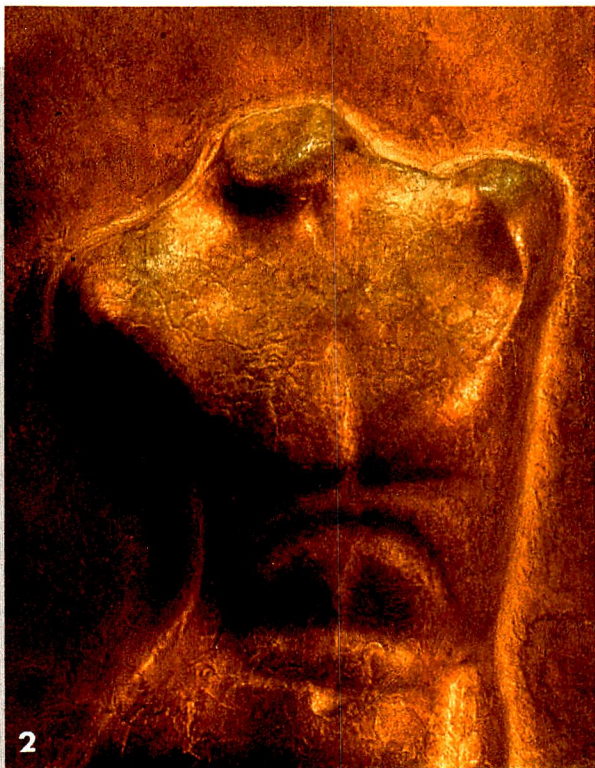
ment des molécules mêmes de l'eau. Ils reprenaient en cela une hypothèse développée à la télévision et qui consistait à montrer, à l'aide d'un dessin, que les molécules d'eau pouvaient s'organiser de manière à former des "coffrets" susceptibles d'emprisonner la fameuse mémoire. Un peu comme ces boîtes, du

genre à sardines, que l'on vend aux touristes et qui sont censées contenir de l'air de Paris.

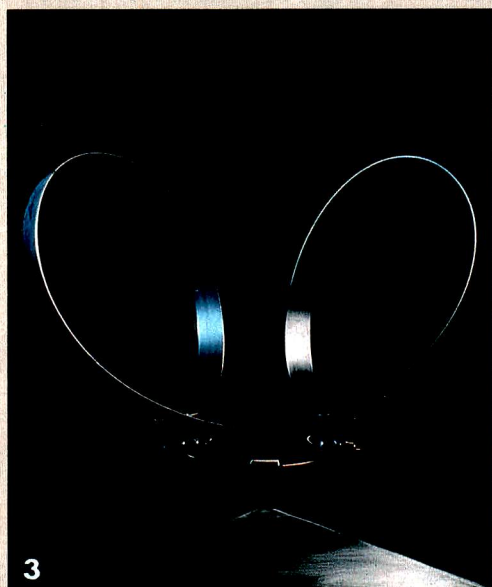
Le Pr Lehn, prix Nobel de chimie, qui ne croit pas à la "découverte", nous a dit avoir été sollicité pour en débattre avec le Dr Benveniste : « J'ai refusé, car je ne veux pas entrer dans cette histoire. On l'a trop



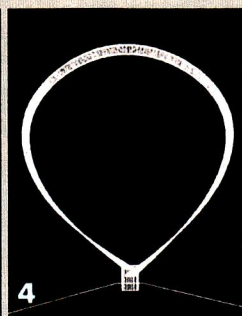
1



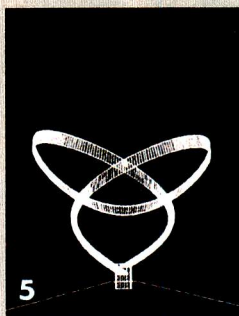
2



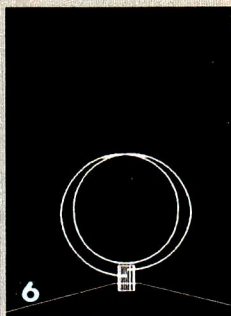
3



4



5



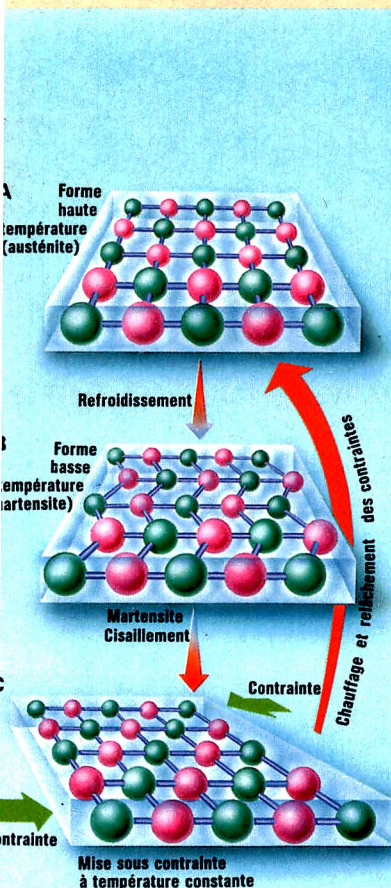
6

Les artistes aussi s'intéressent à la "mémoire" des métaux : Jean-Marc Philippe a d'abord créé la maquette d'une statuette en cuivre-zinc-aluminium, qui change de sexe avec la température (1). Il a choisi par ailleurs du nickel-titane, plus fiable, pour le "cercle de vie" (2), qui devrait être placé à La Défense, à Paris. Celui-ci évoluera avec les saisons : plein cercle de 5 m de diamètre en été (3), il se repliera progressivement (4), jusqu'à former un double cercle en hiver (5). Pour le fabriquer, la société Raychem a dû maîtriser des problèmes considérables (taille exceptionnelle, ajustement des températures, etc.).

agitée, et il est temps que les choses retournent à la sérénité », nous a-t-il répondu fermement. Avant d'ajouter : « Lorsqu'on dissout une substance dans l'eau, des molécules d'eau peuvent effectivement entourer cette substance, pour former ce que l'on appelle une couche d'hydratation, mais quand la

substance a disparu, cette enveloppe disparaît et l'eau retrouve sa structure normale. Il n'est donc pas question que les molécules d'eau enveloppent l'hypothétique mémoire. On n'a pas attendu Mr Benveniste pour mettre en évidence ce phénomène : il est connu depuis 150 ans. »

LA "MÉMOIRE" DES MÉTAUX : UN AMALGAME DOUTEUX



(suite de la page 24)

En contrôlant la température, on contrôle totalement *ipso facto* la transformation des alliages.

A une température donnée, les phases martensitique et austénitique coexistent et sont en équilibre dans le métal : les réseaux cristallins de l'austénite et de la martensite sont en relation géométrique de part et d'autre de leurs plans de contact (interfaces), et

le cisaillement (glissement) dont nous avons parlé s'effectue parallèlement à ceux-ci. Les interfaces évoluent dans un sens ou dans l'autre avec le changement de température.

A haute température, au-dessus de A_f , l'austénite (maille cubique géante en général) possède 24 plans de symétrie ; il y a donc 24 systèmes de cisaillement équiprobables. Les changements qu'ils provoquent lors du refroidissement s'annulent, et l'on n'observe pas de déformation importante du matériau.

Mais, si le métal est soumis à une contrainte extérieure (pour lui donner la forme voulue), un ou plusieurs systèmes de cisaillement sont favorisés : la martensite "s'oriente". Ceci se traduit par une déformation de la forme extérieure de ce métal qui peut, pour certains alliages, atteindre les 8 %.

Considérons, pour y voir plus clair, un "carré" d'austénite (A sur le dessin ci-contre). Au refroidissement, deux variantes de martensite m_1 et m_2 vont apparaître simultanément correspondant à 2 directions différentes de cisaillement. La forme globale du carré n'est pas changée (B).

Mais, si une contrainte lui est appliquée, la variante de la martensite qui est dans la même direction que la contrainte est favorisée et provoque une déformation importante et permanente (C) : une fois la contrainte relâchée, une petite partie seulement de la déformation est recouverte. Au chauffage, l'austénite se reforme par le procédé inverse et la forme initiale est retrouvée (A).

Pour que la modification de forme se fasse grâce au changement de la température seule, il est nécessaire d'"éduquer" l'alliage. Il faut lui mettre en mémoire ses formes "haute" et "basse" températures afin de privilégier un certain type de transformations.

C'est ce qu'on obtiendra par des séries alternées de refroidissements avec mises sous contrainte, et de relâchements des contraintes avec chauffage. A la longue, le changement de forme se produira spontanément, car,

au sein du cristal se sera créé un réseau de défauts linéaires (dislocations) qui privilégie un certain système de cisaillement (il existe, bien sûr, plusieurs types d'"éducation" qui détermineront la résistance de la mémoire de forme au vieillissement).

Son "éducation" terminée, à grand prix, le précieux alliage à mémoire est prêt à être utilisé dans les domaines les plus divers. La toute première application commerciale fut réalisée par la firme américaine Raychem (qui détient la moitié du marché mondial des alliages), en 1969 : il s'agissait de raccords de conduites hydrauliques pour les avions de chasse F14 de l'US Air Force. Depuis, nous assistons à une multiplication des applications dans les industries de pointe, aéronautique, aérospatiale, armement... (connecteurs électriques, bagues pour les raccords de tuyauteries...), domaines où les besoins sont tels que le coût n'est pas un facteur de décision. Il en va de même en médecine (fils orthodontiques, seringues facilitant l'extraction des tumeurs dans les seins...) et aussi maintenant dans la robotique (mains des robots).

Les applications industrielles grand public, elles, commencent aussi à se développer : dispositifs d'ouverture automatique de fenêtre de serre, carburateurs d'automobiles, thermostats de radiateurs, jouets... La France, comme les Etats-Unis et le Japon principalement, développe ces alliages : en particulier, les firmes Souriau pour la connectique, Cézus pour le titane et de nombreux laboratoires de recherche.

Le développement industriel se heurte tout de même à de nombreux problèmes, notamment de coût et de mise en œuvre. Par ailleurs, ils ne sont pas toujours d'emploi facile, car aucun ne possède de point de transformation à haute température qui dépasse les 100 °C.

Les recherches se poursuivent activement pour fabriquer certains aciers alliés au manganèse et au silicium possédant une mémoire de forme, et pour obtenir des températures critiques supérieures à 100 °C.

Fabienne Sergent

Cette hypothèse a cependant été développée sous une autre forme dans un livre dont Jean-Marie Lehn nous a adressé un exemplaire. Intitulé *Echos du sensible* (Edition Atelier Alpha Bleue), son auteur, Agnès Lagache, qui est philosophe, s'appuie sur les cryptates, qui ont valu son prix Nobel au Pr Lehn,

pour justifier la "mémoire de l'eau".

Rappelons que les cryptates sont des assemblages de molécules à base d'atomes de carbone, d'oxygène et d'hydrogène, prenant la forme de cages. En adaptant la forme et les propriétés chimiques de ces cages (récepteurs), on peut y piéger les

ions que l'on veut (substrat). Le couple substrat-récepteur constitue alors un cryptate.

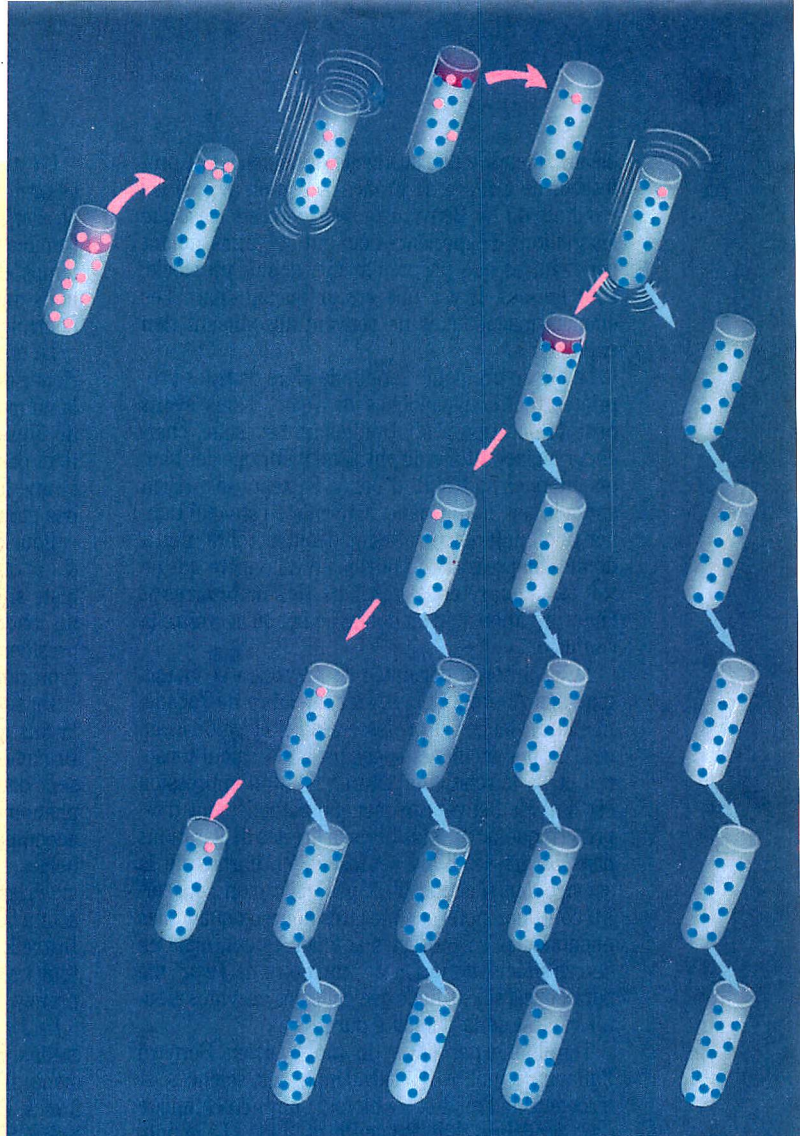
A partir de quoi, Agnès Lagache formule l'hypothèse selon laquelle « ... le médicament homéopathique est fondé sur le processus des cryptates. Nous savons qu'il s'agit d'une substance qui ne se présente pas chimiquement sous sa forme pondérale habituelle ; nous savons qu'une information analogique a toutes les chances d'impliquer un phénomène purement structural en vertu du caractère structural des relations qu'elle représente ; si d'autre part nous admettons l'activité des hautes dilutions, cela implique que l'information active n'est pas portée par la seule substance, qui en principe disparaît à 9 CH, mais aussi éventuellement par le solvant, soit par le récepteur du substrat. Nous pouvons alors rapprocher du processus des cryptates le processus de fabrication du médicament, ce rapprochement étant une suite d'hypothèses reliées à la première (sic). »

Commentaires du Pr Lehn : « C'est complètement fou, c'est du délire. J'en reste abasourdi ».

La critique fut par contre élogieuse dans le numéro 5 du *Journal de l'homéopathie*, de novembre 1988, un journal financé par les Laboratoires Boiron, qui fabriquent la plupart des produits homéopathiques.

De son côté, le Pr Jacques Charpin, allergologue à l'hôpital Sainte-Marguerite, à Marseille, dont le Dr Benveniste avait prétendu qu'il avait trouvé des résultats confirmant les siens (alors qu'il n'en était rien, voir *Science & Vie* n° 852), a décliné l'invitation du congrès d'Euromédecine, à Montpellier, en novembre dernier.

La physique quantique peut-elle, de son côté, fournir une explication, comme le prétendent certains supporters de Benveniste ? Nous avons interrogé Mr Philippe Nozières, professeur titulaire de la chaire de physique statistique au Collège de France. Voici sa réponse : « Ma conviction personnelle est que Mr Benveniste a quelque part dans sa "manip" un artefact, que j'ignore. Il faut chercher à le déterminer. C'est vraisemblablement



HOMÉOPATHIE : QUE D'EAU, QUE D'EAU !

Le principe de la dilution tel qu'elle est utilisée en homéopathie, est fort simple : on prend 1 cl de produit actif (boules rouges) pour le verser dans 99 cm d'eau (boules blanches). On secoue, on reprend 1 cl de mélange qu'on reverse dans 99 cl d'eau, et ainsi de suite. Or, les molécules étant en nombre fini, il vient un moment où la dilution a toutes les chances de ne plus contenir une seule molécule du produit actif, ce que montrent nos

dessins (où l'anneau rouge indique la portion qui passe d'une éprouvette à l'autre). Dès que la dilution a été poussée un peu loin — les homéopathes n'hésitent pas à aller jusqu'à $1/10^{60}$, et le Dr Benveniste, jusqu'à $1/10^{120}$ (soit 30 CH) dans ses expériences sur la "mémoire de l'eau" —, il faudrait un hasard miraculeux (gagner au Loto n'est rien en comparaison) pour tomber sur une éprouvette contenant une seule molécule de produit.

un canular expérimental. La mécanique quantique n'a absolument rien à voir là dedans. »

La réponse est peut-être alors du côté des champs magnétiques, qui ont bon dos pour expliquer l'inexplicable ? Voici la réponse de Mr Anatole Abragam, pionnier de la résonance magnétique nu-

cléaire, membre de l'académie des sciences et professeur au Collège de France : « A mon avis, si les résultats du Dr Benveniste sont corrects c'est que les millions d'expériences qui ont été faites, autant par d'autres que par moi-même, depuis un siècle, sont fausses. Il y a une erreur quelque part. Les champs magnétiques ne peuvent absolument rien expliquer ».

La clé du problème serait-elle alors dans les propriétés thermodynamiques de l'eau ? Nous avons posé la question à Mr Dominique Levesque, chercheur au laboratoire de physique théorique des hautes énergies au CNRS d'Orsay. Sa réponse : « Bien entendu que non ! Quand Benveniste est venu donner une conférence à Orsay, début octobre, il m'a donné l'impression de quelqu'un d'honnête qui ne sait pas interpréter ses résultats. Ils sont bizarres et l'interprétation qu'il en donne ne fait qu'accroître la confusion. »

Autre autorité consultée, le physicien et mathématicien André Lichnerowicz, membre de l'académie des sciences et professeur au Collège de France, l'un des meilleurs spécialistes du calcul tensoriel et de la relativité générale : « Mon impression est que Mr Benveniste manque actuellement d'esprit critique. Je me suis borné à lire ses déclarations dans la presse. Elles dépassent les bornes de la science. Ma réaction n'est pas celle d'un censeur. Au contraire, nous sommes très heureux quand des phénomènes scientifiques se manifestent, mais en ce cas précis, la notion de "mémoire de l'eau" me paraît aussi scientifique que celle des enzymes gloutons : c'est de la publicité pure ».

Terminons par l'avis du biophysicien Bernard Pullman, membre de l'académie des sciences et directeur de l'Institut de biologie physico-chimique de la fondation Edmond de Rothschild : « Le phénomène me paraît tout à fait improbable. Si phénomène il y a, on ne peut l'expliquer par rien. Il y a une faute quelque part. »

Bien que le Dr Benveniste soit l'un des siens, la communauté scientifique a malgré tout réagi.

Des opinions que nous avons recueillies, il ne faudrait pas déduire que le Dr Benveniste est un chercheur persécuté. C'est pourtant ce qu'il veut laisser entendre.

A toutes les questions que nous lui avons posées, le service de presse de l'Inserm s'est borné à répondre que le laboratoire du Dr Benveniste sera "évalué", c'est-à-dire inspecté, au printemps prochain : une commission d'enquête de l'Inserm donnera alors un avis global sur les différents thèmes de recherches de ce laboratoire, lesquels ne portent pas tous (heureusement pour le Dr Benveniste) sur "la mémoire de l'eau". Cette inspection n'a rien d'inhabituel, puisque chacun des laboratoires de l'Inserm, sans exception, en est l'objet, tous les quatre ans.

C'est en 1985 qu'eut lieu la dernière inspection du laboratoire de Clamart. « Cela n'a rien d'un tribunal et tout se passe dans la plus parfaite convivialité. Comme nous sommes prévenus, nous avons tout le temps de répéter notre rôle, avant la générale », nous ont dit des chercheurs qui ont eu à subir ce contrôle.

La commission d'enquête va-t-elle refaire l'expérience de Benveniste et dire si *oui* ou *non* l'eau a de la mémoire ? A cette question, le service de presse de l'Inserm reste très vague, à croire que l'on ne tient pas tellement à tirer l'affaire au clair. On espère que les résultats de cette commission ne seront pas étouffés.

Pour que les choses soient plus claires, *Science & Vie* offre un million de francs à l'équipe de Benveniste si elle peut renouveler son expérience, dans un laboratoire mis à sa disposition par Jean Dry, président de l'Union thérapeutique internationale (voir notre protocole, ci-contre).

De son côté, un savant belge, Jacques Theodor, à la fois mécène et chercheur à l'université libre de Bruxelles, vient de créer spécialement un prix qui sera décerné à quiconque prouvera l'existence du phénomène. Ce prix baptisé "Mémoire de l'eau" est accompagné d'un chèque de 3 millions de francs belges, soit environ 500 000 francs. Pour réaliser les expériences, Mr Maurice Abramow, qui est professeur à la faculté de médecine de l'université libre de Bruxelles, met son laboratoire à la disposition de tous les candidats qui se proposent d'apporter cette preuve.

Le Dr Benveniste dit manquer cruellement de crédits. S'il réussit à prouver l'existence du phénomène, il touchera, séance tenante, 1,5 million de francs. Et, à coup sûr, il se verra décerner le prix Nobel. S'il s'est trompé, et il en a lui-même évoqué à plusieurs reprises l'éventualité, *il faudra tout de même le dire*.

Et, au passage, chacun devra remarquer que l'homéopathie aura eu besoin d'invoquer un phénomène impossible pour tenter de prouver qu'elle avait une base sérieuse. Peut-on mieux se condamner soi-même ?

Les membres de l'académie pontificale ont de leur côté pris parti dans l'affaire. Cette académie internationale, fondée dans les années trente, comprend des personnalités scientifiques de toutes confessions et elle a pour devoir de faire rempart à la divulgation des fausses découvertes scientifiques. En son sein, se trouve concentrée la plus forte densité de matière grise au m², entre autres la quasi-totalité des prix Nobel de physique et de médecine. Lorsque ses membres ont appris que le Dr Benveniste allait faire une conférence sur "la mémoire de l'eau", le 12 janvier 1989, en l'église Saint-Louis des Français (*), à Rome, donnant par là-même un tour officiel à ses déclarations, ils ont aussitôt manifesté

SCIENCE & VIE OFFRE 1 MILLION DE F AU Dr BENVENISTE
pour la "MÉMOIRE DE L'EAU" *Ce chèque sera...*

SCIENCE & VIE OFFRE 1 MILLION DE F AU DR BENVENISTE S'IL DÉMONTRE LA "MÉMOIRE DE L'EAU" Ce chèque sera remis au Dr Benveniste s'il prouve que le phénomène dit de "mémoire de l'eau" a une réalité, en se soumettant au protocole expérimental classique ci-dessous.

*La Compagnie Financière
Edmond de Rothschild*

Banque

Un million de Francs

(somme en toutes lettres)

à Jacques Dembowski

Paris le 15/12 1988

Payable à Paris
47, rue du Fg St-Honoré
Tel. (1) 42 66 92 75
Compensable à Paris 25

37 990 01 3 52
EXCELSIOR PUBLICATIONS
5 RUE DE LA BAUME
75008 PARIS

Paul N. T.

Un laboratoire sera mis à la disposition du Dr Benveniste par le Pr Jean Dry, président de l'Union thérapeutique internationale. L'expérimentation sera effectuée sous le contrôle d'un jury dont le président sera le Pr Dry, avec, comme membres : le Pr Hugues Gonnelle de Pontanelle, le Pr Claude Boudène, tous deux de l'Académie de médecine, le Pr Francisque Leynadier, allergologue à l'hôpital Rothschild, le Dr Margarita Murieta, de l'équipe du Pr Leynadier, et le Dr Nissen Abuaï, chef de travaux à la faculté de médecine Saint-Antoine.

1. L'expérimentation consistera à faire réagir des anticorps de chèvre anti-IgE humaine, dilués au-delà de 15 CH sur des basophiles humains. La preuve de la "mémoire de l'eau" sera établie par constatation d'une éventuelle dégranulation significative des basophiles ou par une libération significative d'histamine par ces cellules (1).

2. L'expérience sera faite avec des

réactifs et des tubes neufs encore sous emballage d'origine.

3. Pour chaque dilution, on procédera à deux mesures faites chacune en double aveugle. Le comptage des basophiles et le dosage de l'histamine seront faits à la fois par des membres de l'équipe Benveniste et par des membres du jury.

4. Le jury pourra disposer à sa convenance des résultats, des enregistrements, des graphiques concernant les expériences.

5. Les frais (produits chimiques, matériel d'étude, personnels technique et scientifique) liés à l'expérimentation seront à la charge de *Science & Vie*.

6. L'équipe Benveniste dégagera le Pr Dry de toute responsabilité en cas d'accident, pertes professionnelle ou financière.

7. Le prix ne sera décerné qu'une seule fois.

Un autre prix, dit "Mémoire de l'eau", d'une valeur de 3 millions de

francs belges (environ 500 000 FF) est offert, d'autre part par un mécène belge, M. Théodor, à quiconque démontrera la matérialité de cette mémoire. C'est à l'occasion d'une émission de la télévision belge (RTBF 1) intitulée Babel et animée par Françoise Wolff que ce prix a été établi, le 8 novembre 1988: Pour toute information, écrivez à: Prix "Mémoire de l'eau", MM. Abramow et Théodor, Laboratoire de physiologie et de physiopathologie, Université libre de Bruxelles, Campus Erasme, Bat C, Route de Lennik 808, 1070 Bruxelles, Belgique.

(1) Par définition, il ne peut y avoir de dégranulation sans libération d'histamine. Bénévéniste, n'ayant pas d'histamine dans ses préparations, prétend qu'il s'agit de deux phénomènes séparés (ce qui est aberrant). C'est donc pour lui donner toutes les conditions qu'il considère lui-même comme favorables, que nous acceptons de séparer les deux phénomènes concomitants.

leur vive désapprobation à l'ambassadeur de France auprès du Saint-Siège.

A l'heure où l'on envisage de créer un organisme européen de la santé et de la recherche, et où il est question de placer à sa tête Philippe Lazar, directeur général de Inserm, ce même Inserm se doit de présenter un dossier en béton, car sans fair-play,

l'Europe des sciences ne pourra qu'être bancale. La bouleversante "découverte" du Dr Benveniste sera-t-elle dans le dossier ?

Pierre Rossion

(3) Cette église, qui fait office de centre culturel, appartient à l'ambassade de France auprès du Saint-Siège

LES FRANÇAIS "CAMÉS" AUX BENZODIAZEPINES

Plus de trois milliards de doses de tranquillisants ont été consommées l'année dernière par les Français ! C'est cinq fois plus par habitant qu'aux Etats-Unis. Nous révélons ici les chiffres tenus secrets par les laboratoires pharmaceutiques. Qui sont les drogués légaux ? Qui sont les médecins, véritables "dealers", qui font des ordonnances de complaisance ?

Les anxiolytiques, couramment appelés tranquillisants, sont ces substances psychotropes nées de notre civilisation du stress, inventées à point pour dissiper l'angoisse névrotique de notre fin de siècle. La famille chimique des benzodiazépines est très largement utilisée dans ce but. Ces produits médicamenteux sont vendus — très bien vendus — dans les 22 000 pharmacies de France. Or, ils font depuis quelque temps l'objet d'une surveillance particulière de la part de l'organisme de contrôle des stupéfiants qui dépend de l'ONU, et qui jusqu'ici s'intéressait plutôt à des matières illégales comme le cannabis, le haschisch, l'héroïne, la cocaïne, le crack, etc. Car on s'est avisé que les inoffensifs tranquillisants font, en fait, partie de l'épidémiologie de la drogue.

L'organisme en question a constaté une dangereuse surconsommation d'anxiolytiques dans toute l'Europe occidentale. C'est la France qui, sur ce chapitre, est en tête du palmarès des nations. Nous détenons déjà le record de la consommation moyenne d'alcool par habitant, nous voici promus au rang de pays le plus "tranquillisé" de la terre. Un titre que nous avons ravi à la Belgique, laquelle nous battait encore d'une petite longueur il y a une dizaine d'an-



Vic
Une no
benzodia
très liée
aux récepteu
spécifiques.

Victan 2mg. Petit, sécable et m

urbanyl

nées. Plus de cent millions de boîtes de "pilules du bonheur" débitées chez nous en 1987. Une consommation en croissance sensible, alors qu'elle diminue dans les autres pays industrialisés, particulièrement aux Etats-Unis qui en absorbent aujourd'hui, proportionnellement, cinq fois moins que nous.

Les tranquillisants, qui ne soignent pas l'anxiété mais lui apportent un soulagement éphémère, agissant à l'instar d'un stupéfiant qui "calme" passagèrement le drogué, figurent parmi les spécialités pharmaceutiques les plus demandées. Notre Caisse nationale d'assurance maladie, chargée de rembourser les frais médicaux des bénéficiaires, traite environ 1 million d'ordonnances par jour. Depuis 1982, cette administration mène tous les six mois une enquête à partir

TRANXENE.
Les formes adaptées ont toujours de l'avance.



Rohypnol 1mg
flunitrazépam



Tranquillisant



HALCION



AN
elle
pine

n°1 Roche
(Chiazepam)

PASSER LE CAP DE L'ANXIÉTÉ



Tendre est la nuit.



d'un échantillon de quelque 100 000 prescriptions médicales prélevées au hasard. Une bonne image statistique des habitudes de consommation thérapeutique à la française. Les conclusions sont édifiantes. Primo, les médicaments du système nerveux sont parmi les plus utilisés de tout l'arsenal pharmacologique, puisqu'ils représentent 20 % des remèdes prescrits. Secundo, plus de 15 % des ordonnances comportent au moins une benzodiazépine. Tertio, parmi les trente médicaments le plus souvent prescrits en France, on trouve cinq formes de cette famille de substances chimiques. En moyenne, la consommation de benzodiazépines a augmenté de 10 % par an au cours de la décennie écoulée.

Que cette classe de produits ait des indications réelles dans certains cas, comme le traitement d'angoisses névrotiques ou l'intervention dans les états d'agitation accompagnant une anxiété intense, c'est indéniable. Elles peuvent aussi apporter une aide momentanée aux patients que l'anxiété paralyse dans leur activité. Mais comment expliquer que les benzodiazépines soient la famille de médicaments la plus répandue en France ? L'une d'elles, le Temesta, s'est vendue en un an à plus d'un milliard de comprimés, battant tous les autres médicaments dont l'aspirine, la grande star de notre pharmacopée !

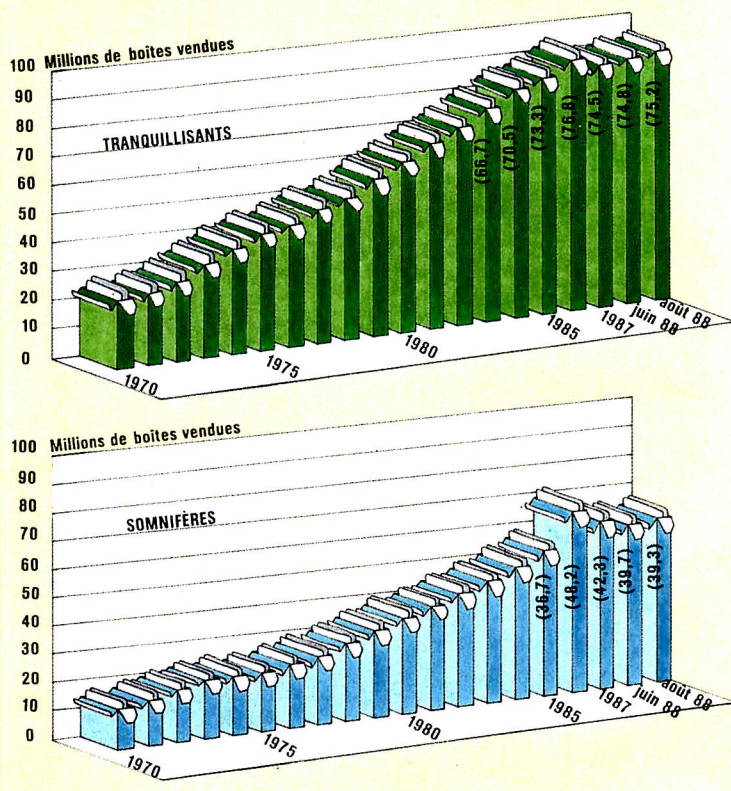
Nous avons voulu pénétrer plus avant dans ce phénomène singulier. Analyser les causes, identifier les responsables de ce débordement. Les firmes pharmaceutiques, plus enclines à faire des bénéfices

LA TOXICOMANIE LÉGALE A DOUBLÉ EN 10 ANS

En une seule année, les Français ont acheté 150 millions de boîtes de tranquillisants ou de somnifères, dont 114 millions de benzodiazépines, qui représentent la grande majorité de ces médicaments. Soit près de 3,5 milliards de comprimés. Soit encore une moyenne effarante de 80 comprimés par adulte ! Les ventes de tranquillisants et somnifères (hors barbituriques) n'ont cessé d'augmenter tout au long de ces vingt dernières années (graphiques ci-dessous, les chiffres entre parenthèses représentent la part des benzodiazépines). La seule légère anomalie dans cette progression spectaculaire, en 1987, est imputable au plan Seguin, qui visait à réduire le taux de remboursement de certains médicaments. Suffirait-il de ne plus rembourser les tranquillisants pour que leur consommation chute considéra-

blement ?

Les chiffres des ventes, spécialité par spécialité, présentés dans le tableau ci-contre sont confidentiels ; nous les avons obtenus par des moyens détournés. Ils émanent de statistiques établies par Informations médicales et statistiques (IMS), une société internationale qui effectue tous les mois un sondage auprès de plusieurs centaines de pharmaciens et qui réserve ses résultats, moyennant une somme coquette, aux seules firmes pharmaceutiques. Ces chiffres sont particulièrement fiables, notamment en France, car ils sont régulièrement réajustés en fonction des résultats de ventes réelles fournis par un club interpharmaceutique, un regroupement des différents laboratoires, tout à fait illégal, d'ailleurs, parce que propice à d'éventuelles ententes sur les prix.



ces que des confidences, gardent jalousement les chiffres dont elles disposent. Les chiffres que nous recherchions, et qui n'ont jamais encore été publiés, nous avons fini par les obtenir à d'autres sources ; ils figurent dans les tableaux et les graphiques qui

À QUOI SE DROGUENT LES FRANÇAIS ?

	MÉDICAMENT (benzodiazépines)	NOMBRE DE BOÎTES VENDES (juillet 87 à juin 88)	
		Différents dosages	Total
TRANQUILLISANTS	TÉMESTA (50 comprimés) 1 mg (30 comprimés) 2,5 mg	15 434 200 7 951 900	23 386 100
	TRANXÈNE (30 gélules) 5 mg (30 gélules) 10 mg (30 comprimés) 50 mg (5 ampoules) 20 mg (5 ampoules) 50 mg	6 616 100 3 346 000 1 427 900 72 000 109 600	11 571 600
	LEXOMIL (30 comprimés) 6 mg	9 403 000	9 403 000
	SÉRESTA (25 comprimés) 10 mg (50 comprimés) 10 mg (20 comprimés) 50 mg	114 100 1 636 200 6 382 500	8 132 800
	URBANYL (30 comprimés) 10 mg (30 comprimés) 20 mg (30 gélules) 5 mg	3 937 600 367 300 1 756 400	6 061 300
	LYSANXIA (40 comprimés) 10 mg (20 comprimés) 40 mg	3 470 900 1 103 300	4 574 200
	VALIUM (40 comprimés) 2 mg (40 comprimés) 5 mg (30 comprimés) 10 mg (gouttes 100 ml) 2 mg (gouttes 20 ml) 10 mg (6 ampoules) 10 mg	486 000 1 449 300 905 100 57 800 449 600 208 000	3 555 800
	XANAX (30 comprimés) 0,25 mg (30 comprimés) 0,50 mg	1 201 800 1 491 400	2 693 200
	VICTAN (30 comprimés) 2 mg	2 003 800	2 003 800
	VERATRAN (30 comprimés) 5 mg (30 comprimés) 10 mg	1 376 800 95 100	1 471 700
	NORDAZ (30 comprimés) 7,5 mg (30 comprimés) 15 mg	392 900 320 000	712 900
	LIBRIUM (30 dragées) 5 mg (50 capsules) 10 mg	321 400 325 400	646 800
	PRAXADMIUM (30 comprimés) 7,5 mg (30 comprimés) 15 mg	221 600 86 000	307 600
	SERIEL (30 comprimés) 50 mg	251 200	251 200
	NOVAZAM (30 comprimés) 10 mg	14 500	14 500
	NOBRIUM (40 gélules) 5 mg (40 gélules) 10 mg	4 600 7 100	11 700
SOMNIFÈRES	HALCION (20 comprimés) 0,25 mg (20 comprimés) 0,50 mg	13 123 500 12 500	13 135 500
	ROHYPNOL (20 comprimés) 1 mg (10 comprimés) 2 mg (20 comprimés) 2 mg	2 501 700 8 907 100 8 900	11 417 700
	MOGADON (20 comprimés) 5 mg (6 suppositoires)	4 849 300 10 600	4 859 900
	HAVLANE (20 comprimés) 1 mg	2 677 900	2 677 900
	NORMISON (20 comprimés) 10 mg (10 comprimés) 20 mg	442 000 1 440 400	1 882 400
	NUCTALON (20 comprimés) 2 mg	840 500	840 500
	NORIEL (20 comprimés) 1 mg	34 600	34 600
	NOCTRAN (30 comprimés) 10 mg	4 831 100	4 831 100
	TOTAL		114 478 300

accompagnent cet article.

Les fabricants de tranquillisants tirent de ce trafic plus d'un milliard de francs par an. Ils sont une petite trentaine dans le monde à se partager le marché. Parmi eux, des géants de l'industrie, tels Roche, Wyeth-Byla, Clin Midy, Upjohn (*graphique p. 43*). Paradoxalement, l'Italie et la Suisse, qui ne sont pas les plus gros consommateurs, sont les fournisseurs les plus importants. Bonne politique commerciale, bonne sagesse sanitaire. Mieux vaut exporter le mal et en tirer profit que le consommer chez soi.

Curieuse histoire, celle des benzodiazépines. Dans les années 50, un chimiste polonais immigré aux Etats-Unis, Leo Sternbach, qui travaille pour Hoffman-Laroche, s'acharne à trouver une molécule anxiolytique. Le modèle chimique dont il s'inspire est la chlorprozamine, le premier neuroleptique de l'histoire, découvert par Henri Laborit en 1952 pour le compte de Rhône-Poulenc. Ce composé a une action anti-hallucinatoire et sédatif sur le cerveau ; il apaise l'anxiété en induisant un état d'indifférence. Mais les neuroleptiques, qui apportent le premier traitement chimique spécifique des psychoses, ont des effets secondaires indésirables : asthénie, somnolence, mouvements incontrôlés, confusion mentale, troubles endocriniens plus ou moins marqués.

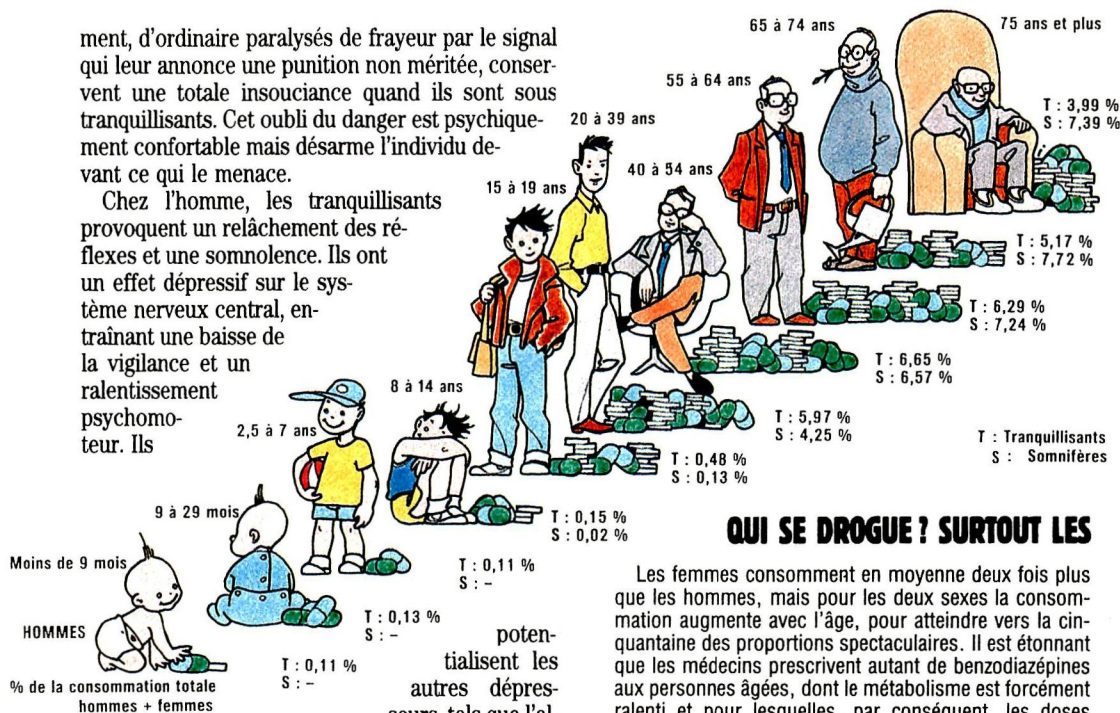
Les neuroleptiques s'avèrent efficaces dans les cas relevant de la psychiatrie. Aussi Sternbach cherche-t-il dans une autre voie, essayant de trouver une substance anxiolytique d'un usage plus courant. Il s'intéresse aux molécules de benzodiazépines, mais les essais tardent à donner des résultats et son laboratoire décide d'arrêter les frais. Parmi tous les dérivés qu'on devait tester, un seul, le RO-5-0690, ne l'a pas été avant l'abandon des travaux. Sternbach, homme têtu, obtient de faire cette ultime tentative. La substance de la dernière chance se révèle être la bonne. Le chlordiazépoxide, ou Librium, sera commercialisé aux Etats-Unis en 1960, suivi quelques années plus tard par le diazépam, ou Valium.

En 1975, le marché français offrait déjà sept produits de ce type ; en 1984, ils étaient une vingtaine. Possédant la même structure chimique de base, ils ont essentiellement les mêmes propriétés, décrites dans le langage pharmacologique comme anxiolytiques, sédatives, anticonvulsivantes, myorelaxantes. Bien qu'ils n'aient pas de pouvoir hypnotique à proprement parler et n'induisent donc pas directement l'endormissement, ils sont très utilisés comme somnifères parce qu'en diminuant l'anxiété, ils facilitent le sommeil.

Les benzodiazépines ont d'abord une action anxiolytique : elles gommant l'anxiété, la peur, atténuant les anomalies du comportement liées à ces émotions. Les animaux en cours de conditionne-

ment, d'ordinaire paralysés de frayeur par le signal qui leur annonce une punition non méritée, conservent une totale insouciance quand ils sont sous tranquillisants. Cet oubli du danger est psychologiquement confortable mais désarme l'individu devant ce qui le menace.

Chez l'homme, les tranquillisants provoquent un relâchement des réflexes et une somnolence. Ils ont un effet dépressif sur le système nerveux central, entraînant une baisse de la vigilance et un ralentissement psychomoteur. Ils



QUI SE DROGUE ? SURTOUT LES

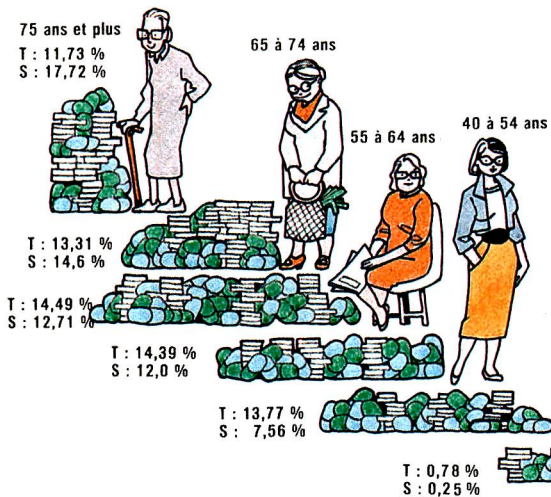
Les femmes consomment en moyenne deux fois plus que les hommes, mais pour les deux sexes la consommation augmente avec l'âge, pour atteindre vers la cinquantaine des proportions spectaculaires. Il est étonnant que les médecins prescrivent autant de benzodiazépines aux personnes âgées, dont le métabolisme est forcément ralenti et pour lesquelles, par conséquent, les doses habituellement pratiquées devraient être réduites au moins de moitié. Il est également surprenant que les enfants, voire les bébés, ne sont pas absents de cette "tranquillisation" collective.

Ces données, qui ne concernent que les benzodiazépines, sont issues d'une enquête confidentielle menée en 1986 par DOREMA, un organisme privé qui fonctionne de la même façon que l'IMS (auquel il est d'ailleurs rattaché): chaque trimestre, un panel de 300 à 400 médecins exerçant en libéral leurs transmettent le double de leurs ordonnances.

Les chiffres officiels de la "Sécu". La Caisse nationale

TRANCHES D'ÂGE	TRANQUILLISANTS *							
	TÉMESTA (1 mg, 2,5 mg)		LEXOMIL (6 mg)		TRANXÈNE (5 mg, 10 mg, 50 mg)		URBANYL (5 mg, 10 mg, 20 mg)	
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes
0 à 19 ans	38 100	53 340	33 528	41 148	24 384	12 192	41 148	19 812
20 à 29 ans	182 880	234 696	155 448	307 848	44 220	35 052	27 432	149 352
30 à 39 ans	332 232	664 464	201 168	835 152	91 440	309 372	91 440	365 760
40 à 49 ans	498 348	1 075 944	333 756	681 228	211 836	396 240	82 296	219 456
50 à 59 ans	670 560	1 976 628	364 236	1 162 812	384 048	559 308	195 072	391 668
60 à 69 ans	1 065 276	2 331 720	481 584	819 912	396 240	694 944	120 396	446 532
70 à 79 ans	734 568	1 865 376	144 780	685 800	131 064	739 140	94 488	289 536
80 ans et plus	269 748	1 197 864	27 432	307 848	115 824	327 660	77 724	141 732
Total par sexe	3 791 712	9 400 032	1 741 932	4 841 748	1 399 056	3 073 908	729 996	2 023 848
Age ou sexe non précisé	82 296		15 240		44 196		50 292	
TOTAL	13 274 040		6 598 920		4 517 160		2 804 136	

* Nombre de prescriptions, d'octobre 1986 à septembre 1987.



consomment-ils ?

Les benzodiazépines, par leur propriété anticonvulsivante, ont leur place dans l'arsenal thérapeutique du médecin; certaines, notamment le Valium, contribuent au traitement des épilepsies. Elles sont aussi parfois utilisées à fortes doses pour leur pouvoir myorelaxant lorsqu'on cherche à provoquer un relâchement musculaire, dans les cas de tétanos par exemple.

Leur mode

FEMMES ET LES PERSONNES ÂGÉES

d'assurance maladie (la "Sécu"), qui regroupe environ 85 % des assurés sociaux en France, nous a permis de fouiller ses dossiers. Tous les six mois, depuis 1982, durant toute une journée, elle prend au hasard quelque 100 000 ordonnances venant des quatre coins de France et mène une enquête auprès des praticiens qui les ont rédigées. En multipliant les chiffres obtenus par un coefficient approprié, on a une idée de la consommation annuelle selon l'âge, le sexe et le type de produit, du moins pour les affiliés à cette caisse (tableau ci-dessous).

Un inconvénient à ce type de calcul statistique : le tableau fait apparaître, par exemple, qu'aucune fille de 0 à 19 ans n'a consommé de Noctran en 1987, alors que les garçons en ont pris. Cela est dû tout simplement au fait que durant les deux journées choisies par la "Sécu" pour cette année-là, ce médicament n'avait pas été prescrit pour des filles de cette tranche d'âge. C'est une faiblesse bien connue en statistique lorsqu'on travaille sur des très petits nombres.

d'action

reste plutôt

obscur. Biochi-

mistes et physiolo-

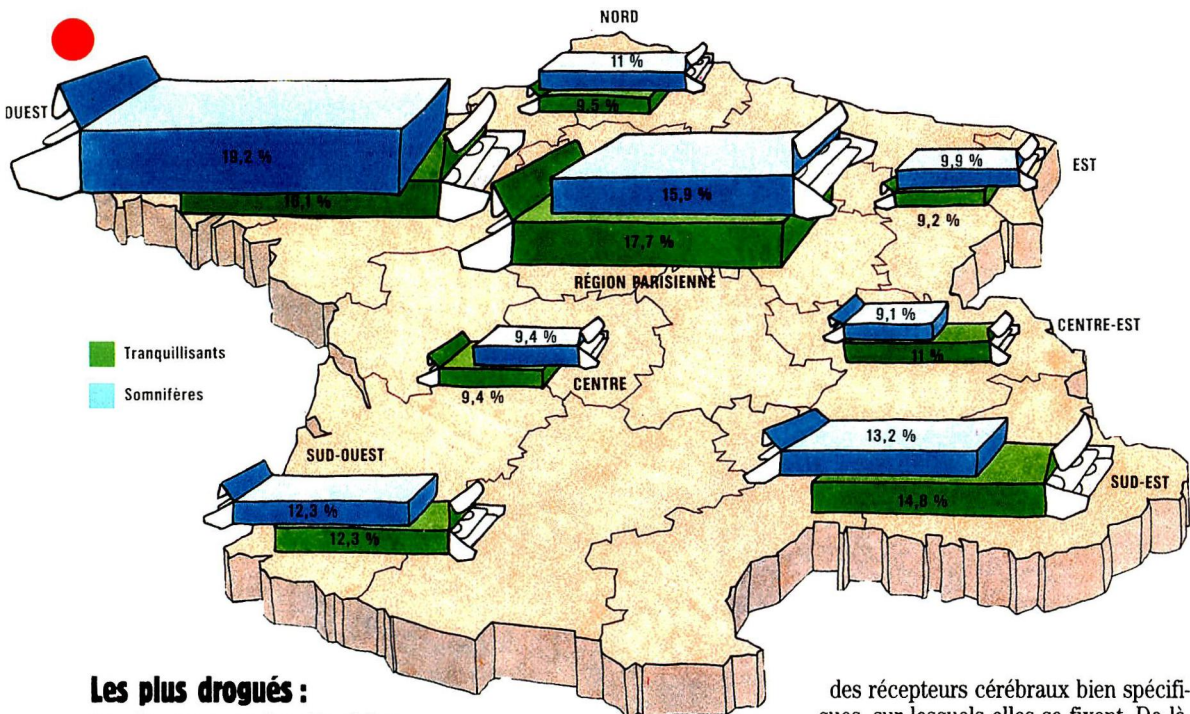
gistes n'ont pas non plus,

d'ailleurs, élucidé précisément

les mécanismes de l'anxiété. Très proche de la peur, celle-ci déclenche les mêmes réponses de l'organisme, modifiant le fonctionnement des organes placés sous contrôle du système nerveux périphérique. Les rythmes cardiaque et respiratoire s'accroissent, le sang afflue plus rapidement vers les muscles. Ce sont les glandes surrénales; les premières à recevoir le signal "danger" envoyé par le cerveau,

SOMNIFÈRES *						TOTAL *		
HALCION * (0,25 mg, 0,50 mg)		ROHYPNOL (1 mg, 2 mg)		NOCTRAN		Hommes	Femmes	Hommes/Femmes
Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes			
0	9 144	0	0	24 384	0	161 544	135 636	297 180
13 716	60 960	100 584	59 436	13 716	25 908	537 996	837 252	1 411 752
105 156	338 328	33 528	251 460	68 580	42 672	923 544	2 807 208	3 730 752
231 648	469 392	199 644	227 076	117 348	198 120	1 674 876	3 267 456	4 942 332
413 004	915 924	146 304	324 612	324 612	338 328	2 497 836	5 699 280	8 167 116
336 804	652 272	326 136	579 120	265 176	353 568	2 991 612	5 878 068	8 869 680
510 540	1 043 940	185 928	384 048	225 552	498 348	2 026 920	5 506 188	7 533 108
167 640	492 342	144 780	377 952	181 356	338 328	984 504	3 183 726	4 168 230
1 778 508	3 982 302	1 136 904	2 203 704	1 220 724	1 795 272	11 798 832	27 320 814	39 119 646
68 580		13 716		38 100		624 840		
5 760 810		3 354 324		3 054 096		39 744 486		

FEMMES
% de la consommation totale
hommes + femmes



Les plus drogués : les Bretons et les Parisiens

Si l'on en juge par les statistiques établies en 1986 par la firme DOREMA, c'est en Bretagne, où sévit déjà l'alcoolisme, et dans la région parisienne que la consommation de benzodiazépines est la plus élevée. Il est à noter que dans l'Est et le Nord, régions pourtant fortement touchées par de graves problèmes économiques, on semble calmer son anxiété autrement que par des médicaments. Ces données moyennes sont évaluées à l'échelle régionale ; des études plus fines, à l'échelle des départements ou des villes, pourraient apporter des contradictions (voir dessins ci-dessous).

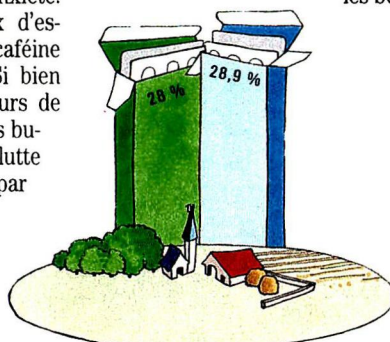
qui déclenchent l'état d'alerte, notamment en relâchant des bouffées d'adrénaline, hormone qui, justement, permet à l'organisme de s'adapter aux agressions extérieures. Ce bouleversement interne est une fonction vitale importante : l'anxiété, moteur de la créativité, est nécessaire à l'homme. Elle apportait déjà à nos ancêtres de la préhistoire le surplus inespéré d'énergie pour terrasser les espèces féroces. Ou tout au moins pour rassembler leurs dernières forces et s'enfuir.

Un individu qui boit 5 à 10 tasses de café par jour peut ressentir les mêmes symptômes que ceux déclenchés par l'anxiété. Palpitations, nervosité, maux d'estomac... C'est parce que la caféine active les mêmes organes. Si bien que nombre de consommateurs de tranquillisants ne sont que des buveurs de café invétérés. La lutte contre l'anxiété passe donc par l'inhibition de ce système d'activités psychiques. Les benzodiazépines ont une affinité chimique avec

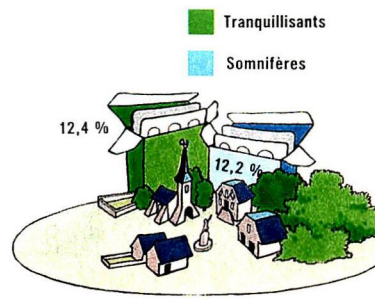
des récepteurs cérébraux bien spécifiques, sur lesquels elles se fixent. De là, elles n'interviennent sans doute pas directement, mais agiraient de pair avec un autre acteur naturel de l'inhibition neuronale, un acide aminé présent en grande quantité dans le cerveau et connu sous le nom de GABA (gamma aminobutyrique). Les benzodiazépines renforceraient l'activité inhibitrice de cette substance, leurs récepteurs cérébraux respectifs étant étroitement associés.

Bien que dotés de propriétés similaires, le Valium, le Temesta et le Tranxène, par exemple, ne donnent pas des résultats thérapeutiques identiques. C'est que leurs caractéristiques pharmacocinétiques (*) sont différentes : ces substances ne voyagent pas de la même façon, ni surtout à la même vitesse, à l'intérieur du corps. De même que les physiciens parlent de "période" pour déterminer la longévité d'un élément radioactif, les biologistes parlent de "demi-vie" pour traduire la durée de séjour de ces manières dans l'organisme.

Les plus tenaces d'entre elles manifestent parfois une particularité curieuse. Métabolisées au niveau du foie, elles se transforment en nouvelles benzodiazépines, qui continuent à agir



Villes de moins de 5.000 habitants



Villes de 5.000 à 20.000 habitants

sur le cerveau après la fin de l'action du produit originel (**tableau p. 42**).

Selon la vitesse de dissolution des benzodiazépines dans les tissus gras, certaines franchissent plus facilement que d'autres la barrière qui les sépare du cerveau. Une demi-heure suffit à l'Halcion, mais il faut deux à quatre heures au Seresta pour créer ce paradis artificiel que les spécialistes nomment le "pic plasmatique", le moment d'effet maximal.

Pour le médecin traitant, l'affaire n'est pas simple. Afin d'obtenir l'effet recherché, il devra tenir compte d'une quantité de paramètres, en particulier l'état de fonctionnement du foie chez son patient ; tout ce qui ralentit le métabolisme hépatique entraîne une accumulation du médicament dans l'organisme. Le médecin devrait moduler les doses en fonction de cette condition, notamment chez les personnes âgées, mais il ne le fait pas toujours. Une mauvaise posologie est souvent à l'origine d'une somnolence excessive, et même de complications plus sérieuses.

Lorsqu'on vise un effet hypnotique, on choisit des benzodiazépines à l'action rapide — le patient ne doit pas attendre des heures la venue du sommeil —, mais avec une demi-vie courte pour éviter la prolongation des effets sédatifs après le réveil. Au contraire, quand il s'agit de traiter un fond permanent d'anxiété, les produits à demi-vie longue sont généralement le plus indiqués.

Dans la réalité, les différentes benzodiazépines sont souvent prescrites indistinctement, sans qu'il soit tenu compte de leurs caractéristiques propres. Etablir les indications thérapeutiques, déterminer le type de produit selon ses propriétés, l'effet souhaité, la constitution et la personnalité du malade, évaluer les mauvaises conséquences possibles du traitement — autant de décisions qui mettent à rude épreuve les capacités de jugement de beaucoup de praticiens. Ne parlons pas des ordonnances de complaisance, faites pratiquement sous la dictée du patient, lequel choisit son tranquillisant selon des critères rien moins que scientifiques. Et sans compter l'automédication pure et simple, où toute garantie médicale est absente. Dans un document récent à diffusion restreinte, le Conseil de l'Europe constatant l'«abus» de benzodiazépines

en France, surtout Halcion et Rohypnol, mentionnait l'existence de fausses ordonnances permettant de tromper les pharmaciens (parfois complaisants).

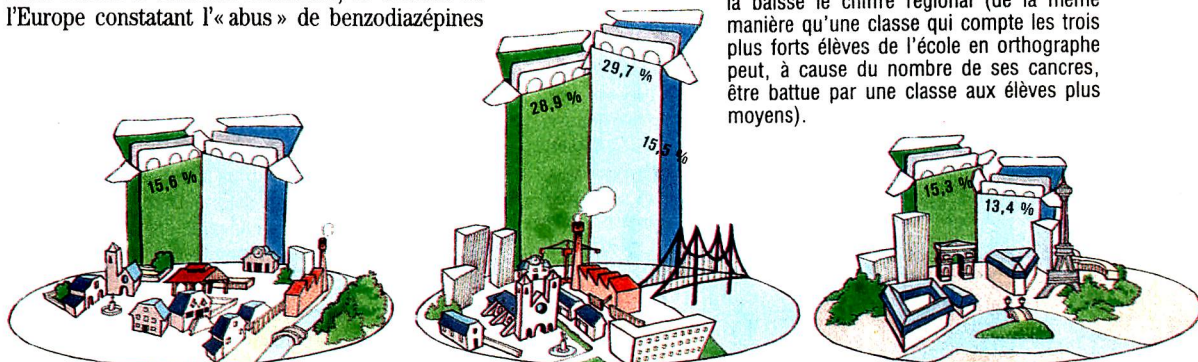
L'assimilation des benzodiazépines aux drogues dures telles que l'héroïne, la cocaïne, etc. est une prise de conscience récente chez les responsables de la santé, bien qu'on ait rapporté des cas de dépendance dès le début de la commercialisation de ces substances. Aujourd'hui, la preuve est faite que ces tranquillisants peuvent entraîner un assujettissement psychique et physique de l'utilisateur au même titre que l'héroïne et ses dérivés.

La dépendance à l'égard d'un médicament se caractérise par la survenue d'un état de malaise à l'arrêt du traitement, appelé syndrome de sevrage. Psychiquement, il y a la peur de voir ressurgir les vieilles angoisses dès qu'on aura supprimé la petite pilule qui en délivrait. Physiquement, des troubles peuvent apparaître un à quatre jours, parfois plus, après l'arrêt de la médication ; ils se prolongent alors pendant plusieurs semaines. Douleurs diffuses, crampes, tremblements, vertiges, maux de tête, nausées, diarrhées, goût métallique dans la bouche sont quelques-unes des manifestations les plus courantes du sevrage. Dans les cas spécialement graves, on assiste à des troubles de l'équilibre, à des convulsions. Chez les toxicomanes qui consomment des benzodiazépines à fortes doses, et chez

Les moins "accro" : les villes de taille moyenne

Le stress des très grandes villes est-il préférable à l'ennui des toutes petites ? C'est du moins ce qu'on peut déduire de la même enquête DOREMA. En effet, les habitants de la région parisienne apparaissent comme les Français les moins "tranquillisés", tandis que les villes de moins de 5 000 habitants sont parmi les plus consommatrices. Mais se sont quand même les agglomérations de plus de 100 000 habitants qui détiennent les records de consommation. Faut-il croire, enfin, que la vie est plus harmonieuse (et les médecins plus consciencieux) dans les villes moyennes (5 000 à 20 000 habitants), puisque c'est là que la consommation de benzodiazépines est la plus raisonnable.

On peut être surpris par le chiffre concernant la région parisienne, qui semble contredire l'impression donnée par la carte de la page de gauche. Il n'en est rien : les villes à faible consommation étant plus nombreuses dans les autres régions, elles pondèrent à la baisse le chiffre régional (de la même manière qu'une classe qui compte les trois plus forts élèves de l'école en orthographe peut, à cause du nombre de ses cancres, être battue par une classe aux élèves plus moyens).



Ville de 20.000 à 100.000 habitants

Villes de plus de 100.000 habitants

Agglomération parisienne

les personnes âgées particulièrement fragiles, l'interruption peut déclencher des hallucinations ou une sévère confusion mentale. On a même signalé des symptômes de sevrage chez des nouveau-nés dont la mère prenait des tranquillisants pendant la grossesse.

Pour des raisons qui nous échappent encore, les consommateurs de benzodiazépines ne sont pas tous sujets à cette dépendance. Outre la sensibilité individuelle, c'est la durée du traitement — bien plus que la dose — qui va déterminer le degré d'asservissement au médicament. Les troubles majeurs en cas d'arrêt apparaissent généralement à partir de trois mois d'absorption continue de benzodiazépines. Entre 30 et 45 % des patients sous tranquillisants depuis au moins six ou huit mois, sont menacés du syndrome de sevrage lorsque cesse le traitement.

Le processus de désaccoutumance, qui fait un peu figure de cure de désintoxication, doit être

progressif, tant par la réduction des doses que l'étalement dans le temps. Plusieurs mois sont parfois nécessaires pour sevrer les habitués au long cours, ceux qui ont pris régulièrement des benzodiazépines pendant des années. Nombre d'entre eux choisissent de "replonger" plutôt que de renoncer à la petite pilule, qui les soulage presque immédiatement de leurs symptômes douloureux.

D'autant qu'un autre phénomène, récemment constaté, les décourage d'arrêter : le "rebond" d'insomnie qui survient après l'interruption d'une benzodiazépine utilisée comme "sommifère". Le Dr Guillemainault, de l'université de Stanford en Californie, déclarait lors d'un récent congrès organisé à Paris par les laboratoires Upjohn : « On ne devrait jamais prescrire une benzodiazépine hypnotique plus de trois semaines d'affilée. » En effet, à l'arrêt du traitement, l'insomnie revient au galop, plus insupportable et tenace qu'avant. Les insomniaques préfèrent encore continuer avec leur pilule du soir, et restent ainsi enfermés dans le cercle vicieux d'une chimiothérapie dont ils ne peuvent plus se libérer. Certains médecins estiment qu'après sevrage, la période des troubles du sommeil correspond à la moitié du temps qu'a duré l'intoxication par les tranquillisants. Consommer des hypnotiques pendant un an se traduira donc, après l'arrêt, par six mois d'insomnie. Mais il suffit quelquefois de deux semaines seulement de traitement aux hypnotiques pour provoquer, à la fin de la cure, une relance accrue d'insomnie — un inconvénient lié surtout aux benzodiazépines à demi-vie courte ou moyenne, comme l'Halcion et le Noriel.

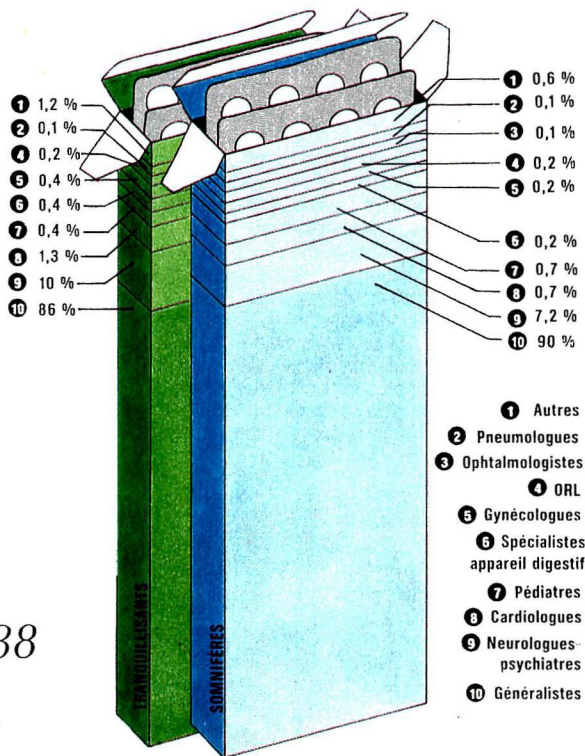
Avec ce type de produit utilisé comme hypnotique en une seule prise par jour, juste avant l'heure du coucher, certains individus connaissent une remontée d'anxiété dans l'après-midi du lendemain, lorsque disparaissent les effets du comprimé de la veille.

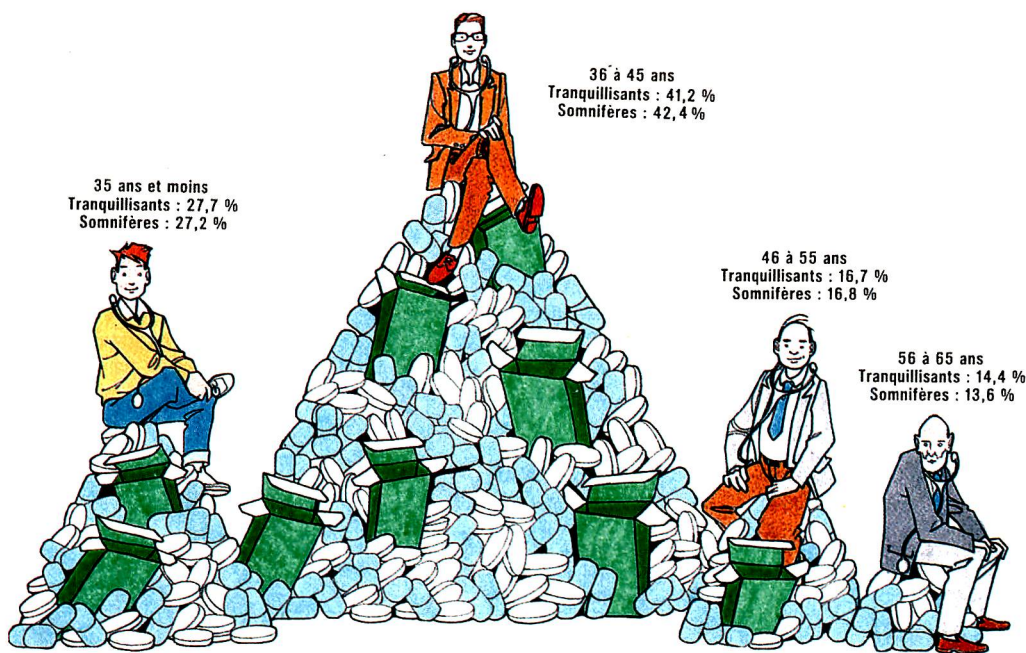
L'incidence des benzodiazépines sur le psychisme est multiple : baisse de vigilance, troubles de l'humeur, apathie, émoussement affectif sont les dérèglements les plus courants. Quant au fameux effet désinhibiteur, qui est censé favoriser la reprise de confiance en soi, il déclenche chez certains des réactions paradoxales, telles que crises de violence et d'agressivité. Le rapprochement entre la consommation de tranquillisants et la mortalité sur les routes françaises, est révélateur. Sur un peu plus de 2 000 victimes, près de 10 % avaient des benzodiazépines dans le sang, associés à de l'alcool dans un cas sur trois (?).

Les conséquences les plus spectaculaires de l'ingestion de ces substances concernent l'atteinte à la mémoire. Le pouvoir amnésiant des benzodiazépines est connu depuis longtemps par les anesthésistes, qui les utilisent dans les examens douloureux comme les endoscopies, pour effacer chez le pa-

Qui sont les médecins "dealers"...

Plus de 85 % des benzodiazépines sont prescrits par des médecins généralistes, selon l'enquête DOREMA. La grande majorité des ordonnances de ces médicaments sont en fait des renouvellements : le patient ne peut plus se passer de sa drogue, et le médecin lui fait une ordonnance de complaisance ; tout comme les vrais dealers du trottoir, il touche sa "petite com", c'est-à-dire 85 F s'il est conventionné. Psychiatres et neurologues, trop associés aux maladies mentales dans l'esprit des Français, ne sont pas assez consultés pour les troubles du sommeil ou l'anxiété. C'est dommage, car ils connaissent généralement mieux ces médicaments et les prescrivent avec parcimonie.





tient les mauvaises impressions que pourrait laisser cette intervention. Plus gênantes sont les pertes de souvenir qui ne sont pas recherchées. Les amnésies les plus prononcées surviennent lors d'une première prise du médicament, une certaine tolérance s'installant par la suite. Elles peuvent néanmoins persister chez des sujets spécialement sensibles, notamment chez les gens âgés ou les consommateurs d'alcool et autres déprimeurs du système nerveux. Il suffit d'une pilule pour déclencher un trou de mémoire qui peut durer une journée entière.

Trois neurologues américains qui se rendaient par avion à un colloque en Europe ont expérimenté ce phénomène en présence de trois de leurs collègues au cours du voyage. Pour se soustraire aux effets du décalage horaire et trouver le sommeil, ils ont avalé chacun un comprimé (0,50 mg) d'Halcion. Ils ont ensuite été incapables de se remémorer les événements qui s'étaient passés entre l'embarquement et les dix heures qui avaient suivi.

La tradition médicale regorge d'anecdotes parfaitement véridiques à propos de chirurgiens qui opèrent, d'anesthésistes qui endorment, de médecins qui soignent en pleine nuit, et qui n'ont conservé aucun souvenir de leur acte parce qu'ils avaient préalablement absorbé des tranquillisants. L'effet amnésiant n'est ressenti que plus tard, ce qui permet d'effectuer, sur le moment, les gestes habituels. Le souvenir des faits précédant la prise des médicaments n'est pas affecté non plus. Le trou noir commence à peu près au moment où le tranquillisant atteint son "pic plasmatique". L'absence de mémoire dépend donc des caractéristiques pharmacodynamiques propres à chaque type de benzodiazépine. C'est pour cette raison que le ministère de la Santé, en février 1987, a interdit l'Halcion sous son

... et quel âge ont-ils ?

Près de 70 % des médecins qui prescrivent des benzodiazépines ont moins de 45 ans (toujours selon DOREMA). Ce sont des hommes à plus de 85 %, et les trois quarts sont conventionnés. Les praticiens de 35 à 45 ans sont aussi ceux qui ont commencé à exercer au moment où l'offensive commerciale des laboratoires était la plus forte.

plus fort dosage (0,50 mg).

Pendant la période qui sera par la suite "oubliée", le sujet peut être parfaitement normal et conscient. C'est d'ailleurs souhaitable dans le cas du chirurgien qui opère. Mais il arrive aussi que les individus soient fortement perturbés dans ces moments-là. On rapporte ainsi des cas de violence irraisonnée. Un homme tire des coups de feu sans motif apparent, un autre met le feu à sa maison, un troisième sombre dans un état de soumission infantile qui se transforme abruptement en délire agressif. Les benzodiazépines ont d'ailleurs rejoint la panoplie des criminels de tout poil, qui les utilisent pour dévaliser leurs victimes ou en abuser. Il y a des dizaines et des dizaines de cas répertoriés par la police.

Une enquête, menée à Strasbourg en 1986 par la Caisse régionale d'assurance maladie, a révélé qu'une personne sur six parmi les preneurs de tranquillisants présentait des troubles de la mémoire. La moitié de la population étudiée signalait par ailleurs des effets secondaires indésirables.

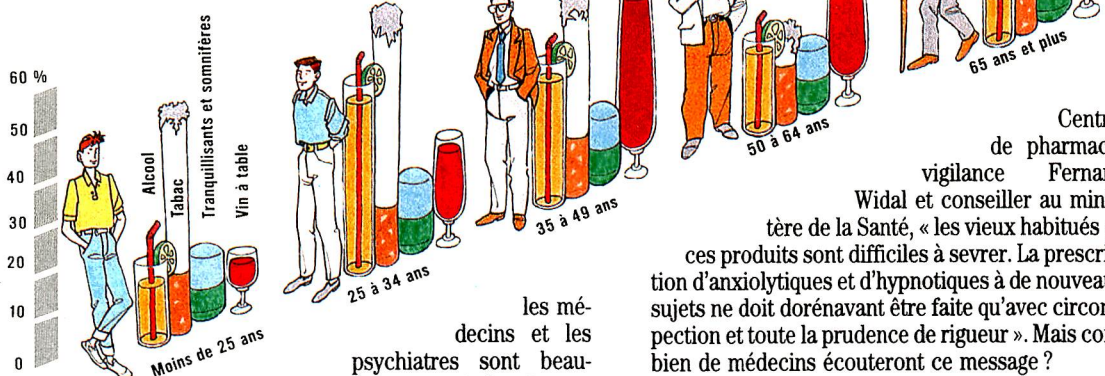
Une enquête américaine à l'échelle internationale, menée en 1971 et renouvelée dix ans plus tard, permet d'estimer à 16 % le pourcentage de Français adultes qui se droguaient aux tranquillisants en 1981. Cette étude ne tenait pas compte des hypnotiques. Lors d'un colloque organisé par *La lettre de*

la Prévention en 1984, on parlait de 8 millions de Français consommateurs de benzodiazépines. Etant donné que la quantité de tranquillisants vendus en France n'a cessé d'augmenter et que l'évolution des dosages forts a été plus forte que celle des dosages faibles, il est clair que ce chiffre est aujourd'hui largement dépassé. « Si on compare avec les autres pays, il y a en France une exagération des prescriptions de routine », constate M. Widlöcher, chef du service psychiatrique pour adultes à l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière. « En Amérique du Nord,

Etats-Unis et 0,5 % en Suède). Selon un sondage réalisé par la SOFRES pour la revue *L'Impatient*, ce chiffre atteignait 9,1 % en 1987 (3). L'étude de Strasbourg, déjà citée, conclut que trois personnes sur quatre parmi les consommateurs de benzodiazépines en prennent quotidiennement, plus de 40 % d'entre elles depuis un à cinq ans, et 25 % depuis plus de cinq ans. Près de la moitié de ceux qui tentent de s'affranchir de cet effarant régime y reviennent très vite, découragés par les affres du sevrage. Pour Georges Lagier, clinicien au

Alcool, tabac, tranquillisants, à chacun son ivresse

Les jeunes des deux sexes préfèrent le tabac : 52 % des moins de 25 ans fument, contre 36 % de l'ensemble de la population. Pour calmer l'anxiété, les hommes choisissent plutôt l'alcool et le tabac : 45 % d'entre eux fument, contre 28 % des femmes ; 51 % prennent l'apéritif au moins une fois par semaine, contre 25 % des femmes. Tranquillisants et somnifères sont le lot des personnes âgées et des femmes ; vers la quarantaine, pour calmer leur anxiété, celles-ci y ajoutent la cigarette. Ces chiffres comparatifs sont tirés d'une enquête faite en 1987 par le CREDOC (Centre de recherches pour l'étude et l'observation des conditions de vie).



les médecins et les psychiatres sont beaucoup plus sobres qu'en France en ce qui concerne la prescription de tels médicaments. » Henri Grivois, qui dirige le service de psychiatrie de l'Hôtel-Dieu, se déclare « stupéfait devant de pareils écarts ».

Une étude conduite en 1986 par l'équipe du Pr Montastruc, de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), souligne la surconsommation médicamenteuse chez des gens productifs et en bonne santé, dans la région de Midi-Pyrénées où la consommation de médicaments divers est pourtant parmi les moins volumineuses de France. Les psychotropes, tous produits confondus, y arrivent en tête et représentent 26,5 % des médicaments consommés. A Amiens, la Caisse d'assurance maladie notait, en 1984, qu'un patient sur cinq prenait des benzodiazépines après l'âge de 35 ans.

En 1981, on a estimé à 5 % la proportion des Français de plus de 18 ans « drogués au long cours », c'est-à-dire qui prennent des tranquillisants tous les jours depuis plus d'un an (contre 1,6 % aux

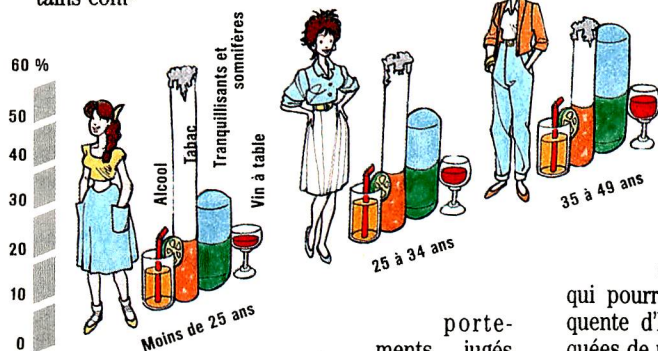
Centre de pharmacovigilance
Fernand Widal et conseiller au ministère de la Santé, « les vieux habitués de ces produits sont difficiles à sevrer. La prescription d'anxiolytiques et d'hypnotiques à de nouveaux sujets ne doit dorénavant être faite qu'avec circonspection et toute la prudence de rigueur ». Mais combien de médecins écouteront ce message ?

Les tranquillisants échappent malheureusement au sort des autres spécialités pharmaceutiques, dont on estime que 40 % ne sont jamais consommés par le patient et finissent dans la poubelle. Si l'on se réfère à l'enquête de Strasbourg, sur une centaine de personnes interrogées, moins d'une demi-douzaine seulement n'ont pas suivi le traitement jusqu'au bout et ont « laissé perdre » une partie des pilules prescrites. Les autres ont tout absorbé.

De quoi est faite cette population de « drogués » ? Il s'agit en majorité de femmes âgées de plus de 50 ans et esseulées par une séparation, un divorce ou un veuvage. La plupart n'ont pas d'activité professionnelle, qu'elles soient retraitées ou femmes au foyer. « La prescription médicale de somnifères et de tranquillisants apparaît clairement comme un mode de réponse privilégié aux difficultés existentielles du troisième âge. Près des trois quarts des consommateurs de plus de 60 ans souffrent de solitude, 66 % de nervosité, 35 % se plaignent de leur état de santé... Chez les femmes plus jeunes, la

consommation paraît liée à des difficultés familiales (*). Les femmes divorcées en prennent plus (52 %) que l'ensemble de la population féminine (36 %). Les femmes qui ont du mal à harmoniser vie familiale et vie professionnelle sont des consommatrices plus avides (33 %) que les femmes actives qui n'ont pas ce problème (13 %).

Avec l'âge, le sommeil se détériore, mais cette situation est souvent aggravée par la prise inconsidérée d'hypnotiques. C'est ce qui ressort d'une étude publiée par Odile Benoit, dans *Le Concours médical* d'octobre 1988. Plus de 50 % de la consommation de ces produits sont le fait des plus de 65 ans qui, bien souvent, absorbent de trois à douze médicaments en même temps. Or, les cocktails sont toujours redoutables avec les benzodiazépines, surtout pour les gens âgés au métabolisme ralenti. Les effets secondaires indésirables, tels que la somnolence et l'amnésie, sont chez eux de 5 à 15 fois plus fréquents que chez les autres catégories d'utilisateurs de tranquillisants. Certains com-



portements jugés séniles et bien des chutes sont peut-être imputables aux benzodiazépines.

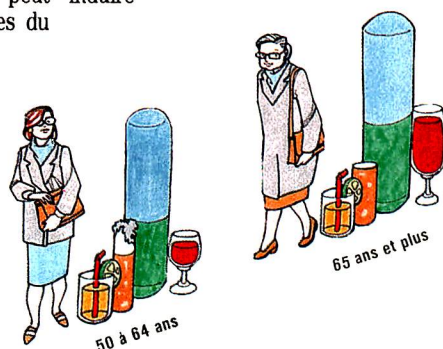
Ces dangers sont multipliés dans les institutions pour personnes âgées, où la consommation de psychotropes et d'hypnotiques est trois fois plus importante qu'à domicile ; alors que la sagesse médicale plaide pour une utilisation prudente et modérée de ces produits, on enferme de force les vieillards dans des camisoles chimiques.

Dans les hôpitaux, les benzodiazépines ont remplacé, pour les patients de tous âges, l'offensive infusion de tilleul du soir. Un grand établissement parisien distribue à ses malades, en un an, 120 000 boîtes de Rohypnol et d'Halcion, 100 000 de Temesta à 1 mg et 50 000 à 2,5 mg, 100 000 de Tranxène à 5 mg, 40 000 de Tranxène à 50 mg.

Les tranquillisants sont aujourd'hui administrés dès le berceau. Une étude de l'INSERM a montré qu'en 1978, sur un millier d'enfants du XIV^e arrondissement de Paris, 7 % avaient reçu des sédatifs ou des hypnotiques avant l'âge de trois mois. A neuf

mois, 15,7 % d'entre eux prenaient plus ou moins régulièrement un psychotrope. Le Valium apparaissait souvent sur les ordonnances, de même que le Théralène, qui n'est pas une benzodiazépine, mais un neuroleptique à manier avec une égale précaution. Une étude plus récente effectuée dans le XII^e arrondissement par les Drs Lazartique et Beverina, confirme ces tristes résultats.

Le plus souvent, ces produits sont donnés par les mamans sous des prétextes complètement futiles : le petit refuse de manger (36,1 % des cas), il dort mal (32,4 %), il est nerveux (27,8 %), il pleure plus que d'habitude (7,4 %). Chez le très jeune enfant, la prise régulière de psychotropes peut induire des troubles du dévelop-



pement cognitif, de la psychomotricité, de l'appareil endocrinien. Des médecins s'interrogent même sur les liens qui pourraient exister entre l'administration fréquente d'hypnotiques et certaines morts inexplicables de nourrissons ou d'enfants en bas âge.

D'après les chiffres que nous avons pu obtenir, le nombre de prescriptions de benzodiazépines est en France de 50 000 par an pour les bébés de moins de neuf mois, et d'au moins 400 000 pour les enfants de moins de sept ans. Il faut ajouter à ces chiffres les ordonnances portant sur d'autres psychotropes, comme le Théralène, et l'administration sans ordonnance de tels produits, ce qui peut multiplier jusqu'à huit fois la quantité de ces médicaments donnés aux enfants. Selon le Service de statistiques de la direction de la pharmacie et du médicament du ministère de la Santé, sur plus de 3 millions de boîtes de Théralène vendues en 1986, près de 2 millions étaient des flacons pour enfants ou nourrissons.

L'adolescence va départager les sexes en ce qui concerne les habitudes de consommation de tranquillisants. Une étude réalisée pour l'INSERM par Françoise Davidson et Marie Choquet a révélé que sur un millier de garçons, 27 % fumaient tous les jours, 31 % buvaient régulièrement des boissons alcoolisées, 9 % prenaient des médicaments psycho-

	NOM DU MÉDICAMENT	PRINCIPE ACTIF	DEMI-VIE MOYENNE	PIC PLASMATIQUE	MÉTABOLITES ACTIFS	DEMI-VIE MOYENNE DES MÉTABOLITES	UTILISATION PRINCIPALE
Benzodiazépines à demi-vie longue	TRANXÈNE LYSANXIA URBANYL VICTAN	Chlorazépate	2 h	1 à 4 h	Desméthylclazépam	40 à 90 h	Anxiolytique Anxiolytique Anxiolytique Anxiolytique
		Prazépam	1 à 2 h	4 à 6 h	Desméthylclazépam	40 à 90 h	
		Clobazam	20 h	2 h	Desméthylclazépam	40 à 50 h	
	VALIUM LIBRIUM NOBRIUM	Loflazépate	75 h	1 h 30 à 2 h	Descarbéthoxyloflazépate	50 à 100 h	
		Diazépam	15 à 60 h	1 h	Desméthylclazépam Oxazépam Desméthylclazépam Oxazépam Desméthylclazépam Oxazépam	40 à 90 h 8 à 12 h 40 à 90 h 8 à 12 h 40 à 90 h 8 à 12 h	Anxiolytique Anxiolytique Anxiolytique
Benzodiazépines à demi-vie intermédiaire	TÉMESTA LEXOMIL SERESTA	Lorazépam	14 h	1 h	—	—	Anxiolytique Anxiolytique Anxiolytique et hypnotique Anxiolytique Hypnotique Hypnotique Hypnotique
		Bromazépam	20 h	1 à 4 h	—	—	
		Oxazépam	8 à 12 h	2 à 4 h	—	—	
	XANAX SERIEL ROHYPNOL HAVLANE MOGADON NORMISON NUCTALON	Alprazolam	10 à 15 h	1 à 2 h	—	—	
		Tofizopam	8 h	1 à 2 h	—	—	
Benzodiazépines à demi-vie courte	HALCION VÉRATRAN	Flumitrazépam	20 h	1 à 2 h	—	—	Hypnotique Hypnotique Hypnotique
		Loprazolam	8 h	1 h	—	—	
		Nitrazépam	20 à 25 h	2 h	—	—	
		Térazépam	9 à 25 h	30 à 50 min	—	—	
		Estazolam	18 à 24 h	1 à 1 h 30	—	—	
		Triazolam	3 h	30 min à 1 h	Hydroxytriazolam	4 h	Hypnotique Anxiolytique
		Clofazépam	4 h	1 h	—	—	

Carte d'identité des benzodiazépines

C'est une famille de molécules chimiques qui ont toutes les mêmes propriétés, mais qui sont utilisées différemment selon qu'elles agissent plus ou moins rapidement et plus ou moins longtemps. La demi-vie représente le temps nécessaire pour que la concentration du produit diminue de moitié dans l'organisme. Plus la demi-vie est brève, donc, et moins les effets du médicament persistent, ce qui est recherché en cas d'insomnie. Certaines benzodiazépines ont un principe actif initial qui donne naissance, dans l'organisme, à d'autres produits aussi efficaces, appelés métabolites, dont certains persistent plus longtemps que le principe initial, allongeant ainsi leur durée de vie. Le pic plasmatique correspond au moment où est atteint le maximum d'efficacité. Les estimations sont approximatives et varient souvent d'une étude à l'autre, d'un patient à l'autre.

tropes. Pour les filles, les chiffres étaient respectivement : 25 %, 15 % et 20 %. Les garçons sont beaucoup plus portés sur l'alcool, à connotation plus virile, les filles sur les produits psychotropes. Cette tendance est accentuée par un fait bien connu sinon bien expliqué : les médecins, en majorité des hommes, prescrivent plus facilement des tranquillisants aux jeunes filles et aux femmes, réputées plus fragiles, qu'aux patients de leur propre sexe.

Entre 15 et 19 ans, un adolescent sur sept prend des psychotropes. Or, à ces âges, les troubles de l'état affectif, pour être fréquents, sont tout à fait normaux. « Répondre par la prescription de médicaments, dit Marie Choquet, peut être un moyen d'évacuer la crise, mais peut aussi induire un comportement de dépendance. » Cela devient du « con-

sumérisme proposé et valorisé par un adulte (le médecin) dont l'autorité s'impose ». Les produits tranquillisants risquent d'ailleurs d'empêcher la maturation nécessaire pour que la crise d'adolescence disparaisse. « Le médicament sera ainsi, pour le futur adulte, le moyen le plus commode de résoudre et supporter toute tension. » Pour les jeunes, une consultation médicale sur cinq aboutit à la prescription d'un tranquillisant ou d'un hypnotique.

La consommation ne cesse de croître chez les lycéens. C'est d'autant plus inquiétant qu'il existe des corrélations entre l'usage des psychotropes licites et illicites. D'après l'étude de l'INSERM déjà citée, « les lycéens qui usent d'au moins un produit psychotrope sont, dans l'ensemble, moins méfiants à l'égard des drogues que ceux qui n'en consomment pas. Sur 1 000 lycéens ayant fait usage de drogues, 36 % ont commencé par l'abus de barbituriques ou de tranquillisants ».

Les premier «dealers» de drogues licites sont les médecins. Non pas les psychiatres et les neurologues. «J'utilise peu de benzodiazépines, et de moins en moins», nous confie l'éminent psychiatre parisien Henry Cuche. Les médecins généralistes sont, à plus de 85 %, les principaux pourvoyeurs. Or, si l'on se réfère aux enquêtes de la Caisse nationale d'assurance maladie, dans l'immense majorité des cas (70 %), le motif de la consultation est une pathologie qui n'a rien à voir avec une affection justiciable de benzodiazépines. On consulte pour le cœur, la gorge ou l'estomac, et l'on se retrouve presque systématiquement avec un tranquillisant, qui figure en général en fin d'ordonnance, le plus souvent sans indication de durée de traitement.

On rencontre même la prescription conjuguée de plusieurs benzodiazépines sur une même ordon-

nance, alors que leurs effets sédatifs risquent de se potentialiser dangereusement. La Caisse d'assurance maladie de Rouen a relevé 69 ordonnances sur 416, soit près de 17 %, qui prescrivait deux benzodiazépines différentes. Onze en prescrivait trois du même coup. « Associer trois benzodiazépines, c'est incompréhensible », s'étonne le Pr Widlöcher.

Le pompon revient à ce médecin qui en a prescrit pas moins de six à la fois, à un homme d'une cinquantaine d'années. Les spécialistes apprécieront : 2 comprimés de Seresta, le soir ; 1 comprimé d'Halcion 0,5 mg, le soir ; 3 comprimés d'Urbanyl 20 par jour ; 3 comprimés de Lexomil par jour ; 3 comprimés de Librium 10 par jour ; 3 comprimés de Temesta 2,5 par jour.

Cette ordonnance hallucinante est un cas extrême, mais beaucoup de généralistes paraissent ignorer les inconvénients de ces médicaments, dont la vente est poussée à outrance par les laboratoires, lesquels dépensent de 15 à 20 % de leur chiffre d'affaires en publicité et en démarches promotionnelles auprès des médecins. Ainsi, sur les 87 praticiens de Loire-Atlantique qui ont accepté de répondre à un questionnaire formulé par les Drs Bourin et Gillet (*), moins de la moitié seulement (42,2 %) jugeaient qu'il convenait de ne pas laisser s'éterniser un traitement par benzodiazépines. La pensée médicale, profondément conditionnée par la propagande commerciale des laboratoires industriels, semble avoir perdu ici une partie de sa lucidité scientifique, d'autant plus que l'efficacité à long terme de ces médicaments n'a jamais été prouvée. L'effet placebo jouerait parfois pour 30 à 40 %.

Les benzodiazépines sont souvent données à tort et à travers. De l'enquête d'Amiens, citée plus haut, il ressort que 42 % des malades souffrant d'états dépressifs étaient traités par ces produits. Or, ces derniers n'ont jamais soigné la dé-

pression ; en revanche, ils peuvent la masquer sans pour autant enrayer son évolution, ce qui est grave.

Si le médecin de quartier recourt si facilement aux benzodiazépines et en banalise l'emploi dans notre pays, c'est souvent parce qu'il se crée ainsi une clientèle fidèle, qui en redemandera, ces médicaments peu coûteux n'étant délivrés que sur ordonnance. Le fait que le nombre de nos médecins ait doublé en quinze ans n'est sans doute pas sans rapport avec la consommation explosive de tranquillisants. Il faut bien que les nouveaux venus justifient leur activité — un jeune médecin sur trois est au chômage. Les maux confus de mal-être sont un terrain privilégié pour le médecin de famille à qui l'hôpital et les spécialistes ont retiré la plus grande partie des pathologies sérieuses.

La prescription d'un tranquillisant à partir d'un diagnostic vague et indéterminé, est devenu un acte médical courant, vite dit et vite fait ; le Dr Guilleminault cite une enquête où l'on a mesuré le temps moyen qui s'écoule dans le cabinet du praticien

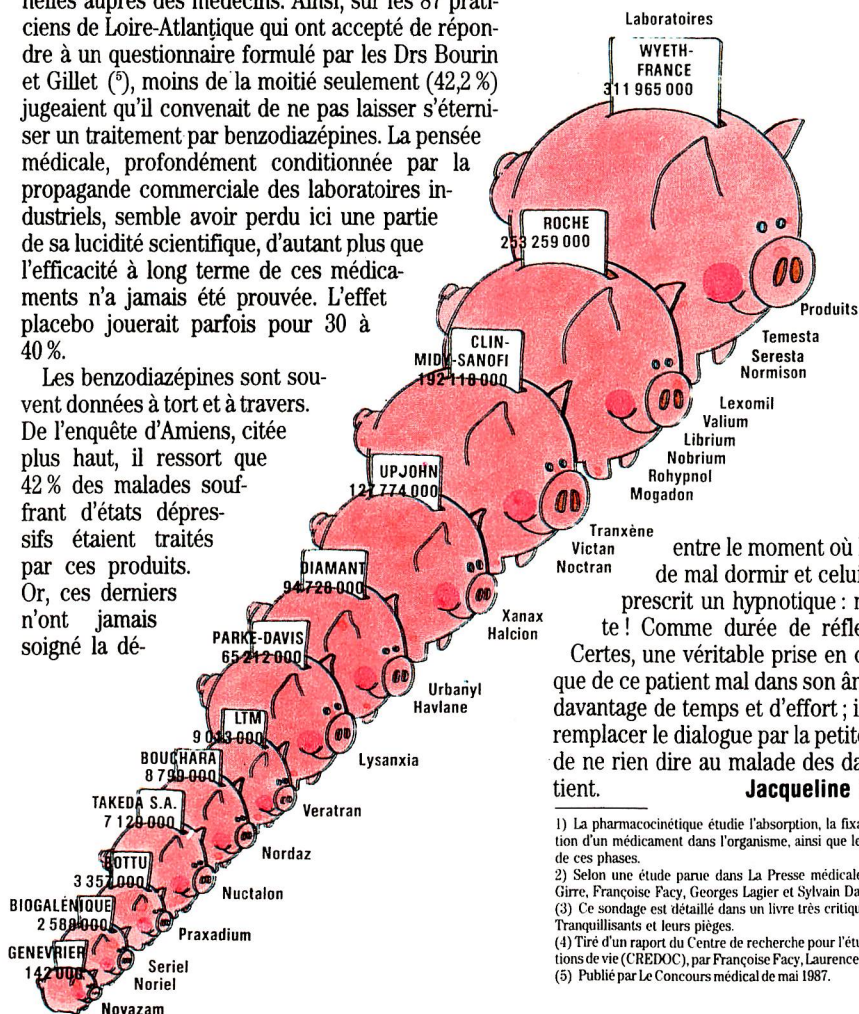
A qui profite le crime ?

Une quinzaine de firmes pharmaceutiques se partagent le marché des benzodiazépines, évalué à plus d'un milliard de francs pour la période juillet 87-juin 88. Trois d'entre elles, Wyeth-Byla, Roche et Clin-Midy, en détiennent à elles seules les trois quarts. Ces chiffres, issus des statistiques de l'IMS, représentent les ventes hors taxes des laboratoires et non les ventes à la consommation (pour connaître celles-ci, les professionnels de l'industrie pharmaceutique multiplient ces chiffres par 1,7293).

entre le moment où le malade se plaint de mal dormir et celui où le médecin lui prescrit un hypnotique : moins d'une minute ! Comme durée de réflexion, c'est court.

Certes, une véritable prise en charge psychologique de ce patient mal dans son âme aurait demandé davantage de temps et d'effort ; il est plus facile de remplacer le dialogue par la petite boîte à pilules, et de ne rien dire au malade des dangers qu'elle contient.

Jacqueline Denis-Lempereur



1) La pharmacocinétique étudie l'absorption, la fixation, la répartition, l'élimination d'un médicament dans l'organisme, ainsi que le temps nécessaire à chacune de ces phases.

2) Selon une étude parue dans La Presse médicale de juin 1988, par Catherine Girre, Françoise Pacy, Georges Lagier et Sylvain Dally.

3) Ce sondage est détaillé dans un livre très critique de Catherine Sokolsky, Les Tranquillisants et leurs pièges.

4) Tiré d'un rapport du Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (CREDOC), par Françoise Pacy, Laurence Haessler et Didier Rosch.

5) Publié par Le Concours médical de mai 1987.

LES TROUS NOIRS FONT LEUR CINEMA

Grâce à des ordinateurs super-puissants capables de calculer simultanément et 4 000 fois de suite la position et la vitesse de 10 000 étoiles, une équipe d'astrophysiciens de l'université Cornell, aux Etats-Unis, vient de réaliser une grande première : assister au "film" de la formation des trous noirs.

La scène se déroule loin, très loin de nous, dans le temps comme dans l'espace. Au cœur d'une galaxie anonyme qui rien ne distingue a priori des millions d'autres qui peuplent l'Univers observable, 100 millions d'étoiles à neutrons tourbillonnent autour d'un centre commun à des vitesses proches de celle de la lumière. Soudain, le délicat équilibre de leur mouvement est brisé. Des étoiles commencent à plonger vers le centre en une fantastique avalanche. De cet effondrement catastrophique va naître un astre nouveau : un trou noir supermassif.

Les astrophysiciens savent que toute observation directe des trous noirs est impossible, puisque même la lumière ne peut s'en échapper. C'est seulement par des effets secondaires qu'on parvient à détecter leur existence. Leur effondrement gravitationnel est par ailleurs un phénomène si bref qu'il est impossible de le saisir. Pour tenter de voir ce qui se passe, il ne reste finalement qu'une issue : la simulation.

Encore irréalisable il y a seulement quelques années, le calcul de l'évolution d'un trou noir est maintenant possible grâce aux grands ordinateurs. Un tel calcul, traduit graphiquement sur un écran et repris image par image par une caméra, permet d'observer l'effondrement d'un amas stellaire en trou noir, comme si nous y étions.

C'est ce que viennent de réaliser, aux Etats-Unis, Stuart Shapiro et Saul Teukolsky, chercheurs du Cornell National Supercomputer Facility, à partir des équations de la relativité générale d'Einstein appliquées à l'évolution d'un amas stellaire. Ce ne fut pas, on s'en doute, un mince travail. Il fallut en effet calculer simultanément la position et la vitesse de 10 000 étoiles, 4 000 fois de suite ! Le tout a

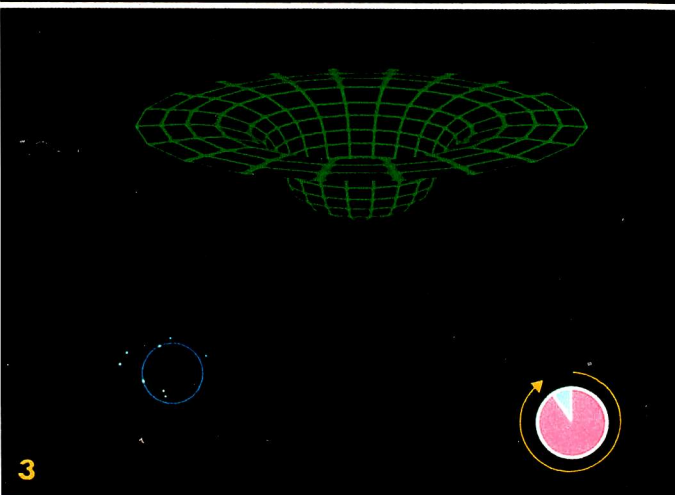
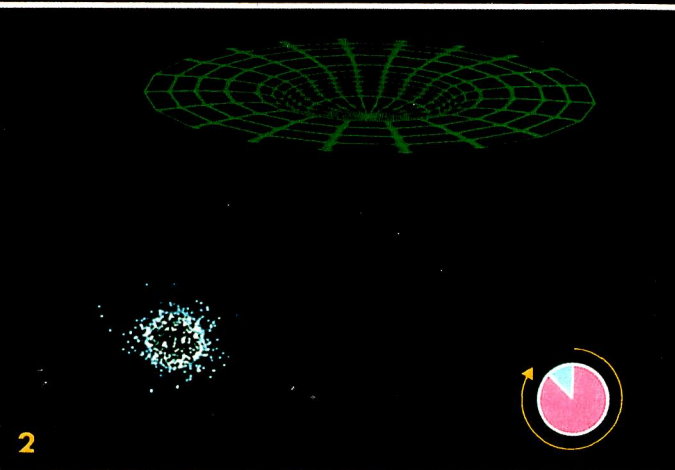
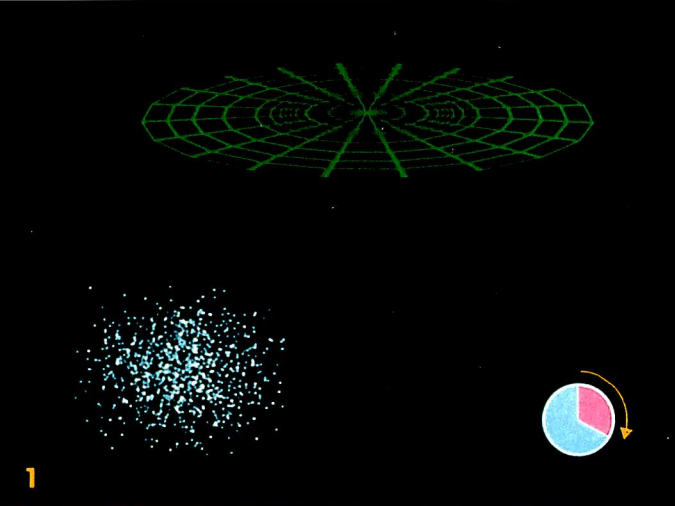
nécessité dix heures de calcul en unité centrale, ce qui est considérable quand on sait que les ordinateurs utilisés (des IBM 3090-600 associés à un réseau de microprocesseurs parallèles) sont capables d'effectuer plusieurs centaines de millions d'opérations élémentaires par seconde !

Les positions des étoiles sur l'écran ont été filmées à intervalles réguliers sur un film couleur, dans les studios de Digital Productions à Los Angeles. La séquence complète, qui dure 8 minutes, retrace ainsi l'évolution d'un amas stellaire massif, jusqu'au stade du trou noir.

Pour mieux comprendre le film, rappelons qu'un trou noir est une région de l'espace où la gravité est tellement puissante que rien, pas même la lumière, ne peut s'en échapper. Les trous noirs sont des corps tout à la fois très massifs (au moins trois fois la masse du Soleil) et très denses (au moins un million de milliards de fois celle de l'eau !). L'espace est alors tellement courbé qu'il se referme sur lui-même et se transforme en piège cosmique.

Il existe une grande variété de trous noirs, selon la valeur des trois paramètres qui les caractérisent (masse, moment angulaire, champ électrique) : trous noirs de Kerr, trous noirs électrisés, trous noirs neutres, trous noirs en rotation, etc. Les plus gros — ceux qui se lovent au centre des galaxies — vont jusqu'à 100 millions de masses solaires (!), mais leur taille reste cependant réduite puisqu'ils tiendraient largement à l'intérieur du système solaire ($11,8 \times 10^8$ km de diamètre). Notre plus proche voisine, la galaxie d'Andromède, en possède probablement un dans son noyau. De même que le cœur de notre propre galaxie, la Voie lactée, pourrait également en héberger un, quoique moins massif :

(1) La masse du Soleil est égale à $1,99 \times 10^{30}$ kilos !



Film accéléré d'une naissance

1. La simulation commence au moment où, à la suite d'instabilités gravitationnelles, un amas stellaire (points blancs) va s'effondrer sur lui-même. Les déformations de l'espace qui vont survenir, seront représentées sur le réseau vert, en haut de l'écran ; l'angle rose de l'horloge, en bas à gauche, grandira avec l'écoulement du temps.

2. Au fil des minutes, alors que la masse stellaire s'accumule au cœur de l'amas, l'espace se déforme de plus en plus, y attirant encore plus d'étoiles. De plan, le réseau se creuse en son centre, donnant naissance à une "fosse gravitationnelle".

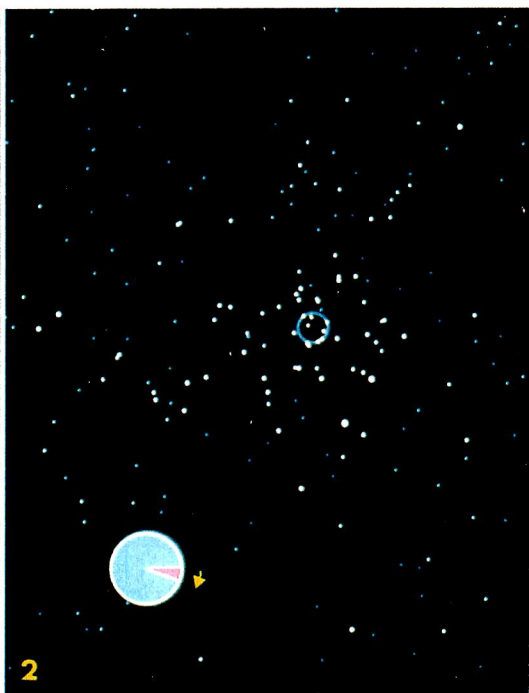
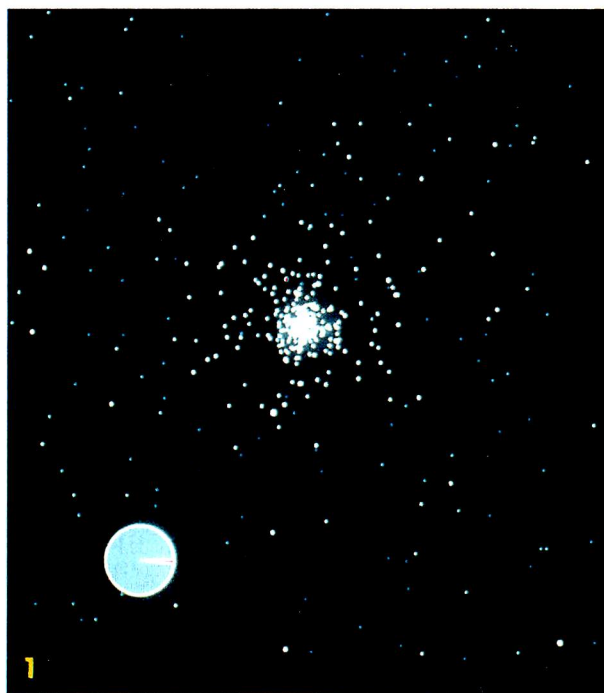
3. En dix minutes environ, un trou noir (cercle bleu) a remplacé l'amas. Les dernières étoiles se sont "éteintes". L'accumulation croissante de la masse des étoiles au centre de l'amas a fini, en effet, par transformer la "fosse" en "puits gravitationnel" (creux maximal du réseau), qui, comme un maelström irrésistible, a piégé d'abord les étoiles les unes après les autres, puis leur lumière, qui ne peut plus en sortir pour nous parvenir.

Les trous noirs les plus intéressants sont incontestablement ceux qui alimentent en énergie les quasars, lesquels sont les astres les plus énergétiques qui aient été décelés dans l'Univers. Le quasar 3C 273, l'un des premiers à avoir été repéré, à environ 2 milliards d'années-lumière de nous, émet à lui seul autant de lumière qu'un milliard de galaxies "normales", pour une taille qui n'excède cependant pas une année-lumière, soit nettement moins que la distance qui nous sépare de la plus proche étoile. Et la luminosité des plus puissants quasars aujourd'hui connus équivaut à 1 million de milliards de Soleils. La nature de leur source d'énergie a longtemps été un mystère. On a d'abord cru qu'il s'agissait du rayonnement thermonucléaire d'amas d'étoiles explosant en chaîne. Mais le spectre de rayonne-

ment, c'est-à-dire la répartition de l'intensité en fonction de la fréquence d'émission, ne ressemble pas du tout à celui des étoiles. Il s'agit plutôt d'un rayonnement de caractère non thermique, dit "synchrotron". Ce type de rayonnement est créé par des électrons animés de vitesses proches de celle de la lumière et circulant dans un champ magnétique

10⁶ masses solaires...seulement !

Ces trous noirs sont mis en évidence par le mouvement des étoiles au voisinage du cœur des galaxies-hôtes, car leur période de révolution implique l'existence d'un corps central, invisible, dont la masse excède une valeur normale pour le volume considéré.



Né au cœur d'un amas d'étoiles...

L'instant zéro de cette simulation se situe quelque 10^6 années après la naissance des étoiles de cet amas (1 — points blancs), au moment où elles sont devenues des étoiles à neutrons. En quelques minutes, on se retrouve 10^{10} années plus tard, et les étoiles se sont concentrées dans le noyau de l'amas, autour duquel elles tournent à des vitesses proches de celle de la lumière. Les collisions qui s'y produisent dans ces circonstances y amènent la formation d'une concentration de petits trous noirs (2 — cercle bleu).

intense. L'explication la plus logique est que ce rayonnement synchrotron est créé par le disque de matière qui spirale comme un gigantesque maëlstrom cosmique autour de trous noirs supermassifs, dont la masse doit être comprise entre 1 à 100 millions de Soleil. Pour la plupart des astrophysiciens il ne fait plus de doute aujourd'hui que ces super trous noirs sont le réservoir d'énergie de quasars habituellement 10^{15} fois plus brillants que notre Soleil.

Ce que les astrophysiciens ont observé dans leur simulation filmée est pour le moins intéressant, dans la mesure où ils ont vu se dérouler sous leurs yeux des processus bien plus complexes qu'ils ne l'avaient imaginé. Jusqu'alors, en effet, le sort final des amas stellaires instables et leur effondrement en trou noir n'avait été discuté qu'en termes qualitatifs.

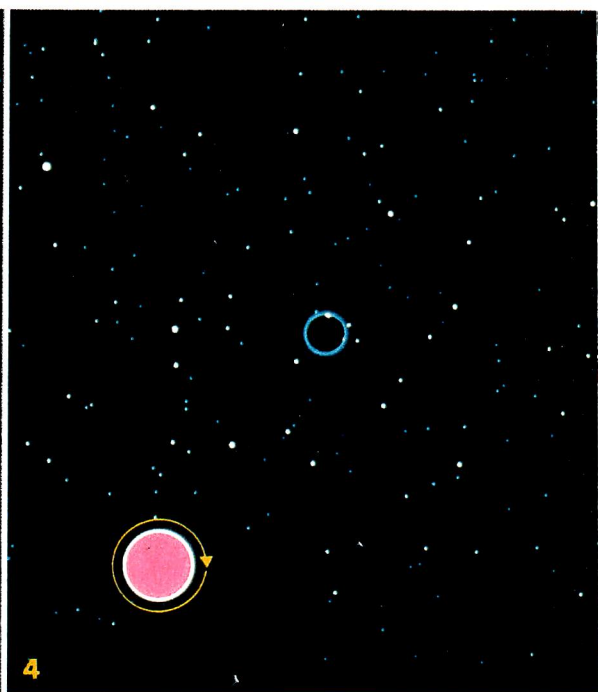
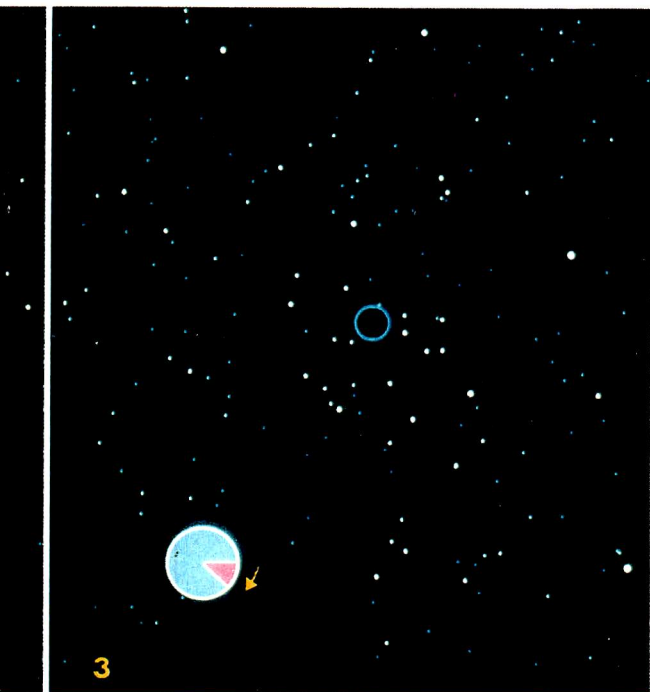
Avec la simulation sur ordinateur on a pu retracer l'évolution complète des configurations instables. La formation d'un trou noir s'accompagne en particulier de "singularités" de l'espace-temps, c'est-à-dire de régions à l'intérieur du trou noir pour lesquelles les forces de marée et la densité deviennent infinies. Il est évidemment difficile, pour ne

pas dire impossible, au cerveau humain de concevoir l'infini (l'ordinateur est d'ailleurs, lui aussi, allergique à l'infini : essayez donc de lui faire diviser un nombre par zéro...).

Sur les premières images du film, les étoiles se trouvent en orbite autour d'un centre de masse commun, et circulent à des vitesses proches de celle de la lumière (299 792 km/s). L'amas est au départ en équilibre, puisque la force centrifuge née du mouvement des étoiles sur leurs orbites contrebalance exactement la force centripète créée par leur attraction gravitationnelle combinée. Si la théorie de la gravitation de Newton était correcte, l'amas resterait pour toujours dans cet état d'équilibre parfait.

Toutefois, les corrections introduites par la théorie de la Relativité générale font que l'amas devient instable, ce qui se traduit finalement par un effondrement catastrophique : au fur et à mesure que le temps passe, les orbites des étoiles spiralent vers le centre, où la concentration de masse devient suffisante pour atteindre la densité critique conduisant à la formation d'un trou noir.

Tant que le trou noir n'est pas formé, la lumière peut se propager vers l'extérieur et sortir de l'amas.



... le trou noir s'étend jusqu'à engloutir tout le voisinage

Dans les quelques minutes qui suivent, on assiste au cours de la simulation à la formation d'une coalescence des trous noirs précédents, qui s'agglutinent pour n'en former qu'un seul, dont la masse initiale représente déjà 0,5 % de la masse de l'amas (3). Des milliards d'étoiles que comptait initialement l'amas stellaire, il ne reste plus bientôt qu'un trou noir géant (4) 10 fois plus massif, qui les aura toutes englouties, celles du cœur comme les autres, entouré d'un halo constitué d'étoiles suffisamment lointaines pour lui échapper.

Mais ensuite, elle se trouve piégée à l'intérieur de ce qu'il est convenu d'appeler "la sphère de Schwarzschild". Le rayon de Schwarzschild (2), c'est la taille critique d'un objet d'une masse déterminée pour laquelle la vitesse de libération (3) atteint la vitesse de la lumière. Un calcul simple montre que pour 10 masses solaires on a un trou noir de 60 km de diamètre. Pour 100 millions de masses solaires, il aurait 600 millions de km, et tiendrait donc à peu près dans l'orbite de Mars.

A mesure que le rayon réel de l'astre qui s'effondre se rapproche du rayon critique, le puits gravitationnel se creuse, et la courbure de l'espace-temps s'accroît. Ce phénomène est illustré par la séquence que nous publions en page 45, où figurent les phases successives de l'engloutissement d'un amas stellaire (le groupe d'étoiles blanches) par le trou noir déformant l'espace (en vert). Le camem-

bert indique la durée écoulée depuis le début du processus. Les trajectoires des rayons lumineux, astreintes à épouser cette courbure, sont déviées de la ligne droite. Lorsque le rayon de l'astre atteint une fois et demie le rayon critique, les signaux lumineux émis tangentiellement retombent à la surface comme le jet d'eau d'une fontaine. Ils tissent alors une sorte de cocon de lumière entourant l'astre qui s'effondre. A mesure que cet effondrement se poursuit, de moins en moins de rayons parviennent à s'échapper, et lorsque le rayon critique est atteint c'est le "black out" complet. Le trou noir est né.

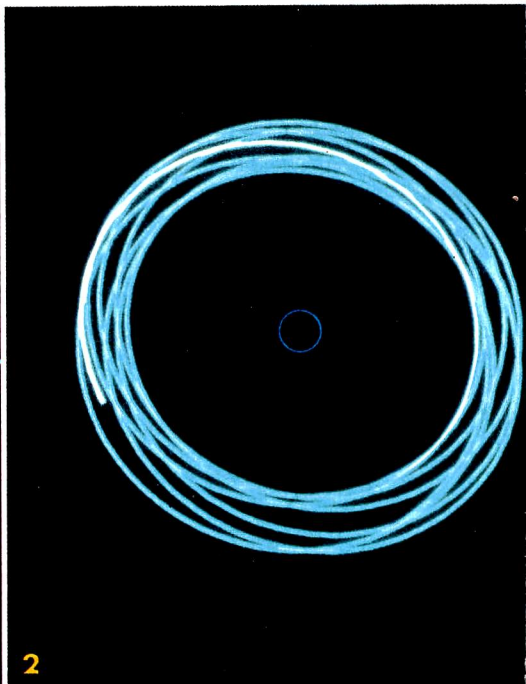
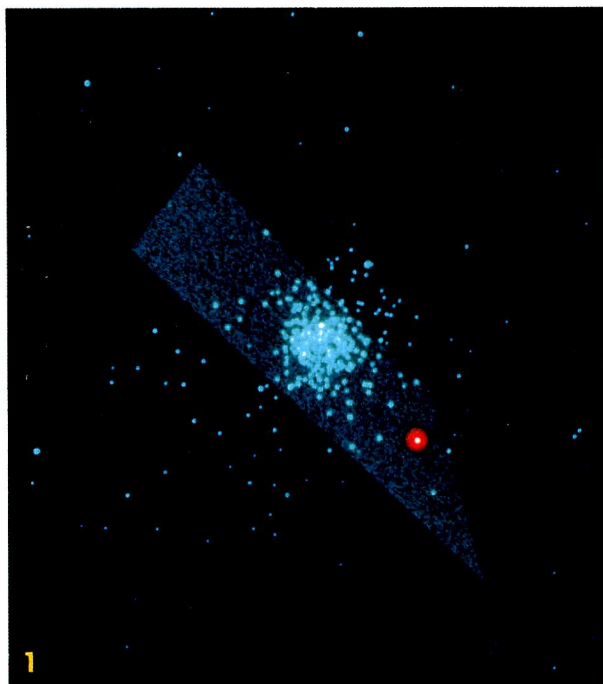
La surface du trou noir se situe en réalité bien en-deça du rayon critique. Il faut bien comprendre en effet que toute la matière qui a donné naissance au trou noir ne se situe pas juste en-dessous de l'enveloppe correspondant exactement au rayon de Schwarzschild, mais a poursuivi son effondrement vers des dimensions infiniment petites. Ce qui fait dire aux astrophysiciens que la surface d'un trou noir n'est pas "dure" comme celle d'un astre ordinaire, mais "molle". Ce n'est qu'une membrane immatérielle.

Le fort champ gravitationnel qui se développe à

(2) Pour les mathématiciens, la formule qui permet de calculer le rayon de la sphère de Schwarzschild est la suivante :

$R = 2GM/C^2$, où G est la constante de la gravitation, M la masse de l'objet, et C la vitesse de la lumière.

(3) La vitesse de libération correspond à la vitesse qu'il faut communiquer à un corps depuis la surface d'une planète ou d'un satellite pour qu'il s'en échappe définitivement. Depuis la surface de la Terre, la vitesse de libération est de 11 km/s.



Pourquoi certaines étoiles proches résistent...

Lorsqu'un trou noir sphérique (image 1 — boule rouge) se trouve au voisinage d'un amas stellaire (points blancs), les étoiles qu'il attire puis engloutit circulent sur une orbite dite de capture, dont le plan (apparaissant en bleu très pâle) passe par le trou noir et le centre de l'amas. Cependant, toutes les étoiles ne subissent pas ce sort. Ainsi lorsque cette orbite est circulaire (2), l'étoile continuera de tourner sans être capturée, alors même qu'elle se trouve à 2 fois seulement le rayon critique du trou noir (cercle bleu).

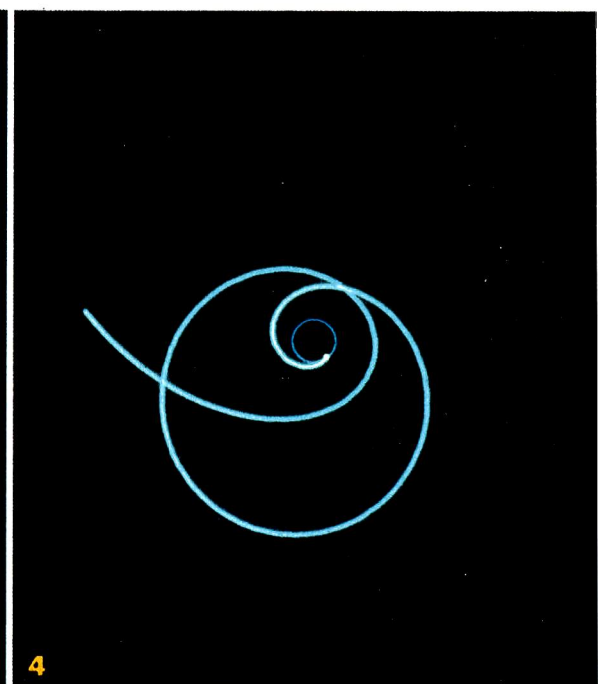
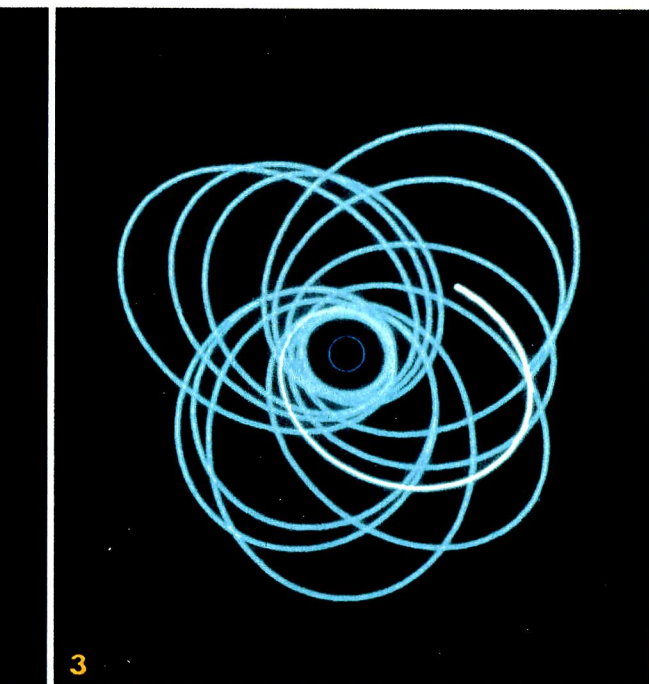
proximité immédiate du trou noir a également pour effet de ralentir le temps. Une autre simulation montre ainsi qu'une pendule située loin du trou noir avancerait plus rapidement qu'une autre qui en serait proche. Initialement synchronisées, elles indiqueraient progressivement des temps différents. Au fur et à mesure qu'elle approche du trou noir, la deuxième horloge ralentit pour finalement s'arrêter, notant un "gel" du temps.

Le film se poursuit en nous faisant assister à la formation d'un trou noir dans une galaxie dont le noyau est principalement formé d'étoiles compactes. De telle étoiles (il s'agit de pulsars, ou "étoiles à neutrons"), prolifèrent dans des galaxies comme la nôtre. Mais il peut s'écouler 10 milliards d'années avant qu'une galaxie atteigne le stade où son noyau est suffisamment dense pour qu'un effondrement se produise. Lorsque ce dernier s'amorce, la galaxie est constituée de petits noyaux "relativistes", c'est-à-dire de petits groupes d'étoiles orbitant à des vitesses proches de celle de la lumière, enrobés dans un halo plus vaste d'étoiles moins rapides. L'implosion du noyau initial, qui renferme moins de 1 % de la masse totale de l'amas, va s'étaler sur quelques minutes seulement.

Après quoi le trou noir aspire des étoiles présentes dans un périmètre de plus en plus étendu, qui déborde largement le simple noyau "relativiste" d'origine. Les étoiles les plus extérieures ne sont cependant pas capturées : elles continuent à orbiter autour du noyau en constituant une nouvelle configuration d'équilibre.

La séquence des pages 46-47 illustre les étapes successives de l'effondrement d'un amas stellaire (les étoiles sont figurées par les points brillants) dans un trou noir (le cercle bleu). La durée écoulée est indiquée en rose sur la petite horloge. On constate qu'entre le début du processus et son achèvement, les étoiles de l'amas ont été avalées par le trou noir. Ce stade fut très difficile à programmer en raison du rapport extraordinairement grand (de l'ordre de 10 000 milliards de fois !) qui existe entre la densité centrale et la densité moyenne.

Curieusement, on constate que le trou noir n'a pas "avalé" toutes les étoiles de l'amas. La raison en est qu'il existe plusieurs types d'orbites possibles autour d'un trou noir (voir simulation ci-dessus). Dans le cas d'un trou noir sphérique, chaque orbite est confinée dans un plan, exactement comme cela se passe dans la théorie de Newton. Une étoile qui



... alors que d'autres, pourtant lointaines, se font rapidement happer

Lorsque l'orbite de l'étoile autour du trou noir est elliptique, quelquefois elle n'y sombre pas non plus, en dépit de cette proximité. Dans ce cas, on observe que l'orbite décrit un mouvement de "hula-hoop" (3), dû au fait que, au fil des révolutions, le grand axe de l'ellipse tourne autour du trou noir. C'est ce que l'on appelle la précession du périhélie. À l'inverse, une étoile lointaine peut tout à fait être happée par le trou noir : il suffit que sa trajectoire passe un peu trop près : elle sera déviée, et en une ou deux pirouettes (4), elle sera inexorablement avalée. Cela dit, dans nos deux premiers cas, ces étoiles rebelles finiront quand même au fond du trou lorsqu'il aura suffisamment grossi.

circule sur une orbite de capture aura alors son plan orbital passant par le centre de l'amas, de même que dans le système solaire le plan orbital des planètes passe par le centre du Soleil. L'étoile tourne d'abord autour de ce centre sur une orbite elliptique. Mais à mesure que le trou noir grossit par absorption d'étoiles proches, sa zone d'influence s'étend jusqu'à absorber ces étoiles lointaines, ce qui a pour résultat d'accroître encore un peu plus sa masse — donc sa taille — et ainsi de suite. Devenu plus attractif, le trou noir commence à absorber des étoiles en provenance de la zone non relativiste, à l'extérieur du noyau. L'amas s'effondre alors presque immédiatement. Curieusement, on continue de voir des étoiles orbitant à seulement 2 fois le rayon critique du trou noir continuer de tourner sans pour autant se trouver capturées.

Cette extrême proximité se traduit par un effet intéressant, qui est la précession du périhélie, c'est-à-dire le déplacement du grand axe de l'ellipse qu'elles décrivent autour du trou noir. La précession, bien connue, qui affecte l'orbite de Mercure dans le champ de gravité pourtant relativement faible du Soleil, fut un test fameux de la théorie de la Relativité générale. Mais ce mouvement est ridicu-

lement faible en comparaison de celui que provoque un trou noir supermassif (indiqué en rouge sur le document 1 ci-dessus) sur l'orbite des étoiles qui gravitent juste à l'extérieur du rayon critique.

D'autres étoiles, qui proviennent pourtant de régions extérieures, se trouvent quant à elles déviées de leur trajectoire et plongent directement, sans coup férir, à l'intérieur même du trou noir. Pour l'essentiel, l'accroissement de masse de celui-ci provient cependant des étoiles situées à seulement quelques rayons critiques du noyau.

Pour la première fois, on a donc visualisé — même s'il ne s'agit que de cinéma et de simulation sur ordinateur — l'évolution d'un trou noir. Il est d'ailleurs possible de faire mieux encore en intégrant d'autres caractéristiques des trous noirs, que l'on a pour l'instant négligées afin de simplifier les calculs. Cela sera possible dès que les capacités de calcul numérique des ordinateurs se seront encore accrues. On pourra notamment reproduire l'émission d'ondes gravitationnelles qui naissent lors de l'effondrement de certains trous noirs.

Observer l'évolution de ces trous noirs plus complexes, tel est le prochain objectif des astrophysiciens.

Hervé Laurent

DES OLMEQUES AUX AZTEQUES

Au Mexique, les fouilles font remonter la civilisation olmèque à plus 3500 ans, préparant la naissance des grandes civilisations d'Amérique centrale dont, à l'acmé, l'immense empire aztèque.

Selon toute vraisemblance, les Olmèques, descendants de migrants asiatiques, venaient du nord. Jusqu'à présent, on datait leur apparition, en Amérique centrale, d'environ 1000 ans avant notre ère. Le grand centre religieux des Olmèques, La Venta, fut identifié en 1939 : c'est une petite île au large de l'actuel état mexicain de Tabasco, fondée, croyait-on, en l'an 300 de notre ère.

Non loin, dans le même état et celui de Veracruz, on identifiait d'autres sites dont l'un, San Lorenzo, contenait des blocs de pierre de 40 tonnes ornés de fantastiques sculptures animales et humanoïdes. Plus tard, la méthode de datation par carbone 14 faisait remonter La Venta à 800 avant notre ère, mais, comme ce site représentait déjà un foyer de civilisation avancée, on faisait reculer l'origine de celle-ci à 1000 ou 1200 avant J-C.

Les dernières découvertes de chercheurs de l'université de Pennsylvanie donnent pour l'arrivée des Olmèques une date bien antérieure, soit 1750 avant notre ère. Ce qui signifie que cette civilisation se perpétua pendant plus de 3000 ans, jusqu'à l'arrivée des conquistadors au début du XV^e s. Elle convertit et colonisa les populations paysannes du Mexique

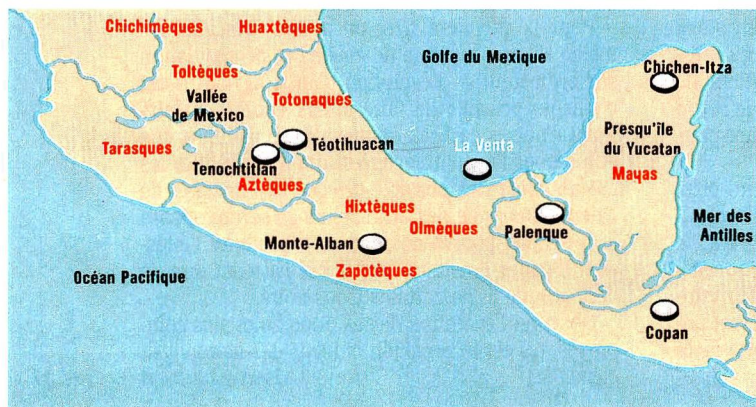
actuel, et fonda la première véritable ville du nouveau Monde, Teotihuacan, proche du site de l'actuelle Mexico.

On avait trouvé de nombreux vestiges à La Venta, dont des têtes mégalithiques, des autels sculptés, une pyramide de 35 mètres, des dallages de pierre dont la forme évoquait une gueule stylisée de jaguar, animal qui joue un rôle central dans la culture olmèque. Mais l'étude du site et des basses terres environnantes n'avait révélé aucune trace d'habitation, et on supposait donc que La Venta était un site sacré, habité par des prêtres, servis par les paysans de l'intérieur des terres.

Les fouilles, entreprises par William F. Rust et Robert J. Sharer, ont montré, au contraire, que de nombreuses habitations avaient existé autour de La Venta. Les photographies aériennes ont permis d'identifier le lit d'une rivière aujourd'hui disparue. Surnommée Rio Bari, elle servait sans doute au transport des énormes blocs de pierre requis pour les constructions.

Des excavations ont révélé dans le voisinage des traces de maisons, des dépôts d'ordures, des foyers, des objets domestiques ; il semblerait que la présence, sur les berges du Rio Bari, de terres fertiles aurait favorisé l'éclosion d'une classe de paysans-citadins aisés.

Les traces les plus anciennes, découvertes à plus de 5 mètres de profondeur, remontent, nous l'avons dit, à 1750 avant notre ère et indiquent que le site fut occupé de façon spo-



Les tout premiers conquérants du nouveau Monde

Les Olmèques (visage ci-contre, trouvé à Xalapa, Mexique) seraient arrivés vers 1750 av J.C. De toutes les civilisations successives de l'Amérique centrale, seuls les Mayas auraient échappé à leur influence.



radique jusqu'en 1400 av J-C. Cette couche profonde est recouverte d'alluvions stériles, qui laissent à penser que la région fut inondée. Ensuite, à partir de -1400, la quantité d'objets — pots de terre et meules de basalte — ne cesse d'augmenter avec le temps.

Les objets datant de -1150 à -800 reflètent une civilisation plus avancée. Ainsi, dans un rayon de 1 km autour de La Venta, on a trouvé des céramiques incisées et polies, des objets de pierre polie, des ornements de jade, des figurines en céramique ; parmi celles-ci, on identifiait des hommes casqués, des joueurs de balle et des femmes nues. Les restes

organiques indiquaient une alimentation variée, comprenant des coquillages marins, des cervidés et des chiens.

Ces découvertes s'opposent à l'hypothèse d'un centre religieux isolé : il y avait, écrivent les auteurs, une hiérarchie à trois niveaux entre les prêtres de La Venta, les habitants du voisinage, qui participaient aux rites religieux, et les paysans de régions plus éloignées.

La croissance démographique semble avoir précédé une stratification sociale, évidente lors de l'apogée de La Venta, entre 800 et 500 avant notre ère. Les prêtres olmèques dirigeaient alors les construc-



tions religieuses monumentales, et intervenaient dans l'importation et la redistributions de biens utilitaires ou rituels.

Le jaguar reste l'emblème de cette civilisation. Certaines sculptures restituent l'animal de façon réaliste, alors que d'autres associent homme et bête, représentant des êtres surnaturels qui pourraient être nés des amours d'un homme et du félin. (Une sculpture représente une femme copulant avec un homme-jaguar). L'art sculptural olmèque est caractérisé par des hommes aux yeux de félins, aux babines retroussées, souvent figés dans des poses rituelles. Les paysans de l'ouest sculptaient des statuettes gaies et vivantes, représentant des personnages s'adonnant à diverses activités quotidiennes : joueurs d'instruments de musique, femmes allaitant leur bébé, étreintes d'amoureux, ménagères écrasant des grains de maïs.

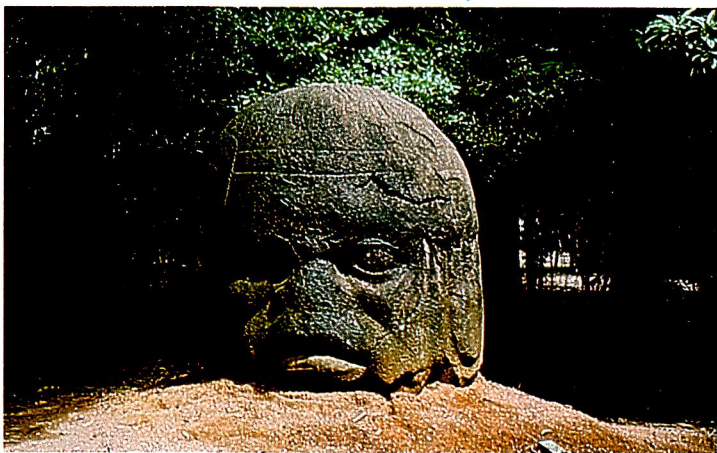
La Venta resta un centre religieux pendant quelque 1500 ans, pendant que l'influence des Olmèques se répandait à travers le Mexique. On la retrouve à Monte Alban, sanctuaire érigé vers 500 avant notre ère, à 300 km au sud-ouest de La Venta, sur un éperon dominant trois vallées fertiles. On y trouve la représentation de victimes de sacrifices humains qui marqueront par la suite toute l'histoire précolombienne ; à Cuicuilco, pyramide commencée vers 300 avant J-C à 20 km au sud de Mexico, et engloutie par la lave d'un volcan 600 ans plus tard ; et au centre cérémoniel de San Lorenzo, dans le Veracruz.

Au nord, l'héritage des Olmèques fut recueilli par la grande civilisation de Teotihuacan, "le lieu des dieux", un colossal ensemble de pyramides à 50 km au nord-est de Mexico, qui se développa entre l'an 300 et 700 de notre ère, occupant une surface de 20 km². La ville, décorée de fresques et sculptures polychromes, était divisée en deux par une large avenue, dite Avenue des Morts, bordée de pierres monumentales représentant des visages humains et dominée par la Pyramide du Soleil, haute comme un immeuble moderne de 20 étages. A son apogée, Teotihuacan fut une des plus grandes cités du monde, avec plus de 100 000 habitants.

Cette métropole fut mise à sac vers l'an 700 de notre ère, sans doute

par des envahisseurs venus du nord — les Chichimèques, "fils de chiens", ainsi nommés parce qu'ils menaient une vie d'errance et de rapines. Les Chichimèques furent les précurseurs des Aztèques.

L'héritage des Olmèques fut-il également recueilli par les Mayas, qui occupaient le sud-est du Mexique et les territoires du Guatemala, du Belize, du Honduras et du Salvador actuels ? La question est ouverte. Pendant sa période classique, de 250 à 900 de notre ère, cette grande civilisation des forêts tropicales développa un système d'écriture comprenant plus de 800 caractères ; ses astrologues savaient



Une des plus vieilles "églises" du monde. La Venta, petite île au large du Mexique, offre de nombreux restes de la civilisation olmèque. Les prêtres y officiaient, servis et nourris par des paysans, pour les habitants des environs. Le site resta, pendant environ 1500 ans, un grand centre religieux, alors que l'influence des Olmèques se répandait progressivement dans tout le Mexique.



calculer les phases de la lune, les éclipses du soleil et les mouvements des planètes dans le passé et dans le futur.

Selon la tradition Maya, le monde actuel avait pris naissance en 3114 av JC, remplaçant un monde plus ancien. Une centaine de sites mayas, certains encore inexplorés, persèment l'Amérique centrale.

Des fouilles récentes effectuées à Belize par d'autres chercheurs américains, de Los Angeles cette fois, de l'Université de Cambridge et d'autres centres de recherche, ont révélé l'existence d'une civilisation Maya "formative" remontant à 2500 avant notre ère, ce qui remet en question l'histoire de cette civilisation d'inlassables batisseurs, quelle que fut l'influence des Olmèques.

La chute de Teotihuacan vers l'an 700 de notre ère inaugura une sorte de Moyen Age de l'Amérique centrale, marqué par des bouleversements politiques et sociaux et les vagues destructrices de bandes de Chichimèques qui attaquaient les paisibles cités paysannes.

Ces "barbares" essaimèrent de nouvelles peuplades, notamment les Toltèques, dont l'histoire est, depuis le début du siècle, archivée : leur roi s'appelait Mixcoatl, et son fils, Toplitzin. Celui-ci établit la capitale du Tula, à 80 km au nord de l'actuelle Mexico, et s'identifia avec Quetzalcoatl, le serpent à plume, dieu de la civilisation, de l'art et de l'artisanat, qui, déçu, quitta son peuple, et dont on attendait le retour.

Tula fut détruite vers 1150, probablement par une autre vague de barbares chichimèques. Au sud de l'Amérique centrale, le XI^e siècle est marqué par l'effondrement de la civilisation Maya, la guerre civile, la disparition de temples et palais, engloutis par la jungle.

Ce n'est que vers 1200 qu'apparurent les Aztèques, dont le nom vient du pays d'Aztlan, un site non identifié du Nord-Ouest mexicain. Guerriers féroces transportant avec eux l'image de leur dieu sanguinaire Huitzilpochtli, qui avait promis de faire de son peuple les seigneurs et maîtres de la terre entière, les Aztèques se fixèrent sur le lac Texcoco où ils fondèrent vers 1325 leur grande capitale, Tenochtitlan, à l'emplacement de l'actuelle Mexico. Ils construisirent une extraordinaire cité lacustre de plus de 300 000 habitants, plus peuplée que n'importe quelle cité européenne de l'époque, reliée à la terre par des chaussées sur digues, et approvisionnée en eau douce par un aqueduc.

Les Aztèques instaurèrent un système d'impositions, de spoliations et de sacrifices humains fonctionnant selon une logique implacable : plus on sacrifiait de prisonniers de guerre, plus le dieu Huitzilpochtli leur donnait de victoires.

Les Aztèques étendirent leur domination du Pacifique au Golfe du Mexique et, au sud, jusqu'à la

frontière actuelle du Guatemala. Il est difficile d'imaginer, aujourd'hui, l'hécatombe provoquée par ces sacrifices, pour lesquels ni les sacrificateurs, ni les victimes, ne semblaient éprouver d'horreur.

En 1487, lorsque l'empereur Ahuitzotl consacra un temple à Huitzilpochtli, 20 000 prisonniers de guerre furent sacrifiés lors de cérémonies qui se prolongèrent pendant quatre jours, laissant sur les marches et au pied du temple un amoncellement de cadavres dans des mares de sang.

Lorsque le conquistador espagnol Fernand Cortès mit pied au Mexique en 1519, il ne disposait en

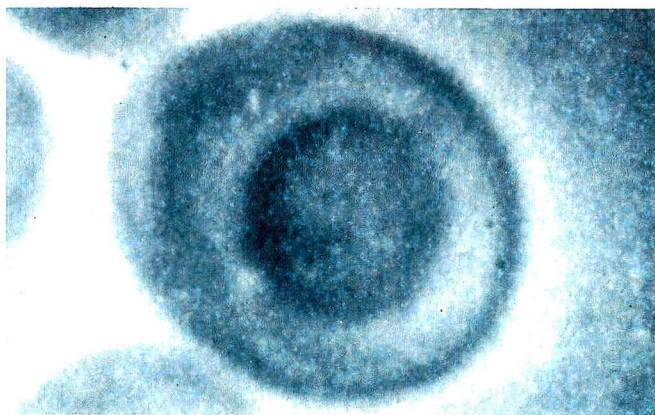


Un empire pour 16 chevaux. A son arrivée au Mexique, en 1519, l'Espagnol Cortès, ne disposait guère que de 550 hommes, 16 chevaux et quelques canons. C'est par une politique habile de guérilla et d'enrôlement de ses habitants, qu'il vint à bout de l'immense empire Aztèque. A g., l'une des pyramides Maya de Tikel, au Guatemala.

tout et pour tout que de 550 hommes, 16 chevaux et quelques canons pour venir à bout d'un empire grand comme l'Italie et peuplé d'une vingtaine de millions d'habitants. Il enrôla sous sa bannière des caciques insoumis, mit à sac Tenochtitlan, et scella l'histoire d'une grande civilisation dont les Olmèques de La Venta avaient semé les graines quelque trente siècles auparavant.

Alexandre Dorozynski

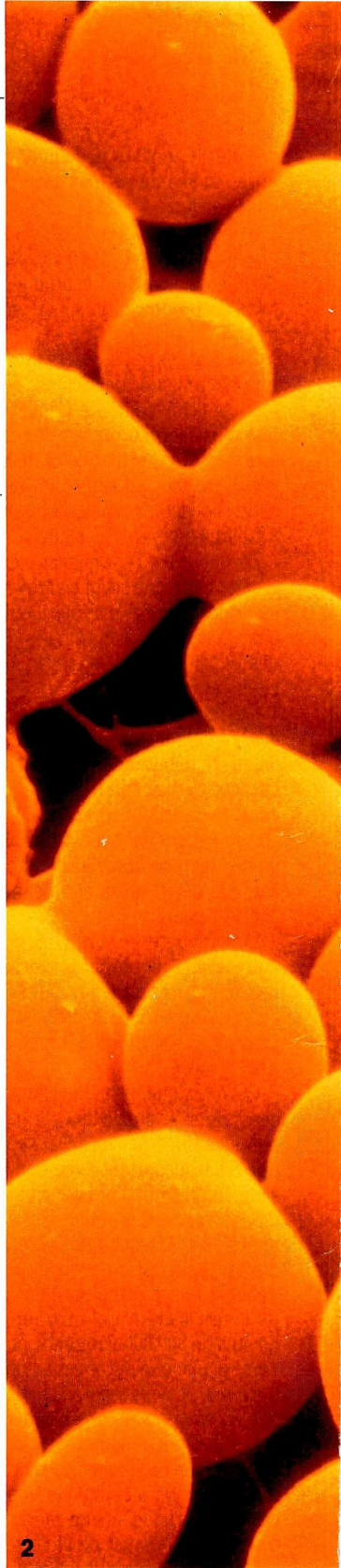
LE DICTIONNAIRE DE NOS GÈNES : PREMIÈRES PAGES EN 1996



*Trente-cinq laboratoires européens
s'unissent pour déchiffrer la totalité
du code génétique d'une levure,
organisme des plus simples, avant
de s'attaquer à celui de l'homme.*

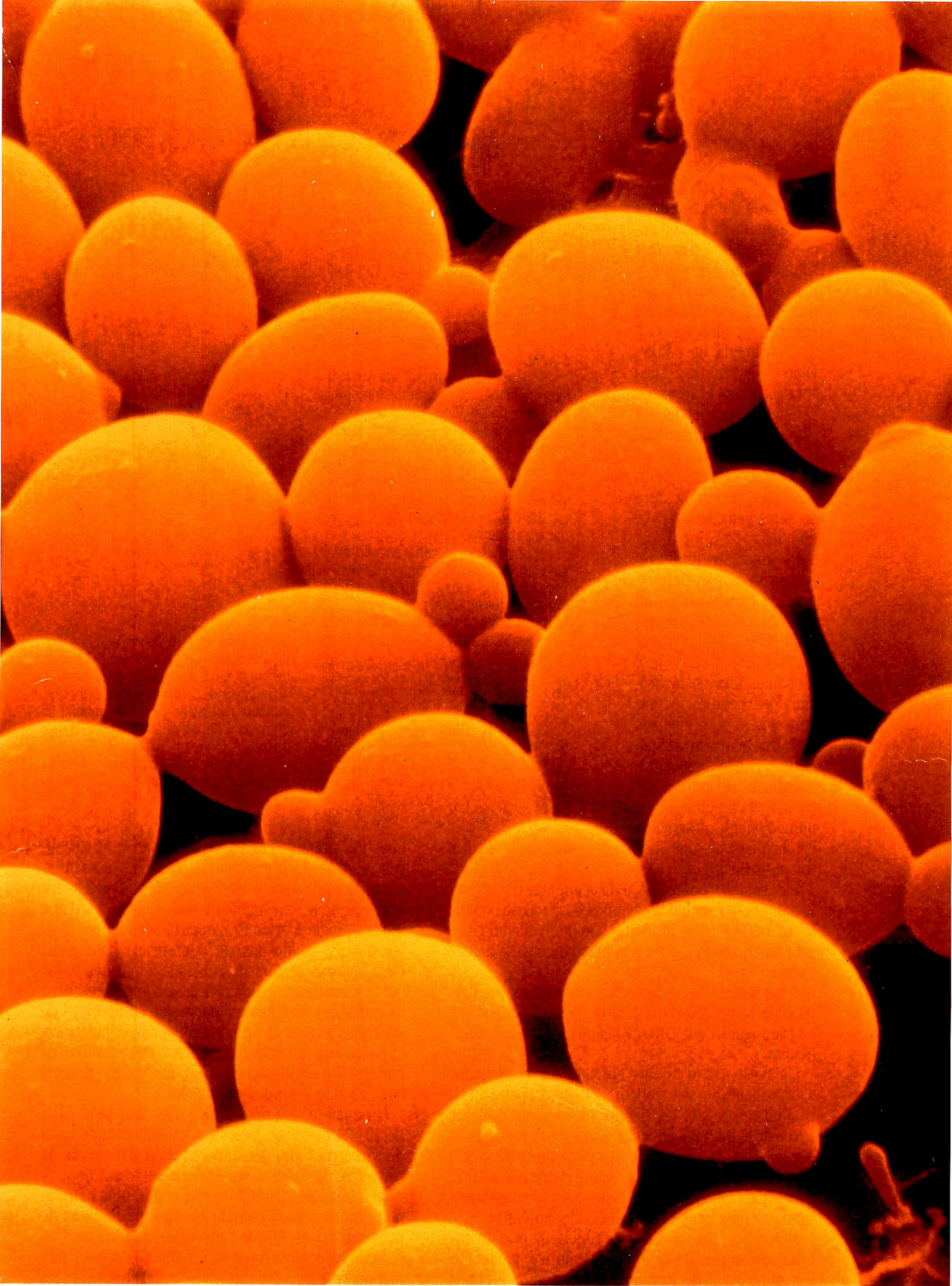
Aujourd'hui, les généticiens savent déterminer l'ordre dans lequel se suivent les bases qui s'échelonnent sur la longue double hélice d'ADN logée dans le noyau de nos cellules. La prouesse est d'une importance capitale, car de cet ordre, que l'on appelle le code génétique, dépend le type de protéine que chacun de nos gènes (!) fera produire par nos cellules et qui sont les substances fondamentales indispensables à la vie de notre organisme.

L'intérêt d'établir un tel catalogue ? Il est multiple et varié. Quelques exemples : tout d'abord, du point de vue de la recherche scientifique pure, il permettra de connaître la structure de



2

La levure du pain : 1. une cellule et son



noyau, au microscope optique : 2. un échantillon vu au microscope électronique à balayage.

l'ADN. Car celui-ci n'est pas fait uniquement de gènes plus ou moins longs qui se succèdent le long de la double hélice ; cet enfillement est entrecoupé de tronçons "muets", qui ne portent pas de code de fabrication d'une protéine et qui constituent plus de 90 % de l'ensemble de l'ADN. D'où viennent ces "blancs" dans le message génétique ; ont-ils eu un rôle plus tôt dans l'évolution de notre espèce ? On en apprendra peut-être plus lorsqu'on aura sous les yeux le message complet.

Par exemple, un tel répertoire complet permettrait de découvrir, parmi ces "blancs" sur l'ADN, les séquences qui gouvernent les mouvements des chromosomes lors de la division des cellules, et par conséquent de prévenir à la source les anomalies génétiques telles que chromosomes surnuméraires (comme la trisomie 21, ou mongolisme), fragments de chromosome mal positionnés (cela s'appelle des translocations), etc.

D'autre part, connaît, pour n'importe quel gène, le nombre et l'enchaînement des bases qui le constituent, permettra de fabriquer à la demande un gène sain en vue de le greffer à la place d'un gène défectueux.

Sans parler des découvertes inattendues que l'on fera vraisemblablement lors de l'établissement de ce catalogue et que l'on n'imagine même pas actuellement.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que les chercheurs s'intéressent à notre code génétique. Cependant, à ce jour, et depuis les débuts de la génétique, les travaux de déchiffrement ont permis de répertorier la séquence de bases d'un millier seulement de gènes sur les quelque 50 000 que compte notre patrimoine génétique (sans parler des séquences muettes mentionnées plus haut). Pourquoi cette lenteur ?

Parce que, tout d'abord, l'établissement d'un catalogue complet du génome humain n'a jamais été envisagé jusqu'ici. Pratiquement, on se contentait de déchiffrer un gène précis pour répondre à une

L'ADN, QU'EST-CE QUE C'EST, À QUOI ÇA SERT ?

Science & Vie a maintes fois publié des articles où la génétique, son fonctionnement et ses différentes manipulations ont été abordés dans le détail, avec force illustrations à l'appui (1). Mais en voici quand même, à l'intention de nos lecteurs non initiés, un rapide aperçu des notions essentielles.

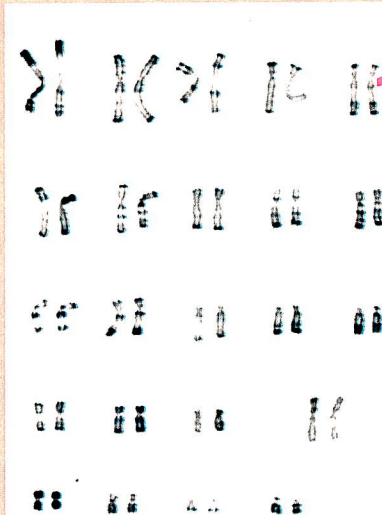
Le noyau de chacune de nos cellules renferme un long filament, la molécule d'ADN.

On peut la comparer à une interminable échelle, où les deux montants sont faits d'une succession en alternance de deux types de molécules plus simples : un phosphate, suivi d'un sucre, suivi d'un phosphate, etc. Un phosphate d'un montant a toujours en vis-à-vis un autre phosphate sur l'autre montant, la même symétrie valant pour les sucres.

Les barreaux de cette échelle sont faits chacun d'une paire de bases et relient entre eux les sucres en vis-à-vis sur les deux montants.

Ces bases sont de quatre sortes : adénine (ou A), thymine (T), cytosine

(1) Entre autres articles : "A la découverte du génome humain" (*Science & Vie* n° 845, pp. 34 à 52) ; "Les mauvais gènes étouffés dans l'œuf" (*S & V* n° 854, pp. 74 à 77) ; "Sondes génétiques, la bataille de France" (*S & V* n° 834, pp. 25 à 29) ; "Sherlock Holmes découvre la génétique dans une histoire de viols" (même numéro, pp. 12 à 17) ; "SIDA : les banques du sang sont-elles sûres ?" (même numéro, pp. 18 à 24) ; "Le second code génétique" (*S & V* n° 850, pp. 48 à 50).

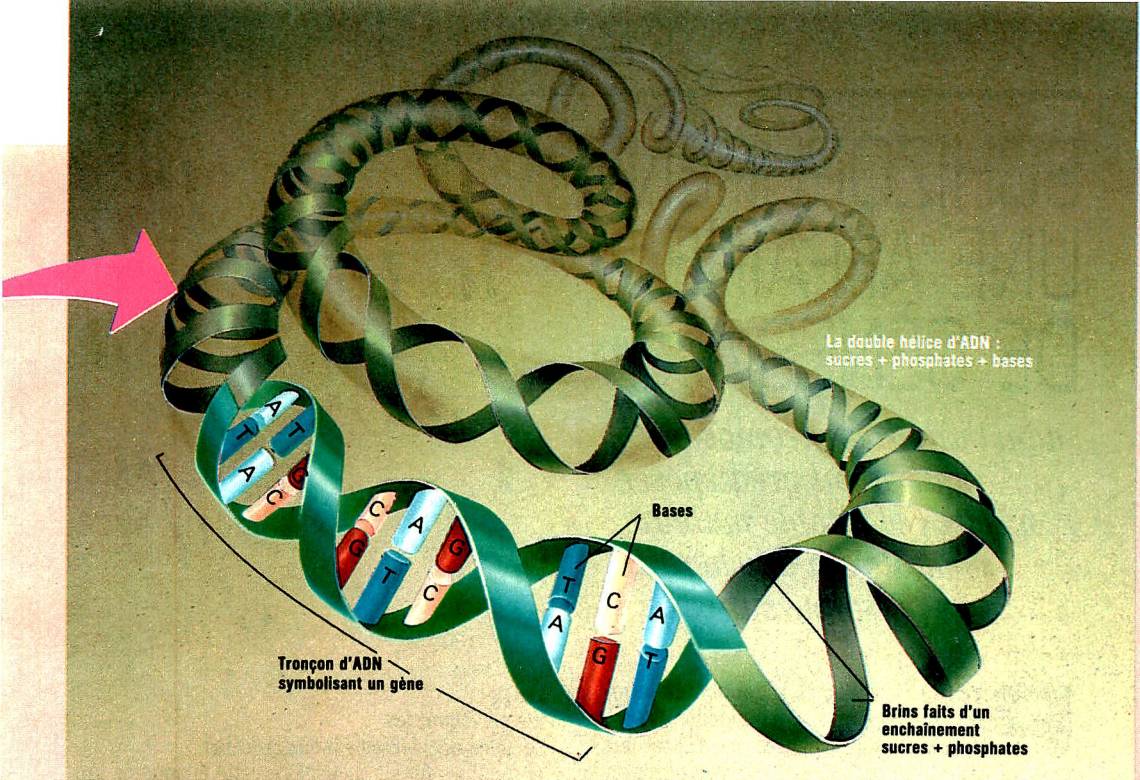


(C) et guanine (G). A une adénine sur un montant correspond toujours une thymine sur le montant d'en face, et à une cytosine, correspond toujours une guanine ; c'est ce que l'on appelle le principe de complémentarité des bases.

Imaginons enfin que cette échelle est torsadée en double hélice, et nous

question précise. Par exemple : repérer et déchiffrer le gène de la myopathie. Ensuite, et surtout, parce que les techniques classiques actuellement utilisées sont extrêmement compliquées et d'une méthodologie fort contraignante. Sans entrer dans les détails, disons que le déchiffrement d'un gène, c'est-à-dire la lecture de l'enchaînement des bases qui le constituent, est un processus long nécessitant de multiples vérifications parce que comportant de multiples étapes et de nombreuses manipulations, et parce que fortement dépendant, en définitive, de l'interprétation de taches plus ou moins apparentes sur des plaques radiographiques.

Un exemple : le déchiffrement d'un tout petit ADN de 10 000 paires de bases seulement, comme celui du virus du Sida, demande environ trois mois de travail à un laboratoire spécialisé très rompu à cette technique. Quand on sait que le plus petit de nos chromosomes compte quelque 45 millions de paires de bases, et que l'ensemble du génome d'un humain en compte environ 3 milliards, on peut estimer qu'avec les méthodes classiques l'établissement d'un catalogue complet de ce génome, qui commen-



aurons une idée relativement précise de l'aspect de l'ADN, du moins tel qu'on le représente conventionnellement dans le monde de la génétique.

Les gènes, quant à eux, sont des séquences plus ou moins longues sur cet ADN, lequel, à une certaine étape de la vie de la cellule, se découpe en un certain nombre de tronçons, les

chromosomes (il y en a 23 dans le génome humain).

Chaque gène, dans l'ordonnance spécifique de ses bases, correspond à une protéine donnée. Lorsque l'organisme a besoin de cette protéine-là, la machinerie cellulaire sépare les deux brins de la double hélice d'ADN de ce gène au niveau de la jonction

entre les deux bases de chaque paire, puis "lit" trois à trois les graines du chapelet de bases ainsi obtenu. Chaque "triplet" correspond à un acide aminé, et la "lecture" de la succession de tous les triplets de bases du gène permet à la cellule d'assembler la chaîne complète d'acides aminés formant cette protéine.

cerait à la première base, sur le premier gène du chromosome n° 1, et se terminerait à la dernière, sur le dernier gène du chromosome n° 23, mobiliserait tous les laboratoires de génétique de la planète pendant quelques générations. Et s'il fallait confier ce travail de Titan à l'équipe d'un seul laboratoire, un calcul simple montre qu'il faudrait fixer la date de parution dudit catalogue à dans... 75 siècles !

Aujourd'hui, on se rend compte qu'il vaut mieux établir un catalogue complet que tout le monde peut utiliser, plutôt que de continuer de travailler au coup par coup. Surtout que, les techniques évoluant, et, l'informatique aidant, on dispose depuis peu d'une machine à séquençage automatique capable de lire directement l'ordre des bases d'un brin d'ADN et de les transcrire sur une imprimante.

Forts de ce bond technologique, trente-cinq laboratoires européens, dont six français (?), dans le cadre d'un nouveau programme de recherche, le BRIDGE (?), vont s'attaquer au séquençage du génome de la levure (*Saccharomyces cerevisia*), microorganisme unicellulaire dont l'ADN "ne compte que" 15 millions de paires de bases réparties en 7

chromosomes.

Comme leurs confrères européens, les laboratoires français recevront en janvier 1989 un morceau de l'ADN à séquencer. Une fois décrypté, en d'autres termes lorsque ses bases et leur ordonnance le long de la double hélice seront connus, il sera envoyé à Munich, où se trouve le centre informatique collecteur et où arriveront également les séquences traitées par les autres laboratoires européens. En les mettant bout à bout, la machine donnera alors, en clair et dans le bon ordre, l'ensemble du code génétique de la levure.

Six ans, ce n'est rien, quand on pense que dans ce

(suite du texte page 162)

(1) ADN, chromosomes, gènes, bases, etc., toutes ces notions premières de la génétique sont rappelées dans notre encadré p. ci-dessus. Pour une information beaucoup plus pointue mais aussi plus étendue, voir notre dossier "A la découverte du génome humain", *Science & Vie* n° 845, pp. 34 à 52.

(2) Laboratoire de génétique, université de Bordeaux II ; Centre d'études nucléaires de Saclay-Orsay ; Institut Pasteur, Paris ; Institut Curie, Orsay ; UFR des sciences - Laboratoire de biologie expérimentale, université de Paris-Sud ; Laboratoire de génétique moléculaire de l'Ecole normale supérieure, Paris.

(3) Biotechnology Research for Innovation, Development and Growth.

SCHIZOPHRÉNIE : UNE AFFAIRE DE GÈNES

Plusieurs gènes, dont l'un sur le chromosome 5, pourraient prédisposer à cette redoutable maladie mentale qui toucherait une personne sur cent.

Près de 80 ans après l'adoption du terme de schizophrénie, qui signifie "esprit fendu", les psychiatres ne s'accordent toujours pas sur sa définition. Touchant, croit-on, environ une personne sur cent, la maladie apparaît le plus souvent entre 16 à 25 ans et évolue par paliers.

Les médecins décrivent le cerveau du schizophrène comme discordant, bizarre, ambivalent : des sentiments opposés, des logiques contradictoires s'y mêlent, formant un tout incompréhensible, im-pénétrable pour l'observateur, qui a l'impression que le malade vit dans un autre monde. Ce drame intérieur a souvent été qualifié rapidement de "dédoubllement de la personnalité". Vu le flou de cette définition, il n'est pas surprenant que la cause exacte de cette maladie reste tout aussi mystérieuse.

Pourtant les hypothèses ne manquent pas. Comme toujours dès qu'il s'agit du cerveau, la bagarre fait rage entre deux héros bien connus ; "l'inné", champion de la génétique et "l'acquis", triple médaillé de l'éducation, du milieu et de l'environnement. Et, de même qu'on recherche du côté de la chimie la cause des mauvais fonctionnements d'un organe qui ne fait que de la chimie (comme le foie), on pourrait n'attribuer qu'à des pensées, seules, la responsabilité d'avoir "détraqué" l'organe qui les fabrique. C'est en gros le raisonnement des psychanalystes qui ont tendance à délaissier le côté chimique de l'affaire.

Les années 60 connurent l'apogée des théories psychanalytiques de la schizophrénie : la responsabilité de cette maladie était laissée aux parents dont le comportement aurait affecté l'enfant pendant la première année de la vie. Plus une mère était possessive, plus l'enfant courait le risque de devenir fada... surtout les jumeaux, qui ne savaient plus très bien s'ils étaient eux-mêmes ou leur frère ou sœur.

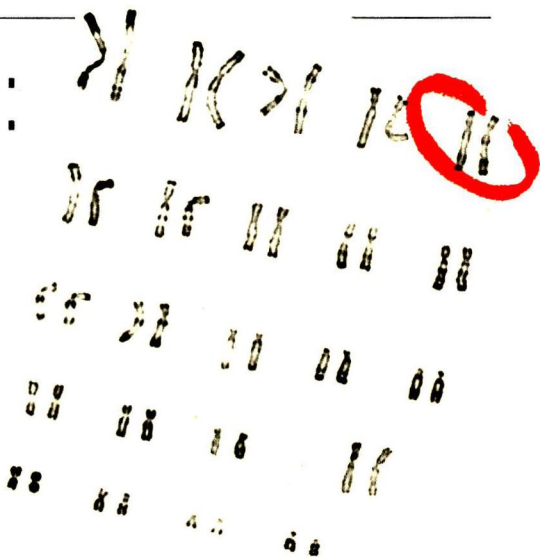
De la même façon, les sociétés occidentales industrialisées et urbaines furent accusées à cette époque de produire des schizophrènes. Quoique l'idée d'une bonne nature opposée à la méchante ville ait fait long feu.

En effet dans les années 70, grâce à l'analyse statistique de la fréquence de la schizophrénie dans certaines familles, les théories génétiques ont repris le dessus. Bien entendu, afin de faire la part entre les gènes et le milieu, on se devait de comparer des sujets apparentés, donc portant les mêmes gènes, placés dans des environnements différents. Ainsi on a pu constater que les enfants de schizophrènes, même séparés de leurs parents et élevés dans des familles différentes présentaient des signes de schizophrénie avec une fréquence de 5 à 30 fois plus élevée que le reste de la population. Mais ces résultats, extrêmement variables, furent loin de faire l'unanimité.

Les années 80 ont, elles, connu l'essor de la biologie moléculaire dont on espère qu'elle pourra définitivement trancher le débat : au lieu d'effectuer une analyse statistique pour établir des liens approximatifs entre une maladie et l'hérédité (via les degrés de parenté), on peut maintenant, grâce au génie génétique, vérifier simplement la présence ou l'absence d'un morceau d'ADN dans le patrimoine d'un individu. Et voir si cela correspond à la présence ou l'absence d'une maladie.

Pratiquement, cette pratique a un inconvénient : si on ne connaît pas a priori la localisation du gène, il faut regarder successivement un nombre important de fragments chromosomiques, vrai travail de Pénélope.

Le microscope, lui, ne peut repérer que des anomalies importantes, alors que la plupart des mala-



dies génétiques résultent de mutations invisibles, même avec le plus puissant des microscopes électroniques.

Une équipe médicale vient cependant de décrire le cas d'un homme d'origine chinoise et de son neveu, tous deux atteints de schizophrénie associée à des déformations du visage. L'observation de leurs caryotypes (arrangement des chromosomes dans une cellule d'un individu) au microscope, a révélé une anomalie au niveau du bras long du chromosome 5.

Cette première observation, même limitée à deux malades, permet de signaler que le gène suspect n° 1 dans l'affaire de la schizophrénie pourrait bien se trouver quelque part sur le chromosome 5.

Deux équipes se sont alors lancées sur cette piste, décidées à fouiller de fond en comble le chromosome incriminé, non plus seulement à l'aide du microscope, mais des outils, plus "pointus", du génie génétique (sondes moléculaires et enzymes de restriction...).

La première équipe, celle de Robin Sherrington et Hugh Gurling du laboratoire de Psychiatrie moléculaire de l'université de Londres a étudié cinq familles islandaises et deux familles anglaises, soit une centaine de personnes dont près d'un tiers sont atteintes de schizophrénie. Leurs calculs statistiques montrent que les cas de schizophrénie observés dans les arbres généalogiques de ces familles sont très probablement (3 000 000 de chances contre une) liés à un gène situé dans une région précise du chromosome 5.

Cette découverte aurait été plus enthousiasmante sans la publication, dans le même numéro de la revue *Nature*, (daté du 10 nov 88) de résultats opposés obtenus par une autre équipe, américano-suédoise, dirigée par James Kennedy et Kenneth Kidd. Ayant étudié pour leur part une famille suédoise présentant aussi de nombreux cas de schizophrénie, ils excluent formellement la présence d'une anomalie génétique responsable de la schizophrénie sur le chromosome 5.

Que penser de ces résultats contradictoires ? Bien sûr qu'il se peut qu'il y ait plusieurs gènes de la schizophrénie : dans la famille suédoise étudiée par la deuxième équipe, c'est un gène qui n'est pas porté par le chromosome 5 qui serait responsable de la maladie.

Comme pour l'hémophilie, dont il existe plusieurs formes, chacune correspondant à l'atteinte d'un gène, on pourra peut-être établir une classification des schizophrénies en fonction du gène responsable.

Les anomalies constatées dans une famille de schizophrénies ne sont donc pas nécessairement communes à tous les malades. De plus, les familles étudiées ont été choisies parce qu'elles présentaient un nombre exceptionnellement élevé de cas.

Ceci favorise la découverte d'un gène très "toxique", mais qui pourrait être très rare en dehors des familles étudiées.

Par ailleurs, l'analyse statistique d'un arbre généalogique en fonction des données de la génétique moléculaire obtenues pour chaque individu est fort complexe. C'est pour cela que les résultats devront être vérifiés à l'aide de techniques différentes et en analysant un plus grand nombre de morceaux du chromosome 5.

Une importante cause d'erreur est aussi le manque de fiabilité du diagnostic psychiatrique, notamment pour les formes les moins graves de la maladie. A ce propos, le Dr Gilles Nakab nous rappelle le point de vue de l'école française de Psychiatrie : « La schizophrénie ne représente pas la même chose pour les français et pour les anglo-saxons. C'est l'étude des multiples facteurs psychopathologiques plutôt qu'un raisonnement sur des syndromes et des entités pathologiques mal définis qui permettra une approche plus précise de la maladie et, somme toute, ce qui est le plus important, de chaque patient. L'application de théories psychiatriques modelées sur les mathématiques modernes et la génétique permettra une approche globale et ouverte de ce qu'il faudrait appeler non pas la schizophrénie mais les processus d'allure schizophrénique ». Devant ces difficultés, la mauvaise connaissance d'un cas, ou inversement un diagnostic abusif de schizophrénie chez un sujet dépressif par exemple, peut considérablement modifier le résultat final, surtout lorsque le nombre total de malades est faible.

Pour éviter ce type d'erreur, il faudrait d'abord rechercher les gènes responsables, non pas de la schizophrénie même, mais de certaines anomalies biochimiques faciles à mesurer objectivement et que l'on trouve souvent chez les schizophrènes. Par exemple, les troubles du métabolisme de la dopamine, substance permettant la transmission de l'influx nerveux dans certaines parties du cerveau.

Malgré cette prudence nécessaire dans l'interprétation de tout résultat scientifique, il est clair que la psychiatrie va enfin profiter des techniques modernes de la génétique. Ceci ne doit pas faire oublier pour autant que la structure du cerveau, telle qu'elle est déterminée par les gènes, se modifie ensuite d'après l'environnement.

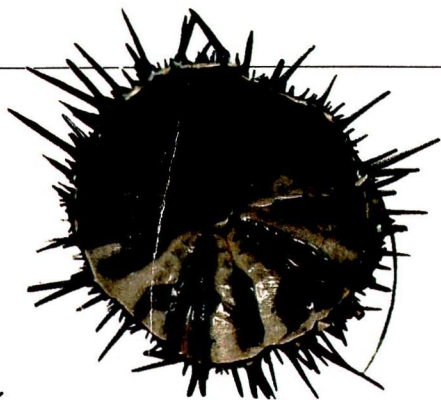
Si la schizophrénie était uniquement génétique, les vrais jumeaux schizophrènes qui possèdent exactement le même capital génétique seraient tous schizophrènes. Ce qui n'est pas le cas.

C'est pour cela qu'il vaut mieux parler de gènes qui prédisposent à la schizophrénie que de gènes de la schizophrénie. Leur localisation exacte simplifiera considérablement le difficile diagnostic de cette maladie et permettra peut-être d'en améliorer le traitement.

Christine Lefèvre

L'OURSIN DEVIENT CHAUVÉ...

Surexploité, intoxiqué, méconnu, l'oursin est malade. Les biologistes se sont mobilisés pour le sauver.



Les phoques et les baleines trouvent facilement des défenseurs dans les médias — l'affaire des baleines prises dans la banquise l'a bien montré —, il n'en est pas de même pour l'oursin comestible *Paracentrotus lividus*, le plus commun des "hérissons de mer" de la Méditerranée et de l'Atlantique. Et pourtant de graves menaces pèsent sur lui (1).

Une campagne de sensibilisation des professionnels et du grand public a été lancée (2). Le VI^e Séminaire international sur les Echinodermes actuels et fossiles (3) a donné l'occasion d'un premier bilan de l'effet de cette campagne et des recherches dont les oursins font l'objet.

La pêche à l'oursin remonte à la nuit des temps. On trouve régulièrement des tests (carapaces) d'oursins dans les tas de débris de cuisine depuis le début du néolithique. Et cela en dépit du fait qu'il est difficile, voire impossible, de se nourrir d'oursins. Les gonades, les seules parties habituellement consommées d'un oursin, pèsent au plus 3 à 5 g. Mais, outre leur saveur, l'attraction qu'exerçaient ces gonades (les ovaires à couleur orange et les testicules blanchâtres, toujours au nombre de cinq) s'explique par les vertus aphrodisiaques qu'on leur prêtait — cette croyance païenne suscita un commerce florissant dans l'Empire romain, comme le raconte le naturaliste Pline.

Mais en France, la consommation d'oursins, qui se limitait aux riverains de la Méditerranée et aux Bretons, est devenue ces dernières années une mode qui, de Paris, a gagné tout le pays. La France est devenue, de loin, le premier consommateur d'oursins en Europe. Conséquences : la surexploitation depuis la fin des années 70. La taille moyenne des individus offerts à la vente est très inférieure à ce qu'elle était auparavant. On a donc commencé à exploiter des classes d'âge plus jeunes, ce qui revient à entamer le capital au lieu de se contenter des intérêts. La diminution de l'offre qui s'en suivit

fit rapidement grimper les prix (à Paris, 1 kg de gonades vaut plus de 1 500 F). Et le renchérissement des oursins par rapport aux autres "fruits de la mer" poussa, à son tour, à l'intensification de la collecte. Celle-ci a été rendue possible par l'autorisation du scaphandre autonome, il y a une dizaine d'années, dans le quartier des Affaires maritimes de Marseille, là justement où la pêche à l'oursin est traditionnellement la plus importante.

Auparavant, la collecte des oursins se pratiquait au moyen d'une perche longue de 5 à 6 m munie d'un crochet à trois branches (appelée "grappe" par les Provençaux) et l'on se servait de la lunette de calfat (un seau muni d'une vitre en son fond) pour voir sous l'eau. Avec cette technique, il était impossible de surexploiter la ressource, car tous les oursins vivant en dessous de 5 m étaient hors de portée. Avec la scaphandre autonome, par contre, on peut récolter les oursins partout où ils se trouvent. Malgré cela, la nouvelle technique ne devrait pas avoir, a priori, des conséquences néfastes pour le stock. Elle devrait, au contraire, permettre de sélectionner les plus gros individus âgés de cinq ans environ et assurer ainsi le renouvellement des générations. Mais le nombre croissant des braconniers (souvent des jeunes chômeurs entraînés à la plongée) et des touristes par rapport aux pêcheurs professionnels spécialisés (les "oursiniers"), a mis en danger, ces dernières années, la survie de l'espèce.

En 1970, on dénombrait encore à Marseille 150 oursiniers professionnels ; il n'y en a plus que 20. D'après Raoul Martinez, président du Syndicat des oursiniers, les braconniers et les touristes prélèvent jusqu'à 20 fois plus d'oursins que tous les professionnels, voilà pourquoi la production française,

(1) *Science & Vie* n° 837.

(2) Par la Fondation océanographique Ricard (FOR) et le Centre d'étude des ressources animales marines (CERAM) de la faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme (Université Aix-Marseille III).

(3) Organisé, en septembre 1988, par le CERAM et la FOR à l'Observatoire de la mer sur l'île des Embiez (Var).

officiellement enregistrée, a chuté de 1 000 t en 1965 à 200 t en 1987. Le déficit par rapport à une demande accrue a dû être comblé par l'importation d'oursins en provenance d'Irlande et d'Espagne. Mais là aussi, on parle de surexploitation.

Pour limiter les dégâts et pour pousser les gens de la mer à une véritable gestion de leur ressource, on a instauré dans le quartier des Affaires maritimes de Marseille, il y a quelques années déjà, une réglementation qui interdit la pêche à l'oursin pendant tous les mois sans "r" et fixé une taille minimale de capture : 4 cm sans les piquants. En 1987, la période de pêche a été raccourcie pour les professionnels et la taille minimale a été portée à 5 cm. Aux plaisanciers, il est recommandé de se limiter à 4 douzaines par personne. L'utilisation d'appareils de plongée leur est strictement interdite. Encore faudrait-il faire en sorte que ces règles soient vraiment appliquées.

Ceci s'impose d'autant plus que des professionnels consciencieux et des associations pour la protection de la nature, ont déjà commencé à repeupler certaines zones surexploitées, voire dépeuplées d'oursins. Les oursiniers marseillais effectuent depuis quelques années, en fin de chaque saison, des transferts massifs d'oursins, de la zone classée insalubre, autour du débouché du grand émissaire des eaux usées dans l'anse de Cortiou et autour de l'archipel Riou, au sud de l'agglomération

marseillaise, vers l'archipel de Frioul à l'ouest de la cité phocéenne. Les fonds autour de cet archipel se trouvent en permanence surexploités, car la pêche y est possible, même par temps fort. La zone soumise à l'influence de l'égout de Marseille a joué ce rôle de "réserve naturelle" également pour la tentative de réintroduction de l'oursin comestible dans la réserve sous-marine de Monaco, organisée en mars 1986 et en avril 1987, par l'Association monégasque pour la protection de la nature (AMPN) en collaboration avec le Centre d'étude des ressources animales marines (CERAM).

Au cours de ces transferts, on a noté que la mortalité immédiate n'excédait pas 7 % et qu'après 24 h les oursins reprenaient un rythme normal d'alimentation, bien qu'ils fussent transplantés dans des biotopes différents. Non seulement il se sont apparemment bien adaptés, mais encore ils se sont reproduits comme en attestent les nombreux juvéniles repérés six mois plus tard (on a néanmoins observé une importante mortalité consécutive à une prédation très intense par les girelles, les sars et les daurades qui ont profité de l'arrivée massive d'oursins non encore fixés sur un substrat et pas cachés). Reste à savoir si les oursins transférés dans un milieu salubre arrivent à se débarrasser des polluants (en particulier des métaux lourds) qu'ils ont accumulés près de l'égout...

C'est Philippe Delmas, un jeune chercheur du

Les rejets massifs de fer de la nouvelle station d'épuration de Marseille intoxiquent les oursins. Pour preuve : leurs gonades orangées (ci-dessous) deviennent brunâtres et s'atrophient (ci-contre).



CERAM qui, sous la direction de Marie-Berthe Régis (maître de conférence à la Faculté de Marseille-St Jérôme) s'occupe de cette dernière question. Les résultats préliminaires de ses analyses montrent que les oursins présentant de fortes teneurs en métaux lourds (plomb, cuivre, zinc, nickel, cadmium) peuvent, après acclimatation dans une eau non polluée, donner des individus de bonne qualité commerciale. De toute façon, la "réserve" de Marseille-Cortiou, très importante puisqu'on y trouve des densités de populations d'oursins dépassant 50 individus par m², ne devrait plus poser problème dans un avenir tout proche, car l'apport en métaux lourds toxiques y a été considérablement diminué depuis la mise en service de la grande station d'épuration de Marseille fin 1987.

Malheureusement, Delmas a constaté que la mise en route de la station d'épuration a créé un nouveau problème. Depuis quelques mois, il trouve de plus en plus d'oursins présentant des gonades, souvent atrophiées, dont la couleur va du brun au noir (*voir photo p. 62*). L'observation de ces gonades sous le microscope photonique a montré la présence de cristaux cubiques, extracellulaires, de couleur brune, formant des amas entre l'épithélium externe des follicules et le tissu germinatif. Delmas a pu mettre en évidence, à l'aide de colorations histo-chimiques, qu'il s'agit de cristaux de fer ferrique. Il a également trouvé de tels amas de cristaux de fer dans les tissus conjonctifs du tube digestif, principalement au niveau du siphon de l'estomac et de l'intestin. D'où viennent ces cristaux de fer ?

On n'a pas choisi pour la station d'épuration de Marseille (enterrée sous un stade) de procédé biologique, mais un procédé physico-chimique : coagulation-floculation chimique, puis décantation lamellaire (ce procédé est le même pour toutes les stations d'épuration de la façade méditerranéenne, sauf pour la station de Nice et Monaco qui combine intelligemment les traitements biologiques et physico-chimiques). Comme coagulant, on utilise dans la station de Marseille le chlorure ferrique à la dose moyenne de 14 mg de produit pur par litre d'eau à traiter. Cela représente une quantité énorme de fer, car la station traite chaque jour 370 millions de litres d'eau usées. Même si la plus grande partie du fer passe dans les boues résiduaires, qui sont traitées et valorisées sur terre, le très fort débit de

l'émissaire (9 m³/s) fait que la quantité de fer qui est rejetée en mer reste très importante. En témoigne la couleur noire des eaux dans l'anse de Cortiou. Certains jours de vent d'Est, les nappes d'eau noirâtre peuvent même atteindre les nouvelles plages artificielles du Prado, dont les Marseillais sont si fiers. On est tenté de dire : « Si vous manquez de fer, mangez des oursins de Marseille ! »

En plus du rejet massif de fer, les stations purement physico-chimiques ont encore l'inconvénient de n'éliminer qu'une petite partie des détergents domestiques biodégradables. Ceux-ci endommagent, même dans des concentrations infimes, les prairies sous-marines de posidonies, la principale nourriture des oursins (*).

Il faudrait vérifier, bien sûr, si l'accumulation impressionnante de cristaux de fer dans les gonades et le système intestinal compromet vraiment le développement des oursins, étant donné que les oursins adultes se sont montrés peu sensibles à la pollution et que le fer n'est pas encore considéré comme un métal toxique. A priori, l'action du fer absorbé par les oursins ne semble pas comparable aux troubles du métabolisme qu'entraînent les métaux lourds. Les cristaux de fer, très pointus, semblent plutôt provoquer des lésions dans le système intestinal de façon purement mécanique. Ces lésions, visibles au microscope optique, ne sauraient pas rester sans conséquence sur la santé des individus et la productivité des populations d'oursins.

Jusqu'à la mise en service de la station d'épuration, les oursins se sont apparemment bien portés (sauf à proximité immédiate du débouché de l'émissaire). En témoignent la densité de la population élevée et des sous-populations dont la taille moyen-

ne (piquants non compris) dépasse 6 cm. Delmas et Régis ont d'ailleurs déjà pu montrer par l'analyse du contenu digestif des oursins *Paracentrotus lividus* soumis à l'influence d'effluents domestiques, il y a trois ans, que ceux-ci manifestent un comportement alimentaire très opportuniste avec tendance à la polyphagie : ils ont trouvé dans les boulettes digestives des fragments de papier hygiénique et de plastique...

C'est Henri Augier, de la faculté des Sciences de Marseille-Luminy qui, en comparant les teneurs en métaux lourds des oursins soumis à l'influence de l'égoût de Marseille et de ceux du Parc national de Port Cros (milieu de

L'OURSIN PEUT VRAIMENT DISPARAITRE

La Fondation océanographique Ricard vient de consacrer un ouvrage de sa collection "Nature méditerranéenne" à la défense de l'oursin. : *L'Oursin méconnu et menacé*, par C. Frasson, A. Riva et P. Escoubet, avec la collaboration de Marie-Berthe Régis, maître de conférences à l'université d'Aix-Marseille III (32 p., 20 F, adhérents : 15 F).

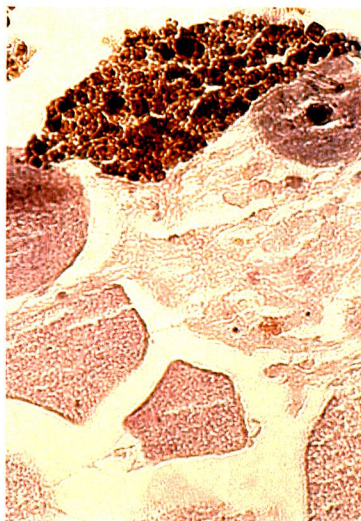
Le Pr Jean-Marie Pérès, de l'académie des Sciences, explique, dans la post-face, que la triste histoire de l'oursin est « celle de beaucoup d'espèces qui sont considérées comme des gourmandises, tels, par exemple, l'ormeau et la coquille Saint-Jacques des côtes bretonnes, dans les eaux douces le vrai caviar d'esturgeon de la Dordogne et pourquoi pas, dans le règne végétal la truffe, et bien d'autres encore... » Il ne faut pas se résigner.

référence), a pu montrer que les effluents domestiques ne jouent pas un rôle majeur dans la contamination. Les deux populations d'oursins contiennent relativement peu de cadmium et peu de mercure, mais davantage de cuivre et de plomb et beaucoup de zinc. Ces derniers proviennent, pour l'essentiel, des peintures "anti-fouling" des bateaux de plaisance. Ce qui explique que, même dans le milieu relativement protégé du parc national (qui est beaucoup fréquenté par les plaisanciers), on ne trouve pas de différence significative par rapport à la zone de Marseille-Cortiou !

Augier a aussi pu expliquer pourquoi la présence de ces métaux toxiques ne semble

guère perturber les oursins adultes : les métaux lourds sont liés, dans les cellules, à certaines protéines (les métallothionéines) qui constituent une sorte de détoxification pour l'organisme adulte, mais pas forcément pour les œufs et les larves, où ces mêmes protéines interviennent dans le contrôle de la division cellulaire. Il faut noter, néanmoins, que les métaux lourds peuvent être également très dangereux pour les oursins adultes s'il s'agit d'individus non acclimatés à un milieu pollué. Pierre Le Gall, spécialiste de l'élevage intensif d'oursins comestibles au Centre régional d'études côtières à Luc-sur-Mer, dans le Calvados, a raconté qu'un petit morceau de plomberie en cuivre dans ses installations expérimentales d'échiniculture a suffi pour tuer tous ses oursins. Cet exemple montre, une fois de plus, que le dosage des métaux lourds dans les organismes, techniquement difficile, ne renseigne pas sur leur état de santé. La teneur totale d'un organisme en métaux lourds n'a d'intérêt que pour le consommateur.

Un bien meilleur indicateur de l'état de santé d'un organisme ou même d'un écosystème tout entier, vient d'être fourni par la recherche fondamentale en biologie cellulaire et moléculaire. C'est l'œuf de l'oursin *Paracentrotus lividus*, utilisé depuis longtemps comme modèle biologique universel, qui a permis de mieux comprendre le mécanisme d'action au niveau cellulaire des métaux lourds et d'autres toxines naturelles ou synthétiques. L'œuf de l'oursin réunit plusieurs avantages qui en ont fait un matériel expérimental de choix pour des études de toxicologie, de pharmacologie, de biologie du développement et de cancérologie : la quantité d'œufs disponibles est très importante, les cellules sont de grande taille (100 micromètres de diamètre), leur fécon-



L'observation, au microscope, des tissus du tube digestif ou des gonades d'un oursin vivant près de l'égout de Marseille montre une accumulation anormale de cristaux de fer (en haut).

tion *in vitro* est aisée, leurs cycles de division sont rapides (60 min au lieu de 24 h chez les mammifères) et synchrones jusqu'au stade 4 cellules, l'embryogénèse se fait en 24 h.

Les premiers résultats des expériences, réalisées par des chercheurs⁽⁵⁾ dans la réserve sous-marine de Monaco et la station de Villefranche, ont révélé le rôle médiateur du calcium dans l'action des métaux lourds sur les cellules animales. Philippe Walter, un jeune collaborateur de Denis Allemand, a en effet démontré que des concentrations micromolaires de mercure stimulent, par une action sur les protéines de la membrane plasmique, l'entrée de calcium dans l'œuf.

L'excès de calcium dans la cellule est alors tamponné par la mitochondrie, ce qui conduit à son découplage et, par conséquent, accélère les processus de mort cellulaire. Tout donne à penser que la mort cellulaire, tant physiologique (vieillesse, mue...) que pathologique (ischémie, attaque virale ou chimique, toxines, radiations...), résulte toujours d'une augmentation du taux de calcium.

La mesure du contenu en calcium des parties molles constitue donc un test relativement simple pour évaluer l'état de santé d'un organisme ou d'une population. Walter l'a montré en comparant le contenu de calcium des oursins prélevés dans la zone de Marseille-Cortiou avant et après un mois de détoxification dans la réserve sous-marine de Monaco : avant même que le contenu total des oursins en métaux lourds commence à décroître, la nette diminution de leur taux de calcium exprime déjà un début de rétablissement de leur santé.

Cette découverte devrait être très utile non seulement pour la lutte contre la maladie de "l'oursin chauve" (la deuxième raison de sa raréfaction) ainsi que pour l'amélioration et le repeuplement en oursins des milieux naturels surexploités ou dégradés et la mise au point de méthodes d'élevage intensif de l'oursin comestible. Ainsi pourrait-on sauver une espèce qui est un maillon indispensable de la chaîne de la vie marine.

Edgar Gärtner

(4) Voir *Science & Vie* n° 803 et 815.

(5) Denis Allemand, Jean-Pierre Girard, Patrick Payan, Danièle Pessando, Guy de Renzis et collaborateurs, du Laboratoire de physiologie cellulaire et comparée (UA CNRS 651) à la faculté des Sciences de Lice, de l'unité INSERM 303 mer et santé et de l'unité CNRS Biologie du développement à Villefranche-sur-Mer ainsi que du Centre scientifique de Monaco

LES NOUVELLES SERRES CO



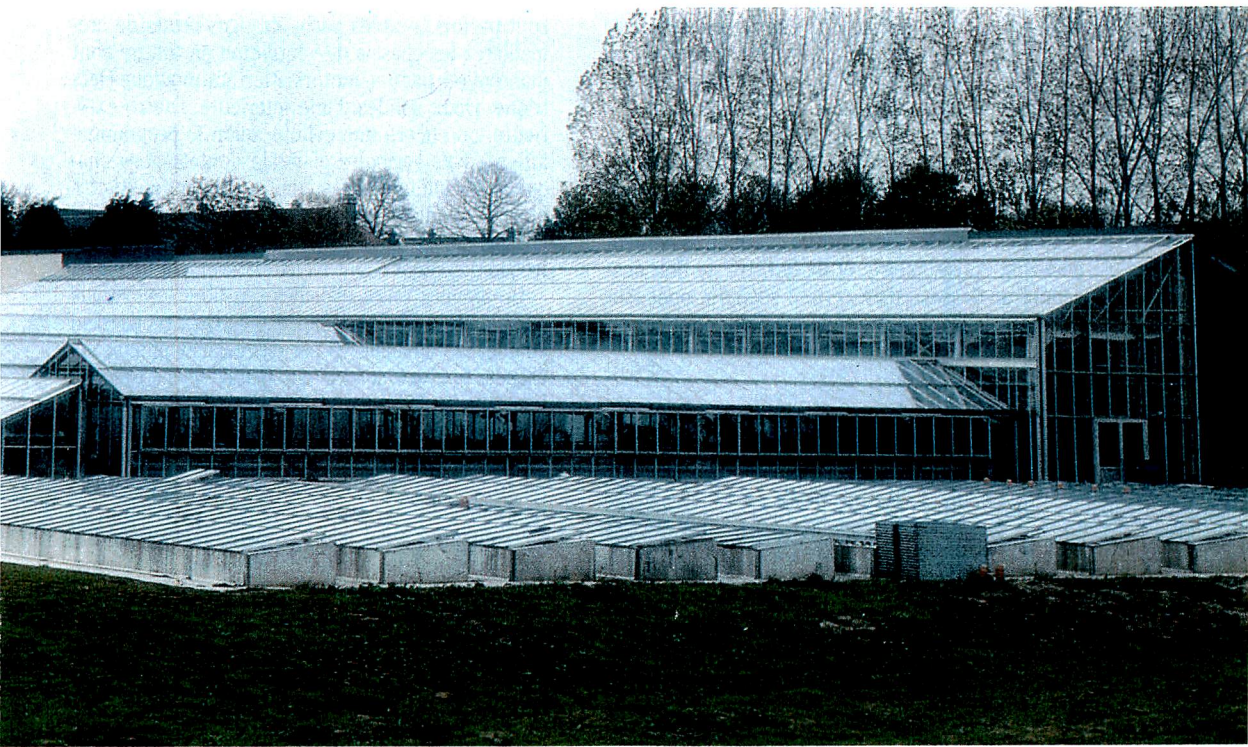
L'une des plus belles collections mondiales de plantes rares, qui parfois n'existent plus dans la nature, allait mourir dans les serres du Muséum. On vient de la sauver.

Quelque 30 000 plantes représentant 12 000 espèces appartenant à 200 familles végétales ont rejoint les nouvelles serres du Muséum national d'histoire naturelle, à Chèvreloup, dans les Yvelines. Il était temps : les petites serres du Jardin des plantes, à Paris, érigées en 1936, s'effondraient. A Chèvreloup, ce précieux patrimoine botanique, dont certains spécimens sont inscrits au "livre rouge" des espèces en voie de disparition, bénéficie des techniques de conservation les plus récentes.

Yves Delange ne boude pas son plaisir. Eminent botaniste, spécialiste des végétaux issus des milieux tropicaux et subtropicaux arides, passionné



NSERVATOIRES DU MUSÉUM



de cactacées, il promène un regard amoureux et savant sur ses protégées, enfin à l'abri. Conservateur des collections aujourd'hui installées à Chèvreloup, il est entré au Muséum d'histoire naturelle en 1971. Depuis, il n'a eu de cesse d'obtenir du ministère de l'Éducation nationale, dont dépend le Muséum, des conditions décentes et fiables de conservation de ses 30 000 plantes, l'un des plus importants patrimoines botaniques au monde (*). Parmi les espèces menacées d'extinction, certaines ont totalement disparu de leur milieu naturel. C'est notamment le cas pour des espèces originaires du Vietnam, où, pendant la guerre, l'usage massif de défoliants les ont décimées.

Ce patrimoine exceptionnel revient de loin. Avec une pointe d'amertume mais surtout avec le sourire amusé d'un entêté enfin récompensé, Yves Delange évoque ses visites répétées au Service des construc-

tions des académies d'Ile-de-France et aux Bâtiments de France (le Jardin des plantes est classé aux Monuments historiques) : « Chaque fois qu'un morceau du toit des petites serres s'effondrait au milieu des plantes, je le leur apportais ». Il y eut ainsi ces nuits d'hiver passées « à déménager de toute urgence des spécimens privés de chauffage, à la lueur d'une lampe de poche, en compagnie d'un chauffagiste zélé mais impuissant à colmater les fuites » de tuyauteries rongées par la rouille. Les petites serres du Jardin des plantes n'avaient jamais été rénovées depuis leur construction, voilà 50 ans. En revanche, les deux grands pavillons érigés en 1836 par Rohault de Fleury, dits "serres australienne et mexicaine", ont été restaurés en 1980, tandis qu'était décidé le transfert des autres collections à Chèvreloup.

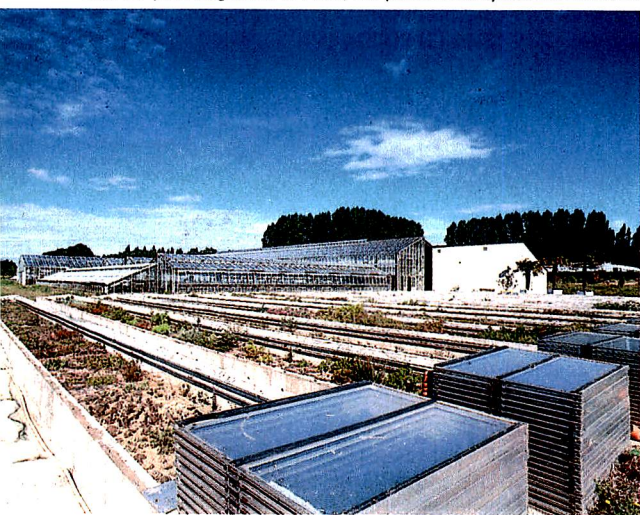
Avant le XVIII^e siècle, on ne parlait guère de "serre". On connaissait surtout les orangeries dont la maçonnerie servait de réserve calorique, avec un volant thermique évitant aux plantes des changements brutaux de température. La révolution industrielle et l'emploi généralisé du fer, conduisirent à la construction des grandes serres vitrées du XIX

Les grandes serres du Jardin des plantes, construites en 1836, ont été restaurées en 1980 et abritent toujours de précieux végétaux. Mais le contenu fragile et rarissime des petites serres alentour est désormais à Chèvreloup, dans les nouvelles serres du Muséum.

siècle, comme les somptueuses serres de Kew Garden, à Londres, ou celles de Rohault de Fleury, à Paris. Mais leurs structures élevées, certes élégantes et adaptées à la présentation au public des espèces les plus spectaculaires, ne répondent pas forcément aux exigences de la meilleure conservation possible. Ainsi, la hauteur des baies occasionne une déperdition de lumière au niveau du sol parfois préjudiciable à la croissance des plantes.

Les serres de Chèvreloup, elles, ont été conçues non pour la présentation mais pour la conservation et, partiellement, pour la reproduction des espèces. Ce qui oblige au respect d'une loi toute simple, dite "du minimum" : aucun des trois paramètres de température, d'hygrométrie et de lumière ne doit descendre au-dessous d'un certain seuil. Si, pour l'un de ces trois facteurs, ce seuil n'est pas atteint, rien

Ensoleillement maximum. A Chèvreloup, de petits châssis d'apparence banale (au 1^{er} plan), offrent les rayons du soleil aux végétaux les plus exigeants. A Paris, les plantes manquaient de lumière.



ne sert d'accroître les autres. C'est précisément dans le contrôle constant de ces trois facteurs et dans le pilotage automatique des serres que réside l'essentiel des innovations de Chèvreloup. Construites à partir de 1984, ces serres se devaient de bénéficier des techniques les plus récentes et, cette fois, l'Education nationale n'a pas lésiné en concédant un investissement estimé à 1,7 milliard de centimes.

Sur les 3 240 m² du site, 2 090 m² sont réservés aux douze serres proprement dites et 540 m² à des châssis, formant un ensemble entièrement à rez-de-chaussée, très linéaire, pour s'insérer le plus discrètement possible dans le domaine classé de Versailles et de Trianon. Ces douze sections comportent une serre froide et une serre tempérée semi-

enterrées, quatre serres tempérées, deux serres chaudes et une serre à multiplication, le tout inscrit dans un rectangle, venant s'adosser au nord sur une galerie vitrée de 65 mètres de long sur 27 de large.

Le calme et la moiteur de ces maisons de verre sont parfois troublés par d'étranges bruits de crémaillère : les châssis de ventilation en toiture sont manœuvrés par une motorisation automatique électrique. Deux sondes, l'une intérieure, l'autre extérieure, ou encore une cellule, selon le programme affiché dans l'armoire générale dont dispose chaque serre, pilotent le système — qui peut aussi être placé à volonté en mode de commande manuel. Les châssis de ventilation verticaux, d'un usage moins fréquent, restent quant à eux entièrement manuels.

De grandes toiles blanches (en fibre synthétique compatible avec l'humidité des serres), repliées en soufflet et commandées par des cellules photo-électriques, peuvent couvrir automatiquement toute la longueur de la serre. Là aussi, le pilotage automatique peut être débrayé au profit d'un réglage manuel. Pour maintenir un taux d'humidité suffisant, un hygrostat commande des rampes de pulvérisation alimentées en eau à 2,5 bars de pression et en air comprimé à 3,5 bars (ce dernier étant produit dans la chaufferie par un compresseur d'une capacité de 50 m³/h). L'eau est filtrée et adoucie. C'est là une petite entorse aux plans initiaux, puisqu'il était prévu de récupérer les eaux de pluie (non calcaires) nécessaires aux pulvérisations et arrosages. Si des chéneaux, en toiture, et des larmiers, en base de façade, ont effectivement été installés, les bassins de récupération, d'un coût jugé trop élevé, ont par contre été exclus du projet. Yves Delange regrette que l'importance et l'utilité des eaux de pluies n'ait pas été retenues, mais pour souligner aussitôt que c'est là son seul regret : tous ces autres desiderata ont été satisfaits. C'est notamment le cas du système "marée haute-marée basse" qui équipe certaines serres où les cultures se font dans des bacs en matière plastique, au fond rainuré et à bords relevés. Version améliorée des traditionnels bacs Riviera, ce système comporte des vannes électromagnétiques, assujetties à un programmeur, assurant des arrosages par imbibition, éventuellement accompagnées d'engrais dissous dans l'eau.

Le chauffage s'effectue à l'aide de tubes lisses dotés de deux régulateurs. Un programme principal contrôle la température du circuit de distribution en fonction de la température extérieure. Une pompe à chaleur, qui puise ses calories dans un étang avoisinant assure le chauffage des serres pour des températures extérieures de 5° à -3 °C. Au besoin, une chaudière mixte fuel/gaz prend le relais en injectant progressivement de l'eau à 85 °C.

Compte-tenu de l'importance des collections, l'installation est pourvue de dispositifs de sécurités. Un pressostat, pour le manque d'eau, et un aquastat, en



Un jardin très secret. Les serres de Chèvreloup n'ont pas été conçues pour être ouvertes au public, mais dans le strict but de conserver des plantes rares. On distingue, ci-dessus repliés, les rideaux blancs qui peuvent être déroulés automatiquement sur toute la longueur des serres pour en moduler l'ensoleillement. Ci-contre, M. Delange, conservateur, observant des *Nananthus*.

cas de surchauffe, arrêtent impérativement la chauffe et donnent l'alerte par klaxon. Le fonctionnement permanent du matériel est assuré, en cas d'incident ou de grève à EDF, par un groupe électrogène. Et si ce dernier venait à tomber en panne, des groupes mobiles peuvent encore être disposés dans les serres.

Tous les éléments des structures sont en acier

LANGUE DE SORCIÈRE...



Le *Glottiphyllum*, du grec *glottis* (langue) et *phyllon* (feuille) dont l'une des variétés porte le nom populaire de "langue de sorcière", pour ses feuilles charnues et allongées, appartient à la famille des Mesembryanthèmes, qui ne compte pas moins de 2 000 espèces. Elles ont en commun un système de défense contre le soleil, qui leur permet de subsister dans les déserts et les steppes, sur les sols les plus stériles et dans les conditions les plus difficiles. Ainsi, leurs feuilles, généralement grises ou vertes, possèdent-elles de petites papilles pour retenir l'eau et réfléchir le rayonnement solaire. Un nombre très faible de pores empêche la transpiration, de même qu'une couche de cire ou de poils soyeux accroît la protection. Ces plantes disposent d'"yeux" à la surface de leurs feuilles, de micro-puits de lumière où celle-ci pénètre dans l'épaisseur des tissus sans risquer de favoriser l'éva-

poration d'une eau si précieuse sous les climats de l'Afrique du Sud, de l'Australie et d'Amérique du Sud. Certaines variétés disposent même de véritables fenêtres à l'extrémité de leurs feuilles, qui, seules, apparaissent à la surface du sol, et que l'on confondrait volontiers par leur aspect avec un morceau de verre dépoli.

Leurs fleurs sont d'une beauté tout à fait étonnante, contrastant avec une nature déshéritée par des couleurs éclatantes. Souvent d'un magnifique jaune or, parfois oranges, plus rarement blancs ou alors d'un rouge pouvant aller jusqu'au violet, leurs pétales sont eux aussi protégés du soleil par des cellules transparentes, qui le réfléchissent à la manière d'une glace sans tain. Leurs fruits sont enfin un véritable chef-d'œuvre de la nature. Celui du *Glottiphyllum* se présente comme une capsule ronde et relativement plate, de la taille d'une pièce de 20 centimes, portant sur sa partie supérieure des lignes disposées en rayons. Qu'une pluie vienne à tomber après des mois de sécheresse, et l'on verra en quelques minutes cette sorte de bouton de veste desséché s'entrouvrir, puis éclorre en étoile, laissant le soin aux gouttes d'eau de projeter, jusqu'à 1,5 m alentours, de minuscules graines. En quelques jours, elles donneront naissance, sur un sol humidifié par la pluie, à une nouvelle plante, prête à supporter le soleil le plus brûlant. Les plus étonnantes de ces plantes sont sans doute les *Mimikry* qui imitent à s'y méprendre le gravier. Quoi de plus surprenant que de voir un caillou fleurir ?...

galvanisé ou en acier inox pour les parties supportant les plus gros efforts. Aucun élément non protégé contre la rouille n'a été accepté. Ainsi, les profilés ont été percés avant même d'avoir été galvanisés. Toutes les autres pièces métalliques, sujettes à de moins fortes contraintes, sont des profilés d'aluminium. Ces derniers reçoivent, notamment, des doubles vitrages posés à sec avec un vide intérieur, formant un ensemble parfaitement étanche.

A l'extérieur des serres, on découvre 570 mètres de châssis d'une apparence fort banale : des bacs en ciment ne dépassant pas 65 centimètres de haut, chauffés et couverts d'un simple vitrage. Leur originalité réside dans le fait qu'ils ne réservent que 15 à 30 cm d'espace entre la terre et la vitre, pour la culture de végétaux exigeant un ma-

ximum d'ensoleillement (*voir encadré ci-contre*). En comparaison des régions d'où ils proviennent, l'Île-de-France ne bénéficie que d'une faible luminosité. Encore le site de Chèvreloup a-t-il été choisi non seulement pour l'espace disponible qu'il offre, mais aussi pour l'absence de constructions avoisinantes qui, à Paris, privent le Jardin des plantes de trop de lumière naturelle. Car, a contrario du coûteux phytotron de Gif-sur-Yvette où toutes les conditions de culture sont reconstituées artificiellement à des fins expérimentales, les nouvelles serres du Muséum n'utilisent pas de lumière artificielle.

Les équipements de Chèvreloup n'ont pas été conçus pour être ouverts au public. Ils peuvent cependant recevoir, outre les spécialistes et les chercheurs, la visite de groupes organisés (sur demande). Il est en effet souhaitable de favoriser un regain d'intérêt, tant la botanique semble, en France, être tombée dans les oubliettes, alors qu'elle n'a pas été étrangère, selon Yves Delange, à l'essor qu'ont pu connaître d'autres disciplines comme la biologie moléculaire. Plus brutalement, le conservateur des collections de Chèvreloup explique cette désaffection et le manque de crédits qui en résulte par le fait que des efforts financiers en faveur de la botanique ne seraient "politiquement pas payants"... « Curieusement, explique-t-il, les pays latins semblent avoir une perception beaucoup plus loin-

taine de la nature que les Anglo-saxons, les Germaniques et les Scandinaves, d'un tempérament plus observateur et scientifique ». Et encore se garde-t-il d'évoquer l'Extrême-Orient où cette discipline est élevée au rang d'un culte. « La civilisation judéo-chrétienne a magnifié le Créateur et non la Création », soupire-t-il en levant les yeux vers... des crémaillères qui manquent déjà de graisse, faute d'un personnel d'entretien suffisamment nombreux.

Mais, de l'avis même de l'architecte des lieux, M Macel, l'intérêt des serres de Chèvreloup, bâties pour durer, réside dans leur contenu, plus que dans leur enveloppe.

Frédéric Blassel

(1) Aux 12 000 espèces représentées à Chèvreloup, il faut en ajouter 3 000 qui demeurent au Jardin des plantes, soit 15 000 au total, c'est-à-dire 5 % des 300 000 espèces recensées dans le monde, dont les deux tiers sont d'origine tropicale et subtropicale.

Sondez vos pouvoirs intérieurs et décuplez votre potentiel.

Le magnétisme, ça marche ! ESSAYEZ-LE VOUS AUSSI

Libérez la seule force inépuisable qui soit en vous, prête à agir à tout moment : votre puissance magnétique.

Apprenez à vous en servir pour influencer les autres. développez votre potentiel. Soulager ou guérir.

Le Baron du Potet vous livre tous ses secrets.

DÉVELOPPEZ votre magnétisme, et les gens rechercheront votre présence. Ils seront mystérieusement attirés par vous, de la même façon que le fer est attiré par l'aimant. Ils auront besoin de vous. Ils solliciteront votre concours, vos conseils, votre collaboration. Vous serez celui qu'on espère, celui que l'on attend. Un ascendant irrésistible, un grand pouvoir personnel émaneront de votre seule présence.

Sachez influencer les autres – pour leur bien – et pour le vôtre

Après avoir lu le « Manuel de l'Étudiant Magnétiseur » du Baron du Potet, celui-ci vous apprendra à influencer qui vous voulez : votre ami(e), votre patron, les membres de votre famille..., toute personne que vous choisirez. Sans la toucher, sans rien lui dire, l'auteur vous indiquera comment obtenir d'elle ce que vous désirez. Une simple photo peut suffire. Et si vous voulez la plonger dans un sommeil magnétique proche de l'hypnose, vous pourrez effectuer quelques passes pour y parvenir. Pas un mot à prononcer, UNE COMMANDE MENTALE SUFFIT.

Guérissez-vous vous-même et guérissez les autres

Qu'il s'agisse du plan mental ou du plan physique, le magnétisme donne des résultats inexplicables – mais probants. Le Baron du Potet donne dans son livre des dizaines d'exemples et de cas vécus :



Magnifique réédition de l'ouvrage célèbre publié en 1887. Imprimé sur papier bouffant de luxe, pages de garde, tranche, signet, couverture bibliothèque dorée, gravure d'époque, etc.

EXCEPTIONNEL

Plus de 100 PAGES D'EXERCICES PRATIQUES ont été ajoutées à l'édition originale. Vous saurez comment :

- Projeter à distance votre fluide magnétique (p. 64).
- Magnétiser instantanément les objets, les êtres (p. 154).
- Guérir par le somnambulisme (p. 95). (Faites une expérience publique !).
- Endormir rapidement un enfant (p. 63).
- Effectuer, à votre avantage, les meilleures passes magnétiques.

- Cicatrisation (p. 188) • Fièvre (p. 207) • Affections chroniques
- Maux de tête et douleurs diverses • Menstruations difficiles, virilité déficiente (p. 269), etc.

Découvrez de nouveaux pouvoirs étonnants

Le magnétisme débouche aussi sur l'intuition, le 6^e sens, voire même, dans certains cas... la prévision du futur !

En développant votre pouvoir, tout le reste viendra avec facilité : une volonté de fer et une confiance inébranlable en vos capacités intérieures. Vos succès personnels émerveilleront votre entourage. Le « Manuel de l'Étudiant Magnétiseur » est un livre unique que vous devez posséder. Le cours de votre existence en sera profondément modifié.

CADEAU GRATUIT

Si vous commandez dans les 10 jours, nous joindrons à votre colis un petit livre de 128 pages « Le magnétisme personnel » de Léon Kendal : un ouvrage rare paru en 1911, réédité pour vous et qui vous passionnera.

* **GARANTIE TOTALE A 100%** *
* Si les secrets dévoilés par le *
* Baron du Potet ne font pas de *
* vous un magnétiseur hors- *
* pair, retournez le « Manuel » *
* dans les 30 jours de la date *
* d'achat et on vous rembour- *
* sera sans discussion le prix de *
* vente du livre. *
* **C'EST GARANTI A 100%** *

AVIS IMPORTANT : nous invitons instamment nos lecteurs à ne pas utiliser les effets magnétiques divulgués dans cet ouvrage à des fins dangereuses ou malveillantes. Nous déclinons toute responsabilité au cas où cette recommandation ne serait pas observée.

Postez à :
Éditions Godefroy B.P. 94
60505 Chantilly Cedex

BON POUR UN ESSAI LIBRE DE 30 JOURS

à retourner aux :
Éditions Godefroy B.P. 94
60505 Chantilly Cedex

OUI, votre proposition m'intéresse et je souhaite découvrir les secrets des pouvoirs stupéfiants du magnétisme.

- 2011 ☐ Envoyez-moi « le Manuel de l'Étudiant Magnétiseur », 295 F + 15 F de frais d'envoi réglé par :
☐ CCP ☐ Mandat-lettre
☐ Chèque

- 2012 ☐ Je préfère le recevoir en contre-remboursement, même si cela me coûte 27 F de frais supplémentaires (soit 337 F à payer au facteur).

Il est bien entendu que je dispose de 30 jours pour examiner ce livre. Si je ne suis pas satisfait(e), il me suffit de le retourner pour être intégralement remboursé(e).

Nom

Prénom

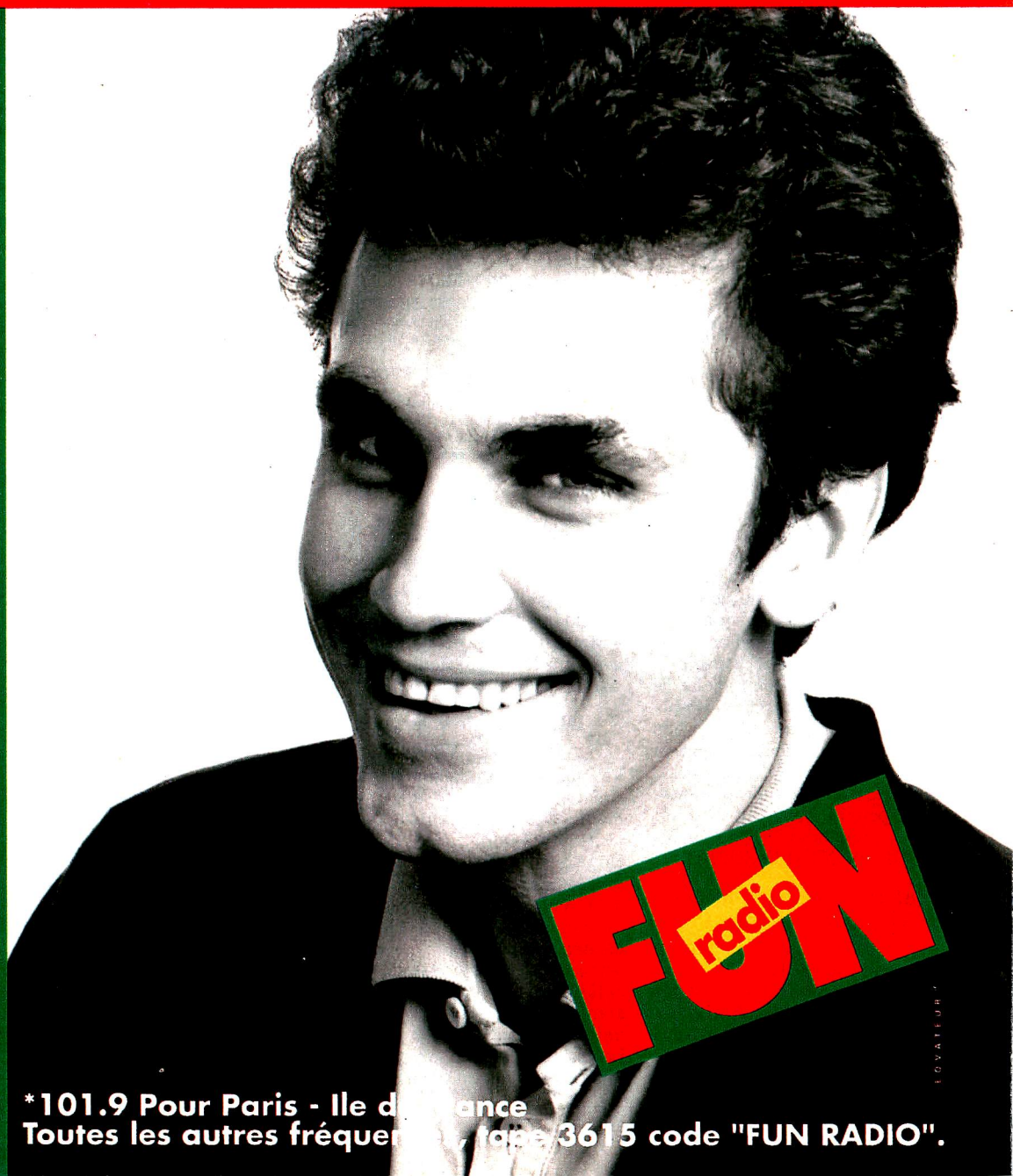
Adresse

Code

Ville

Good FUN*, Cooky !

DU LUNDI AU SAMEDI DE 9H A 13 H.



*101.9 Pour Paris - Ile de France
Toutes les autres fréquences, tape 3615 code "FUN RADIO".

ECHOS DE LA RECHERCHE

MEDECINE

Psychosomatique et somatopsychisme

L'interprétation psychosomatique des maladies revient périodiquement à la mode, ce qui est utile, car on tend parfois à oublier que certains phénomènes pathologiques peuvent avoir une cause psychique, entre autres.

Nous disons bien "interprétation", car, contrairement à ce que laisserait entendre le langage courant, il n'existe pas de "maladies psychosomatiques", mais seulement une interprétation psychosomatique des maladies. En effet, on peut avoir un ulcère d'estomac, cas classique, favorisé par la tension nerveuse, mais cela ne change rien au fait qu'il y a ulcère et qu'il doit être soigné comme tel.

Il n'y a rien de bien nouveau en médecine psychosomatique, si ce n'est que, par le biais de mécanismes encore mal compris, dont le centre siègerait dans le cerveau intermédiaire et dans l'hypothalamus en particulier, la dépression induirait des modifications organiques, dont l'une des dernières conséquences serait une baisse des défenses immunitaires. En témoignerait une communication de médecins indiens et américains sur l'inefficacité relative des traitements de lépreux en Inde. Ces médecins attribuent cette inefficacité au fait que les lépreux, en général des gens d'un faible niveau socio-culturel et ayant pâti de conditions d'hygiène déplorables, s'imaginent que leur maladie est une punition divine et souffrent de dépression pathologique.

Cette communication mérite évidemment d'être traitée avec une grande prudence, car la lèpre suffit à elle seule à induire un état dépressif. Que cet état aggrave ensui-

te la maladie est possible, mais il sera délicat de faire la part entre la dépression induite par la maladie directement et celle qui est due à l'interprétation divine de la maladie...

Il n'en reste pas moins qu'un psychisme tonique n'est pas inutile quand il faut lutter contre la maladie, comme en témoigne encore l'étude d'une psychologue, Lydia Temoshok, de l'université de Californie à San Francisco, sur 18 hommes atteints de Sida.

Cette chercheuse a établi des corrélations entre le système immunitaire de ces malades et leurs personnalités, et elle a trouvé que ceux qui avaient les personnalités les plus extraverties et "agressives" avaient un système immunitaire en meilleur état que les introvertis. Un certain narcissisme semble favorable en la circonstance (ce qu'on savait déjà depuis longtemps, puisqu'en France, il y avait des conseillers psychologues dans certains hôpitaux, qui encourageaient et aidaient les malades graves à prendre soin de leur apparence).

On a par ailleurs observé que les personnes qui avaient souffert d'un choc psychologique, et particulièrement de la perte d'un conjoint dans un passé récent accusaient des taux de cancers supérieurs à la moyenne.

Cela étant, il faut quand même se garder de systématiser et sur-

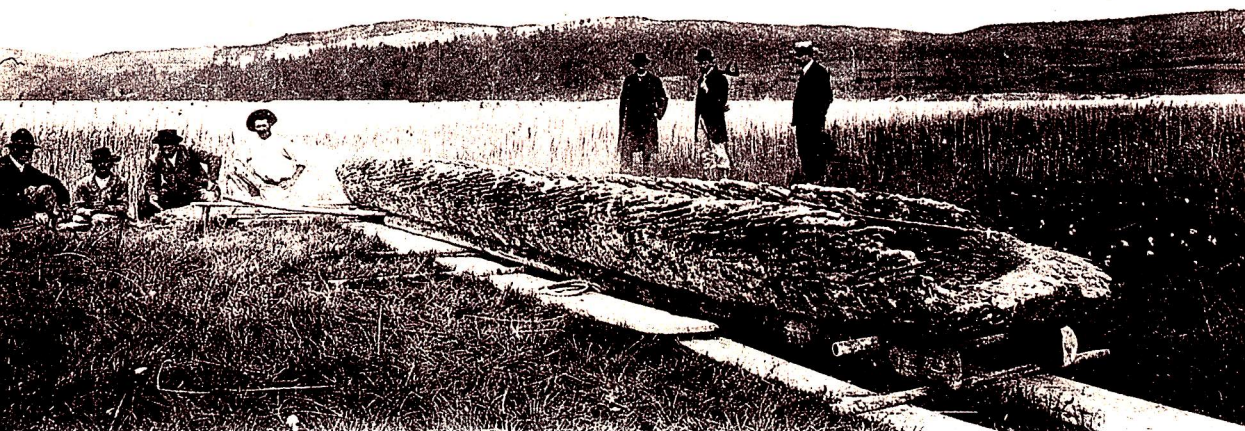
tout de négliger l'interprétation si l'on peut dire "somatopsychique" de la maladie.

Deux communications publiées par notre confrère *Panorama du médecin* (15 novembre 1988) en font foi. Elles portent sur des malades (deux femmes) atteintes de troubles psychiatriques caractérisés, l'une avec dépression mélancolique, confusion et troubles de la mémoire, l'autre avec bouffées délirantes et confusion aussi. Les deux sont hospitalisées et un bilan général est dressé. Il se trouve que la première souffre d'une volumineuse tumeur frontale, l'autre d'insuffisance surrénalienne aiguë. La première est opérée (on ne sait la suite), l'autre est équilibrée par hydrocortisone et ses accès disparaissent.

Il semble utile de rappeler que la maladie aussi influence le psychisme, ce que chacun savait déjà mais qui gagne à être redit.

Il convient également de se garder de tout réductionnisme dans le domaine des maladies mentales. La découverte (voir p. 60) d'un gène de la schizophrénie sur le chromosome 5 pourrait y inviter. En réalité, comme le souligne l'auteur de la découverte, Robin Sherrington, avec ses collaborateurs, ce gène n'est qu'une des causes et non le facteur unique de la schizophrénie. On ne retrouve pas ce gène chez tous les schizophrènes et tous ceux qui ont ce gène ne sont pas malades.

Et la maladie mentale connue sous le nom de schizophrénie est beaucoup trop multiforme pour qu'on n'aille pas en faire la conséquence "mécanique" d'un phénotype anormal. Il y a d'autres causes physiques, sans doute non héréditaires, de la maladie, tout comme il est probable qu'il y a une disposition physique à la maladie qui se manifeste ou ne se manifeste pas, selon l'environnement.



ARCHEOLOGIE

Pirogues de France

Selon le Petit Robert, une pirogue est une longue barque étroite et plate, mue à la pagaie ou à la voile et utilisée en Afrique ou en Océanie. Cet estimable dictionnaire est dans l'erreur : la navigation en pirogue a existé en France jusqu'à une époque très récente : en 1914, on circulait encore en pirogue sur la Nive.

En fait, on circulait en pirogue en France depuis longtemps : la plus ancienne de ces embarcations parfaitement autochtones a été creusée dans un tronc de pin, au VII^e millénaire avant notre ère. Découverte en 1984 par Daniel et Claude Mordan, à Noyen, Seine-et-Marne, dans une carrière proche de la Seine, elle a été transférée à Grenoble pour restauration, avant de gagner le Musée de Nemours. Étant donné qu'elle fut creusée dans le tronc d'un seul arbre, on la dit monoxyle.

On savait déjà que la navigation existait au VII^e millénaire. En témoigne le commerce de l'obsidienne, pierre originaire de Sardaigne,

des Lipari et de Pantellaria, qui fut transportée vers la Corse et le continent dès la fin du Paléolithique, encore plus au Mésolithique. Mais sur quelles embarcations ? Sans doute pas des pirogues : soit des barques de moins bonne conservation, soit des embarcations en assemblages de bottes de roseaux.

Selon l'inventaire de Guilaïne Lerat-Renom, de Lyon, 189 pirogues ont été découvertes en France, pour la plupart à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècles. La plu-

part sont médiévales et dix seulement antérieures à notre ère de plus de 400 ans. Ce qui renforce l'intérêt de celle qui a été trouvée en Seine-et-Marne. On les a presque toutes trouvées en draguant des rivières ou dans des tourbières ; c'est dire que les bois, gorgés d'eau, étaient excessivement fragiles.

Heureusement, il existe à Grenoble un centre de réputation internationale, dit Nuclear, parfaitement équipé pour restaurer ces vestiges. En gros, il faut d'abord chasser l'eau du bois par un solvant, puis durcir celui-ci aux rayons gamma, ce qui est long et coûteux.

Il faut dire qu'il existe aussi une méthode moins chère, imaginée par Eric Rieth, du Musée de la marine, à Paris : étudier les pirogues... sous l'eau ! Dans ce cas, il faut les recouvrir d'une couche de sable et de gravier et d'une bâche, pour prévenir l'érosion.

Parfois, on a la chance d'en trou-

Une pirogue, datant de l'an 959 avant notre ère, telle qu'elle fut exhumée du lac Chalin, en 1904 (ci-dessus). Et telle qu'elle se présente aujourd'hui au musée de Lons-le-Saulnier (ci-contre), dans une "mise en scène" adéquate, et dans un excellent état de conservation.



Les Hurons de l'Europe unie

ver une en bon état, comme celle du Musée de Lons-le-Saulnier. Longue de 9,35 m, creusée dans un tronc de chêne, elle a, de plus, bénéficié d'un traitement inventé par son découvreur, Louis Abel Girardot, en 1904, à la gélatine liquide. Girardot la crut du Néolithique final (2 500 ans avant notre ère), mais le dendrochronologue Joël Lambert, a pu préciser (car la dendrochronologie est une science très exacte) qu'elle a été creusée dans un chêne vieux de 162 ans, abattu en 959 avant notre ère. Le Suisse Béat Arnold a confirmé la datation de Lambert : la section en U à fond plat, les extrémités en cuiller effilée, la rainure à 50 cm d'un bout, qui permet d'insérer une planchette de sapin comme gouvernail, tout cela correspond bien au "modèle" de la fin de l'Age du bronze. Enfoncée la datation au carbone-14 ! Cette pirogue a été découverte dans la craie lacustre du lac de Chalin, où ne gisent pas moins de 75 villages préhistoriques successifs.

Cette pirogue est d'autant plus intéressante que Girardot avait découvert à proximité une pièce de bois qui semblait s'adapter aux trois mortaises carrées percées dans l'axe médian du fond. N'aurait-ce donc pas été un balancier ? Ce système aurait donné à l'embarcation assez de stabilité pour assurer le transport et le basculement des pieux lors de la construction des maisons au milieu du lac. Mais l'hypothèse perd de sa crédibilité lorsqu'on s'avise que le niveau du lac a beaucoup varié en fonction du climat et que certains villages de tourbières ont été construits à même le sol, avec des planchers surélevés, pour lutter contre l'humidité.

C'est là qu'intervient de nouveau l'examen du bois : Arnold, déjà cité, découvre en 1985 que les mortaises sont très postérieures à la fabrication de la pirogue. Elles ont, probablement, servi de points d'ancrage à l'extraction de l'embarcation, en 1904 !

Si les pirogues françaises intéressent nos lecteurs, ils peuvent encore aller admirer la pirogue-sépulture du Musée de Saint-Germain-en-Laye, qui porta le corps d'un valeureux guerrier paré de ses plus beaux atours, il y a quelques siècles... **F.D.**

Tandis qu'en France nous nous alarmons des taux (effectivement alarmants) d'analphabétisme, pudiquement appelé "illettrisme", des jeunes générations, les Anglais s'épouvantent de l'état de leur propre jeunesse. Une enquête menée par l'université d'Exeter auprès de 18 000 jeunes Anglais de 11 à 16 ans a quasiment affolé le ministre britannique de l'Éducation, qui a convoqué sur-le-champ les chercheurs de cette université.

L'enquête, qui comportait 79 questions allant des dents à l'état psychologique des jeunes sondés, constitue, en effet, un document de première importance. On y découvre que près de la moitié des jeunes interrogés, entre 11 et 14 ans, n'ont pas de travail scolaire à la maison. 41 % des garçons et 35 % des filles regardent donc la télévision pendant plus de 3 heures. 15 % des garçons et 11 % des filles la regardent pendant plus de 5 heures. À partir de 14 ans, ces taux tendent à baisser, mais ils tendent seulement : 37 % des garçons et 30 % des filles au-delà de 14 ans regardent quand même la télé pen-

dant plus de 3 heures et 10 % des garçons et 8 % des filles, pendant plus de 5 heures.

Evidemment, ça ne laisse pas beaucoup de temps pour la lecture : à 14 ans, 68 % des garçons et 56 % des filles ne lisent pas. « J'avais l'habitude de lire des romans d'horreur, » dit une fille de 16 ans, « je sais que c'est utile, mais c'est ennuyeux. » Textuel.

À 12 ans, un garçon sur quatre et une fille sur cinq fume ou a fumé. À 13 ans, 13 % des garçons ont acheté de l'alcool et 9 % des cigarettes dans les quatre semaines précédant le sondage. À 15 ans, 4 % des garçons et 2 % des filles se sont vu offrir des drogues "dures", comme l'héroïne, et 19 % des garçons et 12 % des filles, du haschich. La plupart des garçons de 11 ans et des filles de 13 boivent de l'alcool au moins une fois par semaine. À 15 ans, la moitié de tous les jeunes ont un travail régulier qui leur assure des revenus (auxiliaire dans une épicerie, gardiennage d'enfants).

Il nous semble que ces données se passent de commentaires. **G.M.**

BIOLOGIE

Le virus anticancer

Depuis une vingtaine d'années, on soigne des gens atteints d'une forme grave de cancer de la peau, le mélanome, en leur administrant un virus, le NDV (*Newcastle disease virus*), parfois mortel pour les oiseaux, mais non, évidemment, pour les humains. On tient de la sorte le mélanome en échec, et on le supprime même.

Le mécanisme d'action de cette thérapeutique était mal compris ; des chercheurs de l'université de l'Illinois viennent de l'expliquer. Le NDV n'infecte pas les cellules normales, mais exclusivement celles du mélanome. Il s'y reproduit alors activement, ce qui déclenche la production d'un facteur nécrosant, anti-cancéreux, par les macrophages, gros globules blancs ; ce facteur est une protéine mortelle pour

la cellule cancéreuse, le TNF-alpha ou *Tumor necrosis factor alpha*.

Le succès de ce mécanisme est dû au fait que la cellule cancéreuse seule n'est pas très sensible au TNF-alpha, mais qu'elle est dix fois plus sensible lorsqu'elle est déjà infectée par le NDV.

Il apparaît donc que certains virus peuvent jouer un rôle auxiliaire important dans la lutte contre les cancers. Reste à établir quels types de cellules cancéreuses sont vulnérables au NDV et s'il y a d'autres virus qui pourraient jouer le même rôle. **G.M.**

Les taux d'embouteillages de trafic ont augmenté de 400 % de 1974 à 1983, selon le bulletin de *Motocité*. Et les taux d'oxyde de carbone ?...

ARMEMENTS

L'histoire que le Japon préférerait enterrer

Dès 1918, le Japon s'intéressa à la guerre des gaz. En 1921, le lt-col Taneki Hizamura, représentant à Berlin du ministère des Affaires étrangères et membre du... Comité allié de mise en vigueur du Traité de paix, insista auprès de ses supérieurs pour qu'ils missent en œuvre un programme de fabrication de gaz militaires, parce que la France, l'Allemagne et l'Occident en général faisaient de grands progrès dans la mise au point et la production de ces gaz ; il eut gain de cause.

En 1927, les savants japonais fabriquaient de petites quantités de lewisite, de gaz moutarde, de di-phénylsyanarsine, d'adamsite et autres gaz toxiques.

Cette entreprise fut tenue hautement secrète. A la fin de la Seconde guerre mondiale, 2 000 Chinois avaient été tués et 35 000 gravement atteints par ces gaz, mais 6 000 Japonais, qui travaillaient à la fabrication de ces gaz, en avaient aussi été victimes ; plusieurs d'entre eux sont encore vivants et souffrent

de maladies graves, cancers du foie, emphysème, etc. Néanmoins, le gouvernement japonais impose la censure totale sur de telles informations.

En 1984, le ministère de l'Éducation fit supprimer dans un livre d'histoire, destiné aux universitaires, des références à ces gaz, alléguant qu'il n'y en avait pas de preuves. Mais les preuves sont publiées.

En 1985, le journal *Sekai* a décrit l'emploi par l'armée impériale de ces gaz contre les Chinois, et l'historien Yuki Tanaka vient de publier l'histoire complète de l'emploi des gaz toxiques par les Japonais dans le numéro d'octobre 1988 du *Bulletin of the Atomic Scientists*, qui n'est certes pas une publication confidentielle. Elle n'est pas exemplaire : les 7 et 10 septembre 1940, révèle Takao Matsumura dans la publication *Rekishi Hyoron (Histoire)*, les Japonais utilisèrent comme cobayes 16 prisonniers chinois, qu'ils soumettent à l'action

de 9 800 bombes de gaz moutarde.

Les forces américaines d'occupation contribuèrent considérablement, après la fin de la guerre, à entretenir le blocus sur les informations relatives à l'usage des gaz par les Japonais. Les poursuites engagées au Japon même par le procureur général Thomas H. Morrow, se trouvèrent bizarrement interrompues en 1946, et aucun de ceux qui avaient dirigé l'utilisation de gaz toxiques ne s'en vit accuser aux tribunaux militaires.

Mais enfin, on peut demander aux Japonais (et aux Américains) qu'est donc devenue l'île d'Okunoshima, au large de Hiroshima. Elle a disparu des cartes. C'est là qu'était installée la fabrique de gaz toxiques. En mai 1946, les Américains détruisirent l'usine et jetèrent des tonnes de gaz toxiques dans l'Océan Pacifique... Cela prit un an. Avec ce qui en restait quand même, on fit des... insecticides.

G.M.

ARCHEOLOGIE

Enigmatiques vestiges de l'Indus

Exposition exceptionnelle que celle que le musée Guimet, à Paris, consacre jusqu'au 30 janvier aux cités oubliées de l'Indus. Découvertes dans les années 1920, dans l'actuel Pakistan, ces cités, Mohenjodaro et Harappa, furent, vers 2500 avant notre ère, les fleurons d'une civilisation évoluée. Ces cités se caractérisaient par un urbanisme très avancé, un art profondément original et une économie développée, bref une culture autonome. On commence à peine à en comprendre la naissance : c'est le produit d'une évolution qui commença en 7000 av. J.-C. dans les montagnes du Bélouchistan.

G.M.

Une statuette en terre cuite (vers 2500 av. J.-C.), à gauche, et, ci-dessous, deux taureaux en or (vers 2000 av. J.-C.) ayant fait partie d'un collier.



La fève d'Australie contre le Sida

Les produits présentant une efficacité contre le Sida commencent à se multiplier. Les derniers en date sont la castanospermine, tirée d'une sorte de fève d'Australie (*Castanospermum australe*); la déoxynojirimycine ou DNJ, tirée des racines d'une sorte de mûrier (*Morus nigra*); et une substance similaire, la DMDP, tirée d'un légume tropical.

Les trois substances sont des alcaloïdes qui présentent la particularité de bloquer la synthèse des chaînes de glucose dans les cellules. Cet effet s'explique par un blocage des enzymes ou glycosidases nécessaires à la formation des glycoprotéines qui forment l'enveloppe des virus et, en particulier, du virus HIV.

C'est une équipe du St Mary's

Hospital de Londres qui a découvert que la castanospermine est efficace contre le virus du Sida, une équipe hollandaise et une équipe américaine ayant respectivement trouvé les propriétés de la déoxynojirimycine et de la DMDP. Depuis lors, les laboratoires de la firme pharmaceutique américaine Merrell Dow ont découvert une substance dérivée de la castanospermine, mais vingt fois plus active que celle-ci, la 6-butyryl-castanospermine, ce qui est une bonne nouvelle, car la castanospermine, qui semblait, de prime abord, la plus active des trois substances, est très difficile à synthétiser et qu'on n'en trouve que dans la fève d'Australie et dans un arbre sud-américain de la variété Alexa. La déoxynojirimycine et la DMDP

sont beaucoup plus faciles, elles, à synthétiser.

Les essais sur l'animal ont été concluants et la firme pharmaceutique G. M. Searle subventionne les travaux de chercheurs d'Oxford et de Cambridge là-dessus.

Reste à établir que les produits en question ne présentent pas, aux doses requises, une toxicité dangereuse et incompatible avec toute possibilité de traitement.

Dans le meilleur des cas, ces trois produits, qui ne tuent pas le virus HIV mais le rendent simplement non infectieux (comme il le fut il y a une trentaine d'années, avant de devenir virulent pour une raison inconnue), ne pourraient pas être commercialisés avant la fin 1989 et, plus vraisemblablement, vers 1990.

G.M.

TOXICOLOGIE

Narcisse toxicomane

Rapports d'enquêtes et déclarations alarmantes dans la presse américaine : Ben Johnson n'a certes pas été le seul participant des récents Jeux olympiques à prendre des drogues, affirment Peter Alfano et Michael Janofsky dans une enquête effectuée pour le *New York Times*; il les a prises de façon malhabile, c'est tout, et c'est pourquoi on en a trouvé aux analyses d'urines en quantités probantes. La majorité des athlètes, y compris les médaillés, y compris ceux qui ont passé des examens en ont pris, mais de façon assez habile pour pouvoir passer à travers les mailles du filet. Johnson a servi d'exemple.

Le 19 novembre dernier, les mêmes enquêteurs affirmaient, toujours dans le *New York Times*, que le marché des stéroïdes anabolisants n'est pas du tout limité au seul monde des sportifs de niveau olympique. Selon les autorités américaines, ce marché représente un chiffre d'affaires de quelque 100 millions de dollars par an, soit 600 millions de francs. Contrairement aussi à ce qu'on croit, il est pratiquement aussi facile de se procu-

rer des stéroïdes que de l'aspirine, en dépit du fait qu'ils ne sont, en principe, délivrés que sur ordonnance. Il en existe dans pratiquement tous les centres de culture physique des Etats-Unis. Les sportifs qualifiés ne représentent que 10 % des consommateurs; les autres sont des gens ordinaires, ouvriers, policiers, pompiers, avocats qui se soucient d'avoir une "jolie silhouette" et des muscles bien développés. Les jeunes et même les enfants constituent déjà une part appréciable du marché.

Avant 1984, on ne comptait pas un seul cas de poursuite juridique pour trafic de stéroïdes; on en compte désormais des centaines. Les stéroïdes viennent clandestinement d'Europe, du Mexique, d'Amérique du Sud, où, comme cela s'est produit pour la cocaïne, il s'est créé un réseau de producteurs. C'est là que le bât blesse, car aux dangers inhérents à l'usage intrinsèque des stéroïdes, cancers, troubles génitaux, impuissance, hypercholestérolémie, troubles psychologiques éventuels, s'ajoute ceux de la consommation de sté-

roïdes fabriqués dans des conditions douteuses.

La consommation des stéroïdes est certes un secteur particulier de la toxicomanie, parce que ces drogues ne produisent pas sur-le-champ les effets psychologiques des autres drogues. Mais elles en produisent quand même un, qui est d'accroître la satisfaction narcissique des consommateurs. Associés à l'effort physique intensif, elles permettent, en effet, de fabriquer plus rapidement ces biceps, pectoraux et deltoïdes qu'on dirait tracés au ciseau, sans une trace de couche adipeuse, comme on a pu les admirer — ou pas — sur les photos des nouveaux dieux du stade. La "stéroïdomanie" constitue le plus récent avatar du culte du Moi façon microcéphale, dont la débâche se présente aux yeux de tous depuis quelques années. C'est le produit de la nouvelle mythologie du corps mince, musclé, nourri de cuisine minceur et de jus d'algues, "jeune", "jogge" et aérobique. Il est peu douteux qu'on la voie bientôt, sinon déjà, sévir de ce côté-ci de la Grande mare...

G.M.

GENETIQUE

A la recherche du gène de la vieillesse

L'idée que la vieillesse est une maladie n'est pas neuve. Il existe quelques maladies, d'origine génétique, qui le donnent à penser. La plus spectaculaire d'entre elles est le syndrome de Hutchinson-Gilford, dit également progeria. Les enfants, heureusement très rares, qui en sont atteints, semblent normaux à la naissance, mais vers deux ans, leur croissance est visiblement retardée, ils perdent leurs cheveux et leur graisse sous-cutanée; leurs nez deviennent crochus, comme chez les gens très âgés, et leur peau se ride et se couvre de taches de vieillesse. Le caractère douloureux de leur état est que leur fonctionnement intellectuel est normal. Ils souffrent vers cinq ans d'athérosclérose sévère et de nombreuses affections qui sont celles du troisième âge, perte de l'acuité auditive, arthrose, tumeurs malignes et meurent avant l'âge de 13 ans d'un accident cardiaque. Le syndrome de Werner, celui de Rothmund, celui de Cockayne frappent plus tard dans la vie, mais les schémas en sont les mêmes et

renforcent l'idée qu'il existe une cause génétique, donc un ou plusieurs gènes du vieillissement, qui s'"emballent" dans ces cas-là et qui, pour le reste de l'humanité, jouent un rôle plus ou moins accentué.

L'idée d'un "gène du vieillissement" semblait relativement spéculative jusqu'à ce que, en 1987, on ait découvert ce gène chez un champignon; greffé à des champignons jeunes, il les a fait vieillir prématurément. On notera, à cet égard, que l'évolution des idées dans ce domaine rappelle celle de l'origine virale du cancer, qui fut énergiquement rejetée jusqu'à la découverte du sarcome de Rous, chez la poule, et qui fait maintenant partie de l'orthodoxie en matière d'oncologie.

Plusieurs chercheurs français (dont une dizaine dans des unités de recherche de l'INSERM et du CNRS) et étrangers travaillent actuellement à l'isolement des gènes qui joueraient un rôle dans le vieillissement. Le Pr Gérard Rosa, généticien moléculaire, a récemment

déclaré à notre confrère *Le Quotidien du médecin* que la technique est la même que celle de l'isolement du gène de la thalassémie, par exemple. L'une des pistes suivies est la stabilité de l'ARN messager; si celui-ci vient à s'altérer, les protéines nécessaires à l'ensemble des tissus viennent à faire défaut et l'organisme s'étiolo faute d'éléments de construction. Mais il resterait à établir pourquoi, chez certaines personnes, l'ARNm serait justement défaillant. Il y a certainement tout un faisceau d'autres causes qui concourent au vieillissement, comme c'est le cas pour le cancer.

En l'état actuel des recherches, il est impossible de supposer qu'il sera un jour possible de "traiter" la vieillesse comme on traite une maladie, puisqu'on n'en connaît pas les causes. Mais on peut supposer qu'une fois ces causes connues, surtout si l'on isole un lieu du génome qui commande le vieillissement, on puisse imaginer alors une stratégie de ralentissement.

G.M.

GENETIQUE

Pauvre souris !

Le fer ne fait pas une santé de fer : il y a plusieurs années qu'on sait qu'un taux élevé de ce métal dans le corps est en corrélation avec des risques accrus de cancer. Une vérification, faite sur 242 malades par une équipe de médecins américains et publiée dans le *New England Journal of Medicine* (vol.319, n° 16) confirme à la fois que la capacité de fixation du fer est inférieure et que le taux de saturation (du fer, par la transferrine) est supérieur chez les gens qui souffrent de cancer. Inutile, donc, de "se supplémenter en fer", selon le jargon à la mode : une carence martiale doit être diagnostiquée par le médecin et traitée par lui. On notera qu'à une certaine époque, aux Etats-Unis, on ajoutait du fer à pratiquement tout, pains, pâtisseries, bonbons...

« Et maintenant, Minou fait cul-cui » : des biologistes français ont découvert que des poussins, ayant reçu des greffes d'embryons de caille, chantent comme des cailles. Reste à savoir ce que ce sera quand on greffera à des chatons des tissus d'embryons de serin...

Le premier brevet protégeant l'"invention" d'un animal vient d'être accordé aux Etats-Unis. L'animal est une souris, issue d'un embryon génétiquement manipulé de sorte qu'un oncogène (gène du cancer) faisant partie de son patrimoine génétique se manifeste spontanément. Les souris de cette lignée sont donc très vulnérables à diverses formes du cancer.

A quoi bon breveter ce pauvre animal ? C'est qu'il pourrait être utilisé dans une épreuve permettant de déterminer si un cancer est causé par l'expression spontanée d'un oncogène, ou s'il est provoqué par un agent cancérigène provenant de l'environnement. Le brevet a été accordé à l'Université de Harvard (Boston), ou deux chercheurs, Philip Leder et Timothy Stuart, ont réalisé la "manip". Le

gène dont ils ont exacerbé l'activité est un oncogène bien connu, dit *myc*, et la souris transformée a, bien entendu, été surnommée "Myc Mouse". L'université a accordé une licence d'exploitation du brevet à Du Pont de Nemours.

Le brevet couvre tout animal dont le génome est modifié de telle sorte qu'un oncogène naturel soit artificiellement exacerbé. Cette "première" du Bureau des brevets des Etats-Unis suit sa déclaration, l'année dernière, qu'il n'y avait pas à refuser un brevet simplement parce que l'"invention" était un animal. La Cour suprême n'avait-elle pas décidé, en 1980, que « tout, sous le soleil, ce qui a été fait par l'homme, est brevetable » ? Le Bureau des brevets a cependant exclu l'homme de la liste des "objets brevetables".

A.D.

Le pilote retrouvé

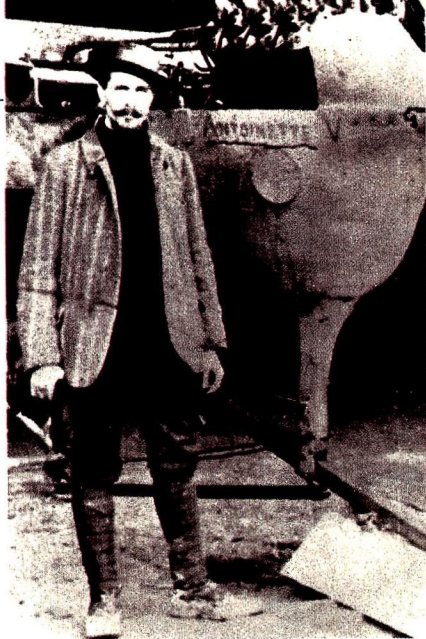
La transparence - glasnost - et la possibilité d'étudier enfin l'histoire sans les déformations et censures monstrueuses qui ont été imposées de Lénine à Brejnev ont permis aux Soviétiques de retrouver des personnages "disparus". Témoin Stanislas Fadeevich Dorozynski.

Il vient d'avoir l'honneur d'un article dans *L'Etoile rouge*, quotidien des forces armées soviétiques. Lieutenant dans la marine impériale, il fut l'un des premiers pilotes en Russie et, en tous cas, le premier pilote d'hydravion.

Envoyé en France en 1909 pour suivre un projet de liaisons radio-phoniques, Dorozynski y visita la firme Antoinette, qui était l'un des premiers fabricants d'avions. Il s'engagea à en acheter un, pour la somme de 12 000 roubles, et apprit à le piloter. De retour à Sébastopol, il n'était pas encore certain que la Marine acceptât de financer l'achat de l'appareil, qu'il s'appêta donc à régler lui-même avec la participation des membres du premier club aéronautique en Russie. Mais la Marine accepta et, l'année suivan-

te, Dorozynski fit les premières démonstrations de l'Antoinette sur le fameux champ de Koulikov, utilisé par la Marine pour larguer ses ballons d'observation. Ensuite, il essaya de transformer cet avion en hydravion, grâce à des flotteurs. Mais ceux-ci s'enfonçaient trop dans l'eau et la vitesse de décollage était impossible à obtenir.

C'est alors que la Marine russe commanda son premier hydravion, à la firme française Voisin-Canard. Dorozynski apprit donc à le piloter et devint le premier à décoller et atterrir sur l'eau en Russie. Le champ de Koulikov a, depuis, été envahi par les faubourgs de Sébastopol, et la rue principale y porte le nom d'un héros de l'aviation soviétique, Ostrakhov. L'auteur de l'article de *L'Etoile rouge* suggère



qu'une plaque soit apposée sur les murs de cette rue, en l'honneur de Dorozynski.

Détail piquant : l'Encyclopédie soviétique fait bien état de Stanislas Dorozynski, mais le donne pour mort dans un accident en 1917 ; elle savait pourtant bien que Dorozynski, grand-père de notre collaborateur Alexandre Dorozynski, est mort en France en 1960...
J.-R.G.

ZOOLOGIE

Petites nouvelles de nos frères inférieurs

Aïe, l'aye-aye est en danger : *Daubentonia madagascariensis* de son vrai nom, ce lémurien particulièrement minuscule a disparu à 90 % de son habitat naturel, les forêts de Madagascar, pour des raisons, les unes ordinaires (destruction de l'habitat par déforestation), les autres stupides (superstition, car l'aye-aye "portant malheur", il est de bon ton d'en crucifier un devant sa maison)... Le centre des primates de l'université Duke, en Caroline du Nord, s'efforce d'inciter les deux couples qu'il tient en captivité à se reproduire. Mais ne peut-on installer l'aye-aye, qui est le premier sur la liste des espèces animales menacées, dans des forêts du voisinage, par exemple dans l'archipel des Aldabra ou celui des Amirantes, au large des Seychelles ? Ce sont déjà des réserves naturelles protégées.

L'inventaire des espèces s'enrichit : des chercheurs de l'American Museum ont trouvé deux espèces de poisson jusqu'ici inconnues, dans un des parcs nationaux de Madagascar : *Ptychochromis oligacanthus*, un des cichlidés les plus primitifs qu'on connaisse, et *Paratilapia polleni*, également primitif.

Longs d'une dizaine de centimètres, ils sont très colorés. Ce sont des curiosités, parce que les cichlidés de ce groupe vivent dans l'eau de mer, et non dans l'eau douce, comme ceux-ci.

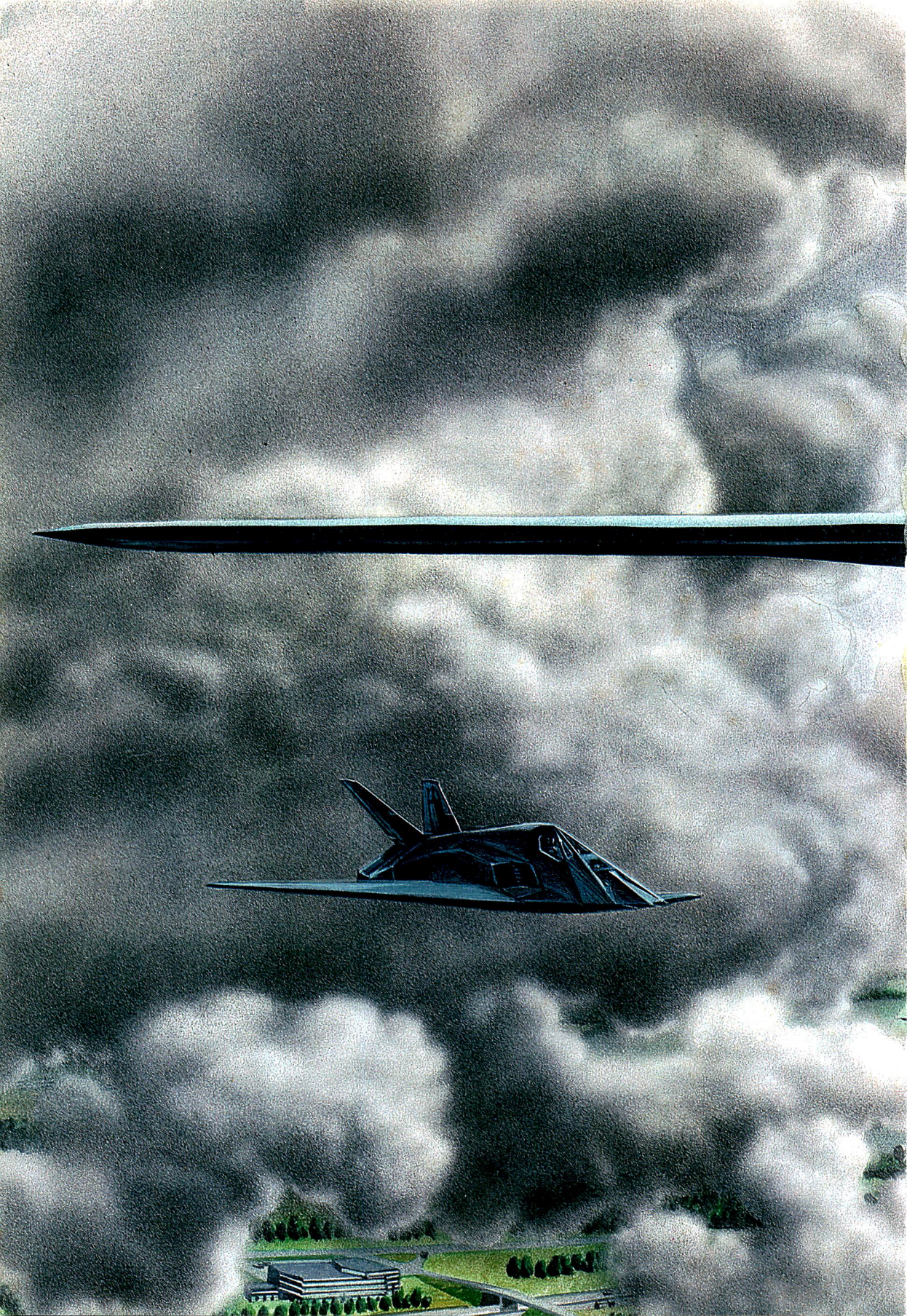
Comme la faune et la flore de Madagascar ont suivi une évolution différente de celle de l'Afrique, il faut supposer que ces deux poissons, n'ayant trouvé que de l'eau douce pour survivre, s'y

sont quand même adaptés. Mais c'est quand même aussi bizarre que de trouver des sardines dans la Seine.

Par ailleurs, des chercheurs de l'université de Berlin ont trouvé dans la jungle de Sulawesi, en Indonésie, un singe inconnu apparenté au maki, espèce nocturne qui présente la particularité de "chanter" à l'aube avant de se retirer pour la journée dans les arbres. L'animal est une miniature : il pèse une centaine de grammes et mesure une quinzaine de centimètres.
G.M.

L'angine de poitrine est plus courante à cause des autos : c'est le résultat d'une ischémie cardiaque due à l'intoxication par l'oxyde de carbone dégagé par celles-ci. L'information est communiquée par l'American Heart Association.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Alexandre Dorozynski, Jean-René Germain et Gerald Messadié.

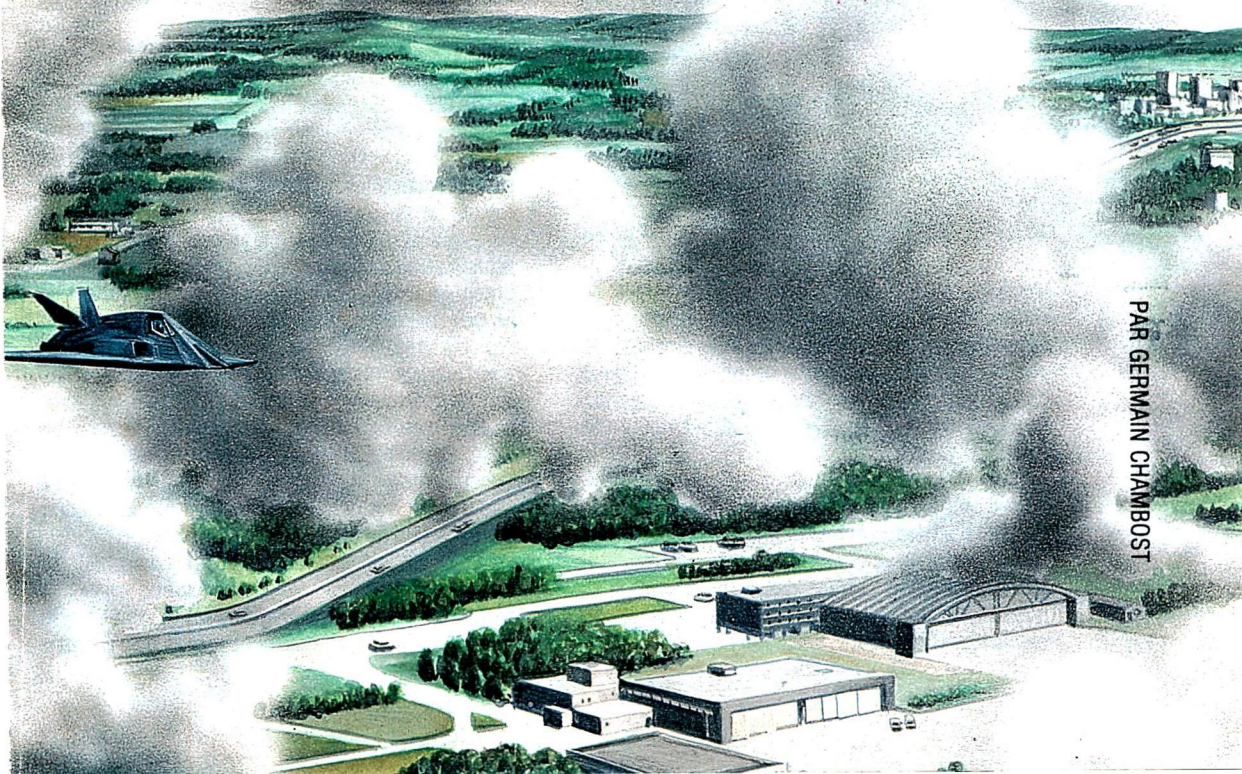


L'AVION FURTIF : UNE AILE VOLANTE

37 ans après l'abandon du YB-49 de Northrop, le Pentagone remet l'aile volante au goût du jour. Il vient de présenter le bombardier B2. Egalement construit par Northrop, cet appareil doit en principe être invisible aux radars, grâce à ses formes et à son revêtement.

Le bombardier furtif B2 de l'US Air Force volera au début 89. Cela fait plus de deux ans que le chasseur bombardier F 117 (second plan) est opérationnel.

PAR GERMAIN CHAMBOST

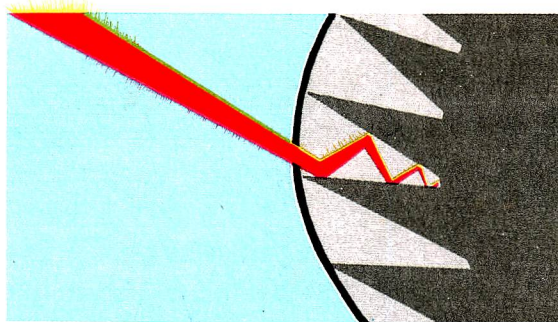


La présentation publique, fin novembre du tout nouveau bombardier américain B2, a dû rappeler bien des souvenirs aux spécialistes et aux historiens de l'aéronautique. Faisant appel à toutes les technologies dites "furtives" (stealth), le B2 est en effet conçu à partir d'une aile volante. En d'autres termes, il s'agit d'un avion qui ne comporte pas de fuselage ni, en arrière de celui-ci, de plan fixe horizontal ou de plan fixe vertical auxquels sont associées les gouvernes de profondeur et de direction sur un appareil classique.

Cette forme d'avion est loin d'être récente. Il y a bien longtemps que ses avantages sont connus. Mais, jusqu'à aujourd'hui, ses inconvénients avaient empêché que le principe, si séduisant de prime abord, débouchât sur des réalisations opérationnelles.

Le bombardier B2 américain a été construit par la firme Northrop. Ce n'est pas un hasard. Le fondateur de la firme, Jack Northrop, fut en effet un pionnier de l'aile volante. Il a fort bien résumé les avantages de la formule. Sur un avion classique avec fuselage, tout le poids de l'appareil est concen-

La peau de l'avion furtif est un véritable piège à ondes électromagnétiques. Elles s'y engouffrent dans des cônes évidés, se réfléchissent sur leurs parois jusqu'à perdre leur énergie. Le principe est le même que celui employé pour les murs des auditoriums hi-fi et des installations anéchoïdes (chambres sourdes) où l'on procède aux essais électromagnétiques des avions.



tré dans celui-ci, c'est-à-dire que les forces aérodynamiques qui contrebalancent le poids provoquent un effet de torsion sur les ailes. Sur une aile volante, au contraire, poste de pilotage, moteurs, charge marchande ou charge militaire, réservoirs de carburant sont répartis de manière à réduire les forces de torsion.

L'aile volante peut donc avoir une envergure beaucoup plus grande, sans alourdissement excessif de la structure. Or l'allongement de l'aile se révèle très favorable au plan aérodynamique, avec une faible traînée. Comme, dans le même temps, les traînées du fuselage et de l'empennage arrière sont éliminées, puisqu'il n'y a justement ni fuselage, ni

empennage, on gagne beaucoup en charge utile et en distance franchissable, pour une puissance donnée des moteurs.

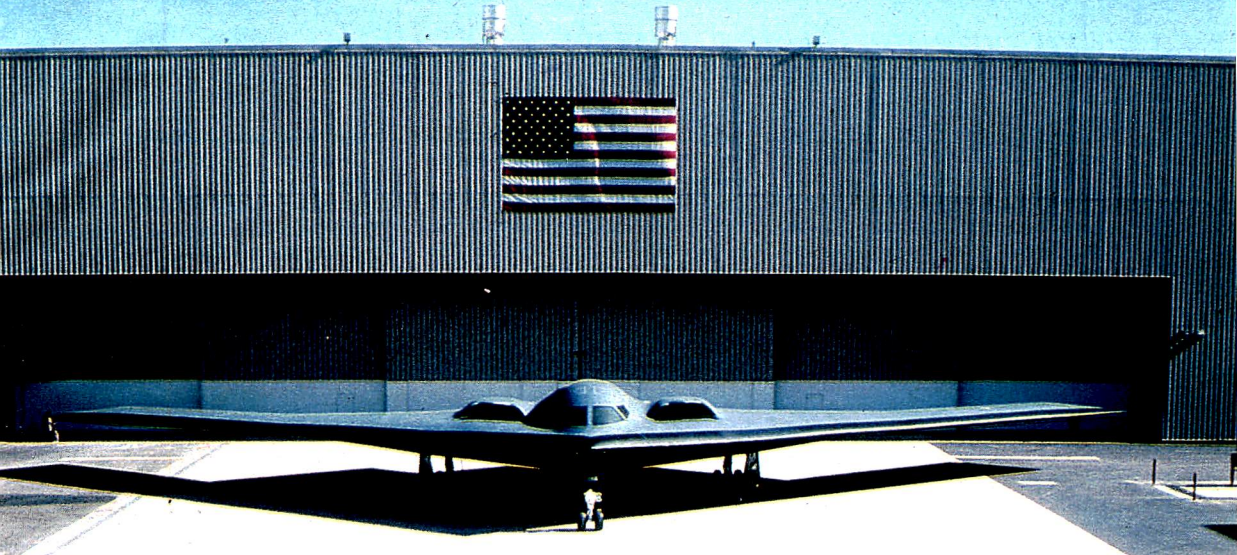
Les principes de base, Jack Northrop n'a cessé tout au long de sa vie de les mettre en pratique. Dès la fin de la Première Guerre mondiale, il s'attaqua au problème, pour réaliser en 1929 son premier appareil de ce type. Celui-ci comportait encore des empennages à l'arrière, par prudence, mais leur effet pouvait être annulé en vol. Le N1M, en revanche, adoptait la pureté parfaite de l'aile volante. Les deux moteurs avec hélice à l'arrière étaient noyés dans l'épaisseur de l'aile. Ils étaient alimentés en air par deux ouïes qui s'ouvraient dans le bord d'attaque de l'aile. Northrop construisit ensuite différents modèles, civils ou militaires, pour aboutir enfin au XB 35.

Il s'agissait d'un quadrimoteur avec hélices contrarotatives. Les moteurs étaient des Pratt & Whitney de 3 000 chevaux, entraînant chacun deux hélices tournant en sens inverse l'une de l'autre. La vitesse de croisière avoisinait 300 km/h et, avec un poids à vide de 89 000 livres (43 tonnes), le XB 35 pouvait emporter quelque 20 tonnes de bombes jusqu'à 10 000 km. Performances intéressantes, pour un bombardier. La validité de la formule était complètement démontrée. Notamment au niveau des gouvernes.

Sur un avion classique, les empennages situés à l'arrière servent en effet à assurer la stabilité de l'avion, en permettant de compenser les tendances imaginées à dévier à droite et à gauche, ou à piquer et à cabrer (pour résumer de manière très schématique la question de la stabilité d'un avion). Ils servent également à modifier la direction, à droite ou à gauche, et l'assiette, à cabrer ou à piquer, selon les nécessités du pilotage. Quant à l'inclinaison, elle est obtenue par braquage des ailerons situés sur la partie arrière des ailes, leur bord de fuite.

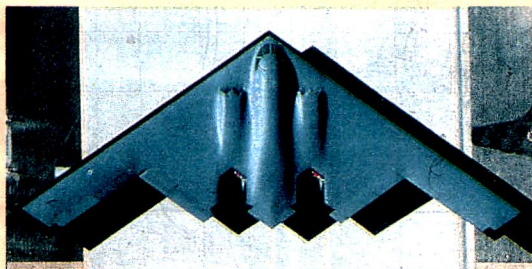
Rien de tout cela sur une aile volante de type XB 35. Des gouvernes sont bien montées sur le bord de fuite, mais elles assument un double rôle. Modification de l'inclinaison par braquage différentiel : l'une braquée vers le haut, l'autre vers le bas. Et modification de l'assiette, à cabrer ou à piquer, par braquage simultané et dans le même sens cette fois. Le principe est appliqué sur les avions à aile delta, type Mirage 2000. Ces gouvernes sont appelées "élevons". Quant aux modifications de direction, elles étaient obtenues sur le XB 35 par l'action des "crocodiles" placés à l'extrémité du bord de fuite de l'aile. On appelait ainsi des gouvernes qui s'ouvraient comme un énorme coquillage, produisant une traînée, à gauche ou à droite, et forçant l'avion à aller à gauche ou à droite.

Le YB 49 succéda au XB 35. Il comportait la même structure que son prédécesseur, mais des moteurs à réaction remplaçaient les moteurs à hélices. Cependant, ladite structure était mal adaptée



LA TECHNOLOGIE DU SILENCE

Le B2, c'est une aile épaisse et un fuselage assez plat, dans lequel sont logés le poste de pilotage et la soute à bombes. Son profil offre peu d'angles vifs — qui ont pour défaut de réfléchir les ondes radar. Les entrées d'air sont dissimulées au-dessus des ailes, afin que les ondes ne puissent repérer les compresseurs des réacteurs, disques et aubes qui tournent à grande vitesse et sont d'importants réflecteurs. Les pare-brise du poste de pilotage sont conçus pour ne pas laisser pénétrer les ondes radar qui y trouveraient des ensembles métalliques qui les renverraient. Enfin, le bord d'attaque de l'aile (partie avant) est fabriqué avec un matériau en nid d'abeille qui a la propriété de diffracter les ondes, au lieu de les renvoyer de manière cohérente (voir schéma ci-contre). Une peinture absorbante recouvre le tout.



Le B2 a une envergure de 52 m, une longueur d'environ 20 m et une hauteur de 8 m. Cette dernière dimension, mesurée lorsque l'avion est au sol, train d'atterrissage sorti, est évidemment très inférieure lorsque l'avion se trouve en vol (5 m maximum). Tout le bord de fuite de l'aile est occupé par des surfaces mobiles utilisées comme dispositifs hypersustentateurs ou comme gouvernes de cette aile volante moderne.

Les réacteurs, disposés sur l'extrados

(dessus de l'aile), sont très probablement des F 404 de General Electric, mais sans post-combustion, afin de supprimer les très fortes émissions de chaleur que provoque celle-ci. De même, l'arrière des réacteurs comporte un dispositif pour diluer les gaz chauds (partie noire derrière les fusées-réacteurs). De cette façon, les systèmes de détection à infrarouge installés au sol ne peuvent pas repérer les émissions de chaleur des moteurs.

Mais, sans post-combustion, il est vraisemblable que le B2 ne peut voler qu'à vitesse subsonique, pour des attaques à très basse altitude. Initialement conçu pour effectuer des raids à plus de 10 000 m, cette aile volante a été redessinée pour cette nouvelle mission au ras du sol, qui complique encore la tâche des systèmes de repérage adverses.

aux vitesses élevées que permettaient les moteurs à réaction. Autre problème : cette structure avait été dessinée pour emporter des bombes classiques, réparties dans huit petites soutes. Aucune n'était assez grande pour recevoir les nouvelles armes nucléaires qui étaient entrées en service à l'époque. Le programme fut donc abandonné au début de l'année 1951.

Il revoit le jour avec le bombardier "furtif" B2. Que l'aile volante fût dotée de qualités de "furtivité" ne faisait de doute pour personne. Même à l'époque où le pilote d'un avion de chasse, guidé par un contrôleur radar depuis le sol, devait absolument voir sa cible pour pouvoir effectuer sa passe de tir,

l'absence de surfaces verticales, l'absence de fuselage rendaient difficile le repérage pour le pilote de chasse. Ce sont exactement ces qualités-là qui ont fait adopter la formule de l'aile volante pour le bombardier B2.

L'aile volante est plate, sans "excroissances". Les ondes radar qui l'atteignent sont diffractées, elles ricochent en quelque sorte, au lieu d'être renvoyées de manière cohérente vers l'antenne de réception du radar au sol. De plus, les grandes dimensions de l'aile permettent de faire appel, de manière importante, à des matériaux et à des revêtements qui possèdent la propriété d'absorber les ondes électromagnétiques. Matériaux et revêtements qui, bien

Généalogie de l'avion furtif: 1890-1941

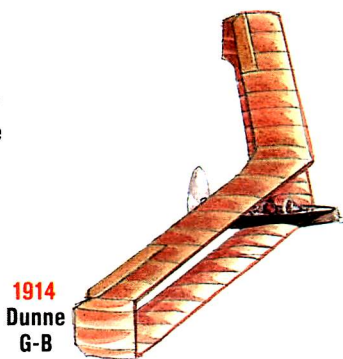
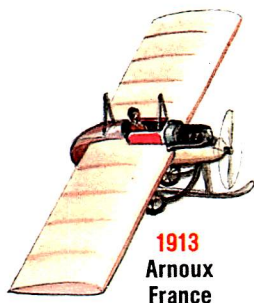
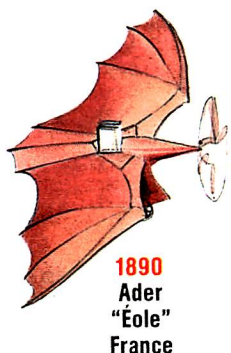
L'Eole de Clément Ader fut le premier plus lourd que l'air propulsé au moteur à voler, le 9 octobre 1890. C'était déjà une aile volante : aucun empennage ni à l'arrière, ni à l'avant. Un système compliqué de poulies et de câbles permettait de gauchir l'aile, c'est-à-dire de faire varier la courbure de son profil. Fauvel, en France, Lippisch, en Allemagne, s'étaient intéressés à l'aile volante. Mais c'est surtout l'Américain

Jack Northrop qui s'efforça obstinément de la développer, en dépit de nombreux déboires...

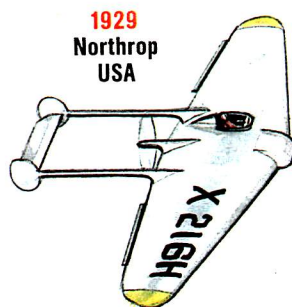
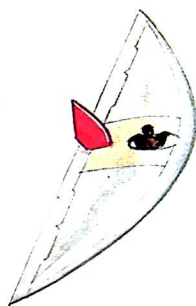
Son X 216 H comportait encore, en 1929, un empennage horizontal arrière et deux dérives. Mais l'effet de l'empennage horizontal pouvait être annulé en vol. Des surfaces mobiles placées sur le bord de fuite assuraient la stabilisation.

Le problème de la stabilité a toujours

constitué la pierre d'achoppement de l'aile volante. L'avion était donc doté de surfaces verticales de plus ou moins grandes dimensions, que ce soit au centre de l'aile ou au deux bouts de cette dernière. Quant à la stabilité latérale, elle était parfois améliorée par du dièdre inversé ("cassures" vers le bas) à chaque extrémité de l'aile, comme sur le N 1M expérimental et le prototype N 2B, tous deux dus à Northrop...



1924
Cheranovsky
Bitch 2
URSS

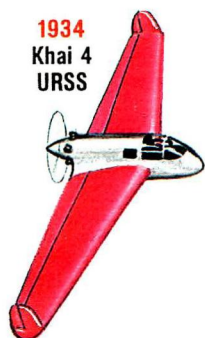


entendu, sont de conception et de réalisation très récentes.

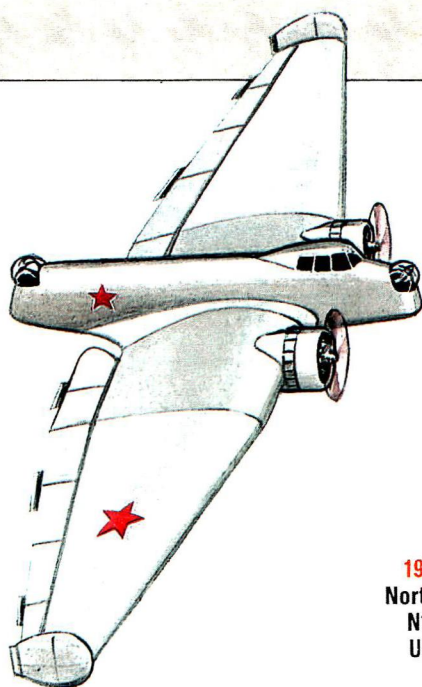
Enfin, ce que l'on appelle la profondeur de l'aile (distance entre le bord d'attaque à l'avant, et le bord de fuite, à l'arrière) est plus grande sur une aile volante que sur une aile classique. Du coup, on peut disposer les réacteurs au-dessus et de manière telle que ni l'entrée d'air, ni la tuyère des réacteurs ne soient visibles par en dessous. L'aile forme alors un véritable écran pour les ondes électromagnétiques qui arrivent depuis les stations de détection au sol. Or, on sait que les entrées d'air des moteurs à réaction sont particulièrement sensibles aux ondes radar, les compresseurs des réacteurs (ensemble de

disques et d'aubes en métal tournant à grande vitesse) étant d'excellents réflecteurs. Alors que les tuyères d'éjection, par où passent les gaz chauds qui sortent des chambres de combustion, constituent de très bons repères pour les systèmes de détection à infrarouge. Si, de plus, on dilue fortement ces gaz chauds dans les mélangeant avec de l'air extérieur, on obtient un avion quasi indétectable par les systèmes de défense aérienne : silhouette qui "n'accroche" pas les ondes radar, matériaux qui les absorbent ou les renvoient de façon erratique, et réacteurs invisibles aux moyens infrarouges.

Tel est le B2. Rien d'étonnant si l'ancien secrétaire d'Etat américain à la Défense, James Schlesinger,



1934
Khai 4
URSS

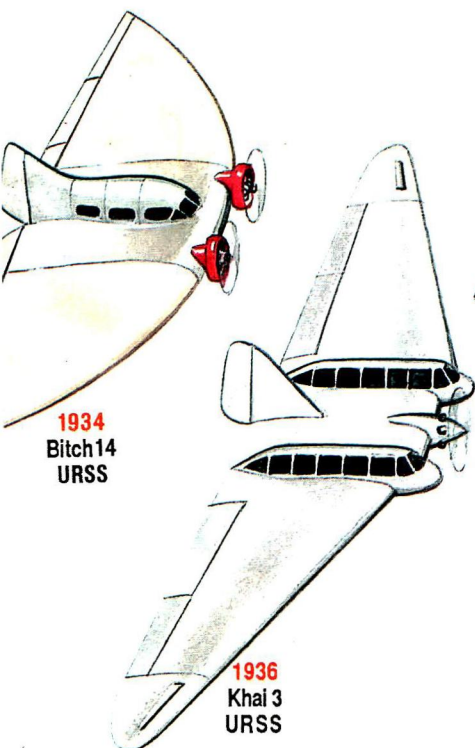
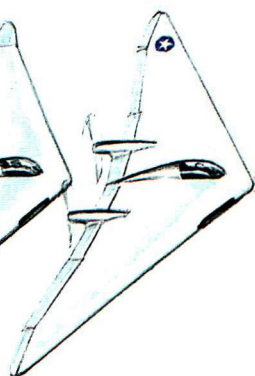


1936
Kalinine K12
URSS

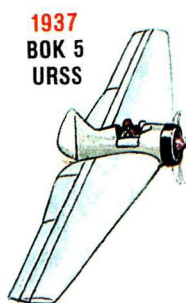
1939
Northrop
N1M
USA



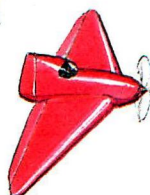
1940
Northrop
N1M
USA



1934
Bitch 14
URSS



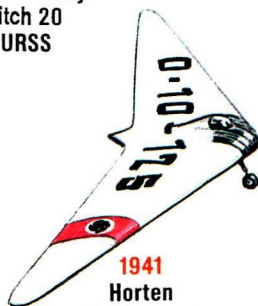
1937
BOK 5
URSS



1939
Cheranovsky
Bitch 20
URSS



1941
Bitch 21
URSS

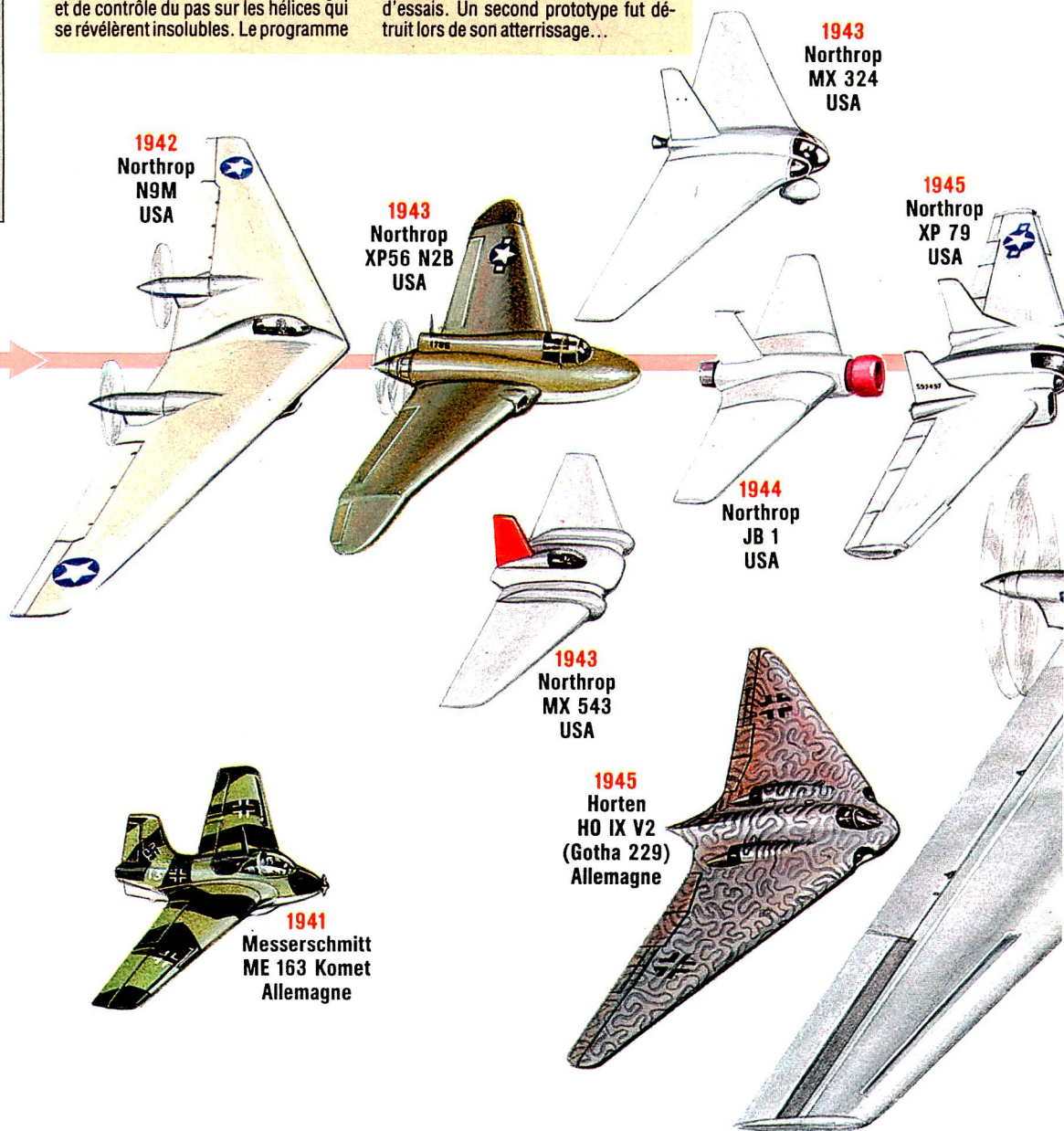


1941
Horten
(Allemagne)

Généalogie de l'avion furtif: 1941-1947

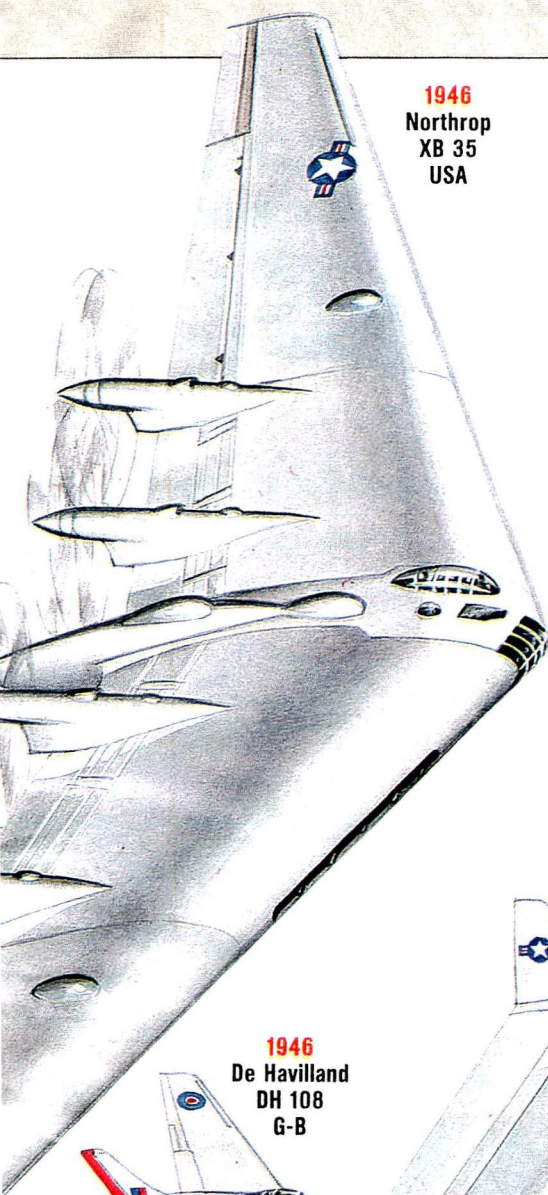
... Le XB 35, quadrimoteur avec hélices contrarotatives, constitue pourtant une sorte d'achèvement dans l'aile volante propulsée par des moteurs à pistons. Les treize prototypes commandés posèrent des problèmes de réducteurs et de contrôle du pas sur les hélices qui se révélèrent insolubles. Le programme

fut abandonné. La structure fut réutilisée cependant pour le YB 49 équipé de huit réacteurs. Le premier vol eut lieu le 21 octobre 1947. La vitesse maximum de 840 km/h fut atteinte, mais l'appareil se désintégra en vol après vingt mois d'essais. Un second prototype fut détruit lors de son atterrissage...

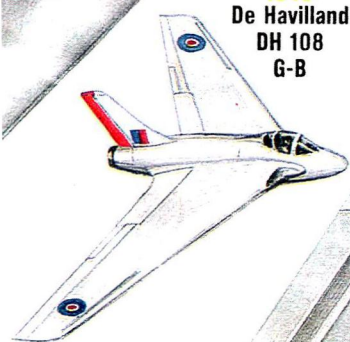


déclarait que ce bombardier rendait caduques les défenses anti-aériennes soviétiques : 200 milliards de dollars de matériels à passer par profits et pertes ! La construction du nouveau bombardier à partir d'une aile volante a été rendue possible par les énormes progrès réalisés ces dernières années dans

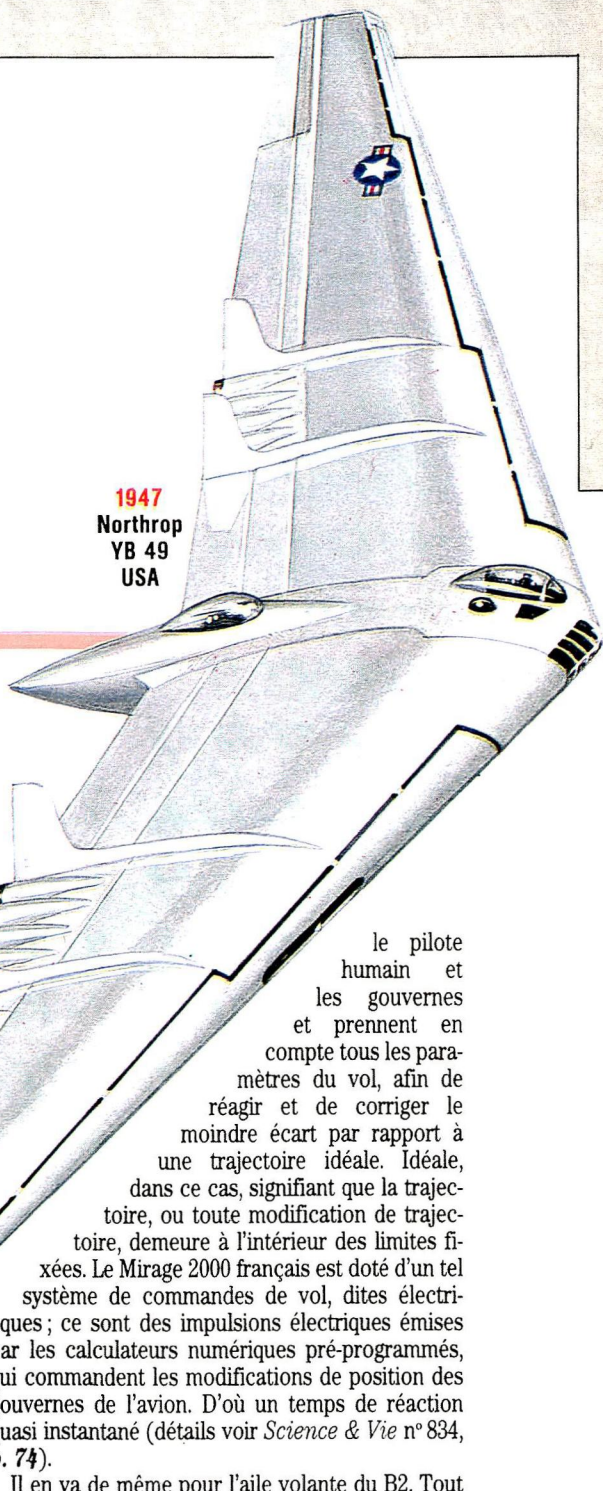
le domaine du pilotage automatique. Lors des essais en vol des précédentes réalisations de la firme Northrop, il était en effet arrivé que les appareils échappent au contrôle du pilote humain. Plusieurs accidents se sont produits. L'aile volante, on l'a vu, fait preuve d'une stabilité médiocre. Du fait de l'absen-



1946
Northrop
XB 35
USA



1946
De Havilland
DH 108
G-B



1947
Northrop
YB 49
USA

le pilote humain et les gouvernes et prennent en compte tous les paramètres du vol, afin de réagir et de corriger le moindre écart par rapport à une trajectoire idéale. Idéale, dans ce cas, signifiant que la trajectoire, ou toute modification de trajectoire, demeure à l'intérieur des limites fixées. Le Mirage 2000 français est doté d'un tel système de commandes de vol, dites électriques ; ce sont des impulsions électriques émises par les calculateurs numériques pré-programmés, qui commandent les modifications de position des gouvernes de l'avion. D'où un temps de réaction quasi instantané (détails voir *Science & Vie* n° 834, p. 74).

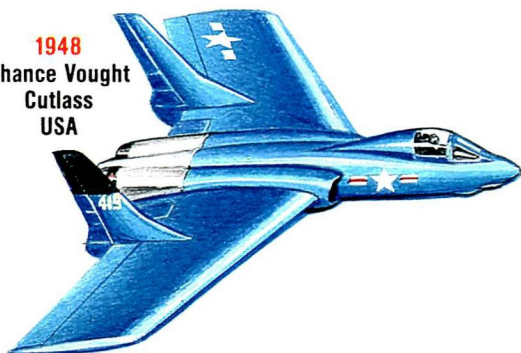
ce d'empennage arrière, un mouvement provoqué par une cause étrangère à l'action du pilote — turbulence, panne de l'un des moteurs, etc. — a tendance à s'amplifier au lieu de s'amortir. Rien de semblable ne se produit sur les appareils modernes. Des calculateurs numériques sont interposés entre

Il en va de même pour l'aile volante du B2. Tout le bord de fuite de l'aile (sa partie arrière), en dents de scie, est doté de surfaces mobiles qui constituent l'ensemble des gouvernes. Le système de commandes de vol électriques les utilise pour modifier la trajectoire selon les ordres du pilote mais aussi pour contrer, dès qu'elle se manifeste, toute tendan-

Généalogie de l'avion furtif: 1947-1989

... Les recherches se poursuivirent sur six autres appareils conçus comme avions de reconnaissance (YRB 49A) avant que le programme aile volante soit définitivement abandonné. C'est pourtant l'incomparable expérience acquise par la firme Northrop qui a permis de déboucher sur le B2 d'aujourd'hui, qui reprend l'essentiel de la formule aile volante.

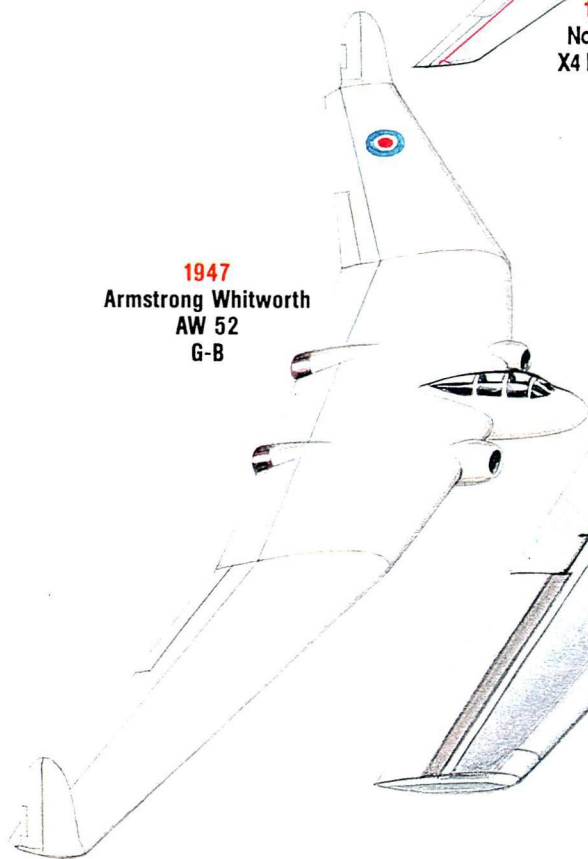
1948
Chance Vought
Cutlass
USA



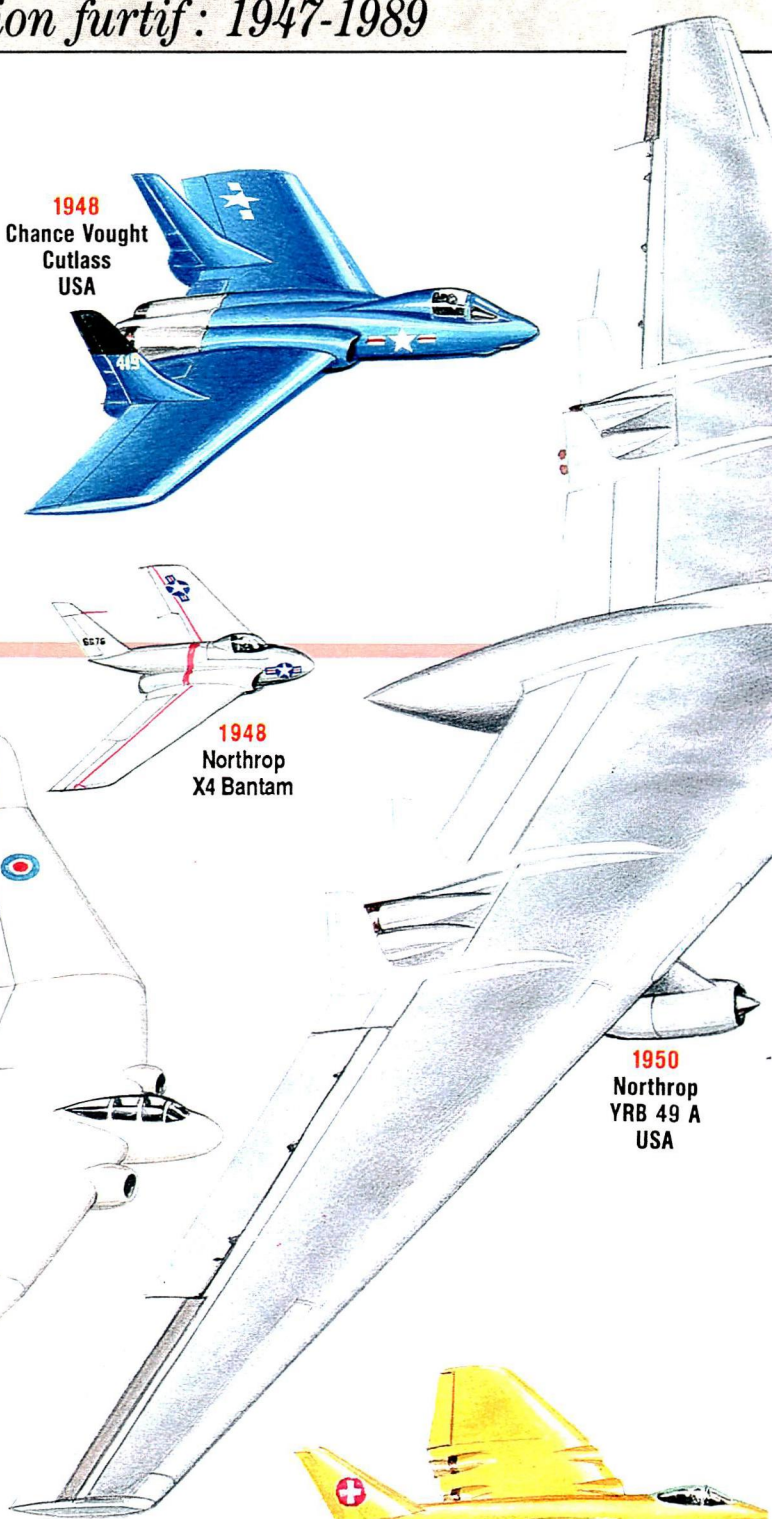
1948
Northrop
X4 Bantam



1947
Armstrong Whitworth
AW 52
G-B

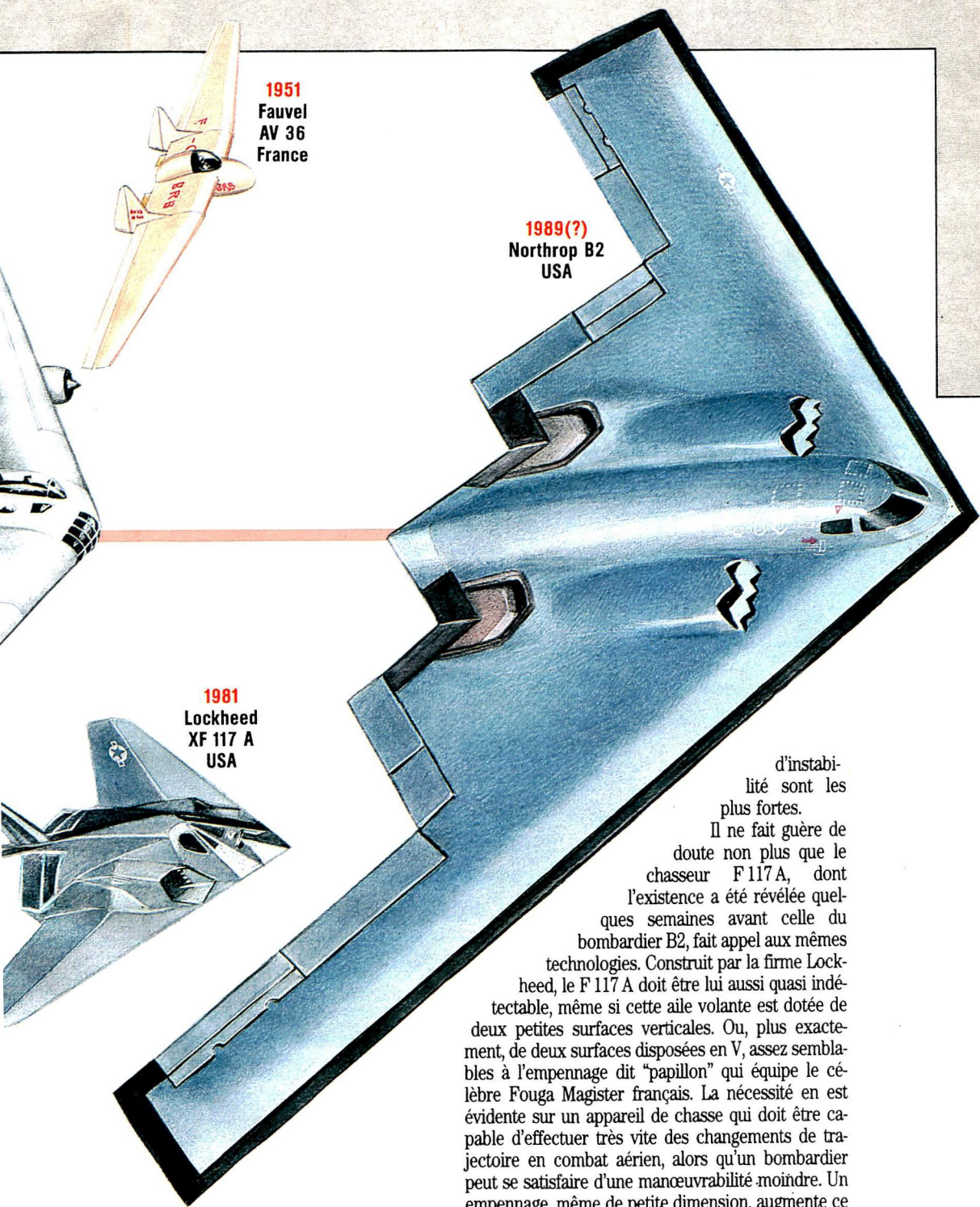


1950
Northrop
YRB 49 A
USA



1951
EFW N20
Aiguillon
Suisse





1951
Fauvel
AV 36
France

1989(?)
Northrop B2
USA

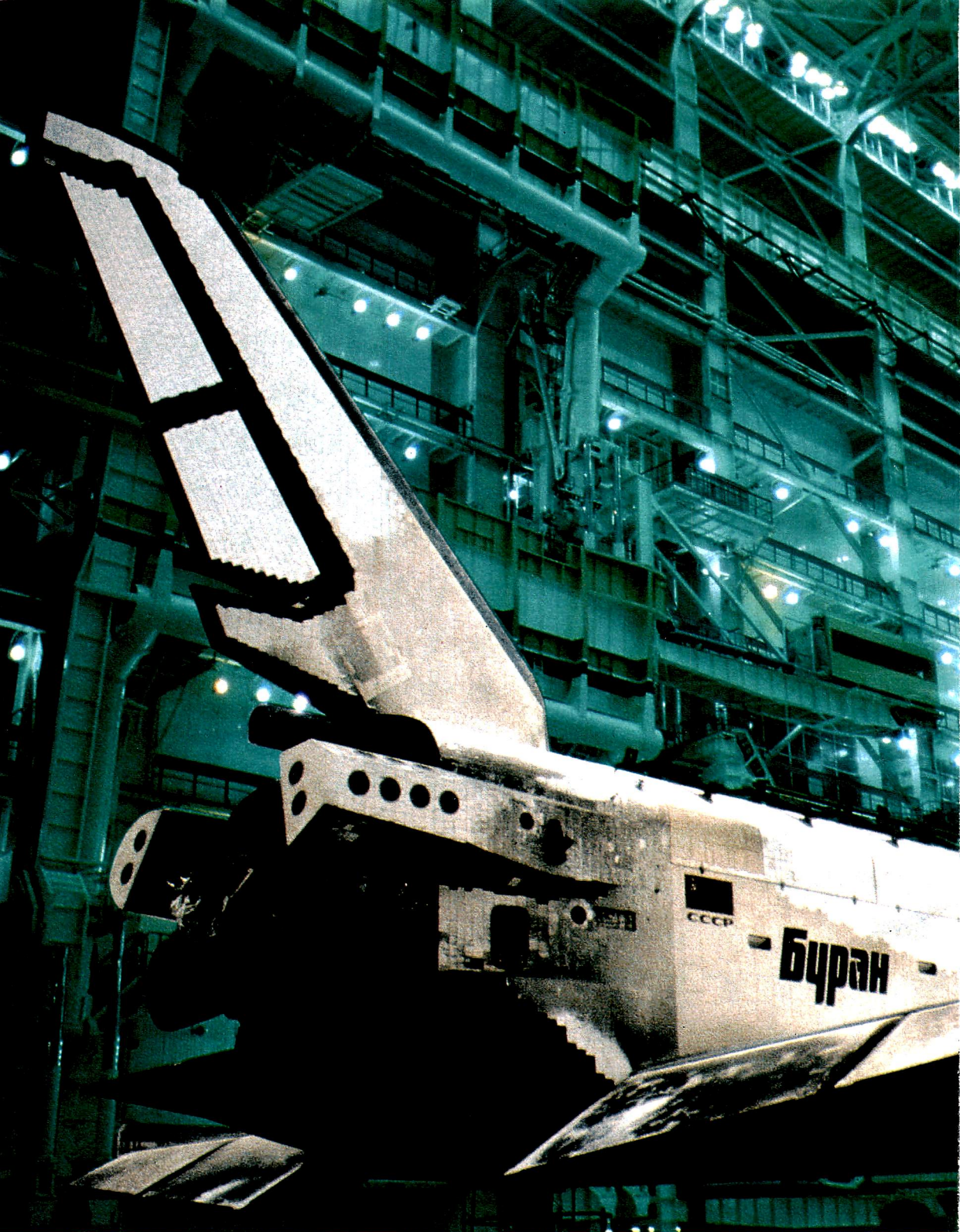
1981
Lockheed
XF 117 A
USA

d'instabilité sont les plus fortes.

Il ne fait guère de doute non plus que le chasseur F 117 A, dont l'existence a été révélée quelques semaines avant celle du bombardier B2, fait appel aux mêmes technologies. Construit par la firme Lockheed, le F 117 A doit être lui aussi quasi indétectable, même si cette aile volante est dotée de deux petites surfaces verticales. Ou, plus exactement, de deux surfaces disposées en V, assez semblables à l'empennage dit "papillon" qui équipe le célèbre Fouga Magister français. La nécessité en est évidente sur un appareil de chasse qui doit être capable d'effectuer très vite des changements de trajectoire en combat aérien, alors qu'un bombardier peut se satisfaire d'une manœuvrabilité moindre. Un empennage, même de petite dimension, augmente ce que l'on appelle aujourd'hui l'agilité des avions de combat. Qualité que ne possède pas intrinsèquement une aile volante, du fait même de sa conception. Mais elle en possède bien d'autres, comme nous l'avons vu, qui justifient bien la faveur dont elle bénéficie aujourd'hui.

Germain Chambost

ce instable, sans jamais sortir des limites du domaine de vol pour lequel le B2 a été conçu. Particularité primordiale, quand on sait que le B2, d'abord prévu comme bombardier haute altitude, a été reconverti en bombardier basse altitude. Là où, précisément, les turbulences qui peuvent enclencher des mouvements



Exclusif. Cette photo de la navette soviétique a été prise dans son hangar à Baïkonour, quelques jours après son retour sur Terre. Pour que *Bourane* puisse supporter 1 600 °C, lors de sa

rentrée dans l'atmosphère à Mach 28, les soviétiques ont retenu la même solution que la NASA : recouvrir la structure de 38 000 tuiles (masse totale : 9 t) constituées d'un mélange de céra-

mique, de fibres de quartz (tuiles blanches) et de composés de carbone (tuiles noires). Contrairement à ce que l'on pourrait penser, les traces de brûlures sur la partie arrière de la soute

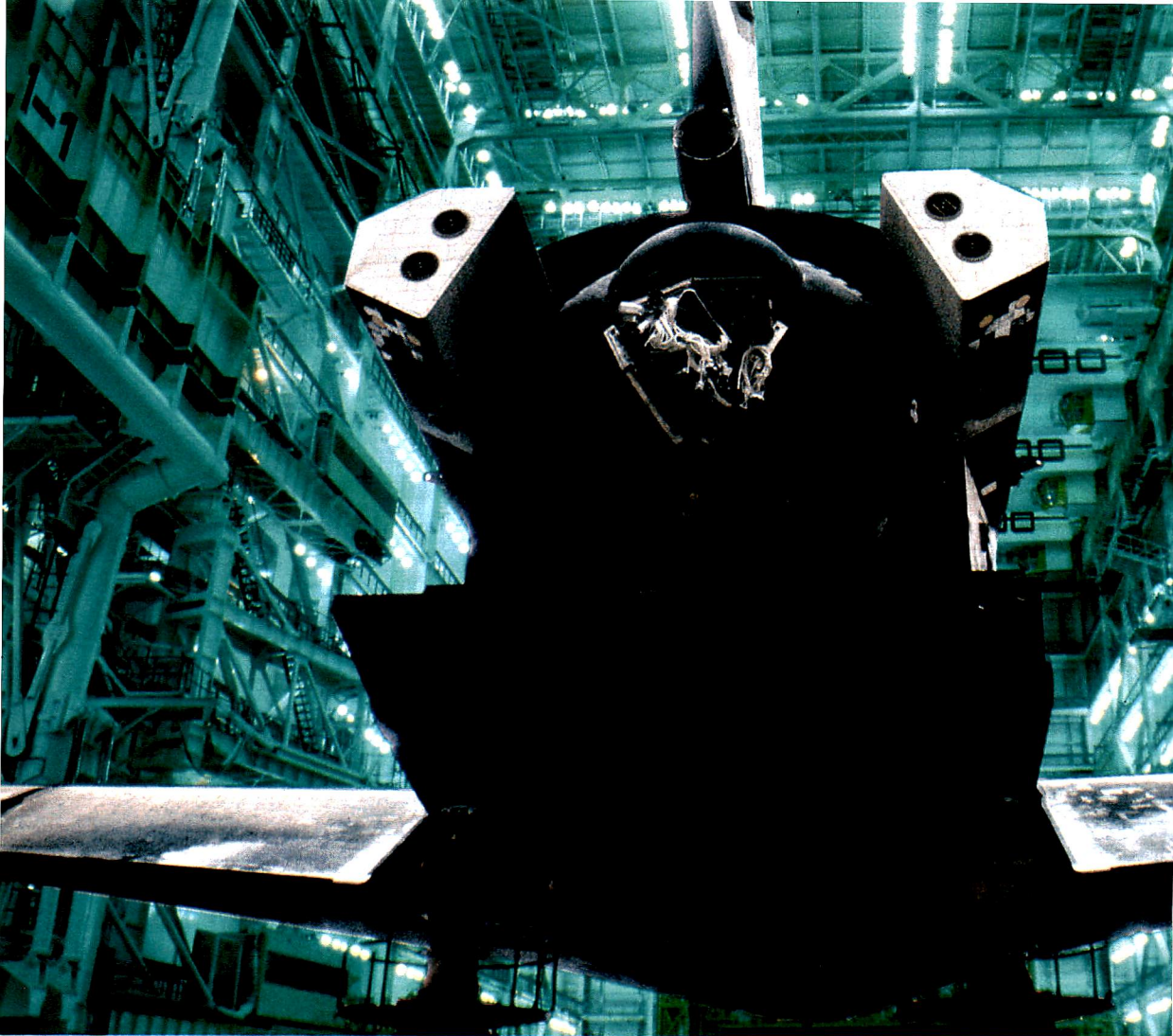
LA NAVETTE SOVIÉTIQUE : DES PHOTOS JAMAIS VUES

Répondant au joli nom de "Tempête de neige", elle vient d'effectuer un premier vol impeccable. Mais on s'avise qu'elle a coûté trop cher et qu'elle ne semble pas servir à grand-chose.

Bourane, Tempête de neige, avait à peine effectué son premier vol qu'en URSS, où les langues parfois se délient, certains se demandaient à quoi elle pourrait bien servir. Mais, comme pour enfoncer un clou, le 12 octobre dernier, Alexandre Dounaev, directeur du Glavkosmos, l'équivalent soviétique de la NASA, chargé de l'exploitation commerciale de l'espace, annonçait que plusieurs navettes du même type (5, dit-on) étaient en construction pour permettre, pendant des décennies, 2 à 4 lancements par an, au maximum, en vol piloté ou automatique, selon les missions. Ça ne répondait quand même pas à la question. Ça l'obscurcissait plutôt, car, comme on le verra, il s'agit là d'un programme abominablement cher, voire ruineux.

Pour comprendre la perplexité des experts, il faut se pencher sur la fiche technique de l'engin. La navette soviétique a, au décollage, une masse de 105 t et à l'atterrissage, de 82 t. Elle peut monter 30 t en orbite terrestre et en ramener 20. Selon les Soviétiques, elle sera surtout utilisée pour cette dernière fonction. *Bourane* et ses sœurs ne serviront pas tant à

ont vraisemblablement été provoquées par les gaz chauds émis par le lanceur Energia lors du lancement, et non par le frottement atmosphérique. Les extrémités des ailes ont été démontées.



Voici pour la première fois l'arrière de Bourane...

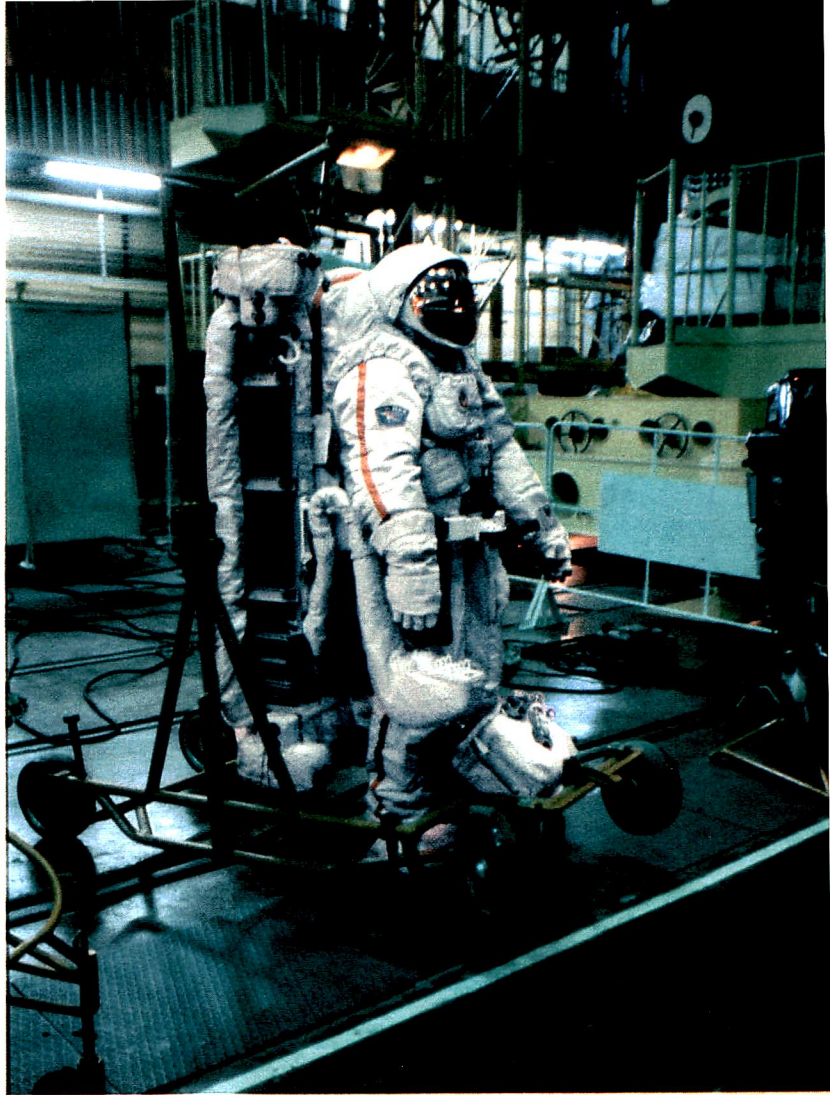
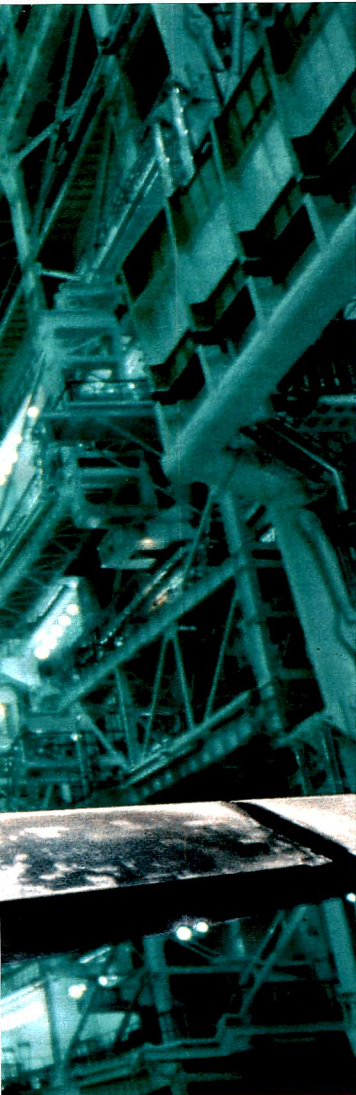
On distingue nettement les deux tuyères des moteurs principaux. Lors du lancement, ces moteurs ont été utilisés deux fois : pour donner l'impulsion de vitesse nécessaire à la mise en orbite lorsque les deux étages d'Energia ont brûlé, et, une demi révolution plus tard, pour rendre l'orbite circulaire. Ce sont eux également qui ont assuré le freinage lors du retour. La protéburnance sphérique sombre abrite vraisemblablement un des réservoirs communs à tous les ensembles de propulsion. La réserve totale de carburant est de 14 tonnes. Sous la dérive centrale, on distingue le logement des trois parachutes atmosphériques assurant le freinage final sur la piste grâce à leurs 75 m² de toile. Comme la navette américaine, Bourane est dotée d'une gouverne centrale de profondeur.

mettre des satellites et des centrales solaires en orbite qu'à participer à des opérations de maintenance et réparation d'engins spatiaux. Conçue pour s'arrimer avec la future station orbitale Mir-2 de nouvelle génération, elle pourra également être utilisée pour acheminer du matériel lourd ou rapporter des expériences et matériaux fabriqués dans les stations orbitales. Observons ici que, l'aller et retour serait plus confortable en *Bourane* qu'en So-

youz-TM mais que, pour l'instant, il est plus économique d'utiliser ce dernier type de vaisseau pour les voyages en orbite, même si, en plus des deux cosmonotes, il ne peut ramener sur Terre que 500 kg de matériel.

Les liaisons, avec la station Mir, effectuées avec des vaisseaux pilotés ou automatiques construits en série — selon la philosophie technologique soviétique —, font pour l'instant parfaitement l'affaire. Pour l'assemblage de grandes structures à partir de modules apportés par la gamme de fusées existantes, les techniques du rendez-vous et de l'arrimage automatiques sont totalement maîtrisées par les Soviétiques. Les modules plus importants peuvent être lancés par la grosse fusée *Energia*, qui peut emporter automatiquement jusqu'à 100 t en orbite terrestre ou envoyer 32 t vers la Lune, et 27 t vers Mars.

Pour le lancement des satellites et sondes automatiques de quelques centaines de kilos à la centaine de tonnes, les Soviétiques disposent en effet



d'une gamme unique au monde de lanceurs : fusée Cosmos, 0,45 t en orbite basse ; fusée Tsyklone, 4 t, fusée Vostok, 4,7 t, fusée Soyouz, 7 t, fusée Molniya, 1,5 t en orbite géostationnaire ; fusée Proton, 20 t, et enfin Energia, 100 t.

Si les navettes du type *Bourane* sont faites pour acheminer et ramener de l'espace le matériel lourd, les vaisseaux pilotes Soyouz ou automatiques Progrès (dont des versions réutilisables sont en préparation) ne peuvent emporter que 2,3 t environ dans la station orbitale Mir, ce qui est toutefois suffisant pour les opérations courantes.

Tout cela est bel et bon, mais on ne voit toujours pas l'intérêt d'un planeur hypersonique ne pouvant n'emporter que 30 t sur orbite basse. Sauf dans la perspective, douteuse, de vols de passagers (Moscou-New York en 30 min, au lieu de 12 h).

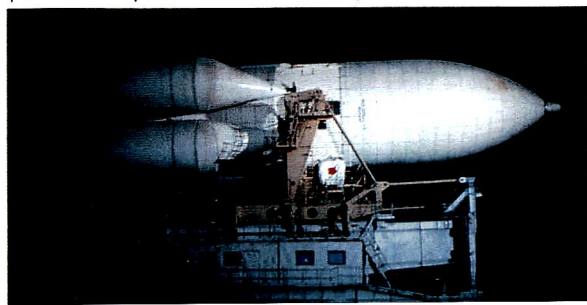
Il faut donc qu'il y ait une autre raison à l'investissement de 10 milliards de dollars sur 10 ans que nécessite la réalisation de *Bourane*. Les Soviétiques ont dit qu'elle pourrait rapporter sur Terre

(suite du texte page 96)

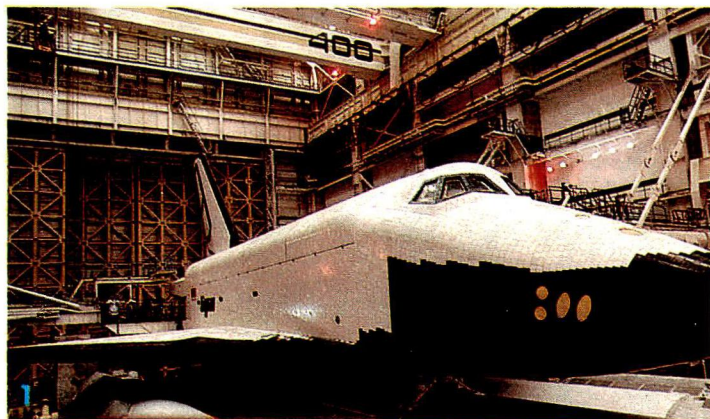
... Le fauteuil à réaction de la prochaine mission...

Le lancement de Soyouz TM-7 avec Jean-Loup Chrétien, le 26 novembre dernier, a été l'occasion de constater, à Baïkonour, l'état d'avancement des prochaines missions spatiales. Ainsi les spécialistes soviétiques travaillent à la préparation d'un fauteuil spatial (150 kg), à propulsion individuelle, conjugué à un nouveau scaphandre de sortie extravéhiculaire. L'ensemble sera probablement utilisé lors du lancement, en avril 89, du module d'excursion de 20 t qui sera arrimé sur la station Mir et est destiné à faciliter les sorties dans l'espace grâce à un système de sas perfectionné. Les américains ont déjà expérimenté un tel dispositif individuel de propulsion en 1984.

... Et une autre fusée Energia déjà prête sur le cosmodrome de Baïkonour. Ses boosters ne sont pas encore équipés des protubérances qui abritent sans doute les systèmes de récupération.



Le film du vol.



Longtemps annoncé, longtemps attendu, le premier vol de Bourane a eu lieu le 15 novembre dernier. Conduite à Baïkonour sur le fuselage d'un bombardier Miasichtchev 201M modifié, la navette (1) mesure 36 m de long pour une envergure de 16,5 m, un diamètre du fuselage de 5,6 m et une superficie de l'aile de 24 m². Dotée d'une voilure en double delta, elle peut emporter une charge utile de 30 t dans sa soute (diamètre : 4,7 m ; longueur : 18,3 m) et en rapporter une de 20 t. Son cockpit à deux niveaux (volume total : 70 m³) peut emporter de 2 à 4 cosmonautes et 6 passagers. On distingue nettement, sur le nez de la navette, les 4 tuyères latérales du système d'orientation et de stabilisation.

Malgré les apparences, Bourane

n'est pas conçue comme le *shuttle* américain. Elle n'est en effet qu'une charge utile et est donc incapable de se mettre en orbite seule comme le fait la navette américaine à l'aide de ses trois moteurs alimentés en oxygène et hydrogène liquides, disposés dans un énorme réservoir extérieur. Ressemblant donc à un planeur hyper-sonique, Bourane sera lancée par la fusée Energia.

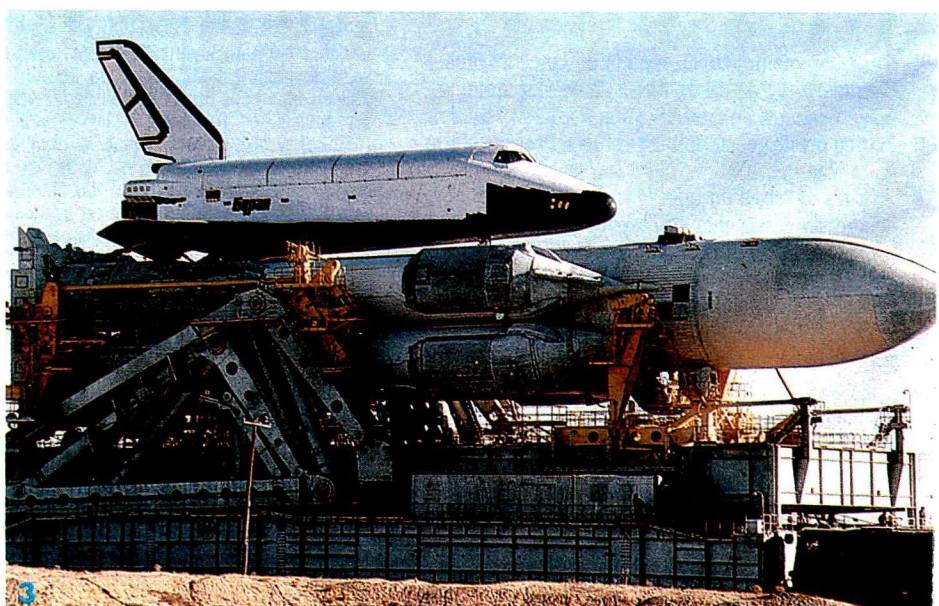
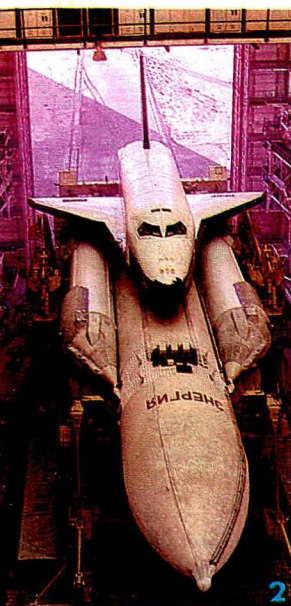
Une fois assemblé (2), l'ensemble Energia/Bourane est tracté horizontalement vers le site de lancement (3) par 4 locomotives sur une double voie ferrée écartée de 18 m.

La plateforme de lancement a la hauteur d'un immeuble de 12 étages. 3 tranchées de 23 m de profondeur assurent la déflexion et l'évacuation

des produits de combustion. Après avoir pris place dans son logement entre 2 tours de services de 64 m de haut, le tracteur érige verticalement l'ensemble Energia/Bourane (4). Le remplissage des réservoirs (kérosène, oxygène et hydrogène liquides) peut alors commencer. Rempli, l'ensemble pèse 2 500 t. Parallèlement, des superordinateurs effectuent, pour la première fois dans la pratique spatiale soviétique, un millier de fois par seconde, les vérifications des 5 200 paramètres.

A 6 h (heure de Moscou), les 4 boosters et le premier étage d'Energia développant une poussée de 3400 t (puissance : 170 millions de ch) sont mis à feu (5) éjectant chaque seconde 70 t de gaz brûlés. 12 secondes après, la fusée et Bourane s'élèvent. 2,5 minutes plus tard, l'ensemble est à 60 km d'altitude. 8 minutes après la mise à feu, la navette se sépare du lanceur à 110 km d'altitude. Jouant le rôle de troisième étage, les deux moteurs de Bourane sont allumés pendant 67 secondes pour fournir l'impulsion supplémentaire, 30 à 40 m/s, nécessaire à la mise en orbite. Une demi orbite plus loin, ils le seront une nouvelle fois pendant 42 secondes pour assurer la circularisation de l'orbite inclinée à 51,6° à 256/252 km d'altitude et parcourue en 89,45 min. Il est 6 h 47.

Au sol, le réseau d'observation installé sur le territoire de l'URSS est complété par 4 navires laboratoires positionnés à l'ouest de l'Afrique et au large de la côte occidentale de l'Amérique du Sud. Les informations sont re-

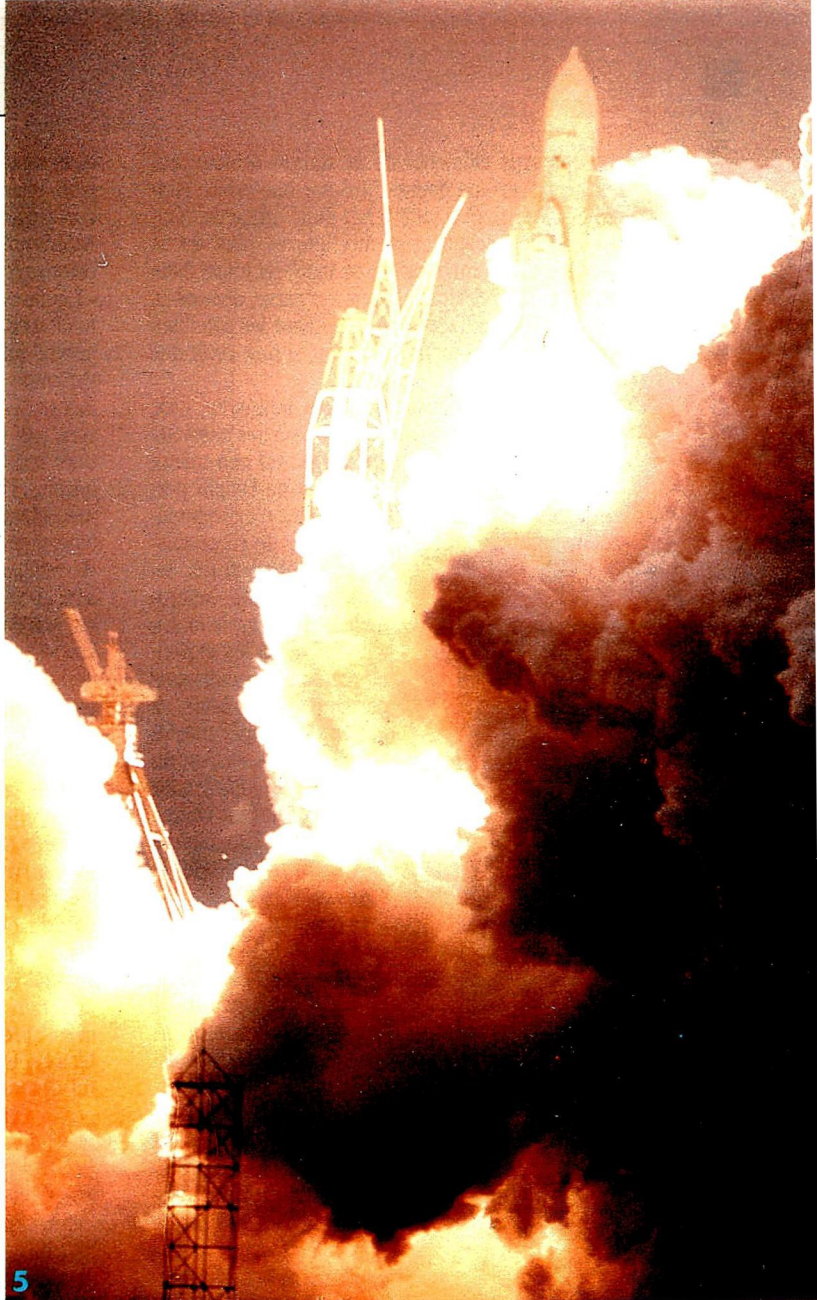


layées vers le Centre de contrôle des vols de Kaliningrad par deux satellites Moliya, et les satellites géostationnaires Loutch et Gorizont.

Après avoir accompli deux révolutions, alors qu'elle se trouve au dessus du Chili, Bourane effectue, en vue de sa descente, un demi-tour puis met ses réacteurs en marche à 8 h 20 min, elle est à 20 000 km de Baïkonour. A 100 km d'altitude, elle pénètre dans l'atmosphère sous un angle de 39° à la vitesse de Mach 28. A 40 km d'altitude, s'amorce le freinage aérodynamique.

A 30 km, elle passe au dessus d'un "point-clé" situé à 400 km de Baïkonour, elle est alors prise en charge par le dispositif automatique de guidage et d'atterrissage qui l'amène à 4 km d'altitude et à 10 km de la piste pour la descente finale à la vitesse de 320-340 km/h et par un vent transversal de 17 m/s sur la piste (4,5 km de long pour 24 m de large).

Après avoir roulé 1 100 m, 3 parachutes s'ouvrent pour réduire la vitesse à 50 km/h. La précision est de l'ordre d'une seconde dans le temps et de 1,5 m par rapport à l'axe de la piste ! Aucune autre tentative d'atterrissage n'est possible — toutefois après avoir décroché de son orbite, Bourane aurait pu choisir une des deux autres pistes possibles situées, à 20 000 km, de part et d'autre de Baïkonour. Un Tu-154 doté de systèmes vidéo et un MiG-25 (6) surveillent le bon déroulement du vol plané final et la sortie du train d'atterrissage. Il est 9 h 25. Le vol a duré 205 minutes.



certaines gros éléments de la station orbitale Saliout-7, qui évolue depuis 1986 sur une orbite éloignée (460 km). *Bourane* ferait donc office de véhicule de dépannage et d'entretien, en plus de sa fonction d'expérimentation de matériel lourd dans l'espace ; il servirait à inspecter, réparer, démonter, et rapporter sur Terre non seulement les satellites soviétiques, mais aussi, et pourquoi pas, ceux des autres pays.

Ici, il faut se demander si les militaires, eux, n'entendraient pas affecter *Bourane* à des missions encore secrètes, ce qui expliquerait un peu mieux son existence. En effet, les soutes de l'engin permettraient d'embarquer toutes sortes d'expérimentations militaires (radars, dispositifs de reconnaissance multispectraux, lasers, dispositifs microondes, trackings de missiles, etc.) avec les expérimentateurs. Les militaires participent d'ailleurs à toutes les expérimentations spatiales, et c'est un général, Alexandre Maksimov, qui est chargé de suivre le programme d'expérimentation de la navette.

On comprendrait alors mieux les déclarations amères de Roald Sagdée, ex-directeur de l'Institut de recherches spatiales de Moscou (IKI), alors qu'il accompagnait Andréï Sakharov aux Etats-Unis : « Il est beaucoup plus simple et moins cher de mettre une charge utile en orbite avec n'importe quelle fusée classique... Le premier vol automatique de

Bourane fut une réussite technologique remarquable... Elle est partie et elle est revenue. Mais le vol n'avait absolument aucun intérêt scientifique. Mon opinion personnelle est que l'expérience américaine des navettes montre que, du point de vue du rapport rendement-coût, l'avenir des navettes s'annonce difficile. Les Américains et nous-mêmes savons que le jeu n'en vaudra pas la chandelle ».

De fait, même si *Bourane* peut rester 30 jours en orbite (la navette américaine ne peut actuellement excéder une semaine), les navettes ne se prêtent pas aux missions de longue durée qui intéressent les scientifiques. Les stations automatiques conviennent mieux.

Toujours selon Sagdée (qui disait que « beau-

coup de choses sont inspirées de vieux stéréotypes, pour imiter le voisin »), les Soviétiques n'auraient construit leur navette que pour faire comme les Américains. Le cosmonaute Oleg Makarov (1), récemment de passage à Paris, est du même avis : « Ce ne serait pas rationnel d'utiliser la navette pour mettre en orbite de grosses charges. Elle est prévue plutôt pour redescendre les charges. Et le summum du progrès, ce n'est pas forcément de lancer des charges de plus en plus lourdes. Ce ne sera pas la peine de lancer *Energia* et *Bourane* tous les six mois, si une fois par an suffit aux besoins. Ce serait la ruine pour le pays si les militaires utilisaient ce système. Une multiplication des lancements d'*Energia* nous coûterait des centaines de millions... » Combien, exactement ? V. Dogouliev, président de la Commission d'Etat des essais en vol du système *Energia/Bourane*, estime les lancements à 80 millions de dollars, ce que coûte à peu près un lancement de navette américaine, soit quatre-vingts fois plus cher que le lancement d'une fusée Soyouz. Donc, *Bourane* est non seulement superflue, mais ruineuse. Mais il serait quand même bizarre qu'elle n'ait été construite que dans un esprit d'imitation.

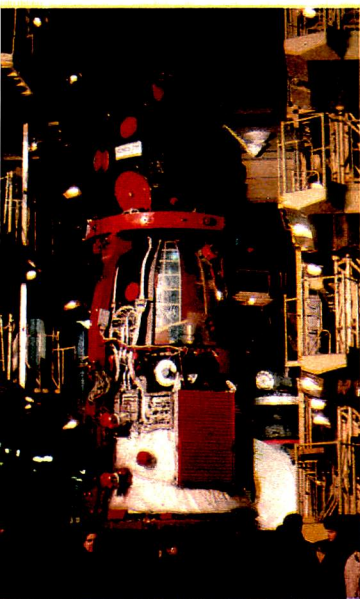
Car une autre navette, *Pitchka* (Petit oiseau), est en construction. Et les Soviétiques n'ont aucun désir apparent de réduire les coûts de *Bourane* : conformément à leur tradition, qui veut qu'un nouvel engin spatial soit toujours testé plusieurs fois en version automatique, *Bourane* effectuera, à une date non encore fixée, un ou deux vols automatiques, après quoi, elle sera équipée de sièges éjectables et pourra commencer des vols pilotés. Le général Chatalov, responsable du Centre Youri Gagarine, le centre d'entraînement des cosmonautes, a insisté pour que les équipes de cosmonautes entraînés par Igor Volk soient associées dès le premier vol piloté de *Bourane*. En ce qui concerne la France, Michel Tognini, notre deuxième cosmonaute, "doubleur" de Jean-Loup Chrétien, a toutes les chances de voler à bord de *Bourane*.

Le CNES est actuellement en train d'étudier avec les Soviétiques la possibilité de doter *Hermès* d'une pièce d'arrimage commune avec *Bourane* et *Mir*. Les deux pays envisagent également la présence tous les deux ans d'un cosmonaute français pendant un mois à bord d'un engin soviétique. En réciproque, des Soviétiques pourraient participer à des vols *Hermès*.

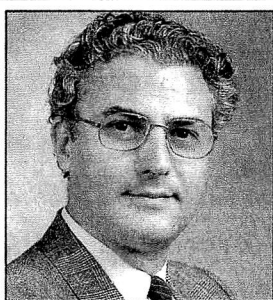
Mais tout cela ne dit pas vraiment à quoi sert ce ruineux véhicule.

Jean-René Germain

(1) Pour la présentation du livre *Clair de Terre* (éd. Bordas), lancé par l'Association des explorateurs de l'espace qu'il préside avec Russel Schweickart. Oleg Makarov est ingénieur et s'occupe de la préparation des vols habités ainsi que des ordinateurs qui équiperont les futurs systèmes spatiaux.



Le futur vaisseau spatial Soyouz TM-8.



Serge KNAUSS
Directeur des recherches
au Centre Européen de Recherche
pour l'Efficacité Personnelle

LE CEREP OFFRE EN CADEAU A 700 ETUDIANTS LE NOUVEAU GUIDE

GRATUIT
pour les étudiants

"Comment réussir tous vos examens"

A l'occasion d'une campagne nationale d'information le Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle a décidé d'offrir gratuitement 700 de ses guides "Comment réussir tous vos examens".

**Découpez et renvoyez
simplement le bon ci-dessous -
les photocopies
ne sont pas acceptées.**

Ce guide gratuit vous informe sur une étonnante méthode de préparation et de réussite aux examens.

Vous comprendrez pourquoi certains étudiants, ni spécialement doués, ni spécialement intelligents, travaillent nettement moins que d'autres et réussissent brillamment leurs examens. Vous saurez comment en faire autant.

**Maintenant
avez la certitude de réussir
à vos examens**

Les étudiants qui ont déjà pu utiliser cette méthode sont enthousiasmés. Ils écrivent par exemple :

"J'ai le grand plaisir de vous annoncer mon succès au concours de l'école HEC. Il ne fait aucun doute que, grâce à votre méthode, j'ai accompli des progrès spectaculaires pendant l'année. Votre méthode est d'une efficacité absolue."

M. F.H. de Paris

"Mes études sont devenues plus faciles et plus agréables. Depuis que j'ai votre méthode je mémorise les noms, dates, chiffres et formules avec une facilité déconcertante."

M. G.E. de St-Laurent

"Lorsque j'applique votre méthode mes résultats varient entre 11 et 19 (sur 20), lorsque je ne l'applique pas, ils varient entre 3 et 10!"

M. G.L. de Strasbourg

"Voici un mois que j'ai commencé à étudier par la Méthode CEREP. Tout de suite j'ai veillé à mettre en applica-

tion ses conseils. Et je commence à me rendre compte que cette méthode est un petit "bijou" pour réussir. Merci d'avoir pensé à tous ceux qui ne connaissaient pas ces "trucs" et qui désespéraient de réussir."

Mlle N.M. d'Audincourt

**Profitez de cette
offre gratuite
avant qu'il ne soit trop tard**

Ne pensez-vous pas qu'il serait dommage de laisser passer cette occasion unique de réussir vos examens et vos études tout en réduisant vos efforts? Renvoyez dès aujourd'hui le bon ci-dessous, vous serez ainsi certain de ne pas arriver trop tard. Dans quelques jours vous recevrez chez vous le petit guide "Comment réussir tous vos examens". Grâce à ce guide vous aurez la possibilité :

1. D'étudier plus efficacement en travaillant moins.
2. D'assimiler plus vite et plus facilement toutes les matières ardues.
3. De multiplier par 3 votre vitesse de lecture.
4. D'augmenter la puissance de votre mémoire et de retenir sans effort les noms, les dates, les chiffres, les formules, etc...
5. De retenir l'essentiel d'un exposé, ou d'un livre après une seule lecture.

Et ce n'est pas tout

Cette méthode jusqu'ici réservée au training de haut niveau vous montrera également :

- Un moyen facile qui efface la fatigue et vous recharge d'énergie en 15 minutes.

- Comment être au plus haut de votre forme le jour de l'examen.

- Une technique à utiliser la veille de l'examen pour être sûr de ne pas avoir le trac.

Ce ne sont là que quelques exemples. Il y a encore d'autres techniques que vous pourrez découvrir grâce au guide que vous offre ici le CEREP (Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle).

Pour recevoir votre exemplaire gratuitement remplissez et renvoyez l'original du bon ci-dessous.

IMPORTANT : Les demandes seront servies dans leur ordre d'arrivée. Dès que les 700 guides auront été distribués les demandes suivantes seront retournées sans être honorées.

**C.E.R.E.P. - 8H3 -
10/12, rue Deltéral,
93314 Le Pré-St-Gervais Cedex**

Belgique : DEMA, 1, quai Condroz, 4020 Liège.

GRATUIT

Un seul guide par demande

Bon pour recevoir **gratuitement** et **par courrier**, sans engagement d'aucune sorte, le guide "Comment réussir tous vos examens".

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

Découpez et renvoyez ce bon à :
C.E.R.E.P.
10/12, rue Deltéral,
93314 le Pré-St-Gervais Cedex

UN MINI CHASSEUR DE CHARS TÉLÉCOMMANDÉ

Parce qu'il est, sur le terrain, l'engin le plus redoutable pour l'infanterie et le plus dangereux à approcher, le char va être maintenant attaqué par une toute petite machine à 4 roues motrices télécommandée de fort loin par écran vidéo.

A la vitesse à laquelle progressent les armes robotisées, qui contiendront bientôt plus de circuits intégrés et de capteurs que d'explosifs, la vision futuriste d'un champ de bataille où ne s'affronteront plus que des engins télécommandés va finir par devenir réaliste. Il suffit de voir qu'aujourd'hui la plus banale roquette possède son radar, sa caméra vidéo et son ordinateur pour la diriger tout droit sur une cible enregistrée en mémoire.

A noter aussi que les engins les plus visés par

toute cette panoplie informatisée sont les navires, les sous-marins, les avions et les blindés ; ceux-là surtout sont la cible privilégiée de toute une série de fusées, roquettes, mines et autres bombes intelligentes qui savent maintenant reconnaître à des kilomètres une tourelle et une paire de chenilles : à se demander si cela vaut encore la peine de mettre des chars sur un champ de bataille.

En fait les blindages ont évolué à la même cadence que les boulets⁽¹⁾ et si le char est tellement pourchassé, c'est parce qu'il est toujours aussi redoutable sur le terrain contre l'infanterie. D'où, face à des cuirasses de plus en plus dures à percer de loin, l'idée que viennent d'avoir les ingénieurs américains de Sandia :

fabriquer un petit engin mobile sur 4 roues qui va aller vers le blindé ennemi pour le toucher à coup sûr.

Cet engin minuscule — la taille d'une voiture à pédales pour enfants — est complètement automatisé tout en restant contrôlable à tout moment. Conçu dans les laboratoires nationaux Sandia à Albuquerque (Nouveau Mexique), il est destiné à repérer et détruire un blindé en mouvement jusqu'à la distance de 500 m. Dénommé *Fire Ant* — qu'on pourrait traduire par "fourmi canon" — ce nouveau système utilise un petit véhicule robotisé équipé d'une toute nouvelle et très puissante munition expérimentale capable de détruire les chars et autres engins blindés lourds.

Notons que l'idée d'aller cher-

Fire Ant, la "fourmi canon" conçue par des ingénieurs américains, n'est qu'un tout petit engin à 4 roues motrices, avec une charge creuse qui a l'air d'un projecteur, mais il est "TV-guidé" et s'approche des blindés pour les perforer à tout coup.



cher l'ennemi avec un engin télécommandé n'est pas nouvelle : pendant la dernière guerre, les allemands s'étaient largement servis d'un mini-char commandé par fil et bourré d'un explosif très brisant. Du nom de Goliath, munie d'une paire de chenilles qui lui permettaient de progresser sur n'importe quel terrain aussi défoncé soit-il, cette bombe téléguidée pouvait être dirigée de loin sur toute position ennemie, qu'il s'agisse d'un retranschement, d'une pièce d'artillerie ou d'un groupe de véhicules.

Cette fois il s'agit plutôt d'un canon télécommandé, avec tous les avantages qu'apportent les processus de repérage, de détection et de guidage informatisés. Au départ, l'engin est en quelque sorte "télé mis en œuvre", c'est-à-dire qu'il est lancé, conduit et contrôlé par un opérateur qui peut être installé fort loin; celui-ci observe sur un écran de télévision les images retransmises par la caméra vidéo montée sur la fourmi canon.

Il a donc exactement devant les yeux ce que verrait un conducteur assis sur l'engin, ce qui facilite beaucoup la conduite à distance. En se servant de la liaison radio, l'opérateur met le véhicule en position, le pointe, le règle pour qu'il reconnaisse un blindé en mouvement et arme la munition. Une fois ces opérations faites, le *Fire Ant* tire automatiquement dès qu'un mobile assez gros pénètre dans son champ de visée — par exemple une intersection de routes utilisées par les forces ennemies.

Mais si cela s'avère nécessaire, l'opérateur peut à tout moment passer par dessus le système de déclenchement automatique et l'empêcher de tirer. Les laboratoires Sandia ont conçu, réalisé et expérimenté cette fourmi canon pour tester le concept qu'un soldat peut rester à l'abri sur une position éloignée tout en dirigeant de là une arme robotisée capable de détruire un véhicule blindé.

Les essais sur le terrain ont prouvé que ce concept était réalisable, mais le *Fire Ant* n'en reste pas moins un simple prototype ; pour le moment c'est un modèle de démonstration destiné à montrer aux militaires que l'idée du combattant menant une guerre de robots est dès maintenant chose possible. Actuellement l'armée n'a pas encore pris de décision en ce qui concerne l'achat et l'utilisation de cette arme étonnante.

Le modèle expérimental qui a servi aux essais se compose de deux ensembles principaux : le véhicule robot avec sa munition et

l'unité de contrôle à distance. Un petit engin tout terrain à 4 roues motrices sert de base mobile au système ; celui qui a été utilisé est un modèle commercial équipé d'un moteur de 125 cm³.

C'est pour limiter les coûts de développement que les ingénieurs ont retenu cette solution mais, si le projet était adopté, il est vraisemblable que la version de production nécessiterait une base à 4 roues motrices spécialement conçue pour cet usage et conforme aux normes très sévères des matériels d'armement, en particulier en ce qui concerne l'endurance, la solidité et la fiabilité.

La structure de base avec son moteur à essence a été équipée de servocommandes électriques pour assurer le contrôle à distance de la direction, de l'accélérateur, des freins et de l'inclinaison de la plate-forme. Une petite caméra vidéo noir et blanc a été montée tout en haut de cette structure ; elle envoie à l'opérateur l'image de tout ce qui est devant l'engin pour lui permettre de conduire et de repérer les cibles éventuelles.

La liaison radio entre l'opérateur et l'engin sert, comme avec une télécommande classique de modèle réduit, à retransmettre aux servomécanismes les ordres de conduite et de déplacement de la caméra. Le fait que la conduite se fasse de loin sur écran de télévision assure à l'opérateur une sécurité et une précision qui faisaient défaut aux procédés anciens de télécommande : il fallait alors suivre à vue la progression de l'engin, ce qui impliquait l'inconvénient d'être toujours plus ou moins à découvert quelle que soit la qualité du camouflage.



Le "canon" lui-même constitue une technique complètement nouvelle dans la mesure où il n'y a pas de tube lanceur : c'est la munition qui en fait office. Celle-ci lance un jet de cuivre de 10 kg à la vitesse impressionnante de 2 000 m/s — les meilleurs obus flèches tirés dans des canons de plusieurs mètres restent un peu en dessous (1 900 m/s).

En fait, il s'agit sans doute d'une adaptation et d'un perfectionnement de la charge creuse : en donnant à l'explosif brisant une forme en bol et en emboitant dans le creux ainsi fait une coquille de métal (le plus souvent du cuivre), on concentre lors de la détonation toute l'énergie de l'explosif en un seul jet de métal fondu dont la vitesse peut atteindre plus de 8 000 m/s.

La vitesse annoncée par Sandia (2 000 m/s) traduit sans doute une modification du principe : réduire la vitesse initiale du jet, mais augmenter sa portée ; la firme a prouvé lors des essais que le "tir" pouvait être précis — et destructeur — jusqu'à 500 m, alors qu'une charge creuse classique doit être détonée à quelques centimètres du blindage pour être efficace.

Comme on le voit en se reportant à nos photos, cette munition expérimentale est extrêmement compacte et ressemble plutôt à un gros projecteur qu'à un boulet de canon. Elle est montée au sommet du véhicule et, de par son principe, ne réclame aucun tube de guidage comme les lance-roquettes habituels.

C'est la compacité de cette nouvelle arme anti-char qui a permis de la monter sur un véhicule très petit comparé aux dimensions standard des blindés et autres engins chenillés ; cette mini voiture anti-char est en effet facilement manœuvrable dans des endroits resserrés et reste difficile à repérer, que ce soit à l'œil nu ou avec des systèmes de détection par ondes radio, infrarouges, surveillance vidéo informatisée et autres. Avec sa munition en place, *Fire Ant* ne mesure en effet que 1,20 m de haut, 1,20 m de long et 0,60 m de large.

Le second ensemble du système est constitué par le dispositif de contrôle à distance. Les images enregistrées par la caméra vidéo du véhicule apparaissent sur le petit écran de l'unité de contrôle. Tout en suivant ces images, l'opérateur manœuvre un mini manche à balai pour accélérer, tourner et freiner (à droite ou à gauche pour la direction, en avant ou en arrière pour accélérer ou freiner).

En plus du manche, il y a des interrupteurs pour contrôler l'inclinaison de la plate-forme et les fonctions de l'arme elle-même : déclenchement automatique ou non, mise à feu, pointage, zone à surveiller, etc. Ces commandes sont elles aussi télécommandées par radio, mais les ingénieurs ont à l'étude une transmission par fibres optiques — les ondes radio sont faciles à brouiller tandis que les câbles optiques ne peuvent être que tranchés si on veut les

rendre inopérants (à condition de les avoir vus, et de pouvoir le faire).

Une fois que l'opérateur a mis la fourmi canon en position et pointé l'arme, une centrale informatique logée dans l'unité de contrôle prend le relais. L'ordinateur se sert des images télévisées pour déterminer le mouvement de la cible dans le champ de la caméra vidéo ; quand il détecte qu'il s'agit d'un engin mobile, il arme la munition de telle sorte qu'elle soit prête à détoner dès que le véhicule atteint le point exact de visée.

L'unité de contrôle pèse 9 daN, de même que l'ensemble des batteries nécessaires pour lui fournir le courant ; ces deux constituants peuvent être portés par deux soldats, au besoin par un seul. Ce matériel, dont Sandia a fait la démonstration devant les militaires, pourrait constituer un élément d'un ensemble automatisé plus vaste que la firme est en train de mettre au point.

Cet ensemble comporterait des éléments très coûteux genre microprocesseurs, capteurs infrarouges et systèmes de navigation à inertie qui seraient placés dans un conteneur réutilisable. Pour le moment, les chercheurs ont deux gros ensembles en vue ; l'un est un véhicule de grande taille télécommandé, capable de porter (ou remorquer) et de guider de 4 à 10 *Fire Ant* dans la zone de combat ; l'autre est une base fixe de commandes par électroniques de haut niveau pour contrôler plus encore de ces "fourmis".

La conception même du *Fire Ant* de base, avec son véhicule propulseur et sa munition compacte, en font une arme à un coup seulement ; le petit engin moteur tout terrain, qui constitue d'ailleurs la partie la moins chère du système, est détruit par l'explosion de la munition.

Malgré cela, l'idée reste rentable parce que cette machine qui revient à plusieurs milliers de dollars peut détruire, ou du moins mettre hors de combat presque à coup sûr, un blindé qui aura coûté des millions de dollars.

Le concept d'un véhicule téléguidé très petit peut mener à d'autres développements intéressants pour l'infanterie : missions offensives ou défensives, reconnaissances et autres. Ce engin tout terrain pourrait servir par exemple à repérer et désigner les cibles éventuelles, à protéger les mouvements de retraite, à occuper les positions à haut risque ou à recueillir des données en cours de route.

Ses dimensions réduites le rendent peu facile à détecter et à toucher, mais son efficacité même fera qu'il sera copié par l'ennemi : toute zone de combat risque de se voir envahie d'engins téléguidés qui n'auront plus qu'à être programmés pour se tirer les uns sur les autres. Et quand la zone sera bien nettoyée, les chars n'auront plus qu'à revenir sur le terrain.

Renaud de La Taille

(1) Voir *Science & Vie* n° 850, p. 84.

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

- Si vous voulez poursuivre ou reprendre vos études. ■ Si vous voulez enrichir vos connaissances.
- Si vous voulez préparer un examen ou un concours. ■ Si vous voulez apprendre un métier.
- Si vous voulez vous perfectionner...

« Apprenez efficacement à votre rythme, par correspondance »

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

→ Etudes secondaires : 1^{er} cycle

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

→ Etudes secondaires : 2^e cycle

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

→ Capacité en droit

Accessible sans le baccalauréat. Nombreux débouchés.

→ Etudes supérieures de droit

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

→ Etudes supérieures de sciences

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

→ Ecoles vétérinaires

Préparation au concours d'entrée.

→ Tourisme

■ B.T.S. tourisme ■ Hôtesse de tourisme ■ Hôtesse.

→ Publicité et marketing

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

→ Langues étrangères

■ Cours universel d'anglais avec cassettes
■ Allemand, espagnol, italien avec cassettes
■ Anglais commercial ■ Allemand commercial ■ Arabe ■ Russe.

→ Commerce - Distribution

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

→ Comptabilité - Banque

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

→ Fonctionnaire

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

→ Culture scientifique

■ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie ■ Ecologie ■ Biologie ■ Anatomie ■ Connaissances médicales ■ Le corps et la santé ■ Diététique appliquée ■ Approche du micro-ordinateur.

→ Culture générale

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

→ Informatique

■ Analyste ■ Analyste programmeur ■ Programmeur de gestion ■ Contrôleur de gestion sur informatique ■ Programmeur micro ■ Opérateur de saisie ■ Codifieur ■ Opérateur ■ Pupitre.
Perfectionnement : ■ Initiation ■ Cobol ■ Microprocesseurs.

→ Paramédicales - Sociales

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

→ Chambres de commerce étrangères

■ Chambres de commerce britannique, franco-allemande, espagnole.

→ Décoration

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

→ Etudes musicales

■ Solfège ■ Piano, violon, guitare avec cassettes ■ Ecriture musicale ■ D.E.U.G. de musique.

→ Secrétariat médical

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

→ Dessin - Peinture

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

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue

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

**ECOLE
UNIVERSELLE**

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

Bon pour une documentation gratuite :

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

M. ☐ Mme ☐ Mlle ☐

NOM Prénom

Adresse : N° Rue

Code postal [] [] [] [] Ville Tél.

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

Age Niveau d'étude Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité) :

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

Quelle formation avez-vous choisie ?

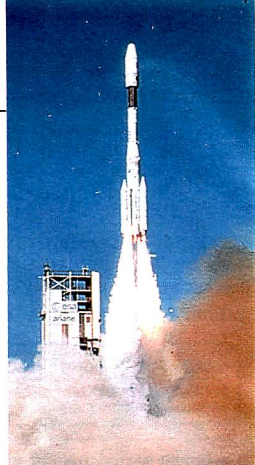
Adressez-nous ce Bon dès aujourd'hui à l'ECOLE UNIVERSELLE IFOR
28, rue Pasteur - 92551 SAINT-CLOUD Cedex. Tél. (1) 47.71.91.19

INSCRIPTION
A TOUT MOMENT
DE L'ANNEE



USV011

LA GUERRE DES SATELLITES AURA-T-ELLE LIEU ?



Deux satellites, TDF-1 et Astra, viennent d'être lancés par Ariane dans le ciel de l'Europe. Ce sont ainsi 20 nouveaux canaux de télévision qui sont offerts aux candidats à de nouvelles chaînes. Des candidats qui restent hésitants car les canaux les moins chers ne seront pas nécessairement les plus rentables.

Voilà maintenant trois ans que Japonais et Européens s'affrontent durement sur le marché de la télévision du futur, cette télévision qui, dès 1995, sera à haute définition (TVHD). Car l'enjeu de cette bataille économique est considérable. Pour les Européens, il s'agit d'abord de conserver le contrôle de leurs industries électroniques grand public, en implantant sur le vieux continent un nouveau système de télévision en couleurs, différent des systèmes actuels PAL et SECAM. Pour les Japonais, les objectifs sont plus ambitieux encore : mettre purement et simplement la main sur l'ensemble du marché mondial des téléviseurs afin de remplacer les quelque 700 millions de récepteurs du parc actuel. Une tâche qui, il y a trois ans, leur semblait d'ailleurs facile.

En effet, avec environ 5 milliards de francs d'investissements et 15 années de travail, les industriels nippons et NHK, leur chaîne nationale de télévision, avaient créé un système TVHD à 1125 lignes capable d'offrir aux téléspectateurs des images comparables à celles du cinéma 35 mm. Le 23 mai 1986, ils demandaient au CCIR (Comité consultatif international des radiocommunications) réuni à Dubrovnik, d'homologuer ce système comme standard international. A leur grande surprise, et malgré l'appui des Américains, le CCIR refusa (*Science & Vie* n° 826 de juillet 1986).

L'Europe, qui jusqu'alors n'avait pas cru à la

TVHD, venait brusquement de prendre conscience des dangers du projet japonais pour son industrie électronique. Celui-ci avait en effet une telle avance qu'il était évident que seules les grandes firmes nipponnes seraient en mesure de produire les équipements de TVHD. Un peu en catastrophe, quelques mois avant la réunion de Dubrovnik, Français et Allemands avaient alors élaboré des contre-propositions, avançant principalement à l'encontre du système conçu par NHK, deux arguments qui rallièrent tous les pays du vieux continent, ceux de l'Est et ceux d'Afrique :

- l'incompatibilité de la TVHD japonaise, qui obligeait à mettre à la casse tous les téléviseurs du monde (en fait, une TVHD aurait été créée à côté de la télévision traditionnelle et aurait nécessité l'acquisition d'un téléviseur spécial) ;
- l'impossibilité, pour tous les pays européens et africains notamment, de recevoir véritablement cette haute définition à cause de la fréquence différente du courant électrique dans ces régions (50 Hz) et au Japon ou aux Etats-Unis (60 Hz). Car la norme japonaise de TVHD était conçue pour le seul 60 Hz, ce qui obligeait à un transcodage pour une réception avec du matériel 50 Hz, opération impossible sans perte de définition.

En refusant le standard japonais, les Européens proposaient de créer avant 1990 une TVHD à 1250 lignes, compatible avec l'ancien standard, PAL ou SECAM, qui serait mise en place progressivement

jusqu'en 1995. Les téléspectateurs pourraient ainsi recevoir sur leurs anciens postes, en définition ordinaire 625 lignes, les émissions à 1250 lignes, en attendant de changer leur téléviseur pour un modèle haute définition. De plus, Français et Allemands, proposaient de faire en sorte que l'évolution du système franchisse la TVHD de la fréquence du secteur 50 ou 60 Hz, rendant possible la création d'un système mondial unique.

Aujourd'hui, l'Europe est peut-être en passe de gagner son pari. Elle a réuni les atouts qui devraient lui permettre de remporter la bataille de la TVHD et depuis le 28 octobre dernier, la grande marche vers cette télévision est commencée. En effet, le lancement réussi de TDF-1, premier satellite de télévision directe, va permettre dans quelques semaines, d'inaugurer le nouveau standard européen de télévision, le D2-MAC Paquet (que nous définirons plus loin), standard évolutif qui débouchera dès 1992 sur les premières émissions en haute définition (une démonstration est même prévue cette année à l'occasion des fêtes du bicentenaire de la révolution de 1789). L'aventure n'est pas sans obstacles. Ainsi, malgré ses perspectives, le lancement de TDF-1 a été souvent accompagné de vives critiques. Il est vrai que la mise sur orbite de TDF-1 ne s'est pas faite sans mal.

Le lancement initial par une fusée Ariane avait été prévu pour 1986, de même que son homologue allemand TV-SAT 1. Les deux satellites (huit canaux ensembles) devaient rayonner chacun sur 400 millions de téléspectateurs, donner naissance à une télévision européenne avec son standard unique D2-MAC Paquet, assurant une meilleure qualité d'image que le PAL et le SECAM, un son stéréophonique haute fidélité et la possibilité d'émissions multilingues (nous y reviendrons aussi plus loin). Mais le 30 mai 1986, Ariane 2 explose 15 minutes après son décollage. Tous les vols d'Ariane sont alors suspendus et les lancements de TDF et TV-SAT remis. Leur reprise est prévue pour 1987. Il est alors décidé de lancer en premier TV-SAT 1, en novembre, et non plus TDF-1.

Hélas, si Ariane fonctionne cette fois à la perfection, c'est le satellite qui est défaillant : l'un des gigantesques panneaux solaires refuse de s'ouvrir, privant le satellite d'énergie. Du coup le lancement de TDF-1, qui est identique, est repoussé pour permettre les vérifications nécessaires. Sa mise sur



Voici la première image diffusée par TDF-1. C'est aussi la première au standard D2-MAC Paquet.

orbite à 36 000 km de la Terre a finalement lieu le 28 octobre.

Et un mois plus tard, il transmet la première émission de télévision directe : images et son stéréophonique se révèlent d'une qualité exceptionnelle ; tous les équipements fonctionnent normalement et la zone couverte s'étend de l'Afrique du Nord à la Scandinavie. Dès le mois de mai prochain, la Sept, la chaîne culturelle (qui deviendra chaîne européenne en janvier 1990) pourra émettre à l'intention du public.

Les candidats à la location des autres canaux commencent à se manifester. Ainsi la Caisse des dépôts et consignation a pris une option pour une chaîne familiale, Canal Plus pour une version allemande de ses programmes et TF1 pour diffuser son programme actuel avec une meilleure qualité du son et de l'image. TF1 envisagerait aussi la location d'un second canal pour une chaîne thématique européenne.

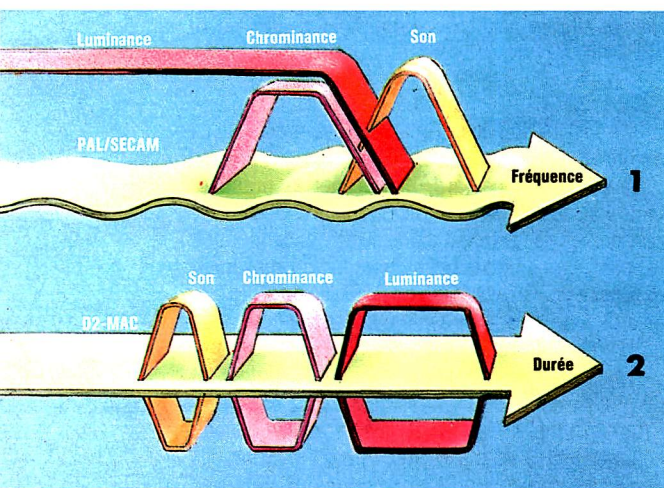
Ce succès de TDF-1 n'est pourtant pas sans ombres. Certains observateurs affirment que ce satellite de forte puissance (230 W par canal), à cause de son lancement retardé, est périmé et qu'aujourd'hui les satellites de moyenne puissance font aussi bien. Astra, le satellite luxembourgeois lancé le 9 décembre 1988, s'annonce ainsi plus avantageux : possédant 16 canaux au lieu de 4 sur TDF, son coût de location se trouve sensiblement réduit. De plus, déclarent ses partisans, les émissions transitant

par Astra pourront être captées directement puis- qu'elles seront en PAL, alors que celles de TDF-1 exigeront un décodeur. De ce fait, ce dernier satellite n'aura pratiquement aucune audience au début. Ce à quoi les responsables de TDF répondent qu'il n'en sera rien puisque les programmes pourront être relayés par les réseaux câblés. En Allemagne, par exemple, il est prévu de relier 500 réseaux à TDF et TV-SAT.

Tout cela peut ressembler à un dialogue de sourds. A la vérité, ce sont ainsi les exploitants en puissance des chaînes, tenants d'une rentabilité rapide, et les industriels de l'électronique grand public, qui mettent en place la télévision de demain, qui s'opposent. Et, de fait, Astra est bien un satellite d'exploitation immédiate, unique, conçu pour le parc actuel de téléviseurs. A l'inverse, TDF et TV-

Les 2 systèmes de codage de la télévision couleur

Le premier, dit fréquentiel (1) est celui des standards PAL, SECAM et NTSC : les signaux de luminance et de chrominance (et même le son) étant transmis ensemble sur une fréquence, des intermodulations se produisent entre eux, altérant l'image. Le second, dit temporel, est le D2-MAC (2) : signaux de luminance, de chrominance et de son sont séparés, "découpsés en paquets" et transmis les uns après les autres, éliminant tous risques d'interférences.



SAT sont conçus pour une nouvelle télévision de haute qualité. Plusieurs satellites seront lancés sur la même orbite selon une configuration "en grappe" permettant de tous les recevoir avec une même antenne. Non seulement le nombre des canaux augmentera ainsi (on parle d'une quarantaine avec 8 satellites), mais la technologie des futurs satellites TDF et TV-SAT pourra être modifiée en fonction des progrès et des besoins pour assurer le passage vers la haute définition.

Voyons donc d'un peu plus près les perspectives offertes par TDF-1 et le nouveau standard D2-MAC Paquet. Et, en premier lieu, que cache cette désignation pour le moins obscure ? Tout d'abord la partie

D2, qui concerne le son et la transmission des données. Pour la première fois, la télévision fait appel à un codage numérique. La lettre D signifie "duobinaire". Autrement dit, le codage numérique ne comporte pas deux éléments d'information, 0 et 1, comme en binaire, mais trois : +1, 0 et -1. Avantage : le signal occupe un spectre deux fois moins large qu'en binaire, ce qui facilite son passage dans les réseaux câblés. Un procédé voisin conçu par les Britanniques, le C-MAC, seulement binaire, est précisément incompatible avec le câble car il occupe une bande trop large ; par contre, il permet la transmission de quatre canaux stéréophoniques. Le système D2-MAC permet la diffusion de deux voies stéréophoniques de haute qualité ou huit voies monophoniques de moyenne qualité, ou encore une combinaison des deux.

Le chiffre 2 signifie que l'on a réduit de moitié le débit numérique, toujours pour permettre le passage dans des réseaux câblés. En définitive, le signal vidéo D2 est représenté pour chacune des 625 lignes du balayage de l'image par un train de signaux numériques, duobinaires, de 105 bits, avec un débit de 10,125 Mbit/s. Il permet la transmission des voies sonores, des signaux de synchronisation et des données supplémentaires comme le télétexte ou les sous-titres.

Viennent ensuite les lettres MAC, qui signifient Multiplexage temporel analogique des composantes vidéo (la luminance et la chrominance). Chacun de ces deux signaux est comprimé dans le temps : pour chaque ligne, dont la durée est de 64 microsecondes, la chrominance occupe 17,5 microsecondes et la luminance 34,5 microsecondes. Elles sont précédées par le son et les données numériques (12 microsecondes).

Cette succession temporelle des trois types de signaux évite toutes les interférences entre eux. L'image y gagne en netteté par rapport aux standards classiques PAL ou SECAM. Ceux-ci font en effet appel à un multiplexage dit fréquentiel qui transmet ensemble la luminance et la chrominance. Cette superposition de fréquence est la cause d'intermodulations provoquant divers défauts sur l'image (moirages, scintillements, etc.).

Le dernier terme, Paquet, signifie que le train numérique son et image est découpé en paquets, de 751 bits chacun. C'est un découpage similaire à celui qu'utilise Antiope pour le télétexte. Il favorisera la diffusion de services existants ou futurs, qui pourront être intercalés entre les paquets.

Par rapport aux procédés actuels PAL ou SECAM, le D2-MAC Paquet offre des avantages considérables. Tout d'abord, nous l'avons vu, un son stéréophonique haute fidélité et la possibilité d'utiliser plusieurs langues pour un même programme (français, anglais et allemand ou bien film en version originale et version française). Une touche sur

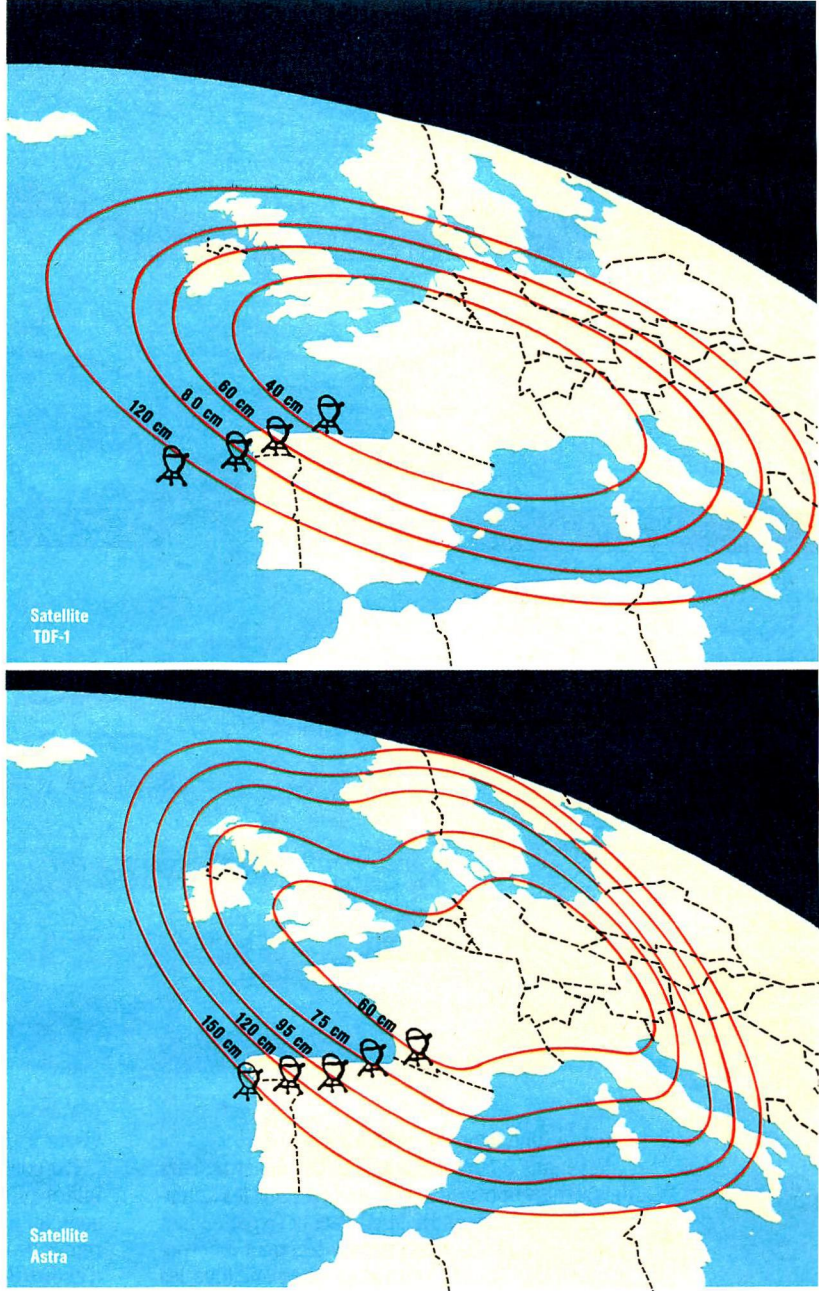
Les zones couvertes par TDF-1 et Astra

Comme on peut le constater sur nos deux cartes ci-contre, ces zones ne sont pas exactement les mêmes pour les deux satellites. Les Français (et leurs voisins immédiats) capteront, sans problème, le premier avec une antenne parabolique de 40 centimètres de diamètre. Tandis que pour recevoir Astra, une antenne de 60 cm sera nécessaire et même une de 75 centimètres pour les téléspectateurs en Bretagne et dans le midi de la France.

le décodeur ou le téléviseur permettra au téléspectateur de choisir.

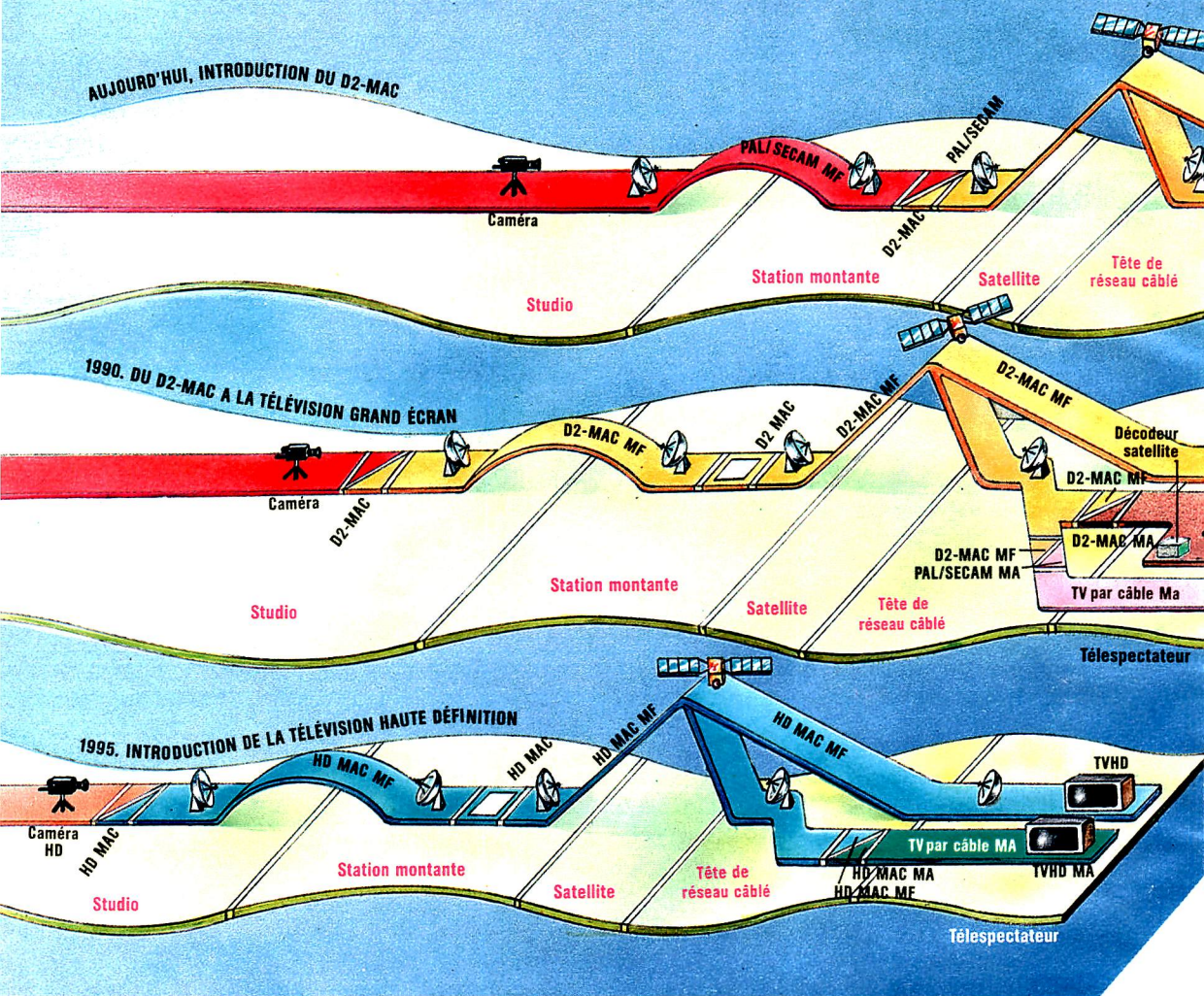
Si la définition verticale de l'image reste de 625 lignes (en attendant la haute définition à 1250 lignes), elle est dès aujourd'hui améliorée horizontalement. Cela donne un nombre réel de 180 000 points par image, contre 120 000 en SECAM. Cette définition passera à 480 000 points avec la haute définition. Par ailleurs, le multiplexage temporel fait que des "paquets" d'informations pourront toujours être ajoutés pour allonger l'image. Dès le début de 1990, des images au format 16/9 pourront donc être diffusées. Avec des récepteurs à écran large, les films en cinémascope occuperont tout cet écran. Quant aux possesseurs des postes actuels (format 3/4), ils continueront à recevoir ces films comme par le passé.

Cette compatibilité du D2-MAC Paquet avec le SECAM ou le PAL est totale. Ainsi, le D2-MAC peut-il être transmis par câble et faisceaux hertziens. Il pourra remplacer progressivement le PAL et le SECAM, puis par le HD-MAC (haute définition). En ce qui concerne le câble, le signal D2-MAC Paquet peut passer sans détérioration dans tout canal offrant une largeur de bande de 5 MHz. La plupart des réseaux câblés actuels ou en cours d'installation peuvent distribuer les programmes en D2-MAC Paquet ainsi que les futurs programmes en HD-MAC. Pour les réseaux ayant une largeur de bande inférieure à 5 MHz, un transcodage en PAL ou en SECAM doit être fait en tête de réseau. Ajoutons encore qu'au-delà de 1995 notre planète se dotera d'un réseau numérique large bande par câble optique pour l'ensemble des télécommunications. Il est prévu que la



télévision haute définition pourra y passer, conjointement aux diffusions directes par satellites.

Le D2-MAC Paquet, nous l'avons vu, réalise une télévision évolutive. La première phase, celle de la mise en service a commencé avec le satellite TDF-1. La seconde débute l'an prochain avec la création d'une chaîne franco-allemande et la visualisation sur écran large. La troisième phase, à partir de 1992, verra la mise en place progressive et expérimentale du HD-MAC à 1250 lignes. La quatrième débute en 1995 avec le démarrage public de la diffusion HD-MAC. Chacun pourra s'équiper d'un récepteur haute définition, mais les téléviseurs actuels recevront toujours les programmes, en 625 lignes bien



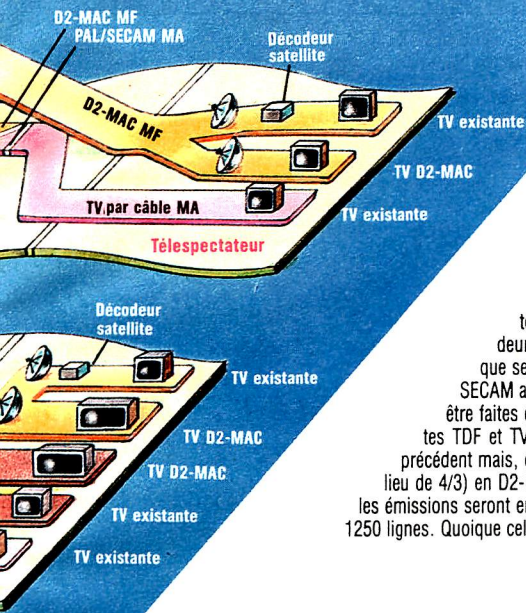
entendu (une ligne sur deux).

Revenons à la phase actuelle. Les constructeurs devraient proposer dans les mois à venir les antennes et les décodeurs D2-MAC Paquet (en attendant la mise en vente de téléviseurs à décodeur incorporé). Le SIMAVELEC, organisme groupant tous les grands industriels français, s'est engagé au moment du lancement de TDF-1 à commencer la commercialisation des équipements début 1989. Les prix généralement avancés sont de l'ordre de 2 000 F pour l'antenne parabolique individuelle de 40 cm de diamètre, suffisante pour capter les signaux du satellite de grande puissance, et de 4 000 F pour l'ensemble de décodage. Pour une antenne collective, les premiers prix sont à 4 000 F. Ces prix baisseront au fur et à mesure de l'évolution de la production. L'antenne parabolique pourra aussi être remplacée par une antenne plate plus compacte. C'est ici qu'une comparaison avec les conditions de réception du satellite Astra est favorable à ce dernier puisqu'elle se fera en PAL et qu'aucun décodeur ne sera nécessaire, à la condition de posséder un télé-

viseur PAL ou bi-standard PAL/SECAM.

Par contre, il faut bien comprendre que les possibilités offertes par ce satellite de faible puissance sont, au moins à moyen terme, radicalement différentes de celle de TDF. Au niveau de l'antenne tout d'abord. Pour une réception individuelle une antenne de 60 cm de diamètre est nécessaire pour capter Astra du centre au nord de la France. La couverture de ce satellite étant différente de TDF-1, une antenne plus large est nécessaire dans le sud de notre pays. D'autre part, il ne faut pas perdre de vue que la directivité d'une antenne parabolique, et donc la précision que nécessite son pointage, est directement fonction du carré de son diamètre.

Aujourd'hui, alors que toutes les installations sont à poste fixe, cette précision ne pose aucun problème : l'antenne est calée à vie par un spécialiste. Mais dans un futur proche, des équipements "portables" seront proposés et là la simplicité de positionnement entrera en ligne de compte. On imagine mal actuellement, par exemple, de devoir calculer latitude et longitude du lieu où l'on est en



Trois étapes pour parvenir à une télévision haute définition

Avec le satellite TDF-1 et le D2-MAC Paquet, nous entrons dans un système évolutif de télévision en couleurs qui aboutira à la mort du PAL et du SECAM. Actuellement, les émissions continuent d'être réalisées en PAL en Allemagne et en SECAM en France. Ces émissions sont codées en D2-MAC au sol et transmises au satellite. Elles peuvent être reçues en D2-MAC par les téléviseurs actuels avec une antenne parabolique de 40 cm et un décodeur D2-MAC, ou bien par un téléviseur D2-MAC avec une antenne parabolique seulement. Elle peut aussi être reçue sur les réseaux câblés en PAL ou en SECAM après transcodage en tête de réseau. Après 1990, les émissions pourront être faites en D2-MAC directement. L'émetteur transmettra ce D2-MAC aux satellites TDF et TV-SAT son jumeau allemand. La réception se fera comme dans le cas précédent mais, en plus, elle sera possible sur un téléviseur écran large (rapport 16/9 au lieu de 4/3) en D2-MAC modulation d'amplitude ou modulation de fréquence. Après 1995, les émissions seront en haute définition en codage MAC et la réception se fera sur écran large 1250 lignes. Quoique cela ne soit pas repris sur le schéma, les anciens postes pourront toujours les recevoir en définition ordinaire 625 lignes.

vacances avant de pouvoir mettre en service un téléviseur portable. La forte puissance d'un satellite comme TDF, à l'inverse, autorise des équipements fonctionnant correctement, même avec un pointage très approximatif.

Par ailleurs, en ce qui concerne la qualité de la réception, le satellite Astra ne permettra jamais un son haute fidélité, ni la finesse d'image du D2-MAC Paquet (il est même probable que la qualité de l'image PAL n'atteindra pas la qualité des programmes reçus depuis les émetteurs hertziens, comme c'est souvent le cas avec les satellites de faibles et moyennes puissances).

D'autre part, il faut rappeler que toute transmission radioélectrique engendre des parasites. Actuellement, la réception satellite est très perturbée au niveau de la tête hyperfréquence (ou convertisseur) car tout élément électronique génère ses propres parasites. Le signal reçu est donc déformé par rapport au signal d'origine et cette déformation est d'autant plus marquée que l'émission doit être amplifiée pour être exploitable par le téléviseur. Ce qui est le cas avec les satellites de faible puissance. A l'inverse, les satellites de forte puissance sont avantageux. Le progrès technologique résoudra sans doute ce problème. Mais il en est un autre qu'il ne pourra pas résoudre : c'est celui posé par le bruit de fond radioélectrique des hautes couches de l'atmosphère. Ce problème est bien connu des radio-amateurs et, pour se convaincre de son existence, il suffit de placer un récepteur radio sur la bande "ondes courtes". Il est alors facile de constater que sur de nombreuses plages de cette bande, le récepteur produit des sons ne correspondant à aucune émission radio. Il s'agit de parasites créés par des décharges électriques dans l'ionosphère. Et plus on

émet sur des fréquences élevées, plus ces parasites sont importants et altèrent le programme (les spécialistes disent qu'ils réduisent le rapport signal sur bruit). Si nos standards actuels, PAL, SECAM, voire D2-MAC, peuvent se contenter du rapport signal/bruit qu'offre la moyenne puissance d'Astra, il n'en sera pas de même lorsqu'il s'agira de passer en haute définition. En fait, le satellite Astra n'est pas utilisable en haute définition et il ne permettra pas de suivre l'évolution aujourd'hui programmée vers la télévision du futur.

De même il a été annoncé qu'Astra pourrait diffuser des programmes multilingues. Mais il s'agit essentiellement d'une "astuce technique" consistant à utiliser des ondes sous-porteuses latérales à la fréquence porteuse du son pour loger les traductions, théoriquement jusqu'à quatre y compris le son d'origine. En fait, à en juger par les simulations effectuées, les résultats sont médiocres et la qualité des transmissions dépend essentiellement de la qualité du calage et de la stabilité en fréquences du récepteur satellite.

En définitive, si Astra offre bien aujourd'hui un intérêt pour une exploitation commerciale immédiate, cet intérêt ira décroissant dès 1990. La situation née avec les lancements d'Astra et de TDF-1 n'est pas sans ressemblance avec celle qu'avait créée la mise en service de la télévision en couleurs le 1^{er} octobre 1967. Le parc des téléviseurs était alors en noir et blanc et les premières émissions en couleurs n'avaient donc aucune audience. Malgré les critiques formulées à l'époque sur la technologie SECAM et le coût élevé de téléviseurs couleurs, personne ne songeait à soutenir la technologie noir et blanc. Il est vrai que les problèmes commerciaux étaient différents : il n'y avait ni chaînes privées, ni publicité à la télévision.

Henri-Pierre Penel et Roger Bellone

LE BEAUJOLAIS PRÉMATURÉ

Le vin "bourru" d'autrefois est devenu un vin clair, à grand renfort de centrifugeuses, de filtres à diatomées et de dégazeurs à balayage. Tous les moyens sont bons pour être prêt le jour J à "inonder" Paris, la France et le monde de ce bébé-vin un peu prématuré.

Selon les règles de l'Institut national des appellations d'origine (INAO), un vin ne peut être vendu avant le 15 décembre. Mais certains vins peuvent être proposés aux consommateurs dès le troisième jeudi de novembre. Les vins dits "primeurs" ne sont commercialisés que jusqu'à la mi-décembre. Le terme de vin "nouveau" est plus large puisqu'il qualifie les vins en vente pendant un an après la récolte.

Depuis les années 60, de plus en plus de vins sont ainsi proposés en primeur : côtes du Rhône, muscadet, vin de Corse, gaillac, gamay de Touraine... Le beaujolais nouveau pourrait donc être appelé "primeur" lors de sa sortie en novembre. Pour des raisons commerciales, les distributeurs préfèrent l'appeler "nouveau" dès le début.

En Beaujolais, ce sont plus de 450 000 hectolitres qui seront écoulés avant la fin de l'année, soit près de 50 % des vins d'appellation d'origine contrôlée beaujolais, beaujolais supérieur et beaujolais-villages. La surface totale du vignoble du Beaujolais avoisine les 17 200 ha dont 4 500 réservés aux dix crus les plus célèbres : juliénas, chénas, chiroubles, moulin-à-vent, fleurie, brouilly, côte de Brouilly, morgon, saint amour et, depuis peu, régnié qui, eux, ne sont jamais vinifiés en primeur.

La vogue du beaujolais est relativement récente. Les premiers transports de beaujolais à Paris dataient de 1654-1655, mais le décollage de ce vin nouveau débute véritablement vers 1968 — les Lyonnais le consommaient déjà depuis longtemps. Et il est aujourd'hui l'"incontournable" étape de novembre. De vin de café, de comptoir il est devenu vin fétiche. Au Japon, il est attendu peut-être plus encore qu'en France. Il y est expédié, par avion, la nuit même où il peut être commercialisé.

Comment expliquer cette folie qui s'empare du

monde entier ? Il y a bien eu, en 1952, l'implantation d'une maison du Beaujolais à Saint Jean d'Ardières, en bordure de la route nationale 6, permettant de goûter les vins de la région. Cela n'explique pas tout. Est-ce pour les citadins une évocation de la nature et des fêtes des vendanges ? Ou l'envie de goûter une dernière fois aux fruits de l'été avant de s'enfoncer dans l'hiver ? A moins que le beaujolais nouveau ne se soit laissé entraîner par la mode de la nouveauté : la cuisine, le roman, les philosophes, etc y ont bien succombé.

En tout état de cause, comme disent les hommes du marketing, son "positionnement" est clair. C'est un produit sympathique, gai, convivial, simple, sans tricherie, nature quoi ! Quelques mauvaises langues parlent bien de certaines pratiques pas vraiment autorisées. Allons donc ! Et pourtant...

Les vendanges en Beaujolais commencent à la fin septembre et se terminent début octobre. La machine à vendanger est prohibée car le mode de vinification adopté nécessite des raisins entiers. Les grappes de gamay noir à jus blanc — le cépage unique de tous les beaujolais rouges — arrivent alors au cuvier.

Le vinificateur prend d'abord soin de sulfiter (adjonction de dioxyde de soufre ou SO₂) cette vendange pour éviter la piqûre lactique provoquée par les bactéries qui pourraient se développer au cours de la cuvaison. Mais la dose utilisée est moins importante que dans d'autres types de vinification.

Le raisin va alors subir une macération dite semi-carbonique. Chaque cuve a été préalablement remplie de gaz carbonique (CO₂) provenant d'une autre cuve dont la macération a débuté. Les raisins sont versés avec précaution pour ne pas les écraser. La cuve est ensuite fermée de manière à ce que l'air n'y pénètre pas, après chaptalisation, c'est-à-dire ajout de sucre de betterave.



Marketing sans frontières pour le Coca-cola des Français.

Une partie des raisins éclate néanmoins lors de la chute dans la cuve ou par tassement. Le jus entre alors en contact avec les levures, champignons microscopiques de la peau du raisin. Privées d'oxygène, ces levures vont décomposer les sucres (ceux du raisin comme ceux introduits au moment de la chaptalisation) : c'est la fermentation alcoolique. Le gaz carbonique formé au cours de cette étape est emprisonné dans la cuve. Un système de clapet laisse s'échapper l'excès de gaz (la fermentation d'un hectolitre de moût dégage 50 hl de gaz carbonique).

Les baies restées entières, étant donc dans une atmosphère saturée en gaz carbonique, subissent une fermentation intra-cellulaire (*voir encadré p. 110*). Mais beaucoup d'entre elles finissent par éclater avant la fin de cette fermentation et commencent donc leur fermentation alcoolique.

La macération est dite semi-carbonique car la fermentation intra-cellulaire n'est pas poussée à son point ultime. La durée de macération excède rarement 4 jours. Au contraire, en macération carbonique — méthode utilisée pour certains vins, tel le minervois — le vinificateur cherche à obtenir une fermentation intra-cellulaire complète.

La macération semi-carbonique se déroule à une température voisine de 30°. Elle rend les vins moins acides que s'ils avaient subi une fermentation-macé

ration classique (sans fermentation intra-cellulaire). Caractéristique non négligeable pour un producteur du Beaujolais : le climat de cette région donne en effet souvent des raisins un peu acides.

La macération semi-carbonique est donc adaptée à la production rapide de vins légers. On peut néanmoins regretter une certaine standardisation de ces vins. En effet la fermentation intra-cellulaire développe toujours les mêmes types d'arômes, dans les vins jeunes. C'est bien pour cela que d'une année à l'autre le beaujolais nouveau reste souvent égal à lui-même. N'est-ce d'ailleurs pas là aussi une des raisons de son succès ?

Après la macération, une bonne partie des sucres n'est pas encore fermentée. Le vinificateur ouvre donc le robinet placé au bas de la cuve : le liquide qui s'écoule est appelé "jus de goutte". Quant aux raisins restés dans la cuve, ils vont être pressés pour donner un "jus de presse". Les deux jus sont ensuite réunis dans la même cuve où ils vont achever très rapidement leur fermentation alcoolique (en moins de 48 heures) à une température pas trop élevée (18-20°) de manière à ne pas perdre les arômes de macération semi-carbonique.

Ce sont les levures de la pellicule des raisins qui provoquent la fermentation alcoolique (transformation du sucre en alcool). Mais pour accélérer ce phénomène, le vinificateur a recours à des levures

LA FERMENTATION INTRACELLULAIRE

La fermentation intracellulaire se déroule dans les baies restées intactes et placées en anaérobiose (c'est-à-dire dans un milieu sans oxygène) sous la seule influence d'enzymes (substances organiques) du raisin. La saturation de la cuve en gaz carbonique permet de maintenir un milieu dépourvu d'oxygène. Se forme alors de l'éthanol, du gaz carbonique, du glycérol, de l'acide succinique, des acides aminés qui facilitent la croissance levurienne, et des arômes spécifiques.

La transformation la plus importante est celle de l'acide malique (un des acides du raisin), qui ne se transforme pas en acide lactique comme dans la fermentation malolactique (dernière étape de la vinification). En effet par suite d'un phénomène complexe, l'acide malique est transformé en alcool, soit directement, soit par l'intermédiaire des sucres, en tout cas sans production secondaire d'acide lactique ou acétique. D'où une diminution de l'acidité dans les vins. La moitié de l'acide malique peut ainsi disparaître au cours de la fermentation intracellulaire.

D'autre part, les cellules du raisin, en quelque sorte asphyxiées, se comportent comme des levures : elles consomment du sucre et produisent de l'alcool (de 1,5° à 2,5°). Enfin la

baie de raisin se modifie. Les cellules de la peau éclatent et libèrent à l'intérieur de la baie une partie de leurs matières colorantes et des tanins (substances qui confèrent au vin son épaisseur, sa charpente). Un grain de raisin qui a subi une fermentation intracellulaire est décoloré. La dissolution de la matière colorante et des tanins se fait à l'intérieur de la baie et non à l'extérieur, comme dans la macération classique après foulage (éclatement du raisin pour libérer le jus). La modification de la pellicule des grains de raisins fait qu'une partie d'entre eux a tendance à éclater et passe alors en phase de fermentation alcoolique.

La fermentation intracellulaire permet donc d'obtenir des vins moins acides mais aussi moins colorés et plus légers (moins de tanins). Par ailleurs, des arômes dits pré-fermentaires se développent : framboise, banane, poire très mûre, fraise. Un vin de macération carbonique jeune est facilement identifiable par le dégustateur.

Il n'a pas encore été prouvé que ces arômes étaient synthétisés dans la baie en fermentation intracellulaire. Mais on pense que des précurseurs d'arômes seraient élaborés au cours du phénomène. Repris par les métabolismes levuriens et bactériens, ces précurseurs donneraient naissance à des odeurs spécifiques.

diminution de l'acidité et l'incubation des bactéries lactiques au cours de la macération semi-carbonique. Le sulfitage modéré de la vendange aide aussi au démarrage de la transformation.

En général cette fermentation a lieu tout de suite après la fermentation alcoolique ou, quelque fois, se poursuit durant tout l'hiver. Elle peut également avoir lieu au printemps ou au début de l'été. En réalité, c'est surtout une question de température. Lorsque le vin se réchauffe dans les chais, les bactéries de la fermentation malolactique entrent en activité. C'est pourquoi les producteurs du Beaujolais cherchent à maintenir, après la fermentation alcoolique, une température de 18° - 20° dans la cuve. L'ensemencement du jus avec des bactéries cultivées pour accélérer le phénomène n'est pas encore très répandue en Beaujolais. Par contre, les vinificateurs savent bien qu'en ajoutant dans une cuve 25 à 50 % d'un autre vin en cours de fermentation malolactique ou des dépôts de filtrage (riches en bactéries lactiques), ils peuvent faire démarrer le phénomène dans une cuve.

Les beaujolais nouveaux ont-ils tous fait leur "malo" ? On peut en

sèches. Celles-ci ont même tendance à prendre le pas sur les levures indigènes moins actives. Les producteurs du beaujolais trouvent dans le commerce, entre autres, un type de levure dont on a beaucoup parlé : la 71B. Celle-ci a le pouvoir non seulement de transformer le sucre en alcool, comme toute levure, mais aussi de développer un arôme de banane. D'où l'intérêt que lui ont trouvé quelques vinificateurs soucieux de donner un caractère bien marqué à leur produit...

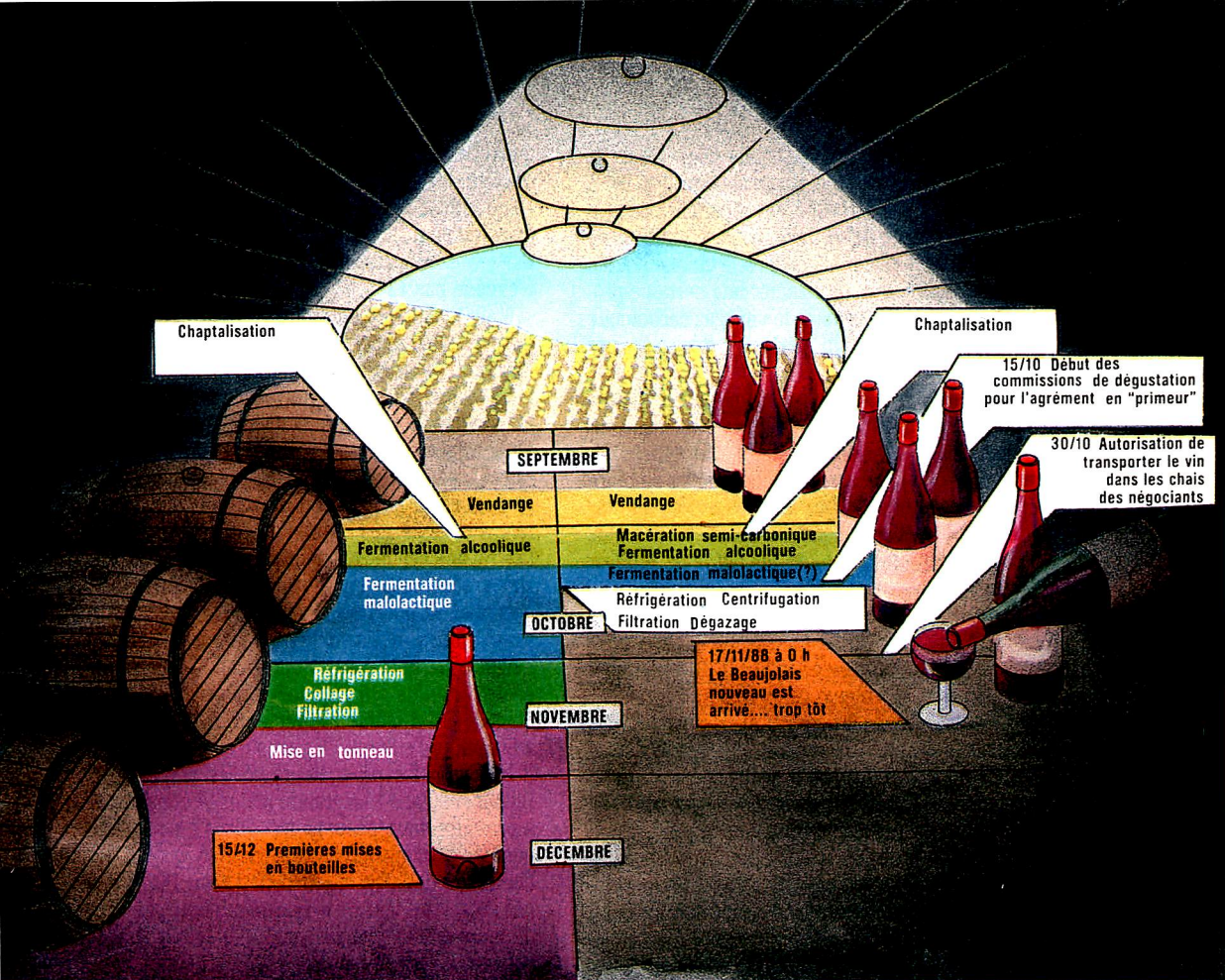
Au cours de la fermentation intracellulaire, une partie de l'acide malique (un des acides du raisin) a été transformée. Mais le vinificateur doit encore rechercher la fermentation malolactique, c'est-à-dire la transformation de l'acide malique restant en acide lactique.

Ce phénomène est dû à l'action de bactéries lactiques. Après la fermentation malolactique, l'acidité totale diminue de 1 à 3 grammes par litre (en acide sulfurique). L'acide malique possède deux fonctions acides, tandis que l'acide lactique n'en a qu'une seule. Il en résulte, au niveau gustatif, une diminution de l'acidité. Le vin perd ainsi son caractère acerbé et dur et devient souple.

La fermentation malolactique est facilitée par la

douter. C'est un phénomène très capricieux que le vinificateur a bien du mal à maîtriser. Certaines années, comme en 1981, il arrive que la fermentation malolactique ne démarre dans aucune cuve chez un producteur. Sans doute, la plupart des vinificateurs attendent-ils que le phénomène se produise dans toutes leurs cuves, quitte à ne pas pouvoir mettre leur vin en vente le troisième jeudi de novembre — de plus, une des conditions de l'agrément d'un vin en primeur est la dégustation et l'analyse chimique d'un échantillon prélevé par un agent assermenté de l'INAO. Mais il est également possible que certains n'attendent pas sagement que la dégradation de l'acide malique commence. Le souci d'avoir le vin prêt pour le jour J les pousse à éliminer toutes les bactéries du vin par filtration (pratique interdite puisqu'un vin primeur doit avoir subi sa fermentation malolactique).

Le beaujolais nouveau, que les Lyonnais buvaient dans des "pots" avant la vogue actuelle, était souvent un vin bourru c'est-à-dire chargé de la bourre ou des lies, parties grossières qui l'accompagnent au sortir de la cuve. Il n'était ni clarifié ni stabilisé, d'où des difficultés pour le transporter. Celui que boivent aujourd'hui, entre autres, les Parisiens est



Pourquoi le beaujolais nouveau ne peut pas être un grand vin ?

Les producteurs de crus de beaujolais (morgon, juliénas, moulin à vent...) sont moins pressés que ceux qui élaborent le beaujolais nouveau. Aussi ne pratiquent-ils pas la macération semi-carbonique qui standardise les vins, et attendent-ils que la fermentation malolactique se déclenche naturellement. Pour clarifier et stabiliser, ils ont recours au collage, c'est-à-dire à l'adjonction d'un produit coagulant (l'albumine de l'œuf, par exemple) qui entraîne toutes les particules en suspension au fond de la cuve — un procédé utilisé également pour les bordeaux et beaucoup moins agressif que la centrifugation et le dégazage. Ces vins séjournent ensuite quelque temps en tonneau jusqu'à leur mise en bouteilles... au minimum un mois plus tard que le beaujolais nouveau.

filtration ne peut être obtenue d'emblée. Généralement le vinificateur pratique un premier filtrage dégrossisseur puis un filtrage finisseur appliqué au moment de la mise en bouteille.

Dans les grosses unités (les négociants surtout), le filtrage dégrossisseur est parfois remplacé par une centrifugation. Ce traitement permet d'obtenir immédiatement un vin nouveau presque limpide, qu'on clarifiera complètement par une seconde filtration. Les centrifugeuses tournent à la vitesse de 4 000 à 6 000 tours/minute.

Les fermentations alcoolique et malolactique pro-

souvent parfaitement limpide. Les moyens mis en œuvre pour parvenir à le clarifier très rapidement sont empruntés à l'industrie agro-alimentaire (en particulier à celle de la fabrication de la bière).

Avant de filtrer le vin, le vinificateur qui dispose de cuves calorifugées pratique une réfrigération du vin. Il le porte à une température d'environ -6° et le laisse ainsi pendant 24 à 48 heures. Les sels tartriques qu'il contient vont se cristalliser et se déposer. Le consommateur trouve parfois de ces petits cristaux au fond de la bouteille ou sur le bouchon. Il ne s'agit pas de sucre, comme on l'entend dire trop souvent, mais de ces dépôts tartriques. La conservation — même courte — du vin dans un local froid peut provoquer ce phénomène en bouteille. De plus, la réfrigération favorise les précipitations colloïdales (particules invisibles à l'œil nu, qui passent au travers des filtres mais peuvent un jour s'agglomérer et former un trouble). Ce traitement apporte aux Beaujolais une grande amélioration gustative : ils paraissent moins acides, plus souples.

À l'issue de la réfrigération, le vin est filtré. En Beaujolais, les filtres à diatomées (ou kieselgur) sont les plus répandus. La clarification d'un vin par

voquent la formation de gaz carbonique. Mais la dose restant dans le vin dépasse souvent les 400 à 500 mg/l acceptables. Il est donc nécessaire de pratiquer un dégazage du vin. Pour cela on injecte de l'azote à l'état de fines bulles dans le vin. Le liquide est agité. Cela permet d'entraîner une certaine proportion des gaz dissous dans le vin : gaz carbonique mais aussi oxygène. On parle de dégazage par balayage.

Les traitements adoptés pour obtenir du beaujolais nouveau peuvent paraître un peu violents. Il est vrai que tous les vins sont clarifiés et stabilisés car combien de consommateurs accepteraient de boire une boisson trouble ? Pour les vins autres que les primeurs, on utilise quelquefois des méthodes plus douces et de toute façon, on les laisse se reposer avant la commercialisation.

Quand le dégustateur parle d'un vin chaud, ce n'est pas à propos de sa température, mais pour indiquer que l'alcool ressort trop. Il dit aussi qu'il est chaleureux, alcooleux, généreux.

Or, c'est là une caractéristique fréquente des beaujolais nouveaux. Il semble que beaucoup de producteurs et de négociants pensent que plus un vin est alcoolisé, meilleur il est. Pour y parvenir, ils pratiquent une chaptalisation systématique. C'est-à-dire que dans la cuve où aura lieu la macération semi-carbonique ils mélangent du sucre de betterave. Ce sucre sera transformé en alcool comme celui provenant du raisin.

La chaptalisation n'est pas une pratique à rejeter. Lorsqu'elle reste raisonnable, elle apporte au vin un peu plus de moelleux que ce que la nature avait voulu lui octroyer. La réglementation communautaire précise, pour chaque région d'Europe, les

quantités de sucres pouvant être utilisées. Les producteurs du Beaujolais peuvent enrichir leurs vins jusqu'à 2° d'alcool (ce qui correspond environ à 34 g/l de sucre). D'autre part, pour pouvoir vendre leurs vins en primeur, il faut que le degré maximal n'excède pas 13°.

Mais les producteurs du Beaujolais connaissent-ils tous cette réglementation ? On peut en douter. Prenons l'exemple du millésime 1984. Jusqu'au mois d'août, pas trop de problèmes climatiques. Mais après la première semaine de septembre, la pluie tombe chaque jour. Les moyennes de températures se révèlent inférieures à la normale. La pourriture grise fait son apparition. Ce mauvais temps dure jusqu'à la première semaine d'octobre. Les raisins vendangés sont donc peu sucrés. Rarissimes sont ceux qui titrent plus de 10° d'alcool potentiel. Et pourtant, la revue *50 millions de consommateurs*, utilisant des appareils à résonance magnétique nucléaire, a découvert des Beaujolais de 12°5 et plus. Un Beaujolais dont le degré initial était de 8°6 a même été remonté à 12°15, soit une adjonction d'environ 60 g de sucre par litre.

Pourquoi les producteurs et les négociants du Beaujolais dans leur grande majorité continuent-ils à produire des vins aussi alcoolisés ? Ne savent-ils pas que le consommateur a changé, qu'il a perdu l'habitude des vins algériens à 13° ou 14° ? Le sucres actuel des vins de la Loire s'explique, en dehors de leurs qualités intrinsèques, par le fait qu'il sont souvent légers en alcool.

La sur-chaptalisation est aussi souvent le fait de producteurs pratiquant des rendements très élevés : la plante, surchargée de grappes, ne peut pas fournir assez de sucres à chaque raisin.

La sur-chaptalisation se discerne très bien à la dégustation : au nez, l'alcool ressort et masque les arômes. En bouche, on a l'impression de percevoir, d'un côté l'alcool et de l'autre la structure et les arômes. Une impression de sécheresse en fin de bouche est souvent sensible. D'ailleurs, si l'on recommande de servir le beaujolais frais n'est-ce pas aussi parce que le froid masque l'alcool ? Et puis, dernier test pour détecter un beaujolais sur-chaptalisé : le mal de tête !

Mais alors, faut-il encore boire du beaujolais nouveau ? Comme on voudra. Beaucoup de vinificateurs travaillent avec sagesse et proposent des produits bien faits. Mais prenons ce vin pour ce qu'il est : « Le beaujolais nouveau, c'est pas un premier cru, c'est le beaujolais nouveau et rien de plus. C'est un pinard malin, un ouistiti de vin, un petit truc sympa et poétique » (*Le beaujolais nouveau est arrivé* de René Fallet). Et n'oublions pas que les beaujolais, ce sont aussi dix crus de qualité, élaborés calmement, sans précipitation qui vous procureront des plaisirs moins standardisés que les beaujolais nouveaux.

Yves Cinotti

60 millions de bouteilles de beaujolais sont commercialisées, chaque année, entre la mi-novembre et le 31 décembre.



Abonnez-vous à Phosphore, le cocktail pour réussir vos années-lycée.

Chaque mois dans

Phosphore, tout ce qui compte
de la troisième à la terminale.

Etudes : les bonnes formules.

Pour réussir au lycée, autant connaître les bonnes recettes. Chaque mois, Phosphore vous dit tout, classe par classe, sur les programmes, les méthodes de travail, les sections. Phosphore, pour parcourir les années-lycée d'un bon pied.

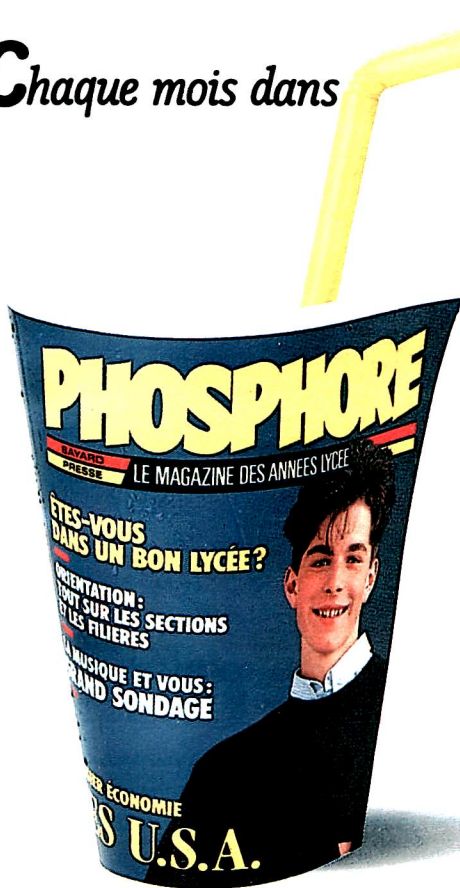
Avenir : la meilleure préparation.

Aujourd'hui, l'avenir se bâtit dès le lycée. Phosphore vous apprend tout sur les métiers et les filières qui y mènent : facs, écoles, prépas... Phosphore, pour bien préparer l'après-bac.

Loisirs, **A**ctualité : la bonne mesure.

Chaque mois dans Phosphore, vous retrouverez les films, les disques, les livres, les sports que vous aimez, et aussi de grands dossiers sur les hommes et les événements qui sont à la Une. Phosphore, pour s'ouvrir sur le monde.

Et bien sûr, les numéros spéciaux pour vos grands rendez-vous : rentrée, brevet, bac, choix d'une section... Phosphore, pour être au rendez-vous de la réussite.



JE M'ABONNE A PHOSPHORE ET JE PROFITE DE L'OFFRE SPECIALE.

12 NUMEROS POUR LE PRIX DE 11

Après l'avoir complété, retournez ce bon à **PHOSPHORE, service abonnements**, 3, rue Bayard, 75393 Paris, Cedex 08, accompagné du règlement correspondant (chèque bancaire ou postal), libellé à l'ordre de Bayard Presse.

France : 6 mois (6 n°) 208 F	<input type="checkbox"/>	4100646A	1 an (12 n°) 399 F	<input type="checkbox"/>	4101246F	2 ans (24 n°) 798 F	<input type="checkbox"/>	4102446W
Etranger : 6 mois (6 n°) 235 F	<input type="checkbox"/>	4100631D	1 an (12 n°) 453 F	<input type="checkbox"/>	4101231J	2 ans (24 n°) 906 F	<input type="checkbox"/>	4102431Z

Tarifs valables jusqu'en mars 1989. Pour l'étranger, tarif indiqué par bateau. Par avion, nous consulter. BELGIQUE : BAYARD PRESSE BELGIQUE, rue Brederode 13 - 1000 BRUXELLES; 6 mois 1650FB - 1 an 3000FB.

(Mme/Mlle/M)	NOM	Ecrire en capitales. N'inscrire qu'une lettre par case. Laisser une case entre deux mots. MERCI.		PRENOM
DATE DE NAISSANCE	NUMERO	RUE/AVENUE/BOULEVARD		TELEPHONE
COMPLEMENT D'ADRESSE (RESIDENCE, ESC., BAT.)				
COMMUNE	CODE POSTAL	BUREAU DISTRIBUTEUR		

PHOSPHORE EST EGALEMENT EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX

PHOSPHORE, POUR CEUX QUI ONT SOIF DE RÉUSSIR

**L'ACTION
AUTOMOBILE**



ACTION!!

ÇA BOUGE DANS L'ACTION!

Le monde de l'automobile met le turbo! Chaque mois, L'ACTION AUTOMOBILE vous fait vivre avec passion toute l'actualité auto. Ouvrez L'ACTION, et vous êtes propulsé au cœur de l'information: nouveautés, bancs d'essais complets, matches comparatifs, projets des constructeurs, grand tourisme... Et chaque mois dans L'ACTION, Henri PESCAROLO vous confie ses impressions en exclusivité.

**L'ACTION
AUTOMOBILE
N° 1
DE LA PRESSE
AUTO.**

AU SOMMAIRE DU NUMÉRO DE JANVIER :

- **SPÉCIAL DIESEL :**
la fin d'un mythe ?
Tous les modèles à l'essai.
- La nouvelle FIESTA arrive.
- Autoroutes :
les mises en service en 1989.

ECHOS DE L'INDUSTRIE

PRODUITS NOUVEAUX

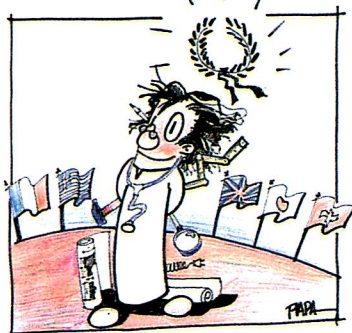
Genève 1989 : L'apothéose

Qu'ils soient du côté de l'offre ou de la demande d'inventions, de technologies ou de produits nouveaux, nos lecteurs connaissent bien le grand rendez-vous mondial annuel de l'innovation, le Salon international des inventions et des techniques nouvelles de Genève qui tiendra sa dix-septième "édition" du 7 au 16 avril 1989.

Présentant chaque année plus de 1 000 nouveautés à fabriquer, à diffuser, à vendre, à exporter ou à importer dans tous les domaines, Genève est la plus importante manifestation exclusivement consacrée aux techniques nouvelles. Elle réunit 550 exposants venus de 25 pays. 62 % sont des entreprises, bureaux d'études, laboratoires, organismes et instituts de recherche, privés ou publics, négociateurs ou promoteurs de nouveautés. 70 % de ses 100 000 visiteurs venant des cinq continents, sont des professionnels. Pendant la seule durée du salon, 40 % des innovations sont négociées pour un chiffre d'affaires de plus de 120 millions de francs français.

Enfin, le Salon de Genève est le plus sûr moyen de se faire connaître non seulement grâce à cette abondance de visiteurs, mais aussi aux 600 journalistes qui y viennent et consacrent à ses exposants 4 000 articles dans la presse internationale ainsi que des émissions de radio et de télévision dans le monde entier.

Deux raisons principales à ce succès. D'abord Genève constitue déjà, en soi, le point de rencontre privilégié de l'économie, de la science et de la finance, la plaque tournante par essence



des contacts internationaux. Ensuite, les inventions présentées au salon, qui intéressent tous les secteurs de l'économie, ne peuvent l'être qu'une fois. Les investisseurs sont donc assurés de ne trouver, chaque année, que des opportunités d'affaires réellement originales.

Plus que jamais, Genève reste pourtant un salon essentiellement "français". Avec 150 exposants, la France y occupe déjà traditionnellement la meilleure place. Ces deux dernières années, c'est du reste un innovateur français qui a reçu la distinction suprême du salon, le Grand Prix.

Mais 1989 promet une véritable apothéose, puisque la section française du salon réunit, en effet, pour la première fois, les parrainages officiels, la présence et le soutien actif (promotion, distribution de prix spéciaux) de toutes les "bonnes fées" de l'innovation : INPI (Institut national de la propriété industrielle); Assemblée permanente des chambres de commerce et d'industrie, qui apporte son appui résolu à cette

manifestation internationale; ARIST (Agences régionales d'information scientifique et technique); Chambre des métiers de Paris (contact M. Sauvage, tél. (1) 47 23 55 66); Fondation du brevet français; Compagnie nationale des conseils en brevets d'invention; FONDEXPA (Fondation à l'exportation artisanale).

Ces appuis et distinctions exclusivement réservés aux innovateurs français viendront s'ajouter à ceux que reçoivent déjà l'ensemble des exposants et notamment aux médailles consacrant les meilleures créations dans chaque branche industrielle et à la vingtaine de prix spéciaux décernés par les organismes internationaux. Toutes distinctions, attribuées par un jury international d'une cinquantaine de spécialistes, qui, authentifiant la valeur des innovations primées, permettent à ceux qui les reçoivent de négocier en position de force. Elles leur donnent l'occasion d'"éclater" sur le marché international. Comme de coutume *Science & Vie* invitera un inventeur français, sélectionné, par tirage au sort, parmi les plus méritants dont notre revue aura publié cette année, la création.

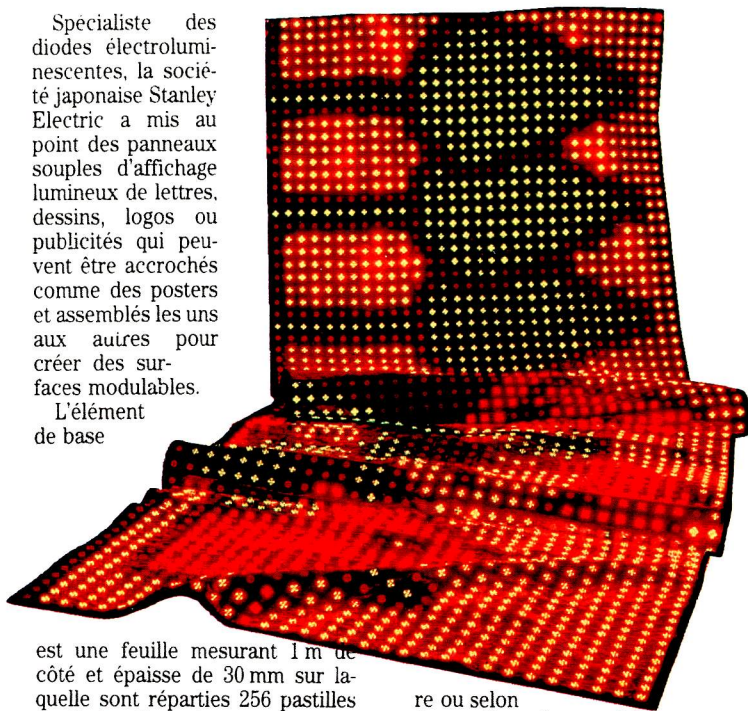
Pour tout renseignement : Innova Diffusion, délégué officiel pour la France, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, tél (1) 40 74 48 48.



Des feuilles de diodes souples et modulables

Spécialiste des diodes électroluminescentes, la société japonaise Stanley Electric a mis au point des panneaux souples d'affichage lumineux de lettres, dessins, logos ou publicités qui peuvent être accrochés comme des posters et assemblés les uns aux autres pour créer des surfaces modulables.

L'élément de base



est une feuille mesurant 1 m de côté et épaisse de 30 mm sur laquelle sont réparties 256 pastilles de diodes électroluminescentes — chaque pastille étant constituée de 4 diodes rouges et 5 vertes — et dans laquelle est incorporée un dispositif de programmation et de contrôle muni d'une mémoire morte et d'une mémoire vive.

Les informations, concernant les motifs que l'on veut faire apparaître, sont enregistrées sur la mémoire morte au moyen d'un simple micro-ordinateur. Le circuit de contrôle de l'affichage de ces informations les lit et les traduit en commandant l'activation des diodes.

On peut adjoindre à ce module de base, par simple assemblage, d'autres feuilles, permettant ainsi d'accroître la surface d'affichage pratiquement à l'infini. Ces feuilles peuvent être pliées ou roulées, ce qui facilite leur transport et permet de les installer de façon temporel-

re ou selon des configurations variables.

Pour tout renseignement : Stanley Electric Corp., 2-9-13 Naka-Meguroku, Tokyo 153.

Les industries agricoles et alimentaires (IAA) sont devenues la deuxième branche industrielle française

avec une production de 515 milliards de francs, juste derrière le BTP (bâtiment, génie civil et agricole), 612 milliards de francs. Elles emploient 583 200 personnes (12,3 % des effectifs industriels) dont 492 400 salariés (11 % des salariés de l'industrie). Le solde positif de leurs exportations s'élève à 26,4 milliards de francs, contre 19,2 en 1985. Les PME (moins de 500 salariés) réalisent 60 % du chiffre d'affaires de la branche et les artisans, avec 110 000 entreprises de moins de 10 salariés, emploient 190 000 personnes

Caravelle 234 : charter pour l'apesanteur

Dès le début de cette année, la société française Novespace vendra des vols paraboliques. Ils seront effectués à bord d'une Caravelle, baptisée 234, spécialement aménagée en un véritable laboratoire miniature consacré aux simulations d'apesanteur. Cette technique de vol qui permet d'obtenir des microgravités comprises entre 0,01 et 0,001 G, soit mille fois moins que la pesanteur normale, consiste à réaliser une série de trajectoires paraboliques de la manière suivante : après une période d'accélération horizontale le conduisant à Mach 0,88, le pilote entame une phase ascendante selon un angle de 45 degrés en réduisant les gaz jusqu'à ce que la poussée soit égale à la traînée. A ce moment-là, n'ayant plus assez de vitesse, l'avion pique du nez et le pilote accélère pour éviter la chute libre et redescendre à l'horizontale. Au total, chaque parabole ainsi décrite permet d'obtenir 25 secondes de microgravité qui correspondent au laps de temps compris entre la fin de l'ascension et le début de la descente. L'intérêt de ces vols est donc de pouvoir se placer pendant un court instant dans des conditions d'apesanteur "comparables" à celles des stations spatiales, sans toutefois aller dans l'espace. Cela permet d'observer des phénomènes biologiques inconnus sur Terre, comme le fameux "mal de l'espace", ou d'étudier la formation d'alliages nouveaux à partir de métaux de poids spécifiques très différents, tel le mélange aluminium-plomb, ce qui est impossible sur Terre à cause de la gravité.

La nécessité de réaliser des expériences en gravité réduite est apparue en 1959, quand la NASA commença ses recherches dans ce domaine en vue des vols spatiaux.

Et depuis, seuls les Américains commercialisaient de tels vols à bord de la version militaire du Boeing 707 (*photo ci-contre*) — le KC-135 —, pour les besoins d'industriels spécialisés ou non, dans le domaine spatial.

Par contre, en Europe, les quelques vols ponctuels qui ont eu lieu pour l'industrie, ne concernaient que quelques industriels privilégiés travaillant directement en relation avec les agences spatiales ou l'armée. D'ailleurs la Belgique et la Hollande, les deux seuls pays européens offrant de tels vols, le faisaient à l'aide d'avions de chasse (Fouga Magister et Swearinger MII), ce qui en dit long sur la quantité de matériel et le nombre de passagers qu'ils pouvaient embarquer, quand on connaît la grandeur du cockpit de ces avions.

Par contre, pour la Caravelle, c'est le gabarit supérieur ! En effet, tous les sièges de la carlingue ont été retirés et les parois capitonnées de mousse pour amortir les chocs des instruments de mesure ou des chercheurs qui retombent sur le sol après avoir flotté dans l'air pendant les 25 secondes de microgravité obtenus durant chaque parabole. Résultat, les 70 m³ de volume utilisable permettent d'embarquer 12 expérimentateurs, soit environ 6 expériences.

Novespace propose de vendre ces vols à des industries qui ne travaillent pas obligatoirement dans le domaine spatial. Pour ce faire, la société propose une gamme très large de prestations qui va de la simple réservation de siège à la réalisation d'une expérimentation "clef en main". Le coût d'une campagne de vol qui comprend une centaine de paraboles soit 40 minutes de microgravité,

s'élève à 150 000 F. Bien sûr un temps si court ne permet pas toujours de réaliser une expérience complète mais constitue un banc d'essai suffisant pour des tests sur le matériel et les hommes. Déjà, le fabricant de cosmétiques Helena Rubinstein se présente comme un client potentiel puisqu'il a participé, cette année, à Houston, aux vols américains du même genre sur lesquels il testait le comportement de certaines émulsions en apesanteur.

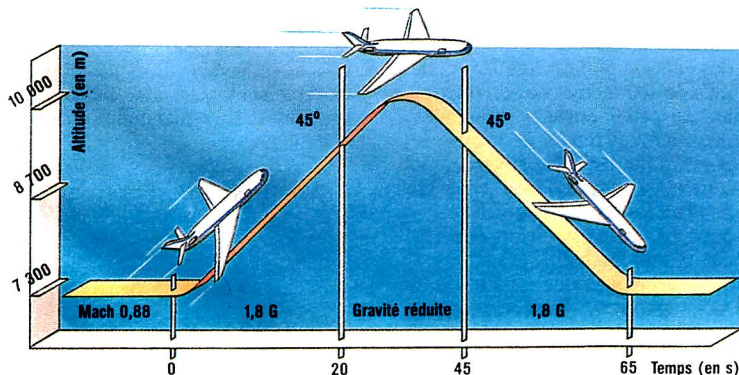
De plus, quand on sait que le KC-135 américain vole actuellement 200 jours par an pour les besoins de la NASA, on comprend mieux l'enjeu de ce challenge industriel ! Les vols paraboliques constituent donc une plate-forme d'essais avant le grand bond dans l'espace que seront les stations orbitales. Les premiers vols prévus

depuis la base aérienne d'Istres confirmeront donc la volonté d'une présence industrielle française dans l'espace à la fin du siècle.

Pour renseignements : Novespace, 75 rue des Halles, 75001 Paris, tél. (1) 42 33 41 41.

Le nombre de satellites artificiels de la terre, engins en fonctionnement ou débris, comme ce tournevis lâché par mégarde par un astronaute travaillant dans l'espace, s'élève à quelque 7 000. Selon la NASA les risques de collision pour les stations permanentes s'élèvent au taux considérable de 1 % par an. Ce qui va obliger les constructeurs des futures stations spatiales à les surcharger de tonnes de blindage.

Nouveau succès pour les "Marchés à saisir". Dans notre numéro 825 nous présentions un dispositif antidérapant pour roues de véhicules, remplaçant les chaînes, et qui peut être monté par une seule personne en une quinzaine de secondes et sans aucun effort. Un mois à peine après cette publication, l'inventeur, un artisan chaudronnier-feronnier, nous indiquait qu'il ne savait choisir parmi la multitude des industriels qui l'avaient contacté à la suite de notre information. Il nous précise aujourd'hui qu'après avoir signé avec un sous-traitant de Peugeot, la société Transval (25700 Valentigney), son produit va prochainement apparaître sur le marché sous l'appellation AADTT CIZ'AIR.





MYCOLOGIE

Le pied bleu dans les plats

Ce n'est pas un surnom Peau-rouge, mais un champignon de la famille des basidiomycètes qu'on trouvera bientôt chez l'épicier. Grâce à la méthode de culture mise au point par l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), ce champignon se récoltera comme les radis.

Les premières tentatives de culture datent de 1901, où Constantin et Matruhot publièrent leurs recherches sur ce point dans la *Revue générale de botanique*. Puis on les oublia, alors que, d'après un sondage de la Société mycologique du Nord, ce champignon compte parmi les dix espèces les plus consommées en France, après le cèpe de Bordeaux et le pied de mouton. C'est pourquoi l'INRA en a sélectionné les meilleures souches sur l'ensemble du

territoire français, avant de les hybrider ; ce qui a permis d'obtenir les premières semences : les filaments mycéliens de deux espèces particulièrement productives, *Lepista nuda* et *Lepista sordida*.

Cette production de semences mycéliennes *in vitro*, puis leur multiplication végétative sur un substrat nutritif composé de grains de seigle, permet d'envisager maintenant la culture du champignon à grande échelle sur compost de fumier de cheval, d'éléments minéraux et d'azote, à une température maximale toutefois de 10 °C.

Sa couleur bleu-violeté peut inquiéter les profanes, mais son goût racé et son parfum surmonteront leurs réserves.

Renseignements : M. Guinberteau, La grande ferrade, 71 av Bourdeaux, 33 140 Villenave d'Ornon.

CRIMINALITE

L'électronique contre les délinquants

Spectaculaire expérience annoncée par le ministre britannique de l'Intérieur afin de lutter contre la criminalité : le marquage électronique des petits délinquants, peine qui remplacera la prison et évitera ainsi aux jeunes d'être en contact avec des milieux plus "endurcis", dont l'exemple néfaste est bien connu.

Principe du système : le prévenu portera à la cheville un bracelet électronique qui enverra un signal continu à l'ordinateur central de la

police. Ce signal sera interrompu dès que son porteur s'éloignera de plus de 100 mètres de son domicile. La peine portera essentiellement sur les temps de loisirs : le porteur du bracelet électronique sera ainsi tenu à rester chez lui pendant les heures d'ouverture des pubs, par exemple, ou lors des rencontres de football.

Cette expérience pilote de 6 mois est pour l'instant réservée aux prévenus laissés en liberté. Si elle est concluante, elle pourrait

10^e Biennale internationale de l'image de Nancy du 21 au 29 janvier au Palais des congrès de la ville. Thème de cette année : Le grand reportage. Avec la participation des plus illustres photographes et agences photos internationales. Le reportage scientifique sera bien sûr représenté.

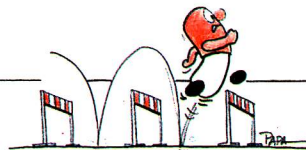
Un partenaire au Japon ?

Centre japonais du commerce extérieur (JETRO) a mis en place une banque de données informatisée pour aider les exportateurs à trouver des partenaires japonais. TOPS (*Trade Opportunities Services*) sélectionne les importateurs nippons susceptibles d'ouvrir le marché de leur pays aux produits français et le JETRO (50 av des Champs Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 42 25 35 82) organise, après sélection, la première présentation entre partenaires éventuels. TOPS répertorie déjà plus de 1 100 importateurs japonais intéressés par 6 500 catégories de produits.

Un magnétoscope qui permet simultanément la lecture d'une cassette et l'enregistrement d'une autre

vient d'être mis au point par la société américaine Go-Vidéo. Le VCR2 autorise aussi l'enregistrement en même temps de deux programmes distincts. Couverte par de multiples brevets, cette invention est actuellement négociée par Go-Vidéo auprès de plusieurs sociétés japonaises, dont Sony, Sharp, JVC et Toshiba, afin d'établir un accord de partenariat permettant la fabrication et la distribution de ce magnétoscope révolutionnaire en grande série.





Sept à douze ans pour commercialiser un médicament

Telle est la durée qui s'écoule non pas depuis la découverte d'une molécule originale, mais simplement entre le développement d'un nouveau médicament et son autorisation de mise sur le marché (AMM). Si c'est au détriment des malades, c'est aussi au grand dam de la rentabilité des laboratoires, puisque la validité des brevets qui les protègent est limitée à 20 ans en France, moins dans d'autres pays (17 ans aux Etats-Unis).

C'est que l'AMM est soumise à un ensemble d'études préalables complexes, véritable parcours du combattant, chacune d'entre elles étant minutieusement décrite par ce qu'on appelle un "protocole technique" extrêmement méticuleux établi par le laboratoire.

Le produit est d'abord administré à l'animal; il s'agit par là de mettre en évidence ses propriétés pharmacocinétiques (fixation, transformation et élimination), pharmacodynamiques (effets sur l'organisme) et de s'assurer de son absence de toxicité.

On passe alors à l'homme, d'abord avec des volontaires sains (phase I), pour étudier sa pharmacocinétique et sa tolérance. Puis à des malades, en premier lieu pour déterminer la dose efficace du produit et prouver statistiquement son efficacité (phase II), ensuite pour étudier (phase III) sa tolérance, comparée d'une part à des produits de référence, d'autre part à long terme. En parallèle se déroulent également des études de pharmacologie clinique sur les spécificités du produit.

La mise au point de chacune de ces phases — ou protocole — nécessite la collaboration de plusieurs spécialistes. En outre, chaque expert voit souvent le médicament sous l'angle de sa spécialité et ne connaît pas bien les impératifs des autres.

Qu'un protocole technique d'essai thérapeutique soit insuffisamment ou mal mis au point, ou encore inadapté aux stratégies propres aux laboratoires, et tout est à re-

commencer, ce qui coûte cher à la fois en temps de développement et en argent. Raison pour laquelle la Fondation de l'industrie pharmaceutique pour la recherche (FIPR) a lancé la réalisation d'un système expert d'aide à la mise au point de ces protocoles qui, pour les industriels, constituera une assurance qualité.

Ce système c'est ARPEC, Aide à

ses, statisticien, pharmacocinéticien, clinicien, spécialiste de la préclinique, médecins spécialistes de la pharmacovigilance (effets nocifs ou imprévus des médicaments) et de la galénique (effets résultant d'une préparation pharmaceutique), spécialiste d'éthique.

Pour tout renseignement: Cognitech, 167 rue du Chevaleret, 75013 Paris, tél (1) 45 83 73 00.



la réalisation des protocoles d'essais cliniques, mis au point par Cognitech — firme spécialisée en intelligence artificielle.

La première base de connaissances est terminée; elle porte sur la classe thérapeutique des anti-dépresseurs.

Elle synthétise le savoir-faire d'une multitude d'experts, issus de laboratoires pharmaceutiques différents et de la clinique: médecins spécialistes de chacune des pha-

Plus de 10 millions de lecteurs de vidéodisques au Japon: le parc s'est multiplié par 5 en un an. Et plus de 37 % des foyers sont aujourd'hui équipés. A titre de comparaison l'Europe ne compte encore que 23 000 lecteurs...

La contrefaçon ne date pas d'aujourd'hui. A preuve: « Le créateur réinvente le monde. Le faussaire, lui, le recopie. Recopier, quel ennui! » Auteur: Jules César...

DES MARCHES A 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 CANCER DU SEIN DÉPISTÉ PAR THERMOGRAPHIE

Quoi

Un soutien-gorge qui, traité aux cristaux liquides, permet le dépistage précoce des anomalies mammaires.



Comment

Ce simple soutien-gorge du commerce, pourvu qu'il soit noir, est enduit sur sa face extérieure de cristaux liquides, qui réagissent à la température des seins. Dès qu'il est porté, apparaissent des images colorées des seins, jaune, vert, bleu, violet, etc., qui correspondent à leur état thermique physiologique. La femme exa-

mine ces images à l'aide d'un miroir et les compare aux illustrations d'un guide qui indique, lorsqu'apparaissent des asymétries flagrantes, si elle doit ou non consulter un médecin.

Le premier intérêt de cette méthode, qui ne prétend nullement donner un diagnostic, est de déceler une éventuelle anomalie maligne à un stade très précoce. Près de 65 % des petits cancers du sein se manifestent en effet, par une chaleur cutanée ayant une forme bien précise, environ deux ans avant l'apparition d'un nodule palpable. Le second est que si l'apparition d'un nodule n'est "que" dans 50 % des cas la manifestation d'une néoplasie maligne, il se trouve alors à un stade avancé.

Le troisième est que la plupart des femmes ne savent pas pratiquer efficacement le test par palpation nécessaire à la recherche d'un nodule, ou craignent les dangers de l'examen par rayons X.

Le dernier avantage de ce procédé, déjà testé par des médecins français et étrangers, est son coût infiniment bas. Il se limite à celui d'une bombe-spray projetant des cristaux liquides et à celui du guide montrant

les images normales et celles où il est recommandé de consulter son médecin. Le soutien-gorge rendu "thermo-sensible" peut être utilisé sans limite durant environ 6 mois. Une fois lavé, il suffit de l'enduire à nouveau de cristaux liquides.

Marché

La diffusion du produit ne nécessite aucune autorisation médicale de mise sur le marché. Il ne s'agit pas d'un médicament, mais d'un produit parfaitement inoffensif, appliqué par surcroît sur la face extérieure du soutien-gorge. Deux voies de commercialisation sont donc envisageables :

- soit auprès des médecins qui, à l'aide d'un cliché type polaroid, pourraient se constituer un fichier photos pour un meilleur suivi de leurs patientes ;
- soit directement auprès des femmes, que ce soit par l'intermédiaire des pharmacies ou des grandes surfaces.

Pour qui

Le détenteur du brevet souhaite trouver un distributeur au niveau national et céder des licences à l'étranger.

ENVIRONNEMENT

Le bateau qui recycle les boues

C'est une barge (33 m x 5,9 m) qui est en fait une station d'épuration flottante. Elle va être installée, c'est une première mondiale, dans la station balnéaire britannique de Mablethorpe. Son principal intérêt ? Eviter aux municipalités d'avoir à construire de nouvelles installations de traitement des eaux d'égouts, lorsque ces dernières sont sujettes à des variations de débit spec-

taclaires. Ce qui est le cas des stations balnéaires qui doivent faire face à des afflux soudains de population.

Ce "bateau-épuration" vient agrandir la capacité de l'usine de traitement des eaux d'égouts de la ville par son installation devant leur canal d'écoulement. Par l'intermédiaire de poutres il est relié à une fosse d'oxydation. Il produit un ef-

fluent de haute qualité (moins de 20 mg/l de matières solides en suspension) sans qu'il soit nécessaire de recourir à de coûteux bassins de décantation. Les boues sont recueillies par une série de trémies ; quant à l'eau recyclée, elle est évacuée par un siphon ou par une pompe. L'entretien de la barge, qui peut être installée toute montée ou assemblée sur place, est nul. Sa mission terminée, elle peut être remorquée là où son intervention devient nécessaire. Renseignement : Simon-Hartley Ltd Etruria, Stoke-on-Trent STH 7B4, Grande-Bretagne.

Détection aérienne par radar

500 kg de cocaïne, d'une valeur marchande de quelque 50 millions de dollars, ont pu être confisqués par les services douaniers américains pendant les deux mois de tests d'une nouvelle arme de lutte anti-drogue : l'avion "P-3 AEW" (Airborne Early Warning) fabriqué par Lockheed. Cela représente 50 % de plus que ce qu'attendaient les douanes.

Cet avion est destiné au repérage et à l'interception des centaines de petits appareils transporteurs de drogue qui s'introduisent chaque année illégalement aux Etats-Unis depuis l'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud.

Il est équipé du radar à grande portée APS-125, de General Elec-



tric, logé sur le fuselage dans un dôme de 7,3 m de diamètre, pouvant balayer totalement 360°, aucune structure de l'avion ne venant interrompre le faisceau. Portée et rayon lui permettent une surveillance parfaite d'une superficie de plus de 500 000 km².

Le P-3 AEW présente une autonomie de vol de 14 heures et peut

patrouiller sur une distance atteignant 6 500 km.

L'avion est basé à Corpus Christi, au Texas. Depuis cette base, les services douaniers utilisent déjà d'autres appareils de lutte anti-drogue, moins performants, notamment les P-3A, sur lesquels le radar est situé dans le nez de l'appareil.

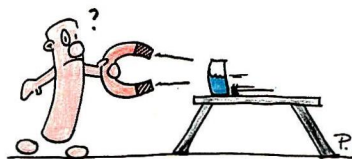
Souvent trop de fer...

Le fer se trouve naturellement partout dans la nature, sous forme d'oxydes ou de minerais. Si sa teneur dans les eaux de surface excède rarement 1 mg/l, les eaux souterraines contiennent souvent des concentrations beaucoup plus élevées, dues à la filtration des sols.

Or les eaux potables ne devraient pas avoir une concentration de fer supérieure à 0,02 mg/l. A partir de 1 mg/l elles présentent un goût nauséabond et provoquent des taches sur le linge et la porcelaine. Mais surtout de telles concentrations dans les eaux de surface indiquent la présence d'effluents industriels, ou d'infiltrations provenant des mines, ou encore de tuyauteries en fer rongées par la corrosion.

Désormais, grâce à la société internationale Chemetrics, qui vient d'introduire en France un nouveau procédé d'analyse, on peut déceler

ces concentrations anormales et nocives dans l'eau potable. Principe de la méthode : réduire le fer dilué à son état purement ferreux et le faire réagir avec une solution acide qui lui donne une couleur rouge. L'intensité de ce rouge étant directement proportionnelle à la concentration en fer de l'échantillon. Le réactif est tel que les agents oxydants n'agissent pas sur la mesure. Quant aux résultats, ils sont



exprimés en mg/l de fer.

Ces tests sont effectués grâce à des ampoules auto-remplissables donc rapidement, simplement et de façon parfaitement fiable. Chaque ampoule contient le réactif pré-dosé, scellé sous vide, ce qui assure une durée de conservation quasi illimitée.

Pour tout renseignement : Chemetrics, route de Maubec, 84500 Oppède, tél. (16) 90 76 81 18.

... et pas assez de sélénium

Les Français manquent de sélénium. Leur ration alimentaire moyenne comporte entre 40 et 60 µg/jour de cet oligo-élément essentiel, soit une dose parmi les plus faibles observées en Europe.

Or, selon l'Académie des sciences de New-York, les besoins d'un individu adulte se situent entre 50 µg/jour, quantité proche de la carence,

et 200 µg, quantité considérée comme normale.

Cette carence française vient d'être constatée par le CNRS, dans son centre d'études nucléaires de Bordeaux-Gradignan, au moyen d'une sonde associée à des méthodes radiochimiques.

Pour tout renseignement : Mme Simonoff, tél. (16) 56 89 18 00. ■

VIEUX FILMS : LA COULEUR A L'ASSAUT DU NOIR ET BLANC

Plus de 50 000 films noir et blanc dorment dans les archives du cinéma. Producteurs et financiers y voient un fabuleux marché potentiel car, aujourd'hui, il est possible de les colorier avec l'aide d'ordinateurs, en vue d'une nouvelle diffusion à la télévision et en cassettes vidéo.

Novembre 1983 : une firme américaine, *Motion Pictures and Television Engineers*, présente un procédé créé, par Wilson Markle, pour le coloriage électronique des films en noir et blanc au moyen d'un ordinateur. Son intention est clairement affichée : faire de l'argent en révélant, à la jeune génération des téléspectateurs américains allergiques au noir et blanc, les œuvres historiques du cinéma tirées sur des copies en couleurs. Les premiers films ainsi retouchés sortent en 1984. Ils provoquent une levée de boucliers des réalisateurs, des acteurs et des critiques.

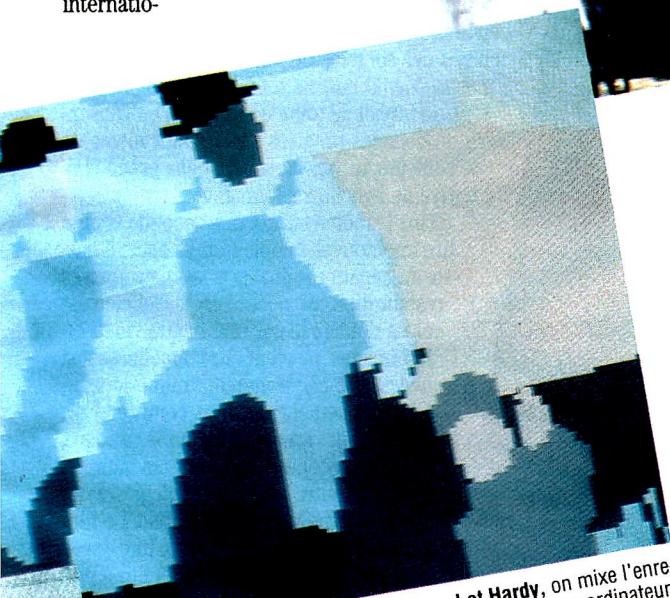
Novembre 1986 : WTBS, une chaîne de télévision d'Atlanta, diffuse une version colorisée du *Faucon Maltais*, long métrage réalisé par John Huston, maître du film noir américain au sens le plus large du terme. Le cinéaste a en effet créé le "policier" noir outre-Atlantique, notamment en jouant de la puissance émotionnelle du noir et blanc pour renforcer le suspense. Pour John Huston, le coloriage de son film est une véritable trahison. « C'est, dit-il, comme si on barbouillait les dessins de Léonard de Vinci pour les rendre plus actuels. » Ce à quoi Wilson Markle répond : « Le noir et blanc n'est pas naturel ; il n'existe nulle part dans la nature. » Les protestations n'empêchent ni la poursuite de la diffusion du film, ni le coloriage d'autres films, car la loi américaine ne reconnaît pas le droit moral des auteurs. Bien plus, elle va jusqu'à considérer que ce sont les producteurs qui sont auteurs des films. John Hus-

ton ne peut que perdre cette première manche.

Novembre 1988 : seconde manche lorsque la guerre du coloriage est portée en France. En juin, la société Turner, détentrice des droits d'exploitation des films de Metro Goldwyn Mayer, RKO et Warner, a accordé à la *Cinq* le droit de diffuser la version colorisée d'*Asphalt Jungle* (*Quand la ville dort*), un autre classique du cinéma noir de John Huston (1950). Les héritiers du cinéaste — mort en 1987 — soutenus par les sociétés françaises des auteurs demandent l'inter-



diction de son exploitation, en s'appuyant sur la loi française et sur les conventions internationales qui disposent que les droits moraux sont attachés à la personne des auteurs et qu'ils sont perpétuels, inaliénables et imprescriptibles. Pour les avocats de Ted Turner, le patron de la société qui porte son nom, le droit moral ne saurait être « fait pour servir les caprices imbéciles des auteurs ». Le 23 novembre, le Tribunal de grande instance de Paris tranche en appliquant la loi française et la loi internatio-



Pour colorier *Music Box*, un film de Laurel et Hardy, on mixe l'enregistrement noir et blanc et les aplats couleur obtenus par ordinateur.

nale :
le film colorié ne pourra être diffusé en France.

Cette bataille juridique, il faut le souligner, ne met pas en cause le coloriage proprement dit et son exploitation commerciale ; elle tend essentiellement à protéger le droit moral (et, par là même, le droit pécuniaire) des auteurs, c'est-à-dire à soumettre ce coloriage et les conditions de cette exploitation à leur accord préalable.

Même aux Etats-Unis il est au-

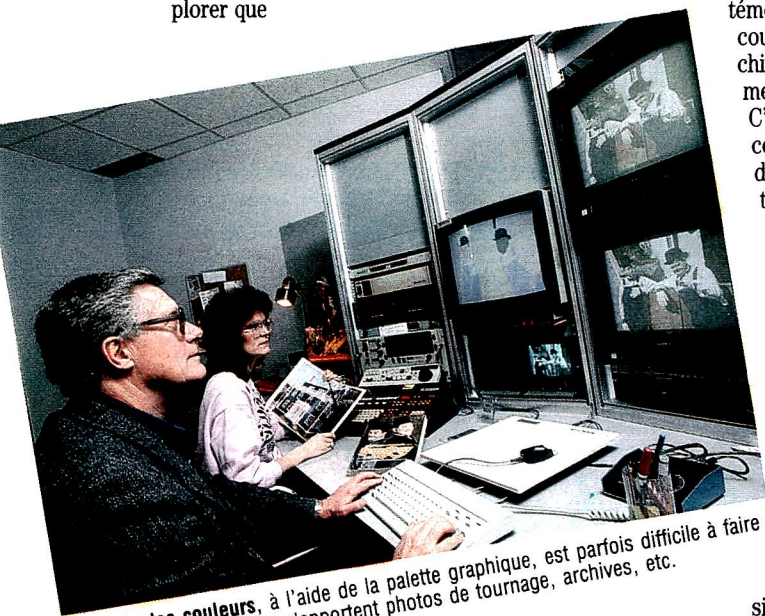
jour
d'hui probable que cette protection l'emportera. Un projet de loi a en effet été introduit devant le Parlement et il devrait aboutir à une reconnaissance du droit d'auteur tel qu'il est déjà affirmé par les conventions internationales, notamment par la Convention universelle des droits de l'Homme.

Quant à la technique du coloriage électronique, observons d'abord qu'elle est bien antérieure à l'affaire du *Faucon maltais*. C'est en effet dès 1970 que Wilson Markle (alors membre de la Société des ingénieurs de télévision et de cinéma) a l'occasion de tester son invention, lorsque la NASA lui confie la mission de colorier les premiers pas d'Armstrong sur la Lune en

1969. Mais ce n'est que 13 ans plus tard qu'il présente le coloriage électronique devant la SMPTE (*Society of Motion Pictures and Television*). Il décide alors de monter sa propre société, *Colorization Inc.*, au sein des Hal Roach Studios à Toronto. Il commercialise aussitôt sur vidéocassettes son premier long métrage colorié : *Topper* de Norman Mac Leod tourné en 1937 avec Cary Grant, puis deux Laurel et Hardy et *It's a wonderful life* de Frank Capra avec James Stewart.

L'année suivante, avec la création de Color Systems Technology à Los Angeles, Colorization Inc. voit arriver son premier concurrent qui fait aujourd'hui figure de leader dans son domaine. Après s'être fait la main sur la série TV *Au nom de la loi*

avec Steve Mac Queen, les 18 studios de CST tournent maintenant 24 heures sur 24. Deux autres sociétés se sont aussi lancées depuis sur le nouveau marché : American Film Technology à San Diego et Tintoretto (transfuge de Colorization Inc.). Ces quatre studios peuvent techniquement traiter aujourd'hui plusieurs centaines de films par an. A l'origine de cette aventure, il y a l'Américain moyen qui, en mal de couleurs et de "réalisme", ne regarderait plus les films en noir et blanc. Privé des grands classiques — selon les partisans du coloriage électronique — celui-ci serait condamné à se gaver de nouvelles séries ou autres longs métrages moins prestigieux mais en couleurs. D'autant que les dirigeants des chaînes TV, de leur côté en mal d'audience, ont pris la température et répugnent à diffuser les films en noir et blanc aux heures de grande écoute. Ainsi sont avancés des arguments très populistes qui vont jusqu'à déplorer que



Le choix des couleurs, à l'aide de la palette graphique, est parfois difficile à faire malgré les informations qu'apportent photos de tournage, archives, etc.

les ciné-clubs (émissions réservées aux grandes œuvres des années 20 à 50) ou les cinémas spécialisés soient seulement fréquentés par des amateurs et échappent au grand public.

Regrettable état de fait s'il en est, mais en quoi peut-il justifier la mise en couleurs ? Les tenants du coloriage électronique considèrent que le noir et blanc a vieilli. Pour preuve, les scores des magasins de location de cassettes vidéo qui auraient réalisé depuis deux ans leurs plus gros chiffres d'affaires avec *Le Faucon maltais*, *Casablanca* et *La Vie est belle* dans leurs versions coloriées. A la vérité, ces scores montrent surtout l'existence d'un marché potentiel, lequel va d'ailleurs bien au-delà de l'ex-

ploitation des œuvres historiques.

Aux Etats-Unis, hors d'Hollywood, le traitement numérique d'un film connaît aussi d'autres applications notamment dans le domaine de l'imagerie médicale. Plusieurs expériences sont à l'étude en cardiologie ainsi que dans des secteurs comme la géophysique ou l'aéronautique.

En France, où le procédé est encore quasiment inexploité, certaines sociétés de vidéo y voient un outil supplémentaire mis à la disposition des créatifs. C'est le cas de Daikiri à Paris, spécialisée en infographie, qui installe aujourd'hui un atelier de coloration pour s'orienter vers les courts métrages et le dessin animé.

Depuis son invention, la technique de coloriage électronique n'a pas fondamentalement changé. Il faut d'abord entre un et trois mois de recherche sur les couleurs qui seront employées et qui doivent être celles de l'époque du tournage. Tous les témoins sont bons : vieilles affiches (souvent en couleurs), photos de tournage, documents d'archives des sociétés de décoration ou de costumes et même parfois témoins encore vivants. C'est le travail de toute une équipe. En l'absence de données précises sur certains éléments de couleurs, un directeur artistique prend l'initiative de les choisir lui-même.

Dans le même temps, une seconde équipe tire une nouvelle copie noir et blanc à partir du négatif original si possible (et après restauration, si nécessaire). Celle-ci est alors dupliquée sur une bande vidéo où les images peuvent être améliorées si nécessaire par traitement numérique.

L'équipement de base comprend un ordinateur graphique couplé à deux magnétoscopes (un pour le noir et blanc, l'autre pour la couleur) et un banc de montage informatisé. Le film est "découpé" en scènes d'une durée variable, de quelques secondes à plu-

sieurs minutes, comportant plusieurs éléments en commun (un personnage, un meuble...). Un film d'une durée moyenne comporte ainsi entre 600 et 1 000 scènes. On attribue alors une couleur à chaque élément de chaque image-clé identifiée par exemple par l'arrivée d'un nouveau personnage. Cette image est ensuite coloriée en utilisant la console d'une palette graphique. Durée de l'opération : entre 10 minutes et plusieurs heures selon la complexité de l'image et la puissance des systèmes.

L'ordinateur doté d'un logiciel approprié colorie ensuite tout seul les images intermédiaires d'un même plan. Le technicien peut reprendre le contrôle de l'opération en cas de sortie de champ d'un personnage, de changement d'angle ou de mouvement de caméra trop important. Lorsque le travail est achevé, des corrections peuvent encore être

(suite du texte page 162)

3,6L



*La consommation
la plus réduite
du monde.**

Mini prix, mini consommation pour un moteur maxi souple en ville (couple 8,6 mkg DIN à 2500 tr/mn) et maxi puissant sur

route (155 km/h sur circuit). Décidément, n'attribuer qu'un record à cette AX Diesel serait la réduire à bien peu de chose.

Consommations normalisées : 3,6 l aux 100 km à 90 km/h, 5,0 l à 120 km/h, 5,2 l en parcours urbain. *dans sa catégorie à 90 km/h.

AX Diesel



VISIOCONFERENCE : LE NOUVEL ART DE COMMUNIQUER

*Se voir et se parler
à plusieurs, aux quatre coins
du monde, sans qu'aucun
des interlocuteurs ne quitte son
propre bureau, voilà qui
est en train de révolutionner
le monde des affaires.*



Il y avait déjà l'audioconférence, grâce à quoi plusieurs participants, en des endroits éventuellement très éloignés les uns des autres, pouvaient converser comme s'ils se trouvaient dans un lieu unique. A cette possibilité purement phonique, on a ajouté, il y a quelque temps, la dimension visuelle. C'est la visioconférence, aussi appelée vidéoconférence. On reconstitue ainsi, en deux, trois — jusqu'à cinq — sites différents, des conditions qui approchent celles d'une authentique réunion entre gens physiquement présents dans un même local.

Pour le monde du commerce et de l'industrie, la circulation de l'information passe impérativement par le contact humain des "décideurs". Ni le courrier, ni le télex, ni même le téléphone, ne sont des moyens suffisants pour un échange sérieux d'idées, une discussion approfondie des problèmes, une prise de décision bien concertée. D'où l'obligation, pour les cadres de multinationales, de passer une bonne partie de leur vie dans les avions. Des déplacements qui coûtent très cher aux sociétés, qui fatiguent le personnel, chroniquement exposé aux décalages horaires, et qui engendrent une part d'inefficacité, car un même homme ne peut être toujours en voyage et à la fois bien gérer le poste dont il a la charge.

En créant sur place, artificiellement, des conditions de rencontre qui simulent celles d'une réunion de travail classique, la visioconférence est en train

de transformer les habitudes de bien des hommes d'affaires. Sans être en permanence vissés à leur fauteuil de bureau, ceux-ci deviennent néanmoins plus sédentaires qu'autrefois.

Cette technique de communication offre l'énorme avantage de véhiculer un flux d'informations très important, presque autant que le permettrait un échange direct entre des personnes réunies dans une même salle. Le fait de voir le visage de ses interlocuteurs contribue beaucoup à la "convivialité" du procédé, et très vite les distances sont oubliées. Bien sûr, ce ne sont pas seulement les visages des participants qui sont retransmis, mais tous les types de documents, sous n'importe quelle forme : tableaux, plans, photos, schémas même rapidement crayonnés sous l'inspiration du moment.

Le concept de la visioconférence est déjà relativement ancien. Chez nous, les premières liaisons opérationnelles ont été effectuées en 1983, limitées alors au territoire français, avec toutefois quelques prolongements européens. Au début, ce service a été largement boudé par les utilisateurs potentiels. Sa nouveauté effrayait peut-être. Sans doute manquait-il aussi le "maître d'œuvre" capable de fournir des systèmes clé en main. On offrait bien aux entreprises la possibilité de "visioconférer", mais on ne les aidait guère à monter l'installation adéquate. Ce manque a été comblé par la création, en 1986, de France Câble et Radio (FCR), filiale spécialisée de



France Télécom.

Aujourd'hui, FCR prend en charge l'ensemble de l'équipement des salles de visioconférence, depuis le choix du matériel vidéo jusqu'aux aménagements intérieurs, éléments très importants dans une telle installation, car il importe de réaliser une acoustique et un éclairage qui permettront une prise de son et une prise de vue d'une extrême qualité, sans pour autant gêner la vision des écrans où s'affichent les images venues de l'extérieur. Il faut donc que la technique soit la meilleure possible, tout en restant la plus discrète possible. Comme sur un plateau de télévision, le spectateur ne doit pas être conscient de la présence des appareils d'enregistrement et de diffusion des images et des sons.

Cela dit, l'infrastructure technique d'une salle de visioconférence est bien moins complexe que celle d'un studio de télévision. Une entreprise qui ne désire pas consacrer une pièce de son immeuble exclusivement à cet usage, peut même s'équiper d'un ensemble mobile, très compact, facilement transportable d'un bureau à un autre.

Le cœur du système est le codeur-décodeur ou CODEC. Sa fonction est double. D'une part, il adapte les signaux vidéo et audio, issus des caméras et des micros, au réseau de transmission France Télécom. D'autre part, il comprime les données à transmettre, ne conservant que les informations utiles à la restitution d'une image animée. En effet, lors de la transmission en continu d'une image codée, il

n'arrive pratiquement jamais que les points de l'écran soient tous modifiés simultanément d'un balayage cathodique au suivant. Supposons un gros plan d'une personne qui parle. Ses lèvres bougent, quelques traits de son expression suivent ces mouvements de la bouche, mais le reste du visage demeure fixe. De même l'arrière-plan est tout à fait stationnaire. Les images se déroulent au rythme de 50 à la seconde en temps réel. Entre deux vues consécutives, la majeure partie des points constitutifs de ces images resteront en place, identiques à eux-mêmes. Le CODEC, appliquant au signal vidéo un traitement numérique, compare en permanence l'image actuelle qu'il faut transmettre à l'image précédente qui vient d'être transmise ; en discriminant les éléments stables et les éléments changeants, il reconnaît les informations utiles qui à chaque moment méritent de passer dans le réseau. C'est un peu comme si l'on superposait deux images successives d'un film cinématographique pour voir les différences qui se sont produites entre la première et la deuxième, ces différences étant la seule information intéressante puisque le reste est déjà connu.

La transmission elle-même est réalisée grâce à une liaison spécialisée entièrement contrôlée et gérée par France Télécom. Le débit est relativement modeste — 2 mégabits/seconde —, ce qui en soi ne suffirait pas à assurer une transmission correcte à 50 images par seconde. Mais grâce à la compression du signal par le CODEC, l'opération

s'effectue à une fréquence de 50 Hz, donc dans des conditions identiques à celles de la vidéo ordinaire.

Le réseau utilise, suivant le cas, le câble coaxial, la fibre optique, ou le relais satellite pour les grandes distances. Cela dépend de l'infrastructure disponible sur place. Mais le type de support de la transmission ne change absolument rien pour l'utilisateur, France Télécom assumant entièrement la responsabilité technique de ses télécommunications. Les Etats-Unis et le Japon, par exemple, appliquent des normes vidéo différentes des nôtres : 60 Hz au lieu de 50 Hz, notamment. France Télécom réalise le transcodage des signaux de manière à assurer la compatibilité totale entre les normes étrangères et l'équipement de ses clients français ; les images parviennent à ceux-ci avec une égale qualité quel que soit le pays ou le continent où elles sont émises.

L'équipement de base d'une salle de visioconférence consiste en un matériel audio et vidéo capable d'effectuer la prise et la restitution du son et de l'image dans les meilleures conditions. Il y aura au minimum une caméra, travaillant en couleur ou en noir et blanc, fixe ou montée sur rotule orientable. Un boîtier de télécommande sera actionné par l'"animateur" — le préposé aux diverses manipulations de contrôle, lesquelles ne requièrent aucune compétence technique particulière, seulement quelques instants de familiarisation (ces opérations concernent par exemple le choix du cadrage par l'utilisation des fonctions zoom avant et arrière, ou le pivotement de la caméra sur son articulation motorisée).

Pour une utilisation limitée, FCR propose un assemblage extrêmement compact, dans un meuble équipé de roulettes et aisément déplaçable. Y sont logés la caméra et son dispositif de télécommande, un écran principal, un ou plusieurs moniteurs de contrôle permettant de vérifier la qualité des images transmises, deux haut-parleurs et l'unité CODEC. Ce "kit" composite est évolutif et modulable, par adjonction d'autres éléments tels qu'un deuxième écran ou une deuxième caméra.

Pour les salles de dimensions plus ambitieuses, ou des utilisations plus fréquentes, FCR préconise une installation à poste fixe. Cette disposition permet d'assurer une bonne harmonie entre l'équipement technique et les conditions de sonorisation et d'éclairage. Ce type d'installation peut en outre accueillir des options complémentaires. Une caméra document, par exemple, logée dans le plafond ; elle vise directement une table équipée d'un moniteur de contrôle où sont présentés les documents à transmettre. En utilisant le zoom, et en suivant son effet grâce au moniteur, on arrive à cadrer parfaitement le détail qu'il est intéressant de communiquer, alors même qu'on le commente

verbalement. Des schémas improvisés, des crayonnés à main levée, peuvent ainsi être envoyés en temps réel.

Pour des transmissions de très grande qualité, on disposera aussi d'une "mémoire graphique" capable de numériser et de mémoriser l'image, puis de l'expédier dans le réseau selon un codage spécial qui permet une très haute résolution. Les points transmis sont alors plus nombreux, la transmission plus lente. A la réception, l'image est décodée et le canal visioconférence rendu à son usage normal.

La ligne doit être réservée d'avance. Mais le délai de réservation est bien plus court que celui qu'exige en général la location d'une salle de réunion, par exemple. Il suffit que la demande, faite par télex ou télécopie à l'organisme responsable dans chaque pays, parvienne à ce service deux heures au moins avant l'heure prévue pour le début de la réunion. En cas d'annulation de la séance jusqu'à 24 heures avant la date qui lui était fixée, on ne réglera que 10 % du coût de la visioconférence. Si on décommande deux heures au moins avant l'horaire prévu, seuls 50 % du prix seront facturés. Ce sont là des conditions bien plus favorables que celles imposées par la plupart des hôteliers pour la location d'une salle.

Du point de vue technique, le déroulement d'une visioconférence est une opération très simple. Il suffit de mettre le matériel sous tension au moins un quart d'heure avant le début de la transmission. La liaison s'établit à l'heure précise qui a été demandée. Le rôle de l'"animateur" se bornera, comme nous l'avons dit plus haut, à sélectionner les prises de vues grâce à la télécommande.

Et si la séance devait se prolonger ? Sur simple appel téléphonique au service compétent, une demi-heure au moins avant la fin initialement fixée pour la transmission, une ou plusieurs tranches de 30 minutes supplémentaires seront alors accordées.

Les coûts d'exploitation sont particulièrement intéressants. L'accès au réseau visioconférence s'effectue en général par abonnement mensuel. Pour une liaison à l'échelle nationale, chaque demandeur — maison mère à Paris et succursales en province, par exemple — doit prévoir un budget de 846,13 F hors taxes par heure de liaison, si le total pour le mois reste inférieur à 5 heures (252,96 F/h au-dessus de 10 heures/mois). A l'échelle européenne, le coût horaire varie de 1 440 à 1 800 F. Il se situe entre 2 560 et 3 200 F pour une liaison avec l'Amérique du Nord ou le Japon, entre 5 200 et 6 500 F pour une liaison avec la Chine. Ce qui est très intéressant, comparé au prix des billets d'avion.

Il est possible, en France comme ailleurs, de louer une salle entièrement équipée, lorsqu'on ne possède pas son installation propre. France Télécom offre la première demi-heure de transmission à tout nouvel intéressé.

Henri-Pierre Penel



Regardez Michel Morteyrol (43 ans) : il sourit. Il aime la belle vie : une maison avec piscine, les meilleurs restaurants, une voiture de luxe, des sorties et vacances sans compter. Mais il aime encore plus sa femme et ses 4 enfants. Et il a décidé de s'occuper d'eux comme il faut : protection, aisance, sécurité, bien-être. Voici son étonnante histoire :

Paris, le 31 décembre 1988 (a.p.f.)

Pour les plus sceptiques, encore une preuve - définitive - qu'il est toujours possible de se faire 15 000 F en quelques jours. Même si vous n'avez pas d'argent ! Et sans quitter votre emploi !

Michel Morteyrol ne comprend pas... Comment se fait-il qu'il y ait, encore et toujours, des gens qui ne gagnent pas assez d'argent ? Chaque fois qu'il en a besoin, pour se faire plaisir ou faire plaisir à sa famille, il se libère quelques jours, le temps d'un week-end. Et il exploite sa petite activité annexe.

C'est une activité agréable et amusante : vous faites des cadeaux aux gens qui viennent vous voir. Il s'agit d'une activité facile, il suffit de savoir manipuler un système télé... Un jeu d'enfant ! Il s'agit d'une activité que Michel Morteyrol a démarré sans dépenser d'argent personnel. Et il vous montre comment faire.

Vous vous imaginez peut-être que c'est difficile et que vous n'y arriverez pas... Ecoutez ce que vous dit Michel Morteyrol : « Ce que je fais, tout le monde peut le faire, sans problème ! Alors pourquoi pas vous ? »

Une activité géniale, facile à mettre en place

Les idées simples sont souvent les meilleures ! Une fois de plus, vous pourrez le constater. Et c'est pourquoi l'idée est aussi à votre portée. A condition que vous acceptiez de faire exactement comme Michel Morteyrol. Il suffit de le suivre pas à pas.

Michel Morteyrol était salarié il y a encore quelques années. Il avait des comptes à rendre à son patron. Il avait à justifier tout ce qu'il faisait. Quelle horreur pour un homme qui aime la liberté et l'indépendance ! Son rêve ? Une petite affaire pour lui, tout seul. Bien sûr, l'idéal, c'était une activité facile et sûre. De l'argent à gagner sans quitter son emploi, sans contraintes, pendant les heures libres. Bref, un loisir qui rapporte.

Un rêve impossible, du bluff ?

« Absolument pas » affirme Michel Morteyrol, « c'est la pure vérité. Je le fais maintenant depuis des années et ça marche toujours. C'est un vrai plaisir ! Je me fais plein d'amis sympas. Vous pouvez en faire autant ! Vous allez voir, c'est vraiment facile ! »

Oui ! Il y a 10 ans maintenant (vous voyez, c'est une histoire durable et sérieuse) que Michel Morteyrol tombait par hasard sur un article dans la Presse. Vous réalisez ?... Comme vous en ce moment ! Et dans cet article, on parlait de dossiers-études « idées lucratives ».

Gratuit : Pour tous ceux qui aiment l'Argent

Après 2 reportages très remarquables dans toute la presse, notre envoyé spécial Jean Beaulieu demande cette fois-ci aux lecteurs : « Qui d'autre veut s'amuser avec une petite affaire sérieuse et se faire 15 000 F supplémentaires en trois jours ? »

« Au départ, j'étais aussi sceptique » se souvient Michel Morteyrol, « il faut se méfier des offres trop alléchantes ! Mais j'avais déjà entendu parler de gens qui réussissaient grâce à ces dossiers. Et après tout, je ne courrais aucun risque. Il n'y avait rien à payer, ni avant, ni après. Alors, j'ai aussi demandé le livret gratuit, sans trop y croire. Et je n'ai même pas mis de timbre sur l'enveloppe... Je n'en avais pas sous la main ! Malgré cela, savez-vous ce qui m'est arrivé ? A peine quelques jours après avoir retourné le Bon à découper, le facteur m'apportait une importante enveloppe. A l'intérieur se trouvait un livret-guide « Devenez votre propre patron ». Ce fut une surprise agréable... et toujours gratuite. J'ai découvert un tas d'idées géniales. Dans ce guide, véritable répertoire, il y avait de quoi faire pour tout le monde. C'est là-dedans que j'ai piqué l'idée de mon affaire lucrative ! Mais ce n'est pas tout !

Il aime faire plaisir aux autres

Michel Morteyrol nous a reçus chez lui, en compagnie de Jocelyne, sa charmante épouse. Rien d'étonnant à ce qu'il ait envie de lui faire plaisir, à elle, mais aussi à ses 4 adorables enfants. Rien d'étonnant non plus à ce qu'il fasse tout pour que sa famille se sente bien dans sa superbe maison de maître, au cœur d'un grand jardin bien entretenu, avec piscine.

Copiez l'idée de Michel Morteyrol

- pas besoin de local, démarrez chez vous
- pas besoin de capital, il a tout acheté à crédit
- pas besoin de travailler dur, il s'amuse et se fait plein d'amis en plus
- pas besoin de laisser tomber votre travail actuel, l'idéal pour gagner de l'argent, pendant les week-ends
- pas besoin de personnel supplémentaire, c'est une activité facile que vous pouvez exploiter tout seul
- pas besoin de travailler de longues heures, en trois jours, vous pouvez vous faire 15 000 F
- pas besoin de vous faire du souci, vous pouvez répéter ces gains plusieurs fois par mois, de nombreuses fois par an

Depuis longtemps le propriétaire des lieux a abandonné son poste de salarié. Il a élargi son champ d'activités en s'occupant d'autres affaires. Mais son activité d'appoint lui procure toujours l'argent nécessaire à ses passions : les voitures de collection (il possède une superbe Mercedes 350 SEL), les voyages d'agrément avec son épouse et les meilleurs restaurants.

Cadeau Gratuit : la place nous manque pour reproduire le reportage intégral de Jean Beaulieu sur Michel Morteyrol. Vous pouvez le réclamer au même titre que le livret-guide, à savoir rien à payer, ni avant, ni après, si vous envoyez votre bon ci-contre avant 5 jours.

Maintenant c'est votre tour !

Que vous soyez jeune ou moins jeune, habitant en ville ou à la campagne, salarié ou au chômage, homme ou femme, avec ou sans connaissances particulières, maintenant c'est votre tour. Choisissez comme Michel Morteyrol

parmi toutes ces bonnes idées dans le livret-guide gratuit. Et devenez votre propre patron. Imaginez-vous ce que vous pourrez faire avec l'argent gagné facilement en plus. N'est-il pas plus agréable de pouvoir dépenser sans compter, de vous permettre des sorties, des voyages, des loisirs agréables.

Vous deviendrez aux yeux de vos proches, de vos enfants, de vos amis, l'homme ou la femme dont ils sont fiers. Quel plaisir de pouvoir être généreux, de faire des cadeaux et de recevoir en contrepartie, amour, reconnaissance et tendresse.

Mais attendez, ce n'est pas tout. Il y a mieux encore. Finies les corvées du salarié soumis. Vous organisez vous-même votre journée. Et si vous avez envie de faire la grasse matinée en milieu de semaine, personne ne vous en empêchera. Ce ne sont que quelques avantages. En tant que votre propre patron, vous pouvez profiter de bien d'autres privilèges.

Acceptez, c'est gratuit !

Oui, acceptez de recevoir à titre entièrement gratuit le livret-guide « Devenez votre propre patron ». Il contient des dizaines d'affaires lucratives à exploiter par vous. De nombreux organismes en France et à l'étranger ont participé à la recherche et au contrôle de toutes les idées révélées. Le guide a été édité afin de soutenir les efforts du gouvernement pour la création d'entreprise. C'est votre chance aujourd'hui. Demandez votre exemplaire de suite avant que le tirage ne soit épuisé.

Garantie

Le livret-guide « Devenez votre propre patron » est absolument gratuit pour vous. Vous n'avez rien à payer, ni avant, ni après.

- Il n'y a que 2 raisons pour ne pas répondre :
- 1) vous avez déjà assez d'argent
 - 2) vous n'avez pas 3 jours libres pour gagner 15 000 F

Si ce n'est pas votre cas, découpez tout simplement le coupon ci-dessous et retournez-le dès aujourd'hui. Pour faire encore plus vite, téléphonez au 89 24 04 64. Organisme éditeur : Selz S.A., 1 place du Lycée, B.P. 266, 68005 Colmar Cedex.

Envoyez-moi de suite et sans engagement aucun

- ☐ Le livret-guide « Devenez Votre Propre Patron » - gratuit
☐ Si je vous retourne ce bon avant 5 jours, vous me joindrez le reportage intégral sur Michel Morteyrol - gratuit

Voici mon adresse : Mme ☐ Mlle ☐ M ☐

Nom

Prénom

Adresse

Code Ville

A remplir en lettres d'imprimerie. Editions SELZ S.A.
 1, place du Lycée BP 266 - 68005 Colmar Cedex SVB 90101/7

DES TISSUS QUI COPIENT LA PEAU

Imperméables, mais laissant passer la vapeur d'eau, telles sont les qualités des nouveaux tissus. Pour imiter ainsi la peau, on a complètement modifié les techniques de l'industrie textile.

Le vieil imperméable mastic d'Humphrey Bogart, fétiche des années 50, a vécu. Comme les skieurs, les fonctionnaires modernes de la Police de l'air et des frontières (PAF), pour se protéger des rigueurs du climat, s'habillent de microfibras. Mis au point par des Japonais, le tissu en microfibras dit "imper-respirant" et répondant au label "Confort", a un maillage très serré qui empêche le passage des molécules d'eau mais permet celui de la vapeur d'eau.

Comme tout tissu imprégné d'une solution imperméabilisante, le pardessus de Bogart ne présentait qu'une étanchéité relative ; il ne fallait pas rester longtemps sous la pluie et la solution en question ne résistait guère au lavage. Par ailleurs, sa qualité première, l'étanchéité, en faisait un défaut important, car elle bloquait également la transpiration s'échappant sous forme de vapeur d'eau. Celle-ci était alors absorbée par les sous-vêtements et causait une désagréable sensation de moiteur. Enfin, cet "imperméable" ne protégeait guère du froid.

Alors que les fibres les plus fines utilisées en Europe pour fabriquer des fils de tissage ne font que 15 µm de diamètre environ (pour les tapis ou les tampons récurants, on utilise des fibres 10 à 15 fois plus grosses), les microfibras japonais ne font que 5 à 10 µm de diamètre, soit sept fois moins qu'un cheveu (!).

Comment produire et tisser sans les rompre ces fils composés d'une multitude de brins microscopiques ? Grâce à un enrobage qui disparaîtra par la suite, ou à une "colonne vertébrale" maintenant les microfibras. Pour

l'"ile et mer", l'une de ces techniques de fabrication, les microfibras de polyester sortent de la filière (2) enrobées d'une gaine de polystyrène. Cette gaine, d'un diamètre de 2 µm environ, est tissée ou tricotée normalement. Le tissu ainsi obtenu passe dans un bain de dissolvant qui n'attaque que le polystyrène. Après

cette opération, on fait "foisonner" le tissu, selon une méthode que les Japonais conservent secrète, ce qui a pour effet d'étaler les microfibras qui prennent ainsi la place laissée par la gaine et resserrent la trame du tissage ; le maillage devient alors plus fin qu'une molécule d'eau et le tissu devient imperméable.

Dans un autre procédé, dit en coupe "orange", les microfibras sortent de la filière comme les quartiers de ce

Les mailles de la Police

Vue au microscope avec un grossissement $\times 100$, la nouvelle tenue en microfibras de la Police de l'air et des frontières (à g.) ne présente



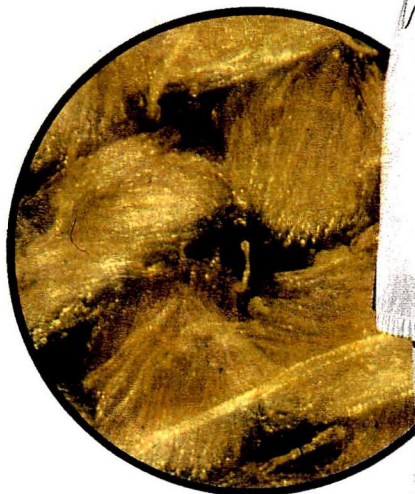
fruit, avec un séparateur qui fait office de colonne vertébrale en forme de croisillon créant un cloisonnement interne. Restant en place après le tissage, ce séparateur donne un tissu plus gonflant.

Grâce à la finesse de leurs microfibrilles, ces tissus sont plus souples que les tissus traditionnels, très légers et doux comme la soie. Même si les gouttes de pluie ne roulent pas dessus mais s'étalent à leur surface, ces matériaux sont tout à fait imperméables ; toutefois, les fabricants les imprègnent d'une solution dite "déperlante" pour obtenir un effet... psychologique.

L'utilisation des microfibrilles dans la fabrication de tissus n'est pas entièrement nouvelle. Les industriels américains et européens les emploient depuis quelques années ; mais uniquement pour produire des textiles non tissés. Les microfibrilles sont chassées par une forte soufflerie en sortie de filière et recueillies sur un tapis roulant, où elles s'enchevêtrent pour former une nappe. Là aussi la finesse des microfibrilles améliore sensiblement les propriétés du produit final. Ainsi, 4 mm de Thinsulate, un isolant thermique en microfibrilles non tissées produit par 3M et servant au garnissage de vêtements, ont le même pouvoir isolant qu'un non-tissé en fibres traditionnelles de 3 à 4 cm d'épaisseur. Le Kintex, un non-tissé en microfibrilles hydrophiles, est un tissu d'essuyage au pouvoir d'absorption dix fois plus important qu'une éponge de même épaisseur.

se resserment

pas une faille, alors que le vieil imperméable de Bogart (à d.), au même grossissement, apparaît aussi lâche qu'un filet de pêche.



Pour les tissus imper-respirants à proprement parler, des techniques autres que les microfibrilles existent depuis quelque temps. Ainsi, en 1969, Bill Gore, un ancien ingénieur de la firme américaine Dupont de Nemours, modifie une invention de son ancien employeur et obtient un film en polytétrafluoréthylène (PTFE ou Téflon). Expandé, le Téflon donne une fine membrane microporeuse, le Gore-Tex, qui trouve de nombreuses applications en médecine, en électronique, en aéronautique et depuis quelques années en habillement. Comportant d'innombrables pores, d'un diamètre de 0,2 μm , le film Gore-tex empêche le passage des molécules d'eau, 20 000 fois plus grosses que ces pores, et laisse passer en revanche les molécules de vapeur d'eau, 700 fois plus petites. Dans la confection, ce film est contrecollé sur le tissu ou introduit en sandwich entre doublure et tissu, mais il en résulte une perte de la souplesse de ce dernier et entraîne une certaine fragilité au lavage.

Quelques firmes européennes ont de leur côté développé un procédé d'enduction microporeuse. Par exemple, le tissu Stan R, de la firme belge Penel et Flippo, est constitué d'une base en polyester ou en polyamide imprégnée d'une solution aqueuse de polyuréthane. Lors du séchage, cette solution se coagule et produit à la surface du tissu une structure de mousse aux pores extrêmement fins de même qualité que le Gore-Tex.

Pour un confectionneur, les tissus enduits d'une telle solution microporeuse coûtent pratiquement moitié moins cher que les tissus contrecollés avec un film microporeux, mais ils sont beaucoup moins stables au lavage. Quant aux tissus en microfibrilles, ils se lavent sans précautions particulières, sont plus légers et plus souples que les deux autres méthodes, et coûtent deux fois moins cher que les tissus contrecollés avec un film microporeux, mais ils sont plus sensibles au frottement et se déchirent plus facilement.

Laurent Douek

1) Pour déterminer la grosseur d'un fil ou d'une fibre, les industriels du textile ne prennent pas directement en compte son diamètre : ils utilisent plutôt le tex, unité spécifique qui détermine le poids en grammes d'un kilomètre de fil ou de fibre.

2) Les fils en fibres synthétiques sont obtenus par filage, la matière première est fondue et extrudée au travers d'une filière ; alors que les fils en fibres naturelles telles que le coton, le lin ou le jute sont obtenus par filature.

SCIENCE JEUX

Moteur thermique à bilames

PHYSIQUE AMUSANTE

Nous avons vu le mois dernier un moteur thermique très particulier fonctionnant — lentement — à partir de la rétraction des molécules du caoutchouc sous l'effet de la chaleur. En fait, et nous l'avons noté, le processus général est exactement inverse : les solides voient leurs dimensions augmenter quand la température monte.

Cette augmentation, pour faible qu'elle soit, n'est nullement négligeable : une barre de fer de 1 m allonge de 1,2 mm entre le gel (0°C) et l'eau bouillante (100°C).

On doit tenir compte de cette dilatation dans tous les assemblages mécaniques, et ce d'autant plus que les métaux et leurs alliages présentent des coefficients de dilatation qui peuvent varier dans la proportion de 1 à 25 ; du coup, un ajustage un peu serré entre pièces faites de métaux différents peut être bon à 20°C et complètement bloqué (ou complètement lâche) à 100°C.

Pour la même raison, il est peu raisonnable de parler de pièces usinées au millième de mm, sauf en mécanique de haute précision, quand on sait qu'un axe dont le diamètre à 0°C est de 20 mm (à 0,001 mm près) passe à 20,024 mm à 100°C. Ces 0,024 mm d'augmentation du diamètre, soit environ 1/40 de mm, sont mesurables avec le premier pied à coulisse au 1/50.

Tout bouge sans cesse avec les fluctuations de la température, et les ingénieurs qui ont à dessiner des montages métalliques — qu'il

s'agisse d'une montre ou d'une locomotive — tiennent très précisément compte de ces variations thermiques.

Quand le montage est constitué d'un même alliage, les choses restent simples car tout l'ensemble gonfle ou se rétrécit en proportion, mais elles se compliquent si l'assemblage emploie des métaux différents.

Les coefficients de dilatation en longueur sont en effet fort différents d'une substance à une autre ; la formule classique donnant la longueur l d'une barre solide à la température t à partir de sa longueur l_0 à 0°C s'écrit $l = l_0 (1 + \beta t)$. Ce coefficient β (10⁻⁶/degré) vaut par exemple 12 pour le fer — d'où l'allongement de 1,2 mm d'une tige de 1 m entre 0°C et 100°C. Il vaut 24 pour l'aluminium, 17 pour le cuivre, 9 pour le platine ou le verre, et seulement 1 pour l'alliage fer-nickel 64/36.

Les aciers au nickel ont d'ailleurs la très curieuse propriété d'accuser des variations énormes du coefficient de dilatation selon la teneur en nickel : la courbe représentant des variations démarre par un maximum voisin de 18 pour un

faible pourcentage de nickel, puis descend à 1 pour 36% de Ni, remonte à 9 (comme le verre) pour 46% — alliage dit platinite — et termine autour de 13 quand on va vers le nickel pur.

Comme nous allons le voir, ces différences de dilatation sont exploitées pour faire des bilames dont la forme varie beaucoup avec la température. Auparavant, notons qu'un solide occupe toujours 3 dimensions dans l'espace, et que la dilatation l'affecte donc toujours dans ces 3 dimensions : c'est tout le volume qui se dilate. Le coefficient de dilatation volumique est très sensiblement le triple du coefficient de dilatation linéaire α .

Remarquons aussi que le phénomène de dilatation — et de rétraction quand la température descend — était connu depuis l'antiquité, mais que son interprétation a dû attendre les connaissances actuelles en physique du solide. On admet aujourd'hui que la chaleur traduit l'agitation des molécules de tout élément matériel, cette agitation étant d'autant plus accentuée que la température est plus élevée.

De là découle l'existence d'une température zéro qui correspond à l'arrêt du mouvement moléculaire : au 0 absolu (− 273°C) atomes et molécules sont immobiles. Au delà de cette limite, ils commencent à osciller autour d'une position moyenne, l'amplitude du mouvement étant d'autant plus grande que la température s'élève. En première approximation, on peut considérer ces vibrations comme sinusoïdales, mais l'expérience a montré que ce n'était vrai que pour de faibles amplitudes, donc de basses températures.

Dès qu'on s'éloigne largement du zéro absolu, les atomes oscillent entre deux valeurs R_1 et R_2 qui ne sont pas équidistantes de la position d'équilibre R_0 ; à ce moment les vibrations ne sont pas sinusoïdales. La distance moyenne des atomes n'est plus R_0 et la force de rappel qui assure les oscillations n'est plus symétrique par rapport à la position d'équilibre : elle est plus grande lorsque les atomes sont rapprochés que lorsqu'ils sont éloignés.

En conséquence, la distance moyenne des atomes s'est accrue sous l'influence de l'élévation de température, ce qui explique la di-

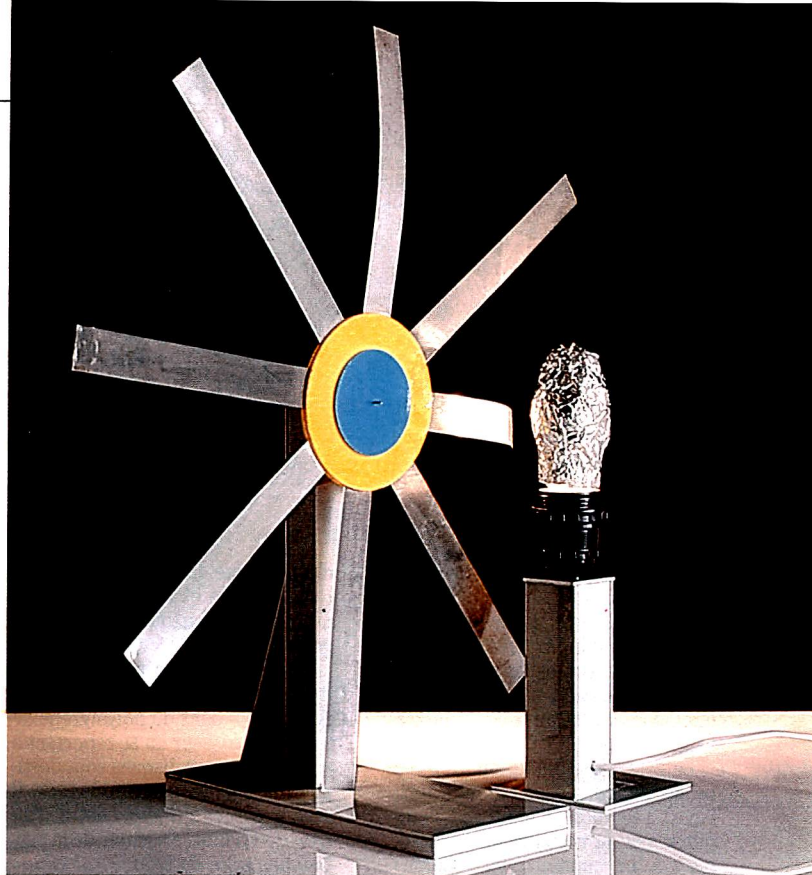
latation thermique. On peut d'ailleurs calculer l'ordre de grandeur du coefficient de dilatation d'un solide à partir de ses caractéristiques atomiques ; il s'agit là de calculs qui relèvent de la mécanique quantique et de la thermodynamique. Nous n'insisterons donc pas, en retenant seulement que la dilatation est liée à l'arrangement des atomes et que celui-ci prend plus de place à mesure que la température s'accroît.

Plus important pour nous va être le fait que les divers métaux et alliages ont des réseaux atomiques différents, et donc des coefficients de dilatation différents. Ces coefficients, nous l'avons vu, sont faibles et l'allongement qui en résulte passerait inaperçu à l'œil nu, mais un artifice analogue au bras de levier inversé va permettre de rendre leurs différences clairement visibles.

Cet artifice consiste à souder l'une sur l'autre 2 lames faites de métaux ou d'alliages différents, par exemple fer et cuivre (coefficients 12 et 17), fer et aluminium (12 et 24) ou mieux alliages fer-nickel pouvant offrir des écarts de 1 à 15. Quand on chauffe un de ces bilames, il se courbe car le métal très dilatable allonge plus que celui qui l'est peu ; les 2 extrémités étant tenues de rester en contact, le plus dilatable recourbe le moins dilatable sous lui et se trouve donc du côté convexe.

Quand la température redescend, le bilame se redresse et devient droit pour une température donnée t_0 ; si la température continue à descendre, le bilame se courbe dans l'autre sens, le métal le plus dilatable raccourcissant plus que l'autre. Il est cette fois du côté concave. Plus le bilame est long, et plus la courbure est apparente au moindre changement de température. Qui plus est, ce changement de forme est très puissant puisque les forces de dilatation, nous l'avons vu le mois dernier, sont très intenses.

Avec des alliages ayant de grands écarts de dilatation pour une même température, soudés ensemble sur toute leur longueur et mis ensuite en spirale pour diminuer l'encombrement, on obtient des spirales thermostatiques d'usage courant dans toutes sortes de matériels où les variations de tem-



pérature doivent commander des variations de débit : ouverture de vannes, de pales, de clapets et autres.

En particulier, on trouve des bilames de ce type dans tous les thermostats des frigidaires, des moteurs de voitures, des radiateurs de chauffage ou de refroidissement, des machines à laver et autres engins thermiques. Plus simplement, ces bilames servent aussi à faire des thermomètres à cadran rond dont la fidélité n'est pas le point fort par suite de modifications dans le temps de la structure des alliages ; il est vrai aussi qu'on ne leur demande pas une précision supérieure au degré et qu'ils sont plus solides que les instruments à liquides.

Pour notre part nous allons utiliser des bilames de grande taille qui sont plats à la température ambiante ($\approx 20^\circ\text{C}$) et se courbent nettement dès 40°C . Afin de rendre spectaculaire l'expérience qui met en évidence ces effets, nous avons retenu l'idée de B. Gitton, un artiste qui s'est fait une spécialité du design scientifique ; il a créé notamment une lampe, dénommée Céphéide, qui illustre parfaitement

les oscillations d'un bouquet de bilames sous l'effet de la chaleur. Comme les bilames en question ne se trouvent pas dans les supermarchés, nous lui avons demandé de mettre à la disposition de nos lecteurs les 8 lames de $24 \times 200\text{ mm}$ qui seront nécessaires pour réaliser le moteur en question.

Toutes les pièces en plastique sont en polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur. Les autres composants sont :

- 8 bilames de $24 \times 200\text{ mm}$; à commander à Bernard Gitton, 49350 Les Rosiers, en joignant un chèque de 45 fr.

- 1 morceau de tige acier (corde à piano) de 1,5 mm pour 70 mm de long ; en vente dans les magasins spécialisés pour maquettes.

- 1 ampoule halogène de 150 W du type protégé par une seconde ampoule, avec une douille à vis et du fil secteur ; en vente dans les magasins d'électricité.

Polystyrène choc de 2 mm, chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris ou chez Pieron, 57206 Sarreguemines Cedex.

Le principe de notre moteur est fort simple et strictement similaire à celui du mois dernier. Les 8

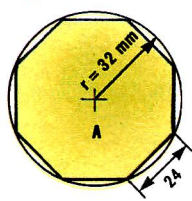


FIGURE 1 : gabarit

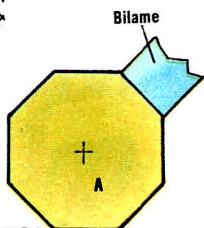


FIGURE 2

lames sont disposées radialement autour d'un axe sur lequel elles peuvent tourner librement. Lorsque le système est froid, l'ensemble qu'elles forment est en équilibre. Si un bilame est chauffé — par une ampoule électrique — il se cambre jusqu'à 45° C.

Le centre de gravité du système ne se trouve plus confondu avec l'axe : l'équilibre rompu est compensé par la rotation de l'ensemble ; à ce moment les bilames chauffés se refroidissent tandis que ceux qui arrivent alors devant l'ampoule sont chauffés à leur tour : la rotation se poursuit. Comme il s'agit d'une suite de ruptures d'équilibre, le mouvement est discontinu.

Nous disposons pour construire le rotor de 8 bilames qui devront être placés à 45° les uns des autres ; pour cela, on commencera par découper un gabarit octogonal — **figure 1** — inscrit dans un cer-

cle de 64 mm de diamètre. Ce gabarit sera tracé et découpé dans un morceau de carton mince et dur genre bristol.

On tracera et découpera les 4 disques — technique du compas de découpe — dans du polystyrène de 2 mm d'épaisseur en se reportant à la **figure 3** ; ces disques sont destinés à former le moyeu du rotor. Ils seront percés en leur centre d'un trou de 1,5 mm ; s'assurer de la perpendicularité du trou.

Ensuite, sur une feuille de papier à dessin format raisin, on tracera le plus précisément possible l'emplacement des 8 bilames — **figure 5** — en s'aidant d'un té, d'une équerre et d'une planche à dessin. Comme indiqué sur cette **figure 5**, après avoir tracé les 4 lignes à 45° passant par le centre, on reportera de part et d'autre 12 mm correspondant aux demi largeurs des bilames.

Il faut ensuite repérer le sens de

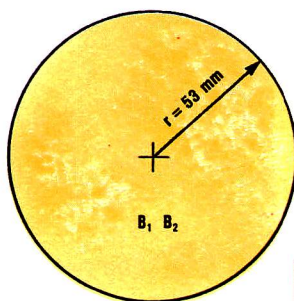


FIGURE 3

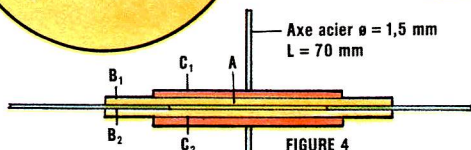
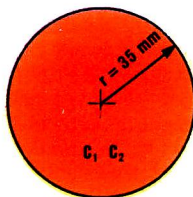


FIGURE 4

cambrure (**figure 6**) des bilames en les exposant à la chaleur d'une simple ampoule électrique ; on mettra une marque au crayon feutre sur les faces concaves et lors du collage qui va suivre, on devra disposer les lames de telle sorte que toutes les faces virtuellement concaves soient toutes dans le même sens (recto par exemple)..

On collera la pièce A, octogone en papier, sur B₁ en s'aidant d'une aiguille pour son centrage et on immobilisera cette pièce B₁ sur le dessin à l'aide d'une punaise passée dans le trou central de B₁. Il restera à coller (cyanocrylate type gel) la première lame, comme indiqué **figure 2**, en la faisant correspondre avec le tracé et en l'appliquant contre l'un des 8 côtés de l'octogone.

Pour y parvenir on aura certainement à faire tourner la pièce B₁ que l'on immobilisera ensuite sur le dessin avec de petits morceaux de ruban adhésif. On collera alors les 7 autres bilames en procédant de même tout en respectant le sens de cambrure virtuel et en veillant bien à leur contact avec l'un des côtés de l'octogone et avec le tracé sur la feuille de papier.

Ceci terminé, on enlèvera la punaise et on posera une forte masse (500 g) sur les endroits collés ; on laissera sécher 1 heure. Tous les disques qui forment le moyeu doivent être concentriques, faute de quoi le disque ne tournerait pas rond.

Pour y parvenir aisément, on se servira de l'axe, une tige en corde à piano de 1,5 mm longue de 70 mm ; on enfilera cet axe dans le trou central de B₁ et, après avoir enduit de colle cyanocrylate, type gel, les parties des bilames qui seront en-

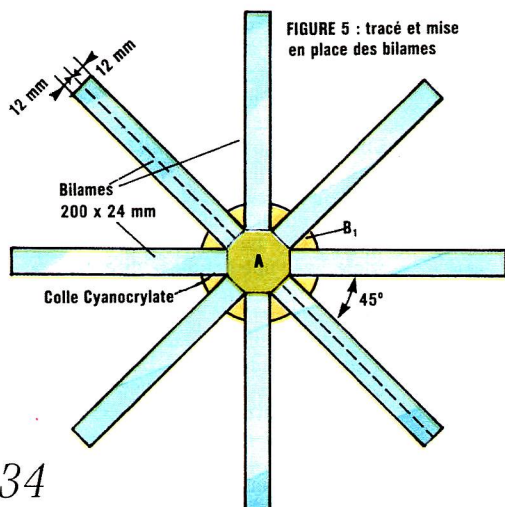


FIGURE 5 : tracé et mise en place des bilames

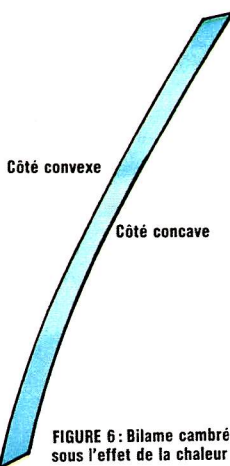


FIGURE 6 : Bilame cambré sous l'effet de la chaleur

suite en contact avec B₂, on enfila ce dernier sur l'axe et on maintiendra les 2 disques sous pression (poids) pendant 1 heure ; ce faisant, on veillera à ne pas déplacer un disque par rapport à l'autre.

Les 2 autres disques (C₁ et C₂) seront ensuite collés (Uhu-Plast) de part et d'autre, comme indiqué **figure 4**, toujours en se servant de la tige d'acier enfilée dans le trou central des 4 disques. Notons que, à moins de disposer d'un foret de 1,1 mm pour percer les trous centraux, la rotation ne sera pas tout à fait libre ; or elle doit l'être car les couples de rotation sont très faibles.

La meilleure solution consiste à réduire légèrement le diamètre de l'axe en le fixant dans le mandrin d'une perceuse et, tandis qu'il tourne, en passant un morceau de toile émeri afin d'enlever un peu de matière. Il ne faut bien sûr pas exagérer et faire un essai de temps en temps en ajoutant une goutte d'huile sur le palier ainsi formé.

La colonne et le socle sont composés des pièces D₁ à J que l'on tracera, découpera et collera selon les indications données **figure 7**. On aura intérêt, au moment de percer les trous des pièces D₁ et D₂, à les superposer parfaitement et à les assembler avec du ruban adhésif avant de les percer ; les trous destinés à maintenir l'axe en corde à piano seront ainsi correctement alignés.

Quand toutes les pièces auront été assemblées, on fixera cet axe avec de la colle cyanoacrylate. Des perles, ou un morceau de chaluveau à boire, seront enfilées sur l'axe afin de maintenir le rotor à environ 20 mm de D₁. Un arrêtoir d'axe constitué par un petit carré de polystyrène percé d'un trou de 1,5 mm sera ensuite mis en place et éventuellement collé.

Le support de lampe, **figures 8 et 9**, est destiné à mettre l'ampoule halogène de 150 W à la hauteur convenable ; sa construction est détaillée sur les figures. La pièce H doit être percée d'un trou dont le diamètre correspondra à celui de la collerette de la douille à vis employée. Un autre trou, destiné au passage du fil d'alimentation secteur, est à forer sur L₁. L'ampoule halogène sera revêtue d'un papier aluminium que l'on disposera de telle sorte qu'il cache le filament

vers l'arrière ; en le froissant, on lui donnera une forme qui suffira à le maintenir en place.

Le rotor en place, concavité des bilames tournée vers l'avant et tournant le plus librement possible, on placera derrière la lampe halogène sous tension ; celle-ci doit être disposée près du centre du rotor et le plus près possible du plan des bilames. Alors celui qui se trouve devant la lampe se courbera spectaculairement vers l'avant et le rotor commencera à tourner du fait du déséquilibre ainsi provoqué.

Un second bilame se présentera et la rotation se poursuivra lentement mais sûrement par à-coups successifs. Après 4 ou 5 tours, les lames froides resteront encore légèrement courbées vers l'avant au moment où elles se présenteront devant la lampe. On en profitera pour rapprocher cette dernière, ce qui augmentera un peu la vitesse de rotation. Il sera facile, en déplaçant le socle de la lampe, d'optimiser sa position afin d'obtenir le meilleur rendement possible.

Mais quels que soient ces réglages, il ne faut pas s'attendre à une rotation rapide ni penser un jour utiliser ce moteur à bilames pour actionner un quelconque système. Tel qu'il est, il se présente seulement comme une démonstration de la dilatation des métaux et de la création d'un couple de rotation

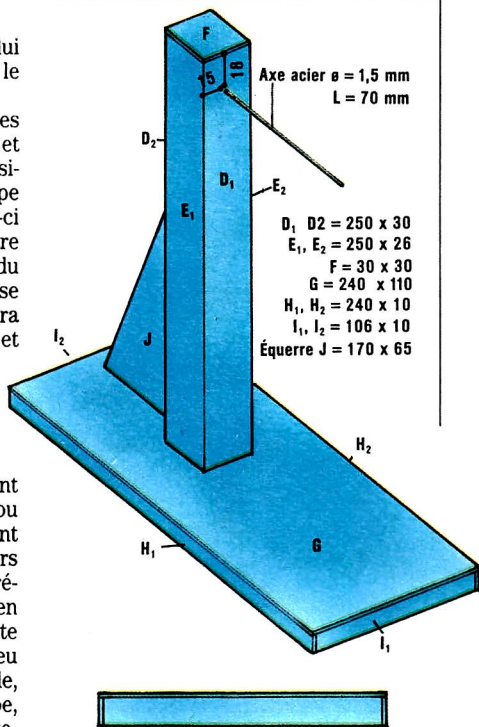


FIGURE 7

par déplacement du centre de gravité ; la courbure spectaculaire des lames montrera en tout cas qu'il n'est pas nécessaire de disposer de pouvoirs supranormaux pour agir sans y toucher sur les métaux.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

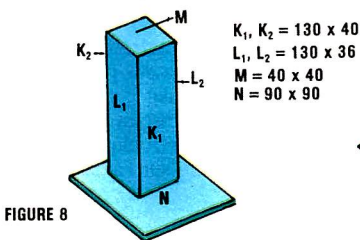


FIGURE 8

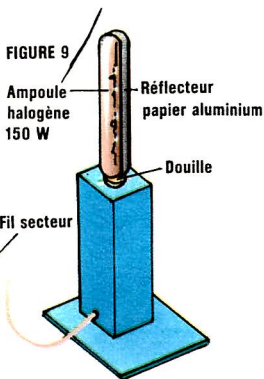


FIGURE 9

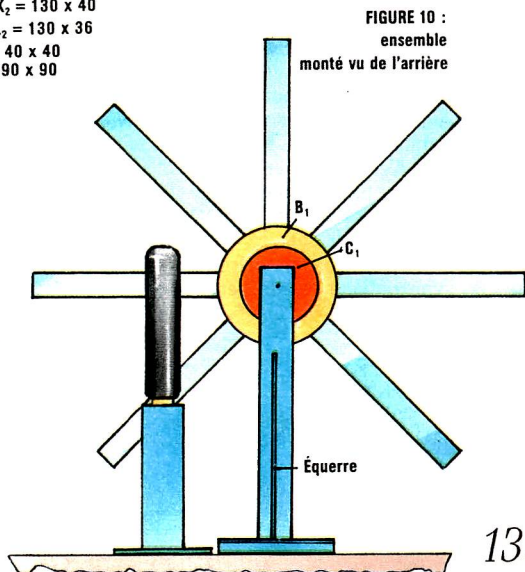


FIGURE 10 :
ensemble
monté vu de l'arrière



Un crayon optique

INFORMATIQUE PRATIQUE

Nous vous proposerons ce mois-ci, grâce à notre écran plat réalisé à l'aide de diodes électroluminescentes, d'illustrer le principe de fonctionnement d'un crayon optique pour ordinateur.

Ici, la résolution sera, bien entendu, très inférieure à celle que l'on peut attendre d'un appareil fonctionnant sur un écran vidéo. Il n'en reste pas moins que ce sera une parfaite illustration de cette application et que les plus passionnés d'entre vous lui trouveront sûrement de nombreuses utilisations ne serait-ce que pour créer un nouveau type de jeu.

La fonction première d'un crayon optique est de permettre un

"dialogue" entre l'utilisateur et la machine, simplement en pointant, à l'aide du crayon, une zone ou un point de l'écran. Le problème à résoudre par l'ordinateur est de connaître exactement la position du crayon.

En fait, dans notre cas comme en vidéo, l'ordinateur gère en permanence l'affichage : en vidéo, il connaît à tout instant la position du faisceau électronique et donc du point éclairé sur l'écran ; ici, le

numéro de la diode électroluminescente allumée. La fonction du crayon optique se bornera donc à envoyer à l'ordinateur une impulsion dès qu'il captera de la lumière. Lors de l'arrivée de l'impulsion, l'ordinateur sait donc précisément sur quelle partie de l'écran se trouve le point éclairé, et il sera donc en mesure de déterminer la position du crayon. Passons maintenant à l'étude de notre montage.

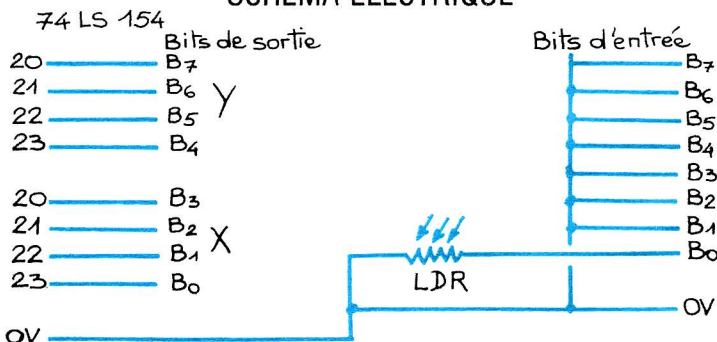
Nous réutiliserons notre écran plat à partir des entrées des circuits 74 LS 154 de démultiplexage X et Y ; si vous avez câblé les convertisseurs ADC 0804, ils seront donc à supprimer. Nous disposons de 8 entrées ; 4 pour X et 4 pour Y. Nous les raccorderons, comme indiqué sur le schéma, aux bits de sortie de notre interface principale. A partir d'un seul octet le micro-ordinateur sera donc en mesure d'allumer la diode de son choix.

Le "cœur" de notre crayon sera une cellule photorésistive du type LDR. Dès que la diode correspondant à sa position sur l'écran sera allumée, sa résistance chutera ; c'est le signal "impulsion" que nous attendons. Il n'est donc pas étonnant que nous raccordions directement notre crayon sur le bit 0 de l'entrée de notre interface principale.

Notre petit programme d'illustration n'a pour fonction que de commander l'allumage séquentiel de l'ensemble des diodes de l'écran et, pour chaque nouvelle commande, de contrôler la réponse du crayon-diode visée, allumée ou éteinte.

En fonction de ces deux paramètres, l'ordinateur connaîtra donc parfaitement la position choisie ; au moment où une diode éclairée sera détectée nous saurons à quel adressage, ou octet, elle corres-

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



```

10 CLS
20 FOR V=0 TO 11
30 FOR H=0 TO 15
40 LET C=(16*V)+H
50 OUT 255,C
60 LET R=IN 255
70 IF R=0 THEN PRINT AT V,H;"*"
80 NEXT H
90 NEXT V
100 GOTO 20

```


pond. A partir de ces données, l'ordinateur affichera une astéroïde sur l'écran (*). Chaque nouvelle position pointée provoquera l'affichage correspondant.

Hormis le câblage de la matrice de diodes électroluminescentes et celui des 74 LS 154, cette réalisation ne présente pas de difficulté particulière; l'utilisation du wrapping sera même superflue. Il faudra cependant apporter un soin particulier à la réalisation du crayon. L'idéal est de disposer — ou de réaliser à l'aide de bristol fort — d'un tube d'un diamètre suffisant pour pouvoir contenir la LDR. L'extrémité du tube sera conique de manière à ce qu'elle présente une ouverture d'un diamètre correspondant approximativement à celui d'une diode. Enfin la LDR sera placée, dans le tube, aussi près que possible des diodes; ceci pour recevoir un maximum de lumière lors de l'éclairement.

Notons que cette application tourne en "basic". Pour les plus passionnés d'entre vous, il restera parfaitement possible de transcrire le programme en langage machine. Dans ce cas, l'écran présentera une luminosité faible mais le balayage sera indécélable. Il est même conseillé de créer des boucles d'attente dans le programme; étant donné la faible bande passante des LDR, il est conseillé de limiter la vitesse globale de balayage de l'écran à 25 Hz. Il présentera donc un léger scintillement mais au-delà de cette limite, la réponse du crayon est fortement compromise.

Pour terminer, précisons que ni la position ni le nombre des diodes, à condition qu'il reste inférieur à 256, n'interviendra sur le bon fonctionnement de notre crayon optique. Il sera donc possible de modifier ce montage pour l'adapter, par exemple, à un jeu de questions-réponses contrôlé par ordinateur...

Henri-Pierre Penel

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

L'ensemble des composants est disponible chez :

△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

Le plan du système solaire

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Si 1989 est l'année du bicentenaire de la Révolution française, c'est aussi le 380^e anniversaire de l'établissement de la véritable révolution des planètes.

C'est en effet en 1609 que Johannes Kepler publia la première de ces trois lois qui décrivent avec précision les mouvements des planètes autour du Soleil. Le cheminement avait été long.

Depuis l'Antiquité, il avait bien été remarqué que, parmi les étoiles de la sphère céleste, certaines, cinq exactement, se déplaçaient, alors que les autres étaient fixes. Pour cette raison, les anciens les avaient appelées "planètes", ce qui signifiait astres errants. L'explication de leur mouvement était une autre affaire.

Pendant des siècles, on en resta à une conception géocentrique, selon laquelle la Terre était au centre de l'Univers. Un certain Aristarque de Samos, deux siècles et demi avant notre ère, avait bien suggéré que ce devait être le Soleil qui occupait la position centrale, mais son hypothèse fut alors unanimement rejetée.

La théorie géocentrique ne rendant pas compte de la réalité observée, on bâtit des systèmes compliqués de cercles et d'épicycles, dans l'espoir de faire coller la théorie à la réalité. Mais celle-ci résistait et les planètes n'étaient toujours pas dans le ciel à la position que les calculs leur assignaient.

Il fallut attendre le XVI^e siècle pour qu'un moine polonais publie, l'année de sa mort, une nouvelle hypothèse selon laquelle toutes les planètes, y compris la Terre, parcouraient des orbites circulaires autour du Soleil. Cette solution plus conforme à la réalité fut violemment combattue, d'autant que les calculs manquaient toujours d'exactitude. Ce fut néanmoins ce que l'on appela plus tard, la révolution copernicienne.

Un demi-siècle après, enfin, Kepler établit les lois de ces mouvements, utilisant pour son travail les observations accumulées avec précision par son maître Tycho Brahé.

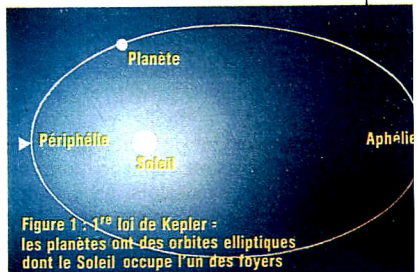


Figure 1 : 1^{re} loi de Kepler - les planètes ont des orbites elliptiques dont le Soleil occupe l'un des foyers

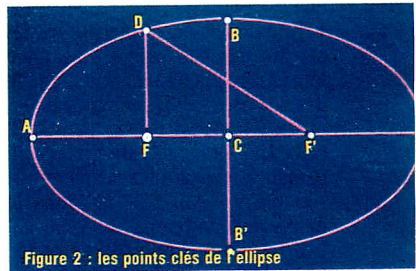


Figure 2 : les points clés de l'ellipse

Les lois de Kepler. Au nombre de trois, elles permirent dès lors de prévoir exactement la position des planètes, mais aussi la mesure de leur distance au Soleil. L'astronomie moderne était née; quelques siècles plus tard, Newton paracheverait l'œuvre, en expliquant les raisons de ces mouvements grâce à sa théorie de l'attraction universelle.

Bien qu'il ne soit pas nécessaire de connaître les lois de Kepler pour observer les planètes en amateur, leur simplicité est telle qu'il est bon de les avoir vues au moins une fois (1).

● Première loi : les orbites que décrivent les planètes sont des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers (figure 1). Rappelons pour nos jeunes lecteurs qu'une ellipse est une courbe qu'on obtient en attachant les deux extrémités d'un fil à deux épingles fichées sur une feuille de papier. On déplace ensuite un crayon dont la mine tend le fil. La courbe obtenue est une ellipse.

(1) Belle carte du système solaire en couleurs 86 x 124 cm. Ed. Hawwks. En vente à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris. Pour les lecteurs de *Science & Vie*: 70 F franco.

se plus ou moins allongée selon la distance qui sépare les deux aiguilles.

Quelques définitions sur l'ellipse (figure 2) :

AA' : grand axe

AC = A'C : demi grand axe

BB' : petit axe

Excentricité (E) = CF/CA

Dans le cas des planètes, si le Soleil occupe le foyer F, on appelle le point A périhélie, point où la planète est au plus près du Soleil. Le point A' est l'aphélie, point où elle est au plus loin. La distance moyenne est définie comme étant le demi grand axe. Le second foyer, F', est un point purement géométrique.

• Deuxième loi : la planète se déplaçant sur son orbite, une ligne joignant la planète au Soleil balaie des surfaces en des temps égaux.

Sur la figure 3, les secteurs ASB, CSD, ESF étant d'égale surface, la planète parcourra les segments de son orbite : AB, CD, EF dans le même laps de temps.

Il résulte de cette deuxième loi, que la vitesse d'une planète sur son orbite n'est pas constante. Par

exemple, dans le cas de la Terre, sa vitesse est de 30,3 km/s au périhélie et de 29,3 km/s à l'aphélie.

• Troisième loi : les carrés des périodes de révolution (autour du Soleil) sont proportionnels aux cubes des demi grands axes des orbites ; ce qui revient à dire que plus une planète est éloignée du Soleil, plus sa période de révolution est longue. Cette dernière loi permet donc de déterminer les distances relatives des planètes au Soleil. Un exemple en facilitera la compréhension.

Soit D la distance de la Terre au Soleil et P sa période de révolution. Soit D' et P' la distance et la révolution de Mars, nous avons la relation : $P/P' = D^3/D'^3$.

La distance de la Terre au Soleil étant par définition de 1, unité astronomique, et sa durée de révolution de 1 année, par ailleurs la simple observation visuelle ayant permis de constater que la durée de la révolution de Mars est de 1 an 321 jours, soit 1,8789 ans, nous avons : $1^3/(1,8789)^2 = 1^3/P'^3$.

Il est facile d'en déduire la valeur de P' qui est égale à la racine cubique de 1,8789 élevé au carré, soit : 1,52. Mars est donc 1,52 fois plus éloigné du Soleil que de la Terre, ce que confirme la réalité. La détermination de la distance Terre-Soleil en kilomètres, point que nous aborderons dans un autre article, permettra de connaître les distances réelles de toutes les autres planètes.

La connaissance des lois de Kepler a eu bien des conséquences pour l'avancement de l'astronomie, en particulier pour l'élaboration et la compréhension de la mécanique céleste. Leur développement sortirait du cadre de cette rubrique. Mais l'amateur peut, grâce à elles, s'amuser à dessiner un plan du système solaire à l'échelle.

Le plan du système solaire. Examinons tout d'abord les valeurs des orbites des différentes planète

(tableau ci-dessous).

La première constatation qui s'impose, c'est la faible excentricité des orbites, hormis dans le cas de Pluton. Comme nous ne pourrions pas, pour des raisons pratiques, tracer un plan de très grandes dimensions, la différence entre le petit et le grand axe des orbites est infime. Imaginons que notre tracé soit réalisé sur une feuille de papier de deux mètres de côté, cette différence varierait de 1 millimètre pour Uranus à 0,012 millimètre pour Vénus, c'est-à-dire moins que l'épaisseur du trait de crayon ! Seul Pluton atteindrait 64 millimètres !

Première conséquence, en excluant Pluton de notre dessin : nous pouvons considérer que les orbites des planètes seront figurées par des cercles. Mais attention, pour respecter la première loi de Kepler, ces cercles ne seront pas concentriques, mais décentrés par rapport au Soleil.

Deuxième remarque avant de passer à la réalisation pratique : les grands axes des orbites ne sont pas tous dans le même alignement. Ils font un certain angle les uns par rapport aux autres ; il reste donc à définir leur orientation. Les annuaires astronomiques nous apportent la réponse en publiant ce qu'on appelle "la longitude héliocentrique du périhélie", autrement dit l'angle que fait le grand axe de l'orbite par rapport à une ligne de référence qui, en l'occurrence, est la direction du point vernal. La dernière colonne du tableau indique cette valeur abrégée par LHP.

Dessin d'une orbite. A titre d'exemple, nous allons décrire le tracé d'une orbite, laissant à chacun le soin de faire les suivantes.

Prenons le cas de Mercure. Il nous faut tout d'abord choisir l'échelle de notre dessin. Cela tient essentiellement à la dimension de la feuille de papier qu'on souhaite utiliser. La taille de l'orbite de Mer-

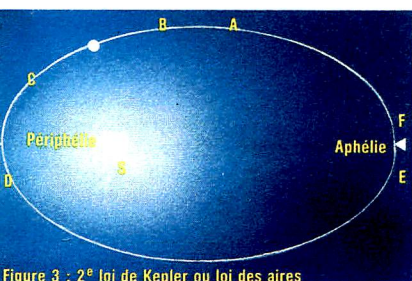


Figure 3 : 2^e loi de Kepler ou loi des aires

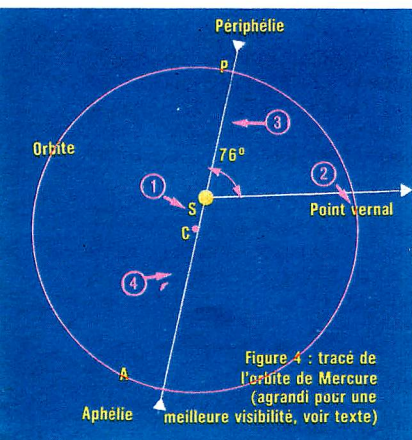


Figure 4 : tracé de l'orbite de Mercure (agrandi pour une meilleure visibilité, voir texte)

Planète	1/2 grand axe en km	1/2 grand axe en U.A.	Excentricité E	LHP
Mercury	57 900 000	0,387	0,207	76°
Vénus	108 210 000	0,723	0,007	130°
Terre	149 600 000	1	0,017	102°
Mars	227 900 000	1,52	0,093	336°
Jupiter	778 340 000	5,203	0,048	13°
Saturne	1 427 000 000	9,5	0,056	92°
Uranus	2 869 000 000	19,218	0,046	169°
Neptune	4 490 000 000	30,11	0,009	44°
Pluton	5 900 000 000	39,44	0,25	223°

cure ne doit pas être trop petite, pour être lisible ; à l'inverse, elle ne doit pas être trop grande, sinon notre plan sera gigantesque et les planètes lointaines seront "hors feuille" !

N'oublions pas que, même si nous excluons Pluton, le rapport des orbites de Mercure et de Neptune est de 77,5. Si nous prenons un diamètre de 5 centimètres pour l'orbite de Mercure, celui de Neptune sera de 3,87 mètres. Par contre, pas question de faire "rentrer" notre plan dans une feuille 21 x 29,7 cm, sur laquelle Mercure circulerait à moins de 3 millimètres du Soleil.

Libre à chacun de choisir son échelle à partir de ces considérations. Pour notre exemple, nous prendrons comme diamètre de l'orbite de Mercure 15 mm. Voici l'ordre des opérations (figure 4) :

1. Vers le centre de la feuille, nous plaçons le Soleil.

2. Une demi-droite partant du Soleil représente la direction du point vernal.

3. La LHP de Mercure étant de 76°, on trace une deuxième droite passant par le Soleil et faisant un angle de 76° avec la direction du point vernal.

4. La droite que nous venons de tracer est en fait le grand axe de l'orbite. Il reste à déterminer sur celui-ci la position du centre de l'orbite. Si nous nous référons à la figure 1, la valeur que nous recherchons est le segment CF. Or nous savons que $CF/CA = e$. Puisque nous avons choisi la valeur de 15 mm pour le diamètre de l'orbite nous avons :

$$CF = 15/2 \times 0,207 \text{ soit } 1,55 \text{ mm}$$

Le centre de l'orbite se trouve donc sur le grand axe à 1,55 mm du Soleil, à l'opposé du périhélie bien évidemment. C'est de ce point que nous traçons un cercle de 15 mm de diamètre, ce qui représente l'orbite de Mercure.

5. Nous pouvons passer à l'orbite suivante, celle de Vénus, en recommençant au point n° 1. Dernière remarque, le diamètre de l'orbite de Vénus est calculé par une simple règle de trois à partir de celle de Mercure et en utilisant les valeurs en UA du tableau.

$$\text{A savoir : } (15/0,387) \times 0,723 = 28 \text{ mm.}$$

Nous laissons à chacun le soin de réaliser "son" système solaire. Dans le prochain article, nous verrons comment placer les planètes

sur leur orbite et utiliser ce plan.

Les observations du mois. La nouvelle Lune ayant lieu le 7, c'est dans les premiers jours de janvier qu'on pourra contempler la lumière cendrée. Le 9, un fin croissant lunaire sera en conjonction avec Mercure. Observation difficile, à tenter dès le coucher du Soleil (figure 5).

Du 14 au 16, l'astre des nuits croise Mars et Jupiter, ce qui nous vaudra deux belles conjonctions et offrira aux débutants un repère commode pour localiser ces deux planètes (figure 6).

Mars, toujours bien observable, diminue de diamètre au fur et à mesure que son éloignement de la Terre augmente. En fin de mois, il n'est plus que de 7 secondes d'arc, ce qui est trop peu pour apercevoir des détails significatifs.

Par contre, Jupiter tient la vedette. Observable dès la tombée de la nuit, jusqu'au petit matin, la pla-

Figure 5 : conjonction Lune-Mercure le 19-1-89 vers 18 h légales



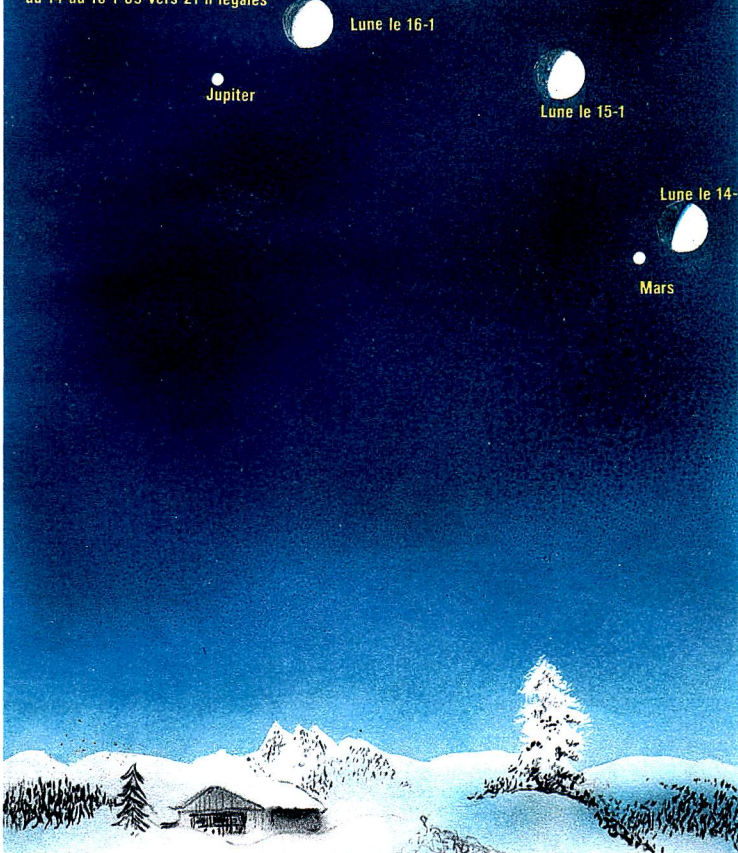
nète géante forte de ses 45 secondes d'arc de diamètre apparent, offre un spectacle accessible à tous les instruments d'amateur.

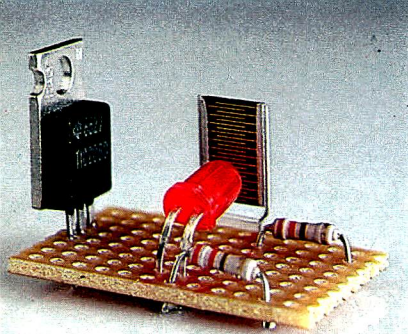
Le 16, juste avant le lever du Soleil, Vénus et Saturne seront côte à côte. Une occasion de revoir la fascinante planète aux anneaux, dont la visibilité va aller s'améliorant au fil des semaines.

A vos lunettes et planches à dessin !

Yves Delaye

Figure 6 : conjonction Lune-Mars-Jupiter du 14 au 16-1-89 vers 21 h légales





Une interface secteur à triac

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Il est vrai que la grande majorité des montages que nous proposons dans ces pages est destinée à fonctionner sous basse tension, souvent issue de simples piles pour lampe de poche ; ceci pour des raisons de sécurité. De même, des diodes électroluminescentes sont régulièrement utilisées comme témoin.

Cependant, un courrier abondant nous demande comment remplacer l'éclairage d'une diode témoin par la commande d'un appareil relié au secteur. L'interface que nous vous proposons ce mois-ci permettra de répondre à ce problème. Elle sera en effet capable de piloter la mise en route d'un appareil fonctionnant sous 220 V en lieu et place d'une diode électroluminescente. Notons que ce dispositif ne s'applique pas uniquement aux réalisations que nous vous avons proposées mais à tout système capable de commander l'éclairage d'une diode.

La commande d'un appareil relié au secteur présente deux problèmes : de tensions et de sécurité. Comme nous l'avons dit plus haut, nos montages fonctionnent seulement sous quelques volts ; une alimentation sans commune mesure avec celle du secteur. Le raccorde-

ment direct sur celui-ci provoquerait leur destruction immédiate et ne serait pas sans danger. En ce qui concerne la sécurité, il faut se rappeler que l'ensemble du réseau EDF est relié à la terre. Dans une installation électrique, même conforme aux normes et semblable à celle équipant tout logement, il suffit donc de toucher l'un des deux fils (et non les deux à la fois comme le croient bien des personnes) pour risquer l'électrocution. L'un des fils est le neutre, l'autre la phase : en théorie, si l'on touche le neutre, aucun risque car il est relié avec la terre.

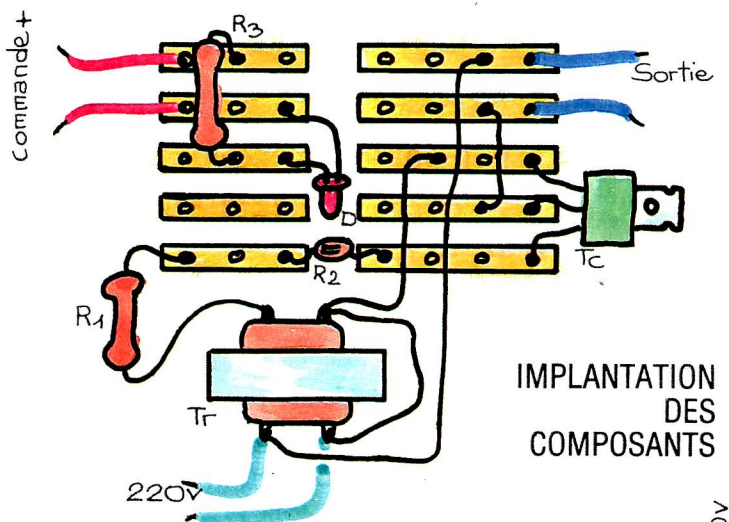
Tout contact avec la phase peut, par contre, être mortel. Comme dans bien des cas il est difficile de reconnaître un fil de l'autre, le plus sage est de ne pas y toucher. Pour nous, "ne pas y toucher" signifiera ne pas avoir de contact entre le secteur et les points à raccorder au montage basse tension. Le lien entre ce dernier et le secteur sera la lumière.

En fait notre interface comportera une diode électroluminescente

placée en vis-à-vis d'une cellule photorésistive du type LDR. Celle-ci commandera la gachette d'un triac. Le fonctionnement de ce composant est tout à fait comparable à celui d'un relais sauf qu'il ne présente aucune isolation entre son circuit de commande et le secteur. Nous recréerons donc cette isolation en utilisant la lumière comme support de l'information de commande.

Passons à présent à la description de ce montage. Comme nous l'avons dit, l'isolation sera obtenue par couplage optique : une diode électroluminescente en vis-à-vis d'une cellule photorésistive LDR. Par sécurité et bien qu'elle ne soit pas indispensable pour les montages que nous vous avons déjà présentés, nous placerons une résistance en série sur la diode, pour limiter le courant qui la traverse et éviter ainsi tout risque de destruction par surintensité.

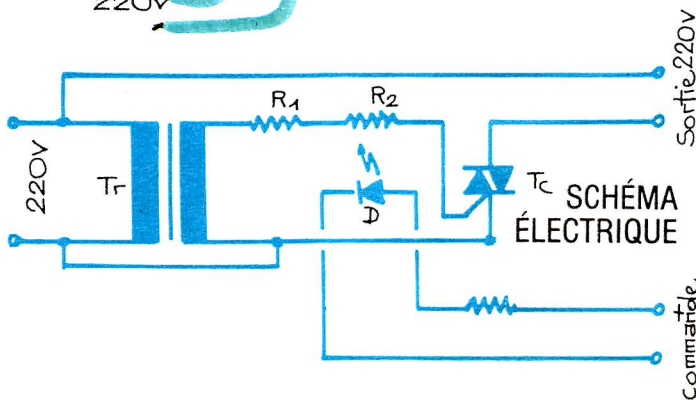
De son côté, la LDR pilotera directement le circuit de gachette du triac. Pour cela nous l'alimenterons en basse tension alternative



IMPLANTATION DES COMPOSANTS

NOMENCLATURE

- R_1 = 220 ohms (rouge, rouge, brun, or)
- R_2 = LDR
- R_3 = 220 ohms (rouge, rouge, brun, or)
- D = diode électroluminescente
- Tc = triac 500 volts 6 ampères
- Tr = transformateur 200 V — 12 V 5 VA



depuis un petit transformateur. Notons que si l'on désire réaliser une interface "multicanaux" capable de commander simultanément plusieurs appareils 220 V à partir de plusieurs sources basse tension — animation lumineuse, par exemple — le même transformateur pourra parfaitement alimenter l'ensemble des couples LDR-triac.

La réalisation de ce montage ne doit pas poser de problème particulier : il ne faudra en aucun cas intervenir sur le montage sous tension. De même, et ceci reste indispensable à son bon fonctionnement, il sera impératif de l'habiller d'un boîtier en plastique noir. Pour des raisons évidentes de sécurité tout boîtier métallique sera à proscrire. Une fois ces précautions prises il vous sera donc possible de commander divers appareils sec-teurs depuis les montages que nous vous avons proposés jusqu'à présent.

Cependant certaines limites seront à respecter, imposées par les capacités de commutation du triac utilisé. Dans notre cas, pour les charges purement résistives — ampoules à incandescence, convecteurs, chauffe-bain — il ne faudra pas dépasser une puissance de 1 500 W. Pour les charges inductives — moteurs, électrovannes — il est prudent de ne pas dépasser 150W.

Il est fortement déconseillé d'utiliser, sur cette interface, des tubes fluorescents ou tout éclairage équipé de ce type de lampe. En effet leur fonctionnement nécessite la présence d'un "starter" et d'un "ballast". Ces derniers éléments produisent des impulsions haute tension risquant de nuire à la durée de vie du triac, voire de provoquer sa destruction dès les premiers essais.

Henri-Pierre Penel

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

△ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

III^e Championnat de France des jeux et logiques mathématiques

JEUX MATHÉMATIQUES

Voici les trois premières questions éliminatoires. Mais n'envoyez pas encore vos réponses. Les dernières questions et le bulletin-réponse ne paraîtront que le mois prochain. N'attendez pas néanmoins pour chercher ! Un mois, c'est vite passé...

Une dimension internationale.

Une grande nouveauté cette année. Le Championnat prend de l'ampleur et franchit les frontières pour atteindre la Belgique et la Suisse. Un test sera même tenté en Afrique du Nord. Les concurrents de ces pays n'auront plus à venir en France, comme certains l'avaient fait l'année précédente, pour participer aux demi-finales, sauf naturellement si un centre français est plus



proche de chez eux. Mais bien entendu, un même lieu et une même date pour tous les finalistes, la Cité des sciences et de l'industrie de La Villette, à Paris, les 7 et 8 juillet 89.

Comment participer ?

Pour les scolaires (collégiens ou lycéens), deux possibilités :

● **Éliminatoires individuelles :** *Science & Vie* + les autres chances (voir plus bas), qui qualifient pour les demi-finales ;

QUESTIONS ÉLIMINATOIRES (I)

Découpe (coefficient 1)

En combien de morceaux découpe-t-on un cube en donnant dans celui-ci six coups de couteau de la façon suivante ? On choisit trois faces, dont deux quelconques ne sont pas opposées, et on donne deux coups de couteau perpendiculaires à chaque face, suivant ses diagonales. Le couteau est plan, et chaque coup de couteau découpe le cube selon un plan, sans déplacer les morceaux.

Encore la concierge (coefficient 2)

Dans cet immeuble, habitent deux mathématiciens, Pierre et Serge. La concierge, facétieuse, ne pense qu'à les "coller". Un jour que les deux hommes descendent l'escalier, elle les aborde d'un air malicieux :

« Voici la somme des âges des deux filles de mon amie Gloria. » dit-elle à Serge en lui tendant un morceau de papier.

« Voici le produit », continue-t-elle en tendant une feuille à Pierre, « devinez leurs âges ? »

« Le produit ne me suffit pas ! » répond Pierre.

« Et vous, Monsieur Serge ? »

« Je ne peux pas le dire, moi non plus. »

« Vous me décevez, messieurs ! »

« Mais je peux donner leurs âges maintenant ! », rétorque Pierre.

Quels sont les âges des deux filles de Gloria ?

Les cases de l'oncle Francis (coefficient 3)

Francis a disposé un nombre N , supérieur à 10, de cases sur le sol, cases qu'il a numérotées de 1 à N . Il distribue ensuite de la façon suivante un (gros) paquet de cartes numérotées : il place la carte 1 dans la case 1, la carte 2 dans la case 2, et ainsi de suite, jusqu'à la carte N dans la case N .

Puis il distribue les cartes suivantes dans le sens inverse : la carte $N + 1$ dans la case 1. Puis il repart : case 2, case 3, ... vers la case N . Puis il rebrousse chemin.

Francis remarque que les cartes numérotées 1413, 1429 et 1839 sont tombées dans la même case. Dans quelle case tombe la carte 1989 ?

EXTRAITS DU RÈGLEMENT

Article 2

Les concurrents sont répartis en cinq catégories :

C1 - Elèves de 6^e et 5^e de collèges (France), 5^e à 7^e (Suisse), 1^{re} (Belgique) ;

C2 - Elèves de 4^e et 3^e de collèges (France), 8^e et 9^e (Suisse), 2^e et 3^e (Belgique) ;

LY - Elèves de lycées (France), gymnase (Suisse), 4^e, 5^e et 6^e (Belgique) ;

GP - Grand public

HC - Haute compétition.

Les concurrents non scolarisés choisissent eux-mêmes la catégorie dans laquelle ils souhaitent participer entre "grand public" et "haute compétition". Cependant, les finalistes "grand public" et "professionnels" des deux premiers championnats doivent obligatoirement concourir en catégorie "haute compétition".

Article 3

Les épreuves se déroulent en quatre phases : éliminatoires, quarts de finales, demi-finales et finale. La participation aux éliminatoires et aux quarts de finales est gratuite, à l'exception des frais d'expédition des bulletins réponse. L'adhésion à la FFJM sera exigée à partir des demi-finales.

Article 4

Les éliminatoires ont lieu :

— Individuellement, par l'intermédiaire des médias associés (*Jeux & Stratégie*, *Science & Vie*, minitel 3615 APMEP, minitel 3615 *Tangente*) et de bulletins diffusés dans un certain nombre de lieux publics. Elles sont alors ouvertes à tous. En particulier, les collégiens ou lycéens peuvent se qualifier par les éliminatoires individuelles.

— Collectivement, dans les établissements scolaires, par l'intermédiaire de bulletins largement diffusés, et des revues *Tangente* et *Science & Vie Junior*. Elles sont alors réservées aux trois catégories scolaires.

Article 5

Les réponses aux éliminatoires doivent se faire sur les bulletins originaux ou sur des photocopies découpées au format du bulletin d'origine. Les commentaires, ou surcharges des bulletins, ne sont pas admis. Aucun courrier ne doit accompagner le bulletin et le règlement de la cotisation dans l'enveloppe (voir **article 6**). La date limite de réponse aux éliminatoires est fixée au 28 février 1989 à minuit. Néanmoins, seront acceptés, dans l'ordre de réception et dans la mesure du possible, des bulletins individuels postés après cette date. En tout état de cause, aucun bulletin posté après le 15 mars ne sera accepté.

Il sera diffusé trois séries d'éliminatoires individuelles, sans distinction de catégories. Chaque concurrent peut envoyer une réponse au plus pour chaque série, ce qui lui donne trois chances de se qualifier.

Tous les concurrents répondant convenablement aux six questions sont qualifiés pour les demi-finales. Les concurrents à 5 bonnes réponses peuvent être repêchés selon leur total de coefficients, en fonction du nombre de places vacantes dans leur catégorie en demi-finale (voir **article 10**). Seuls les concurrents des catégories de collégiens pourront être qualifiés à quatre bonnes réponses.

Leurs résultats d'éliminatoires se-

ront communiqués à tous les concurrents individuels, même non qualifiés, s'ils sont adhérents FFJM 88-89, et s'ils font figurer leur numéro sur le bulletin. Les nouveaux adhérents pourront bénéficier de la même prestation s'ils joignent leur adhésion au bulletin. Les autres participants ne seront avisés que s'ils sont qualifiés pour les demi-finales.

Article 10

Les demi-finales se déroulent en même temps pour toutes les catégories, dans cinquante villes-centres, de France, Belgique et Suisse, le samedi 22 avril 1989 de 14 à 17 heures. 7 000 concurrents seront convoqués, au prorata de la participation des catégories, avec un minimum de 2 000 collégiens, 1 000 lycéens et 1 500 non-scolaires.

Article 11

La finale se déroule en deux séances, les 7 et 8 juillet à Paris, à la Cité des sciences et de l'industrie. Un titre individuel est attribué dans chaque catégorie. Tous les finalistes reçoivent un prix. Une indemnité de déplacement est allouée à tous les qualifiés pour la finale (hors liste complémentaire), à condition que la préfecture de leur département soit éloignée de plus de 100 km du lieu de la finale. Les concurrents étrangers se verront attribuer une indemnité forfaitaire.

Article 14

La responsabilité de la FFJM et des associés dans l'organisation du championnat ne saurait être engagée si son déroulement était interrompu ou suspendu pour quelque raison que ce soit.

• Éliminatoires collectives.

Les établissements scolaires recevront, en principe, un dossier de participation. Néanmoins, des dossiers seront envoyés aux enseignants qui en feront la demande à : Championnat de France des jeux mathématiques, cedex 2385, 99238 Paris Concours, en joignant une enveloppe 22 x 11 affranchie à leur adresse.

Les éliminatoires scolaires seront diffusées également dans *Tangente* (abonnement : 76 Bd de Magenta 75010 Paris). Mais attention ! Cette année, pour atteindre les demi-finales, une étape supplémentaire est prévue : les quarts de finale qui se dérouleront dans les établissements scolaires, entre le

13 et le 18 mars.

Pour tous : éliminatoires individuelles. D'abord via *Science & Vie* ! Mais si vous souhaitez prendre d'autres chances, des questions différentes vous attendent ailleurs : dans *Jeux & Stratégie* et sur minitel 3615 code *Tangente* ou 3615 code APMEP. De plus des bulletins de participation sont à votre disposition dans les librairies et chez les revendeurs IBM et Hewlett Packard.

On peut noter également un petit changement dans les catégories. Il en existe toujours 5 (voir règlement), mais la catégorie "haute compétition" remplace celle des "professionnels". A vous de choisir. "Haute compétition" ou

"grand public" ? Davantage de prix pour l'une, moins difficile pour l'autre.

IBM et Hatier toujours présents.

Grâce à l'appui de la compagnie IBM et de l'éditeur Hatier, mais aussi de Hewlett Packard, Encyclopaedia Universalis et CAMIF, les finalistes recevront, outre le titre, une avalanche de lots. Qu'on en juge : 5 IBM PS2 ; 4 ordinateurs offerts par la CAMIF ; 6 collections Encyclopaedia Universalis ; 10 HP 28C ; des centaines de livres et logiciels offerts par Hatier et des calculatrices, des atlas, des abonnements... Passons maintenant aux trois premières questions.

Gilles Cohen ▲



En mai 1987, Antonino Morcillo (37 ans) se lance dans la création d'une petite affaire. Un an après, ses services sont tellement demandés qu'il décide de se faciliter le travail : il embauche une amie au chômage. Et aussi, il fallait bien un jour ou l'autre la remplacer, cette vieille R5 qui servait pour les déplacements. Au compteur, la R5, année 1985, affichait 121 000 km ! Alors Monsieur Morcillo s'offre une Renault Express toute neuve... Même au prix de 49 340 francs : il en a les moyens, largement. Regardez. Voici les tout derniers chiffres d'avril : A. Morcillo a encaissé 38 750 francs... — total effectué le 26 avril

Regardez le nouveau succès d'Antonino Morcillo : "il trouvait son salaire de 9 000 francs trop maigre pour profiter d'une belle vie..."

Aujourd'hui, patron de sa petite affaire, il encaisse 38 750 francs en avril dernier

La fantastique réussite de cet homme de 37 ans, d'origine Espagnole, débute en mai 87. L'heure du premier bilan a sonné. En août 87, Antonino Morcillo, sa femme et ses deux enfants s'offrent quinze jours de rêve à la Martinique : un bungalow au bord de la plage, la plongée sous-marine, la pêche à la langouste dans une eau à 30°, les palmiers, les cocktails frais... Tout cela est devenu possible grâce aux recettes formidables de sa petite affaire. Et vous pouvez facilement en faire autant, ou mieux encore...

Janvier 88, un autre bouleversement intervient dans la vie de la Famille Morcillo. Désormais, ils habitent une superbe maison d'architecture moderne, entourée d'un jardin de 5 000 m². Ses enfants Maximilien, 7 ans et Frédérique, 11 ans, sont fous de joie. Maintenant, chacun a sa propre chambre dans les combles aménagés... Offrez-vous les mêmes plaisirs, les mêmes sensations agréables. Ou d'autres encore auxquelles vous rêvez plus

particulièrement. Lisez plus loin et découvrez comment copier sa Réussite prodigieuse

Imaginez-vous sur la terrasse ensoleillée de votre propre pavillon. Imaginez-vous au volant de la nouvelle Mercedes 300E, peut-être votre prochaine voiture ? Imaginez-vous allongé sur la plage brésilienne, juste en face de votre hôtel de luxe...

Pour vous, aujourd'hui, ce sont des rêves ? Maintenant, écoutez l'étonnante histoire vraie d'Antonino Morcillo.

12 ans dans la même boîte...

Douze ans après, il plaque son patron — sans regret — ses collègues, ses habitudes. Il dit Adieu à la routine.

"Et puis, avec un salaire de 9 000 francs, deux jeunes enfants à nourrir... on ne fait pas d'éclats. Le soir, c'est le film à la télé. Le dimanche, un tour à la campagne. Moi, je voulais gagner plus d'argent pour vivre mieux et différemment. Alors, j'ai monté ma propre affaire. Tout seul, à 36 ans, sans connaissances particulières..."

Un voyage inoubliable à la Martinique

Et vous, dans quel coin de la terre aimeriez-vous passer vos vacances ? Vous rêvez de participer à un safari Photos en pleine jungle Africaine ? Vous rêvez de traverser l'Amérique avec votre camping-car... ? Monsieur Morcillo, lui, a invité toute sa famille pour un super voyage à la Martinique. Quinze jours de rêves dans un bungalow au bord de l'eau.

"Voilà ce que j'appelle "profiter de la vie". C'est vrai, les années précédentes, nous faisons un peu de camping en Bretagne. C'était sympa, rien de plus. Mais alors là, la Martinique, c'est quand même autre chose !

Moi qui suis un fan de la plongée sous-marine, vous imaginez le rêve. Nous pêchions des langoustes et le soir, nous les

faisions griller sur le feu de camp. Et après ce festin sur la plage, à 23 heures, la cuisinière du camp nous apportait les cocktails de sa spécialité. Dieu, quelle vacances !"

Il s'offre un nouveau superbe pavillon

Et vous, quel rêve fabuleux aimeriez-vous réaliser ?... C'est sûr, dans peu de temps, vous aussi allez pouvoir vivre une vie confortable et agréable.

"Enfin, un vieux rêve qui se réalise. Avant, nous habitons dans un vieux pavillon, petit et loin du centre ville. Alors, nous avons déménagé. Nous avons acheté un nouveau pavillon. Une jolie maison d'architecture moderne, spacieuse, avec de grandes baies vitrées. Et puis, dans notre grand jardin de 5 000 m², vous verriez les parties de foot avec mon jeune fils ! On s'amuse bien tous les deux..."

38 750 francs en avril dernier

Et ce n'est pas tout. D'autres reportages à ce sujet sont parus dans la presse. Ils démontraient, avec des preuves solides que, dès les premiers mois, il est facile de gagner 15 000, 20 000 francs par mois. Voici une nouvelle affaire convaincante. Regardez les chiffres de Monsieur Morcillo plus d'un an après :

"Aujourd'hui nous sommes le 26. Additionnons tous les chèques du mois d'avril. Le total ? 38 750 francs. Encore un bon mois ! Et aussi, j'espère bien atteindre les 70 000 francs de chiffre d'affaires dès le mois prochain. Croyez-moi, cela en prend le chemin..."

Vous êtes sans travail depuis des mois ? Le matin, vous allez à votre travail... à reculons ? Vous gagnez juste un petit salaire et vous n'avez aucun espoir qu'il augmente... Aujourd'hui, s'offre à vous un privilège exceptionnel. Sans diplôme, ni

connaissances spéciales, vous pouvez devenir votre propre patron. Et profitez ainsi des nombreux avantages d'être libre et indépendant : des horaires souples et adaptés à votre vie de famille. Et puis surtout, imaginez ce que vous pourrez vous offrir, à vous et à votre famille, grâce à vos revenus importants...

A vous de jouer maintenant !

Dès aujourd'hui — car demain vous risquez d'oublier —, demandez votre catalogue gratuit, sans le moindre engagement de votre part. Tous les détails de cette affaire lucrative, les chiffres, les bénéfices, la marche à suivre... qui ont permis à Antonino Morcillo de réussir, se trouvent dans un dossier complet. Comment vous le procurer gratuitement ? C'est très simple. Découpez le coupon ci-dessous et mettez-le de suite au courrier. Vous recevrez alors votre dossier par la Poste.

Envoyez votre bon à :
SPECIAL-T. P.A.C., B.P. 86
14200 Hérouville-St-Clair

Vous pouvez aussi nous téléphoner à Caen en composant le 31.72.20.02. Demandez Christel.

GRATUIT

Envoyez-moi, sans aucun engagement de ma part, vos études complètes et détaillées sur cette affaire lucrative ainsi que sur vos cinq autres moyens de gagner beaucoup d'argent.

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code Postal _____

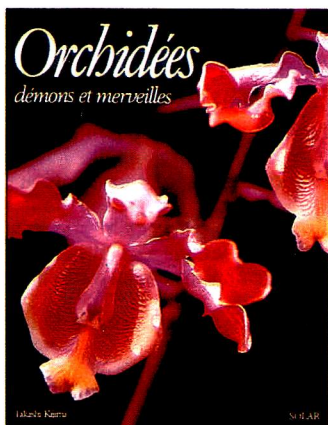
Ville _____

SPECIAL-T - P.A.C. - B.P. 86
14200 Hérouville-Saint-Clair

LIVRES

Monstres et merveilles du Monde vert

L'une des plus nobles conquêtes de la photo contemporaine - et des nouvelles méthodes d'impression - est à coup sûr le monde végétal. Avec les films ultrasensibles, les nouveaux objectifs, la macrophoto, les progrès de l'offset, on réalise des chefs-d'œuvre de la bibliophilie naturaliste qui, pour deux ou trois centaines de francs, sont en fait des herbiers éternels. Trois parmi les plus récents sont consacrés aux monstres et merveilles du Monde vert.



Commençons par *Orchidées, démons et merveilles*, du Japonais Takashi Kijima (1). Il rappelle une certitude : les orchidées ont toujours passionné les humains et ensorcelé les esprits. Dans toutes les régions du monde, leurs formes exceptionnelles, gracieuses, somptueuses, parfois presque charnelles, leurs couleurs tantôt subtiles, tantôt violentes, ont engendré des superstitions, garnies d'étranges ou merveilleuses légendes.

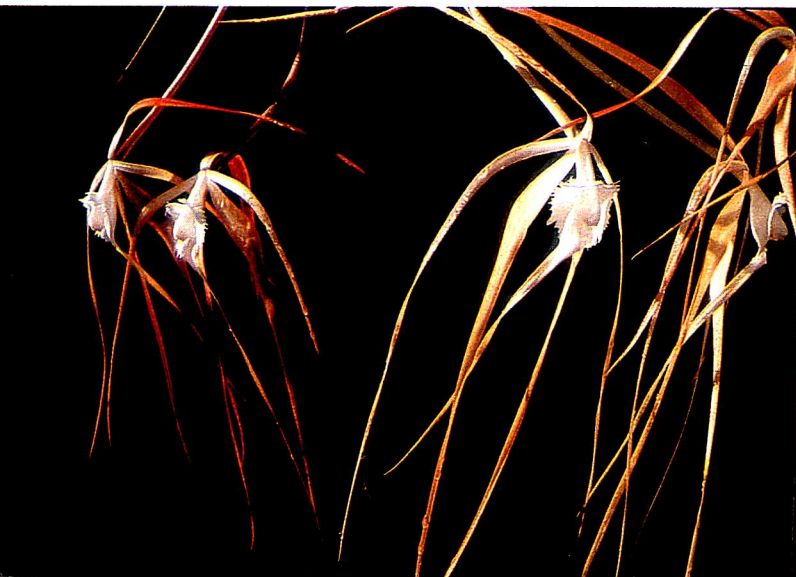
La science n'a pas dissipé le pouvoir des orchidées : elles continuent d'émerveiller ou d'inquiéter. Parmi ceux de nos contemporains qui chantent leur beauté, leurs mystères, leurs légendes, il faut attribuer une place particulière à Kijima. Pour ce photographe venu d'Orient, les orchidées sont des "créatures féminines". « Leur aptitude à stimuler l'anthropocentrisme, dit-il pour présenter son livre, m'a permis de diviser cet ouvrage en trois thèmes. Le premier évoque la féminité et ses grâces. Le deuxième traite de l'évolution de l'espèce humaine (phylogénèse) au regard du développement de l'individu (ontogénèse). Le troisième suggère le mystère de la Création. » Voilà bien du lyrisme, ce qui n'est d'ailleurs pas incompatible avec la botanique.

203 photos livrent les fantômes poétiques de Kijima. La remarquable qualité de la quadrichromie contribue à l'envoûtement, et l'imprimeur n'a pas trahi l'auteur. Kijima souhaite cependant un regard plus profond, il voudrait que le lecteur se « laisse captiver », qu'il suive le cheminement de ses pensées révélées par des textes écrits avec Yoshio Udagawa et qu'il revienne « aux origines de l'humanité » quand elle « n'était pas encore entachée du péché originel »... Afin qu'on ne s'y méprenne pas, le lecteur est constamment orienté vers tel ou tel aspect symbolique de la structure de chaque orchidée.

Certains amoureux de la nature seront peut-être conduits de la sorte vers l'orchidophilie. A la fin de chaque chapitre, en effet, figurent de brèves données scientifiques sur chacune des fleurs photographiées. Elles permettent une première identification des plantes. Reste alors à s'armer de science... et de patience !

Nicole Bellone

(1) Solar, 200 p., 180 F.



SCIENCE & VIE LANCE SCIENCE & VIE JUNIOR

On décolle
le 20 janvier

**ABONNEZ
VOS ENFANTS
et économisez 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, pour qu'ils vivent en couleurs la grande aventure scientifique, et qu'ils comprennent, tout simplement, les objets de la vie courante.

Vous connaissez la grande qualité rédactionnelle de Science & Vie. Maintenant, vos enfants auront un Science & vie pour eux, assurant une lecture adaptée à leur niveau et en rapport avec leurs études. Offrir un abonnement à SCIENCE & VIE JUNIOR à vos enfants ou à un jeune de votre entourage, c'est une façon intelligente de leur faire plaisir onze fois par an.

OFFRE SPÉCIALE DE LANCEMENT

160^F seulement
au lieu de 220 F*

* Prix de vente au numéro.

1 AN-11 NUMÉROS

SCIENCE & VIE JUNIOR

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner à SCIENCE & VIE JUNIOR
5, rue de La Baume - 75415 Paris Cedex



je m'abonne pour un an à
SCIENCE & VIE JUNIOR
en bénéficiant de l'offre spéciale
lancement : 160 F au lieu de 220 F*

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

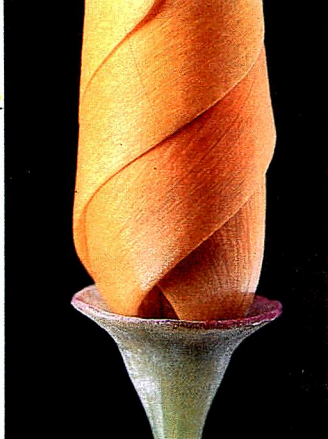
Ville _____

Age _____

● Ci-joint mon règlement par chèque à l'ordre de
SCIENCE & VIE JUNIOR-BRED.

OFFRE VALABLE JUSQU'AU 28 FÉVRIER 1989
EN FRANCE METROPOLITAINE.

SV



Avec leur *Eloge de l'herbe*, sous-titré *Les formes cachées de la nature* (2), Claude Nuridsany et Marie Pérennou n'en sont pas à leur coup d'essai. Maîtres incontestés en photomacrographie, ils utilisent une fois de plus cette technique pour nous faire découvrir le monde végétal et animal invisible à l'œil nu. Une fois de plus, aussi, cet invisible ne se limite pas à un univers objectif, simple grossissement du détail minuscule qu'autorise l'optique. C'est leur univers de photographes poètes qu'ils nous livrent. Où, par exemple, « le liseron ne sait progresser que par valse hésitation », où le « ballet des demoiselles, dans un dédale de presles, a des couleurs d'éternité », où l'agave, « plante forgée pour survivre, meurt d'avoir dû un instant vivre trop », où, encore, la chrysalide est un sarcophage dans lequel le papillon « fait l'expérience de la réincarnation... »

Ainsi les photos de Nuridsany et Pérennou, pour reprendre leurs propres termes, accordent-elles « le regard à la volute d'une feuille, la courbe d'un brin d'herbe, l'architecture d'une fleur. »

Chacune de ces photos, remarquablement imprimée pleine page,

est enrichie par un texte qui lui donne un support scientifique et qui donne finalement sa véritable dimension au livre. Il laisse voir, en effet, que l'origine profonde de la beauté naturelle, inspiratrice des rêveries du poète, procède de nécessités vitales.

C'est dans un autre domaine végétal que l'on passe avec Adrian Slack, qui vient de publier *Les plantes carnivores* (3). Considérées, il n'y a pas si longtemps encore, comme d'étranges « curiosités, aberrations de la nature ou sujets d'un univers de science-fiction », les plantes carnivores sont aujourd'hui couramment cultivées. Slack, expert en ce domaine, souhaite élargir le cercle des amateurs et, dans son ouvrage, leur livre le fruit de son expérience afin que chacun puisse réussir. S'adressant d'abord aux débutants, il leur propose de commencer à cultiver une dionée, parce que, dit-il, « quand nous saurez comment vous y prendre avec *Dionaea muscipula* (que les Anglais appellent Attrape-mouche de Vénus), vous connaîtrez les principes généraux qui valent pour l'ensemble des plantes carnivores ». Le premier chapitre aborde ainsi la technique de culture de cette dionée : arrosage, lutte contre les parasites et les maladies, multiplication des pieds...

Plus de la moitié des plantes carnivores ayant sensiblement le même régime que les dionées, l'auteur dégage alors les grandes règles de culture : le compost, les engrais, l'eau, la lumière, les méthodes en appartement, en extérieur dans le jardin, en serre. Suivent enfin les chapitres donnant les conseils spécifiques pour chaque genre de carnivore : *Drosera*, *Sarracenia*, *Darlingtonia*, *Heliamphora*, *Drosophyllum*, *Byblis*, *Triphyophyllum*, *Pinguicula*, *Genlisea*, *Utricularia*, *Polypompholyx*, *Aldrovanda*, *Cephalotus* et *Brocchinia*.

Les données de culture pour chaque plante sont remises dans le contexte de l'espèce, c'est-à-dire rapprochées de ses caractéristiques biologiques, de son milieu et de ses modes de vie naturelle. Dès lors, l'ouvrage n'apparaît plus comme un simple manuel de culture. Le texte est plus riche, nourri par des données historiques et botaniques. Concernant les éléments

proprement dits de culture, l'auteur justifie ou critique constamment sa propre expérience : nous sommes donc loin des petits ouvrages de compilation et ce livre, largement illustré de photos en couleurs, est très vite d'une lecture captivante.

Roger Bellone

(2) Adam Biro, 160 p. n. & coul., 390 p.
(3) Diagona, 170 p., 149 F.

Jean-Marie Pelt

FLEURS, FÊTES ET SAISONS

Fayard, 348 p., 95 F.

« Chaque année, sur la terre entière, la photosynthèse produit environ 150 milliards de tonnes de matière végétale sèche », la différence entre le blé dur et le blé tendre est que le premier a 28 chromosomes, le second, 42. Et n'oublions pas le blé en grain, dernier représentant des espèces sauvages, qui a, lui, 14 chromosomes. Le chrysanthème célébrera son bicentenaire exactement en même temps que la Révolution française : c'est en 1789 que le capitaine Blaquart en ramena en France le premier spécimen. Mais la mode — et l'usage funéraire — n'en remontent qu'à la moitié du siècle dernier. Voilà quelques exemples d'information qu'on trouve — et goûte — dans le nouvel ouvrage de ce botaniste hors-pair qu'est Jean-Marie Pelt. Le thème directeur en est le rapport des fêtes avec le monde végétal. L'auteur suit le chemin des écoliers dans son itinéraire : la lecture n'en est que plus délectable.

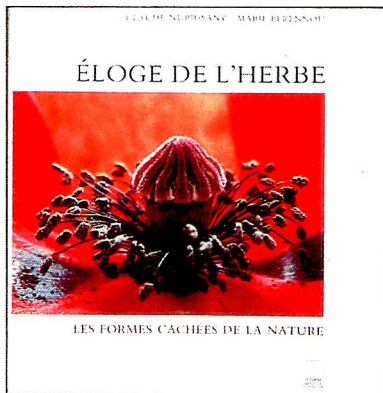
Gerald Messadié

J.-J. Moscovitz et Philippe Grancher UNE PSYCHANALYSE POUR QUOI FAIRE ?

Jacques Grancher, 171 p., 80 F.

L'un est médecin, l'autre pas. Ils ont jugé utile d'expliquer dans un petit livre à quoi ça peut servir de se soumettre à un « psy ». C'est présenté sous la forme de huit entretiens, où l'on trouve des phrases « fendantes » : « Je pense qu'une personne d'extrême-droite ne viendra pas en analyse. » (p. 134). Et encore : « La plupart des psychanalystes ne demanderaient pas mieux que de parler simplement. » (p. 153). Sans commentaires. **G.M.**

(suite du texte page 148)



L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.



Photo: ATGER/EDITING

Les grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans **SCIENCE & VIE ECONOMIE** la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.

SCIENCE & VIE **ECONOMIE**

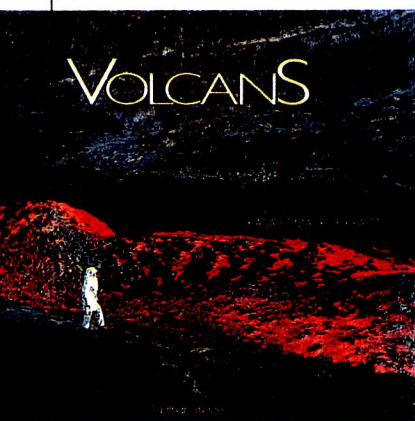
**AU SOMMAIRE DU NUMÉRO
DE JANVIER :**

Embauche, salaires, climat social :
l'autre palmarès des entreprises.

Enquête : les secrets
de la Caisse des dépôts.

Marché unique :
l'Europe des salariés en panne.

S & V Economie. Comprendre pour agir



Katia et Maurice Krafft OBJECTIFS VOLCANS

Nathan Image, 160 p., 295 F.

Nos lecteurs connaissent bien nos collaborateurs Katia et Maurice Krafft, respectivement géologue et géochimiste, qui ont déjà publié une quinzaine de livres en autant d'années. Celui-ci est essentiellement constitué d'images. Et quelles images ! Somptueuses et somptueusement imprimées, symphonie à la gloire des volcans. Une symphonie qui nous conte une histoire à la fois terrible et pleine de charme, celle de 4 milliards et demi d'années de notre Terre, contractée sur une semaine. Premier jour : les volcans créent des océans et sortent de la mer. Deuxième jour : les volcans créent l'atmosphère. Troisième jour : la Terre érige ses continents. Quatrième jour : la vie apparaît. Cinquième jour : l'Homme prend possession du monde. Sixième jour : courroucés par l'insolence et la cupidité des hommes, les volcans se déchainent. Septième jour : alors que les hommes ont disparu, les volcans s'éteignent... « Alors commence le règne de la pierre : il se souvient des hommes. »

Ce livre, Katia et Maurice Krafft l'ont préparé depuis plus de 20 ans, en photographiant toutes les éruptions volcaniques du monde. Car il n'en manque aucune. Ils ont pris ainsi des dizaines de milliers de photos en couleurs et acquis une maîtrise absolue de ce domaine. Rien d'étonnant, dès lors, que les images qu'ils ont choisies composent aussi parfaitement leur symphonie de la Terre. **R.B.**

Simone Chrétien et Robert Brousse LA MONTAGNE PELÉE SE REVEILLE

Boubée, 243 p., 130 F

Dans l'histoire des catastrophes volcaniques, l'éruption de la Montagne Pelée qui détruisit St Pierre le 8 mai 1902, y provoquant quelque 28 000 morts, est l'une de celles qui marquèrent le plus la mémoire des hommes. C'est sans doute aussi l'une des plus riches d'enseignements pour la volcanologie, pour la prévision des éruptions et pour l'estimation du risque majeur qu'elles représentent.

Ce nouveau livre sur la Montagne Pelée apporte sa contribution aux nombreux travaux qui se poursuivent aujourd'hui pour améliorer cette prévision et cette estimation. L'éruption de 1902 avait déjà fait l'objet d'une étude minutieuse du minéralogiste Alfred Lacroix dans un ouvrage de 700 pages. Le livre de Simone Chrétien et Robert Brousse en est un complément dans la mesure où il retrace dans le détail les événements qui ont précédé cette éruption. Ceux-ci sont reconstitués objectivement à partir des documents de l'époque — journaux, lettres, récits, pièces officielles — écrits pour la plupart par des habitants de la Martinique. Cela donne un livre excellent, à la fois ouvrage scientifique de référence et récit émouvant et fascinant. **R.B.**

Hubert Reeves PATIENCE DANS L'AZUR : L'EVOLUTION COSMIQUE

Seuil, 320 p., 139 F.

Hubert Reeves, astrophysicien canadien du CEA, a été assez servi par la télévision, en France, pour qu'il soit besoin de le présenter. L'ouvrage pour le grand public qui lui a valu la notoriété vient d'être réédité. Et enrichi, car les données de l'astrophysique sur la structure et l'évolution de l'Univers ont beaucoup changé depuis 1980, date de parution de la première édition. Là où Reeves évoquait l'existence de pulsars à peine plus gros que le Mont-Blanc, effectuant une révolution toutes les 30 secondes, il décrit ceux qui tournent à plus de mille tours à la seconde. Et ainsi de suite. **Jean-René Germain**

Jean-François Revel LA CONNAISSANCE INUTILE

Grasset, 402 p., 125 F.

Ce livre traite en principe du destin des informations et, en fait, de politique. En vertu du principe, il ne pouvait manquer de nous intéresser. Nous ne traiterons toutefois pas de son contenu politique, qui n'entre pas dans nos compétences.

La thèse de Revel, polémiste, est que l'information ne sert à rien, parce qu'elle est déformée par des systèmes de propagande. L'Occident, qui compte des moyens d'information de premier ordre, ne tient pas compte de leur données, parce qu'il souffre d'irrationalité. Pourtant, c'est de l'objectivité de l'information que dépendrait la survie des démocraties.

L'un des exemples que prend Revel est celui de l'"hiver nucléaire", qu'il étudie longuement dans le chapitre intitulé "Le besoin d'idéologie". On se souvient de ce qu'il en est : à partir de 1982, alors que l'antagonisme USA-URSS avait atteint l'un de ses points culminants, l'Institut international pour la recherche de la paix, ou SIPRI, de Stockholm, plusieurs organismes regroupant des savants américains sous la houlette de Carl Sagan, la prestigieuse revue *Science*, se mirent en demeure de réaliser un modèle général, aérologique, géologique, climatologique, etc, des conséquences de l'explosion de quelques dizaines de bombes atomiques. Ce mouvement produisit un modèle apocalyptique, qui prêtait d'autant plus le flanc à la critique que ses fondements scientifiques, comme le rappela sans charité la revue *Nature*, étaient douteux. Sagan y laissa beaucoup de plumes, tout comme l'initiateur principal du modèle Paul Ehrlich.

Revel voit là une "escroquerie intellectuelle". Au sens strict des mots, il se laisse emporter : l'intention des auteurs n'était pas de duper le public pour en tirer profit, ce qui caractérise l'escroquerie. Pour Revel, l'opération de l'"hiver nucléaire" a été dictée par le doute, que l'Occident dirige trop souvent contre lui-même et pas assez contre les autres, ainsi que, évidemment, par la volonté de combattre les programmes militaires américains. Revel accuse donc Sagan et

(suite du texte page 150)

Fruit de la Passion



Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique.

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

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

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

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

SCIENCE  VIE MICRO

SVM

N° 1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

AU SOMMAIRE DE JANVIER :

- **LE DOSSIER FREWARE :** tout sur les logiciels gratuits, les meilleures affaires, où les trouver,...
- Les premiers compatibles IBM PS2 français.
- Le tableur 1-2-3 de Lotus reprend des couleurs.

Ehrlich, entre autres, d'avoir fait le jeu des Soviétiques.

Tant qu'à analyser cette affaire, il faudrait se demander pourquoi plusieurs scientifiques, qui y risquaient leur réputation, se sont engagés dans une démonstration de ce genre. La réponse est évidente: par peur de la guerre nucléaire. Or, Revel néglige le fait qu'il n'est ni sot, ni malhonnête, ni antipatriotique d'avoir peur de la guerre nucléaire.

Les scientifiques ont essayé d'imaginer un scénario des conséquences d'un conflit global. On peut leur faire reproche de n'avoir pas bien fait leur travail, mais on ne peut les accuser d'avoir voulu saper la défense de l'Occident, ou de s'être livrés à des falsifications volontaires. Là, c'est Revel qui est pris en défaut d'interprétation tendancieuse. Il apparaît aujourd'hui que l'"hiver nucléaire" tel qu'il a été décrit est une fiction, mais la seule affaire de Tchernobyl montre à l'évidence que l'explosion de quelques dizaines d'ogives nucléaires aura des conséquences imprévisibles. Il serait absurde de le nier.

Ce même genre de gauchissements imperceptibles émaille et gâche de nombreux passages du livre de Revel. Page 25, par exemple, il écrit que l'imposture de Lysenko ne triompha que grâce à la volonté politique "de Staline et de Krouchtchev"; c'est oublier que c'est sous Krouchtchev que Lys-

senko fut dégommé. P 125, il parle de l'emprise qu'exerça l'œuvre de Teilhard de Chardin; il n'est pas un paléontologiste de quelque renom qui, comme l'avance Revel, ait pris au sérieux les élucubrations de Teilhard de Chardin entre 1955 et 1965 ou à aucun autre moment (pas plus que l'Eglise, d'ailleurs, qui l'interdit de publication).

En réalité, l'ouvrage de Revel inspire deux observations. La première est qu'il confond une certaine information "grand public", qui est, en effet, souvent biaisée pour complaire à une mode, avec l'information sérieuse. C'est ainsi qu'il consacre quatre pages à la ridicule affaire du virus du Sida, qui aurait été fabriqué par l'armée américaine, canard fabriqué par le KGB et auquel personne ne crut, si ce n'est ceux qui croient à n'importe quoi.

La seconde observation est que Revel semble supposer qu'il existe une conspiration internationale contre une certaine Amérique, l'Amérique de droite, conspiration à laquelle participeraient même les médias américains. En effet, il accuse jusqu'aux trois grandes chaînes de télévision, ABC, CBS et NBC, de même que le *New York Times*, d'y prendre part (p. 257, il dit que 86 % des informations économiques diffusées par ces chaînes durant la période de reprise américaine, en 1981, étaient pessimistes, ce qu'elles étaient, en effet. Les informateurs américains étaient-ils

donc de mauvaise foi, par pure animosité contre Reagan? Il serait frivole de le croire: ils se faisaient l'écho des économistes de Wall Street, pour lesquels cette reprise était de mauvais aloi, parce que financée par des chèques sans provision de l'Etat. Ces économistes n'avaient pas tort: en faisant fonctionner la planche à billets pour créer une prospérité artificielle, les responsables du budget de Reagan aboutirent à la formidable dette extérieure qu'on sait). Ce que Revel ne souligne pas est que tous les présidents américains n'ont pas suscité la même réserve que Reagan: Kennedy et Nixon (jusqu'à l'affaire du Watergate), par exemple, furent relativement épargnés et, mise à part l'hostilité suscitée par la guerre du Vietnam, Johnson s'en tira relativement bien.

S'il existait bien un consensus international pour critiquer l'Amérique et si la majorité des intellectuels américains y participaient, cela poserait une bien plus grave question à laquelle Revel ne répond pas: pourquoi donc les intellectuels, des savants et des journalistes du monde libre se seraient-ils ligüés contre l'Amérique de Reagan?

Pourquoi encore l'auteur, si prompt à stigmatiser la trahison des clercs, oublie-t-il le rôle extraordinaire des intellectuels d'outre-Rideau de fer contre les oppressions? Et pourquoi Revel ne cite-t-il donc pas l'extraordinaire mauvaise foi de l'establishment militaro-industriel américain (Pentagone + industries) à l'égard des réalisations techniques européennes, notamment du Concorde, qu'ils essayèrent de saboter commercialement, en lui interdisant le droit d'atterrissage (sous prétexte qu'il était dangereux pour la santé mentale des vaches!) et de l'Airbus, dont ils prétendaient qu'il constituait une concurrence déloyale?

En tout état de cause, quatre cents pages denses (presque sans paragraphes) pour dire que les intellectuels de tous bords sont des étourneaux, qu'on fait un procès injuste à l'establishment militaro-industriel américain (dont Eisenhower jugeait déjà que le pouvoir était exorbitant) et que l'information est inutile, c'est un peu lasant.

G.M.

Piem LES MORDUS DE L'AUTOMOBILE

Le cherche-midi, 151 p., 67 F.

Sociologue à sa manière, féroce sous la gentillesse du trait, l'excellent Piem a fait là un travail vengeur, où il avoue les fantasmes et les épouvantes de tous les conducteurs. Tant il est vrai que ce forçat volontaire qu'est le fou du volant, n'est pas un individu comme les autres.

Les instincts en lui se débrident avec une alarmante violence. Citoyen normal quand il est à pied, il se métamorphose dès qu'il est retransché derrière son pare-brise. On rit, et parfois on rit jaune, car le trait va loin.

G.M.



SCIENCE

VIE

LA PLANETE TELECOM

LE TÉLÉPHONE DE L'AN 2000

Les nouveaux réseaux télématiques

La maison intelligente

L'industrie française des télécoms



22F

NUMERO HORS SERIE TRIMESTRIEL

160 FB - 6.50 FS - 2.950 Dr - 600 Ptas - 28 Dh - 5000 L - Scan 4.50 - USA NYC \$4.25 - OTHER \$4.50 - FI 9.90

Jacques Merleau-Ponty LE SPECTACLE COSMIQUE ET SES SECRETS

Larousse, 182 p., 140 F.

S'il est vrai que notre connaissance de l'Univers et des objets qui le composent a considérablement augmenté depuis que l'homme s'est aventuré dans le cosmos, peut-on pour autant prétendre qu'elle a modifié notre rapport avec l'Univers ? Non, estime Jacques Merleau-Ponty (à ne pas confondre avec le philosophe phénoménologiste prénommé Maurice), reprenant à son compte l'exclamation de Faust : « Quel spectacle ! Mais, hélas, ce n'est qu'un spectacle. »

La seule différence avec les points de vue de nos ancêtres est que nous voyons et que nous comprenons beaucoup mieux le spectacle : « Du point de vue de la vision et de l'action humaine, ce que produit la conquête, c'est plutôt un

agrandissement de la "Terre", qu'une avancée du "Ciel". »

L'objet de la cosmologie est resté le même, il n'a jamais varié au cours des temps, et ce quelle que soit l'époque et les progrès instrumentaux qui ont pu être réalisés, à savoir : d'abord, détecter le plus grand nombre d'objets célestes et de sources rayonnantes visibles ou invisibles ; ensuite, discerner le plus finement possible ces points ; puis les localiser dans un quadrillage angulaire aussi serré que possible et ancré sur des repères invariables ; enfin, examiner les propriétés intrinsèques des sources rayonnantes.

Ces opérations élémentaires effectuées, commence le travail inductif menant à la description de la structure et de l'évolution des objets réels ainsi observés. A cet égard, et même avec les moyens actuels de l'astrophysique soutenue par la conquête spatiale, nous ne sommes pourtant pas plus avancés que les Egyptiens, ou que Tycho Brahé.

Après ce constat provocant, si

ce n'est provocateur, Merleau-Ponty s'explique, en fondant l'ensemble de ses jugements sur les théories relativistes classiques et les différents modèles d'univers.

Par delà Newton, Galilée et Copernic, les cosmologues contemporains comme Einstein, Wheeler ou Carter, semblent plutôt renouer avec les Grecs dans leur représentation d'un Univers qui serait géométrique et d'une cinématique symétrique, donc régulière. Certes, la Relativité, qui a proposé un univers à la physionomie et à la structure mathématique déroutantes, a beaucoup changé les choses ; mais elle n'est pas universellement acceptée.

Nous devons constater, soixante ans après qu'ont été confirmées à la fois la cohérence du tableau cosmique, de son histoire, de sa structure mathématique, d'un côté, et, de l'autre, leur dépendance à l'absolue obscurité d'une origine logiquement inaccessible. » Voilà donc l'affaire : allons-nous nous contenter longtemps d'un univers qui serait illogique ? J.-R. G. ▲

NOUVEAU

DOG CONTROL

290^F

AU DOIGT ET A L'OREILLE !!



APPAREIL A ULTRASONS PUISSANTS EMETTANT DES ORDRES SILENCIEUX ET INVISIBLES POUR TOUS CHIENS
(Made in U.S.A., garanti deux ans)

Surprenant : parlez aux chiens !

- Dressage efficace et discret des chiens les plus récalcitrants. N'élevez plus la voix pour contrôler votre chien : chien qui tire sa laisse, chien agressif à calmer, problème de chienne en chaleur, aboiements intempestifs...
- Stoppe net et fait fuir les chiens les plus agressifs. Indispensable pour joggeurs, promeneurs, cyclistes, facteurs, motards...

L'OUTIL DE BASE DES PROFESSIONNELLS DU CHIEN

Utilisé par l'armée U.S. + la méthode de dressage du docteur SELMI

LABORATOIRES FLAM - B.P. 75 - 65, rue Jean-Martin - 13005 Marseille - Tél. : 91.92.04.92

BON DE COMMANDE

Oui, envoyez-moi S.V.P. **DOG CONTROL** au prix unitaire de 290 F (+ 15 F pour envoi recommandé urgent) avec en cadeau la méthode du docteur SELMI. Je joins mon règlement par : ☐ Chèque ☐ Mandat-lettre

☐ Adresser la commande en contre-remboursement (+ 25 F de frais).

Nom : _____

Adresse : _____

Code postal : Ville : _____

LA CULTURE GENERALE

clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.

Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux.

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite, accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4011, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63

BON D'INFORMATION GRATUITE

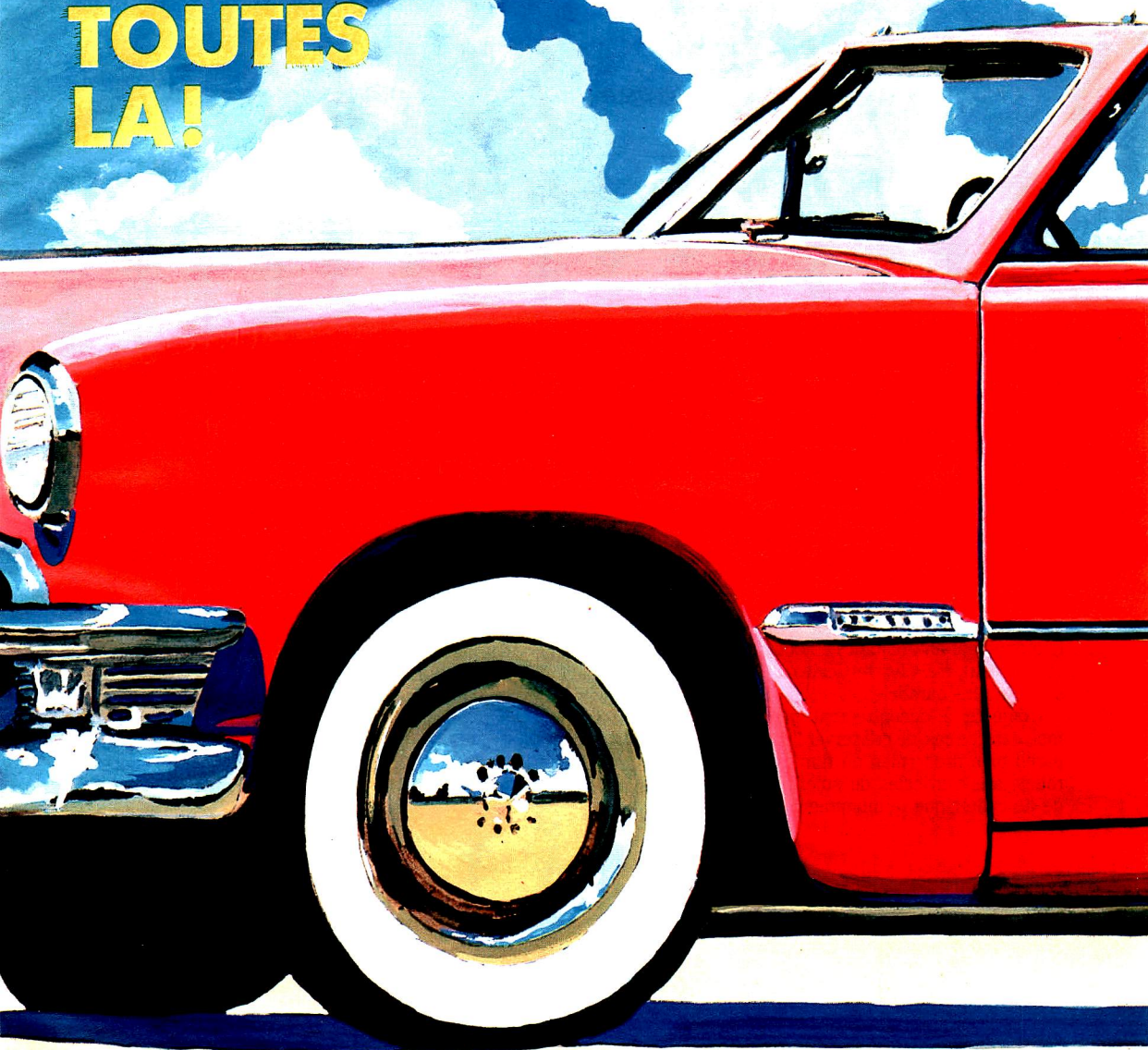
à compléter et retourner à ICF, service 7023 M.
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom : _____

Adresse : _____

**ELLES
SONT
TOUTES
LA!**



**ACTION
AUTOMOBILE
TELEMATIQUE**

Toutes les voitures sont là, à portée de clavier.

Pour tout savoir, tout de suite, sur tous les modèles, tapez le code AAT sur votre Minitel. AAT, c'est L'ACTION AUTOMOBILE TÉLÉMATIQUE, un service unique en son genre, complet et constamment mis à jour.

- BANCS D'ESSAI : 300 modèles testés pour vous.
- MATCHS : 30.000 confrontations possibles.
- MATCHS GUIDÉS : 35 matchs entre 4 modèles de même catégorie.
- PETITES ANNONCES : 2.000 occasions au choix chaque semaine.
- ASSURANCE : les réponses à toutes vos questions.
- PRIX DU NEUF ET COTE DE L'OCCASION.

36 15 AAT

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

PHOTO

Un objectif correcteur de perspective



Leica lance un très grand angulaire à décentrement, le PC Super Angulon R 2,8/28 mm. Ce type d'objectif permet de photographier des monuments en les cadrant en entier tout en conservant leurs lignes verticales et horizontales. On sait qu'avec un objectif ordinaire, cela n'est possible qu'en utilisant un fort recul qui, pour une tour ou une cathédrale, par exemple, conduira à laisser sur l'image un trop grand espace pour le sol. Certes on pourrait approcher et cadrer tout le monument en pointant l'objectif vers le haut, mais les verticales ne seraient plus parallèles.

L'objectif à décentrement permet, dans ce cas, de conserver l'appareil bien droit (plan du film parallèle aux verticales du sujet) et de ne cadrer que le monument. A

cet effet, le bloc optique est déplacé vers le haut pour cadrer la partie haute du sujet (donc ne pas lui couper la tête), ce qui a pour effet, en même temps, de couper la partie basse (le sol qui perd ainsi son importance excessive).

Le nouveau Super Angulon, destiné aux Leica reflex R5 et R6, permet ce décentrement sur 11 mm verticalement et 9,5 mm horizontalement. Avec le décentrement maximal, la définition est maintenue en diaphragmant entre 1:11 et 1:22. En photo rapprochée, elle est automatiquement assurée par un groupe de lentilles flottantes dont le déplacement maintient l'image nette sur le plan du film. Cet objectif comporte 12 lentilles et permet de photographier à partir de 30 cm. Son poids : 565 g.

PHOTO

Le 24 × 36 à zoom tout automatique de Fuji

La gamme des appareils 24 × 36 compacts de Fuji vient d'être complétée par le FZ-500 Zoom, le plus perfectionné de tous. Il est doté d'un macrozoom 3,5-6,7 de 35-70 mm utilisable en photo rapprochée à 60 cm du sujet, d'un obturateur électronique (4 s ou 1/250 s) et d'un flash ayant une portée de 5 m avec un film de 100 ISO. La totalité des fonctions de cet appareil sont automatisées : changement et entraînement du film, affichage de la sensibilité (50 à 1 600 ISO), mise au point, exposition de l'émulsion et flash. Des corrections par réglage manuel sont toutefois possibles pour la mise au point, l'exposition et le flash. Poids : 400 g. Prix : 2 290 F environ.

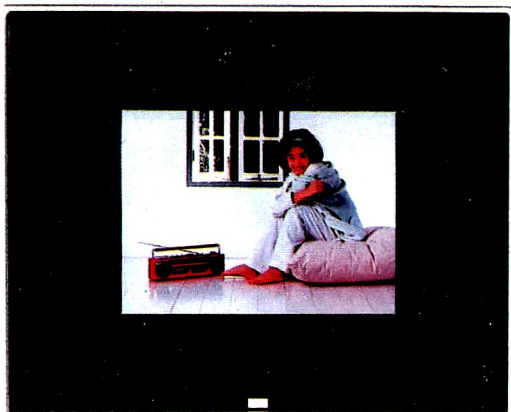
VIDEO

Un téléviseur plat

Les Japonais poursuivent très activement leurs recherches pour la réalisation des téléviseurs muraux plats qui verront le jour dans les années 90.

Ainsi Toshiba vient-il de présenter le prototype d'un modèle épais de quelques centimètres et doté d'un écran à cristaux liquides. Ce dernier comporte 316 000 cellules (440 × 720 lignes). C'est une nouvelle technique (non précisée) d'impression des circuits d'alimentation de ces cellules, qui a permis de réduire l'épaisseur de l'écran à 2 cm environ. L'image y mesure 10 × 13 cm.

LIQUID CRYSTAL COLOR DISPLAY



TOSHIBA

PHOTO

Un 24 × 36 horodateur bon marché

L'Hanimex 35 AFX Data Back n'est pas le premier appareil photo doté d'un dispositif dateur mais c'est le moins cher jamais proposé, puisqu'il ne coûte que 900 F environ. L'horodateur incorporé imprime sur la photo l'année, le mois et le jour de la prise de vue. En outre, le marquage de cette date peut être remplacé par celui de l'heure et de la minute de chaque déclenchement, ce qui est très pratique pour reconstituer la chronologie d'un événement limité dans le temps (compétition sportive, surveillance de chantier, pointage de déplacements, observations de phénomènes divers...)

Les deux fonctions de marquage peuvent même être utilisées en complémentarité, la première vue



de la série portant la date, les suivantes le minutage. Ainsi aucune erreur n'est possible. La fonction de marquage est naturellement débrayable. Quatre petites touches permettent d'afficher les paramètres, qui sont visualisés sur un écran à cristaux liquides, comme sur une montre.

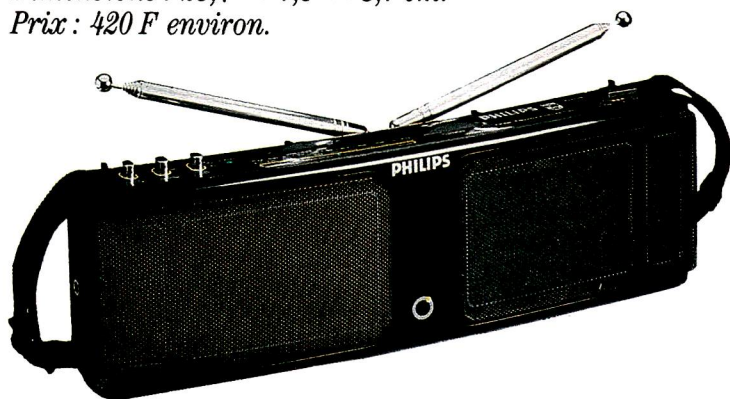
Fort simple d'utilisation, l'Hanimex 35 AFX Data Back, est cependant un appareil perfectionné,

muni d'un objectif 3,8/34 mm. Il effectue la mise au point automatiquement à partir de 1,2 m et son flash électronique incorporé intervient quand il n'y a pas assez de lumière. L'introduction du film dans l'appareil provoque l'affichage automatique de la sensibilité, 100 ou 400 ISO, et, naturellement, l'exposition est automatique. Quant au moteur incorporé, il assure l'avancement et le rembobinage du film.

AUDIO

La radio en bandoulière

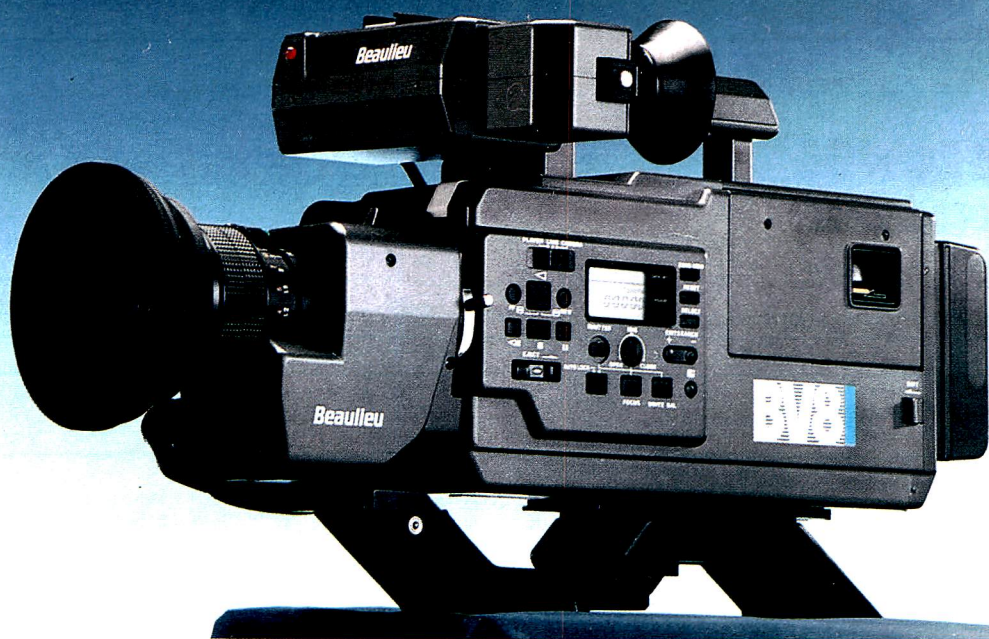
A l'intention des jeunes, Philips propose un poste de radio galbé, le D 1760, conçu pour rester près du corps lorsqu'on le porte en bandoulière. Recevant les grandes ondes et la FM en stéréophonie, il est doté de quatre haut-parleurs, d'un égaliseur trois bandes commutables, de deux antennes télescopiques et d'une prise pour casque. Sa puissance varie de $2 \times 0,4 W$ à $2 \times 0,8 W$. Alimentation avec quatre piles R6 ou sur secteur avec un transformateur. Dimensions : $25,4 \times 7,8 \times 3,7$ cm. Prix : 420 F environ.



VIDEO

Un caméscope de 900 grammes

Rares sont les caméscopes de moins de 1 kg, c'est pourtant le cas du Fujix 8-M680, un modèle 8 mm commercialisé par Fuji : 900 g nu (1 100 g avec batterie et cassette) et $10 \times 11 \times 30$ cm. Malgré son faible encombrement, cet appareil est hautement perfectionné, avec un analyseur d'image de 495 000 points, un obturateur électronique à 6 vitesses (1/50 à 1/4 000 s), un zoom automatique 1,6/12-72 mm et une mémoire capable de stocker des titres ou des images en vue de leur insertion dans une prise de vue. L'exposition est automatique et une lumière de 7 lux suffit aux prises de vue, même si l'idéal est de filmer avec au moins 300 lux. Deux vitesses de défilement de la bande assurent une autonomie de 90 minutes ou de 3 heures avec une cassette 8 mm. Une lecture directe sur téléviseur PAL/SECAM est possible.



VIDEO

Un camescope 8 mm à objectifs interchangeables

La firme Beaulieu, bien connue des amateurs de cinéma, lance un camescope 8 mm, le BV 8, aux performances élevées, disponible en PAL ou en NTSC. C'est d'abord un appareil équipé d'une platine optique recevant tous les objectifs en monture C (la monture standard des caméras de 16 mm). Des bagues spéciales permettent aussi de monter les objectifs photos des grandes marques. Il peut être livré avec un macrozoom standard 1,6/12-72 mm à mise au point automatique ou manuelle.

La seconde caractéristique remarquable du BV 8 réside dans son analyseur d'image, un dispositif à

transfert de charge assurant une définition réelle de 440 000 points. Une lumière de 5 lux permet la prise de vue, celle-ci étant optimale entre 100 et 100 000 lux. Un obturateur électronique numérique, dernier cri de la technique en la matière, autorise un réglage de vitesse de 1/600 à 1/2 000 s.

L'appareil est doté des automatismes actuels (exposition, mise au point, modulation du son, blanc), mais tous les paramètres sont également réglables manuellement. Un connecteur à 37 broches permet de relier le camescope à divers types de magnétoscopes et aux tables de montage. Chaque cassette

permet, en PAL, une autonomie de 90 minutes de programme en vitesse normale et de 180 minutes en vitesse lente.

Indiquons encore que l'appareil possède un viseur électronique orientable, qu'il est étanche à l'humidité et aux poussières, qu'il est équipé d'un microphone omnidirectionnel et que son alimentation se fait sur piles, accumulateur ou secteur. Poids: 1 860 g, dimensions: 43 × 24 × 11 cm environ. Prix: 35 000 F avec le zoom standard. (Beaulieu Industrie, 17 rue des Capucines, BP 27, 41201 Remorantin ou 10 av du Château, allée Charles V, 94300 Vincennes).

PHOTO

Un 24 × 36 compact étanche et bi-focal

Depuis plusieurs années, Olympus commercialise l'AF-1, un petit appareil 24 × 36 étanche à l'eau et aux poussières (sans pour autant être utilisable en photo sous-marine). La firme japonaise lance aujourd'hui l'AF-1 Twin, un modèle étanche similaire au précédent, mais doté cette fois de deux focales: 3,5/35 mm (3 lentilles) et 6,3/70 mm (5 lentilles). Le passage d'une focale à l'autre est motorisé.

L'appareil assure l'exposition automatique du film, selon deux programmes, l'un pour la focale de 35 mm (1/15 s à 3,5 à 1/730 s à 16),

l'autre pour celle de 70 mm (1/15 s à 6,3, à 1/570 s à 15,1). La mise au point est également automatique à partir de 75 cm en grand angulaire et 80 cm en téléobjectif.

L'Olympus AF-1 Twin est encore doté d'un moteur d'entraînement de la pellicule, d'un flash électronique et d'un retardateur. Dimensions: 126 × 64 × 52 mm. Poids: 25 g. Alimentation avec deux piles au lithium de 3 V.



La photo magnétique reste une technique lourde

Annoncée dès la fin des années 1970 par Agfa et Polaroid (*Science & Vie* septembre 1980), puis par Sony en 1981 (appareil Mavica, *Science & Vie* octobre 1981), commercialisée depuis environ deux ans, la photo-vidéo n'évolue que très lentement. Aujourd'hui, la qualité de l'image reste médiocre comparée à celle de la photo conventionnelle et le matériel est encombrant et coûteux.

A la dernière Photokina, plusieurs firmes ont présenté des appareils nouveaux, peu différents des modèles antérieurs. Le progrès le plus significatif concerne l'écran analyseur à transfert de charge (DTC) qui, comme sur les caméscopes, passe de 250 000 points à 380 000 points par image (en photo conventionnelle un film 24×36 sépare facilement 10 millions de points). C'est le cas avec les appareils Nikon QV-1000C (seulement noir et blanc), Canon RC-470 (couleurs), Olympus V-100 (couleurs). Seul Polaroid annonce un DTC de 600 000 points sur son appareil noir et blanc 8801.

L'exploitation de l'image enregistrée par ces appareils sur un disque souple standard (25 ou 50 vues par disque) se fait par lecteur sur un téléviseur, par imprimante papier ou par transmission téléphonique. Ces matériels sont essentiellement destinés à la prise et à la transmission des images de presse,

à la télésurveillance et à des applications industrielles.

L'appareil Canon RC 470 ressemble à un 24×36 compact bifocal. Il est doté d'un double système optique (2/9 mm et 2,5/16 mm), d'un obturateur focal (1/30 à 1/1 000 s) et d'un flash. Un moteur permet de prendre de 5 à 20 im/s. Le Canon RC 470 est compact (600 g). Mais il est accompagné d'un lecteur RC 301 de 3,2 kg et d'une imprimante couleur RP-420 de 9 kg.

L'appareil Nikon QV-1000C est un modèle reflex de 980 g doté d'objectifs interchangeables, d'un obturateur électronique (1 à 1/2 000 s) et de la synchronisation au flash. Il prend soit une, soit 4, soit 20 im/s. L'exploitation des enregistrements se fait sur un appareil de transmission vidéo QV-1010T de 3,1 kg. L'Olympus V-100, très compact, pèse 810 g. Il est équipé d'un zoom 2,8-27 mm, d'un viseur opti-

que, d'un obturateur électronique (1/8 à 1/2 000 s) et d'un flash électronique. Son lecteur, le V-200, aussi très compact, pèse 1 100 g.

L'appareil Polaroid 8801 diffère beaucoup de ses concurrents : il ressemble à une caméra vidéo de 1 300 g. Il possède une monture C qui lui permet de recevoir tous les objectifs de cinéma 16 mm, et un obturateur donnant les vitesses de 1/60 à 1/500 s. L'image peut être tirée sur film Polaroid pour la photo instantanée ou transmise par téléphone.



L'Audio-fair, l'un des plus grands salons audiovisuels du Japon, s'est tenu à Tokyo en octobre dernier. Nous y avons observé : la poussée des lecteurs CD-Vidéo capables de lire aussi bien les disques compacts que tous les types de vidéodisques ; l'arrivée d'appareils mixtes groupant le téléviseur, le magnétoscope et le lecteur de disque compact ; la progression des matériels de vidéo et de télévision à haute définition. NHK et les constructeurs japonais ont fait la démonstration de téléviseurs et projecteurs à écran large (rapport 16/9) en 1 125 lignes, tandis que Thomson présentait un équipement 1250 lignes pour le D2-MAC Paquet (notre nouveau standard pour la télévision transmise par le satellite TDF-1).

Un projecteur d'images d'ordinateur

Pour la projection sur grand écran des données générées par ordinateur, Kodak lance le Datashow HR 400, appareil de haute résolution (640 × 400 points).

L'image projetée est fournie par une tablette à cristaux liquides comportant donc 256 000 cellules.

L'appareil est compatible avec tous les micro-ordinateurs IBM-PC, y compris le nouvel IBM-PS/2, ainsi qu'avec les Apple Macintosh II et SE-Plus.

Conjointement au Datashow HR 400, sont proposés les logiciels nécessaires et une télécommande infrarouge.

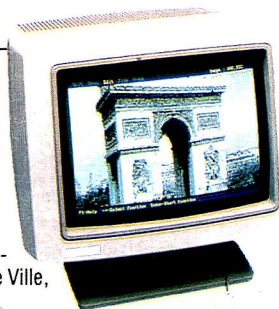
5 STATION MÉTÉO POUR TOUS

349 F, chez l'Exemplaire, BP 471, 75830 Paris cedex 17



4 DES SCANNERS MINIATURISÉS

5 220 F le Sky Scan, chez Duplex, bd Vidier, Merle, 69003 Lyon ; 3 300 F le Scan Man chez Logitech-France, 18 bd de l'Hôtel de Ville, 95130 Franconville.



2

UNE MOTO DE POCHE

10 000 F environ chez tous les concessionnaires moto Honda.

Honda France, Parc d'activités Paris-Est, BP 46, 77312 Marne-la-Vallée.



1 Afin d'aider le skieur débutant, un physiothérapeute a imaginé le Try-Ski, un dispositif qui se fixe sur les pointes des skis (bien sûr sans les abîmer) et permet de les tenir solidaires. Ainsi le skieur ne peut plus croiser ou écarter les jambes et par conséquent tomber. Try-Ski est constitué de deux pièces de plastique incassable, assemblées par simple pression de la main ou du bâton de ski. Un patin de caoutchouc assure l'adhérence sous le ski. Une fois fixé, le système oblige le skieur à se placer en position de chasse-neige, s'il écarte les jambes — avec l'effet de freinage que cela entraîne obligatoirement —, ou à glisser avec les skis parallèles, en gardant la trace légèrement ouverte.

2 Même si elle ne mesure que 1 m de large pour 0,80 m de haut, la ZB 50 Monkey n'en est pas moins une véritable moto. Présentée par Honda, ce petit véhicule pèse 72 kg et se range aisément dans un coffre de voiture. Très facile à conduire, il est doté d'un petit moteur 4 temps et d'une boîte de vitesses à trois rapports avec embrayage automatique. La ZB 50 peut être pilotée par tout possesseur du permis voiture obtenu avant le 1^{er} mars 1980, ou par tout titulaire du permis moto AL (alors dès 16 ans).

3 Trois kilos et environ 16 cm³ pour chauffer 80 m³ en quelques minutes, c'est la performance réalisée par le Micro-Fournaise, un mini-radiateur électrique de la société Micro-Furnage. Cet appareil comporte essentiellement des disques chauffants constitués de semi-conducteurs alvéolés, placés entre des porcelaines vitrifiées isolantes. Ce matériau possède une résistance qui change avec la température de l'air. De ce

fait, la consommation électrique change aussi: lorsque la température de la pièce augmente, la puissance diminue entre les limites de 1 500 et 60 watts. Le chauffage s'adapte donc à la température. C'est économique.

4 Voici Scan Man et Sky Scan, deux scanners à main, ces périphériques d'ordinateurs capables de reconnaître et de numériser directement graphiques, photos ou dessins. Ils sont d'utilisation très simple: il suffit de déplacer lentement l'appareil le long du document à reproduire et son image apparaît sur l'écran. Ces deux modèles, pour IBM-PC et modèles compatibles, présentent des points communs dont une large fenêtre de saisie de 102 à 105 mm, qui permet d'intégrer une demi-page A4 en un seul passage avec une résolution de 8 points par millimètre. Une commande permet le réglage du contraste jusqu'à 16 niveaux de gris. Après la saisie, toutes les modifications sont possibles: inverser, retourner, agrandir ou réduire l'image grâce au logiciel fourni. La différence majeure entre les deux modèles, qui doit justifier l'écart de prix, réside dans la plus grande capacité du Sky Scan: la sauvegarde des documents numérisés peut s'effectuer en 5 formats et on peut saisir un texte dactylographié. Le Scan Man offre toutefois l'avantage d'exister en version pour Macintosh. Les deux appareils permettent de stocker les images et de les réutiliser avec la plupart des systèmes de publication par ordinateur et avec de nombreuses imprimantes.

II^e Congrès international pour la conservation des jardins botaniques du 24 au 28 avril 1989 à Saint-Denis de La Réunion. Renseignements: Conseil général de La Réunion (2 rue de la Source, 97400 Saint-Denis de la Réunion) ou Conservatoire des jardins botaniques de Nancy (100 rue du Jardin botanique, 54600 Villers-lès-Nancy).

1 POUR L'APPRENTISSAGE DU SKI

190 F chez Promulti, 18 rue Mouton-Duvernay, 75014 Paris.



3

**UN RADIATEUR
À PUISSANCE
VARIABLE 2 100 F**
à L'Arc-en-ciel,
26300
Chateaufort
d'Isère,
cedex 7.



6

**UN PIÈGE À CAFARDS
ÉCOLOGIQUE**
55 F dans les grands
magasins
et détaillants spécialisés.



5 Avec l'Horloge météo, voici tous les instruments d'une station météorologique rassemblés sur un seul cadran rond de 18 cm de diamètre : un thermomètre, un baromètre et un hygromètre. L'instrument comporte en outre une horloge à quartz et fonctionne sur pile.

6 Voici un piège à cafards qui n'utilise aucun insecticide. La société qui l'a conçu, la Somagri a ainsi composé, sur une pastille, un bouquet de phéromones sexuelles — ces substances que sécrètent, entre autres, les insectes et qui attirent leurs partenaires — et d'ingrédients alimentaires. Elle a ensuite fixé cette pastille à l'intérieur d'un tunnel en carton dont le fond est recouvert d'une bande adhésive. Attirées par l'odeur, les blattes et autres insectes viennent s'engluer dans le piège. Même les larves juste écloses, déposés par la femelle piégée, sont attirées par l'odeur de nourriture dégagée par la pastille. Il suffit de 1 à 2 pièges pour une surface de 10 m².

7 Proposé par la société Wolfcraft, Mini-Maxi est un établi en tôle d'acier pouvant recevoir scie circulaire, scie sauteuse, perceuse, etc. Malgré ses possibilités, il est d'un encombrement si réduit (50 x 40 x 31 cm pour 6,4 kg) qu'on peut le transporter dans le coffre d'une voiture. Un étrier permet de le fixer sur une table et son plateau comporte tous les attaches et systèmes de fixation pour immobiliser parfaitement, en toute sécurité, les divers appareils. Ses conditions d'utilisation sont donc comparables à celles d'un établi normal.



7

**LE PLUS PETIT ÉTABLI
DU MONDE**
650 F l'établi de base, de 85 F à 400 F
les divers accessoires dans
magasins et détaillants
spécialisés

8 UN AGENDA ÉLECTRONIQUE À 7 000 FONCTIONS

Prix non encore fixé, annoncé pour le printemps chez Sharp France, av Ampère, ZI de Villemilan BP 111, 91321 Vissous cedex.



10

UN PULVERISATEUR ÉLECTRIQUE

248 F chez Sedao, 37-39 av des Champs-Élysées 75002 Paris

LES OBJETS DU MOIS



12

UNE CHAÎNE MIDI POUR LES JEUNES

1 600 F environ chez les revendeurs Sharp

8 Avec l'OZ-7000, Sharp a conçu le plus puissant des agendas électroniques. Tout d'abord sept fonctions de base sont incorporées à l'appareil : calendrier, barème, téléphone, memento, annuaire, heure locale et dans 212 villes du monde, calculateur. D'autre part, une gamme de cartes à circuits intégrés permet de coupler l'OZ-7000 à un micro-ordinateur avec une capacité de 7 000 fonctions. La mémoire du système est de 32 Kbits, sa capacité est de 700 numéros de téléphone et de 400 mots de 32 caractères pour l'annuaire. L'une des cartes permet de disposer d'un dictionnaire de 87 000 mots avec traduction en huit langues.

10

L'hiver, les plantes d'appartement souffrent de la sécheresse de l'air ambiant que l'arrosage ne suffit pas toujours à compenser. Il faut alors pulvériser de l'eau sur leurs feuilles. Une opération que facilite le pulvérisateur électrique autonome, Garden Sprayer : il suffit d'appuyer sur un bouton et de diriger la bruine qu'il produit vers les feuillages. L'instrument est muni d'un réservoir de 1,5 l et deux lances de longueurs différentes. Il fonctionne sur des batteries cadmium nickel rechargeables sur le secteur.

9

LA MOTOMOBILE

10 890 F (casque et assurance compris) chez les concessionnaires Honda.

9 Honda lance la "Motomobile" dérivée du scooter et très voisine de la Cosa, la nouvelle version de la Vespa (*Science & Vie* n° 846). Le terme désigne une gamme de petits véhicules économiques, faciles à conduire, utilisables sans permis ou, pour certains, avec le permis automobile. Premier-né, le Vision Met-in, ne pèse que 66 kg et comporte une boîte de vitesses à transmission automatique permettant de bonnes accélérations en ville. Ce scooter ne demande que peu d'entretien puisqu'il est muni d'un allumage électronique et qu'une pompe reliée au réservoir d'huile de 0,8 l assure automatiquement le dosage huile-esence (il roule à l'ordinaire). Un moteur de 50 cm³ placé bas en fait un deux-roues très stable. Le tableau de bord comprend compteur de vitesse, compteur kilométrique, jauge à essence (réservoir de 5,5 l) et témoins de clignotants et de niveau d'huile. Cette motomobile est vendue avec casque (qui peut se ranger, lors du stationnement dans un compartiment situé sous la selle) et contrat d'assurance d'un an.



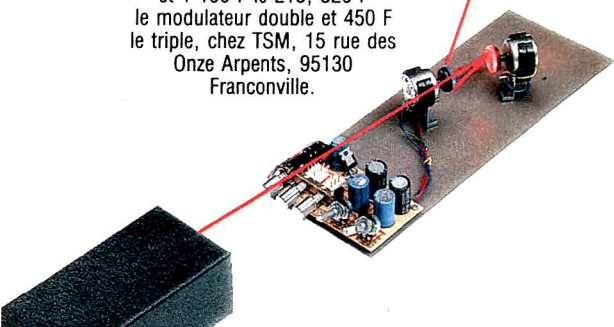
11

Un ostréiculteur breton, Louis Gléron, a obtenu le Prix de la Ville de Paris au dernier concours Lépine, pour un instrument fort simple et très astucieux, le Cancalien, qui permet d'ouvrir les huîtres rapidement, sans écailles et sans risques de s'entailler les mains. L'appareil, qui se fixe à un bord de table, comporte un socle de hêtre pour recevoir l'huître et un levier avec lame inoxydable pour couper le pied et l'ouvrir. Cette ouverture ne demande qu'un mouvement de rotation du poignet pour faire lever. Il existe des modèles pour gauchers et droitiers. Nous l'avons essayé : c'est vraiment pratique (attention toutefois à bien placer l'huître).

12

A l'intention des moins de 20 ans, Sharp a créé une chaîne compacte, la CMS-N15H, au format "midi" et à un prix peu élevé. Elle comporte une platine tourne-disque 33/45 tr/min, un tuner stéréophonique GO-FM, un magnétophone à cassette et deux enceintes acoustiques. Une horloge incorporée à l'appareil est utilisable comme réveille-matin. Deux éléments autonomes complètent cet ensemble : une télécommande avec microphone incorporé et un baladeur lecteur de cassette stéréophonique. La puissance de la chaîne est de 2 W efficaces. L'ensemble est disponible en trois coloris (rouge, noir ou blanc).

13 LASERS EN KIT
980 F le kit TSM 219
et 1 150 F le 215, 320 F
le modulateur double et 450 F
le triple, chez TSM, 15 rue des
Onze Arpents, 95130
Franconville.



**14 UN TÉLÉMÈTRE A
ULTRA-SONS**

469 F à l'Economat,
Chemin du Marais,
BP 3, 94370
Sucy-en
-Brie.



13 Le montage de laser est aujourd'hui à la portée des amateurs. Ainsi, la société TSM propose-t-elle deux modèles en kit, le TSM 219 alimenté sur le secteur et le TSM 215 fonctionnant sur un bloc de huit accumulateurs cadmium-nickel et donc autonome. Dans les deux cas, le tube utilisé est un laser hélium-néon d'une puissance de 2 milliwatts, très suffisante pour créer des effets lumineux. Le faisceau est de couleur rouge (longueur d'onde : 0,6328 micromètre). La firme propose également des modulateurs ou ensembles de miroirs tournants collés chacun sur l'axe d'un moteur ce qui permet de régler indépendamment leur vitesse de rotation via un circuit électronique (variation continue ou aléatoire de la vitesse de chaque moteur). Le jeu de leurs rotations anime le faisceau qui dessine alors sur les murs et les plafonds des courbes complexes. Il existe deux modèles, l'un à deux miroirs, l'autre à trois. Il faut noter qu'en raison des tensions élevées (8 000 V) nécessaires à l'alimentation du tube, l'ensemble doit être — après montage et soigneuses vérifications — obligatoirement enfermé dans son boîtier plastique (fourni dans le kit) avant toute mise sous tension. Enfin, ne jamais diriger le faisceau vers les yeux de quiconque.

**11 POUR OUVRIR LES HUITRES SANS RISQUE
ET SANS EFFORT** 200 F franco de port,
le Cancalien, 29 av Pasteur, BP 37, 35260 Cancale.



14 Utile aux architectes, aux métresseurs comme aux bricoleurs, le Digitape permet de mesurer une pièce, connaître son volume de chauffage, sa surface de peinture ou de moquette. À l'aide d'un capteur à ultra-sons et d'un microprocesseur, cet instrument calcule la distance existant jusqu'à l'endroit atteint par le faisceau ultrasonore, avec une portée de 10 m maximum. L'instrument est précis à 1 ou 2 cm près et son faisceau étroit permet une prise de mesures sans interférences. Un écran à cristaux liquides assure l'affichage numérique des données. Une pile au lithium, enfin, lui donne une durée de vie moyenne de 10 ans.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Sarah Baschet, Roger Bellone, Pierre Courbier, Lionel Dersot, Laurent Douek et Christine Mercier.

B T S

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

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



EFC-IPIG

Inscriptions toute l'année

EFC - IPIG

Organismes privés

7, rue Heynen
92270 Bois-Colombes

(1) 42 42 59 27

Brochure gratuite n° V 4992

Précisez la matière choisie :

Nom :

Prénom :

Adresse :

Tél :

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

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



Graphiréal

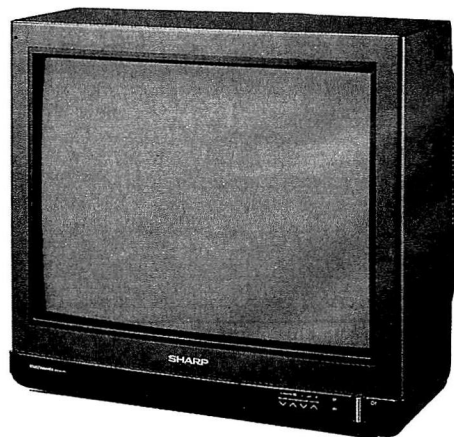
VIEUX FILMS : LA COULEUR À L'ASSAUT DU NOIR ET BLANC

(suite de la page 124)

apportées. Après quoi, l'enregistrement des couleurs est superposé à celui du film noir et blanc. Cela revient, comme en tout codage télévision, à ajouter la luminance (ombres et lumières) à la chrominance (les couleurs). Le film est enfin copié sur bande au moyen du second magnétoscope. La bande son elle-même est souvent traitée afin d'obtenir une fausse stéréophonie.

Selon les sociétés, les techniques utilisées peuvent varier. Colorization Inc. utilise un procédé particulièrement perfectionné dans le repérage des mouvements. Le logiciel de l'ordinateur graphique numérise chaque image en 524 288 pixels (1024 x 512) auxquels sont attribuées des valeurs de gris. L'opérateur dessine le contour des surfaces (visages, meubles, vêtements...) et le coloriage s'effectue à partir d'une palette électronique d'un minimum de 4 080 nuances de teintes. D'une image à l'autre, la couleur d'une zone est automatiquement reprise par l'ordinateur grâce à un algorithme de répétition mis au point par Colorization et capable de suivre un élément en mouvement. L'ordinateur compare pixel par pixel, chaque image à la précédente et lui attribue la même couleur. Il arrive qu'aucun critère programmé ne puisse déterminer la couleur utile. L'opérateur intervient alors à la place du système. La proportion de ces cas reste assez faible car, en moyenne, 5 % seulement des pixels chan-

**36, 51, 54, 63 et 70 cm :
Vous n'avez que l'embaras
du SHARP!**



SHARP®
une touche de génie

gent d'une image à l'autre. Le résultat est ensuite visionné sur moniteur puis validé ou modifié. Le même processus est répété pour l'ensemble de la scène. Il nécessite en général 10 secondes par image, d'où 4 heures pour une minute de film. Le mixage final utilise deux bandes vidéo, l'une pour le noir et blanc, l'autre pour la couleur. On mélange sur un banc de montage informatique la copie noir et blanc avec les signaux de chrominance, de synchronisation et le son issus de l'ordinateur graphique. Durée de l'opération finale : environ 5 heures 30 pour 30 min de film.

Cherchant à limiter les critiques de leurs adversaires, les grandes firmes essaient d'affiner leur travail. Elles acquièrent des outils informatiques de plus en plus perfectionnés. Selon les spécialistes, la qualité technique du coloriage électronique s'est améliorée au point de rendre difficile la distinction entre une image en couleurs récente et une image colorisée.

Le dernier cri de la technique consiste aujourd'hui à demander à l'ordinateur d'analyser lui-même les gris de l'image pour en déduire les couleurs d'origine. Autrement dit, de parcourir en sens inverse le chemin de sélection du film noir et blanc qui avait traduit chaque couleur en un gris. La société Turner travaille dans ce sens avec des machines proches de celles qu'on utilise pour réaliser des images de synthèse.

Aujourd'hui, le coût du coloriage d'un film est estimé entre 10 000 et 15 000 F la minute. Pour un long métrage de 90 minutes, il faut ainsi compter de 1,5 à 2,5 millions de francs. Tel est le cas de *La nuit des morts-vivants* de George Romero, qui avait coûté 600 000 F environ au tournage et dont le coloriage est revenu à près de 1,5 million de francs.

Ted Turner, président de Turner Entertainment et propriétaire de WTBS à Atlanta, se serait offert son catalogue de vieux films pour environ 1 milliard de dollars : 1 700 longs métrages de la Metro Goldwyn Mayer, 800 de la Warner Bros, produits avant 1960, et 750 de RKO Radio Pictures produits de 1930 à 1957. Une bonne centaine d'entre eux ont déjà été colorisés pour plus de 18 millions de dollars. L'investissement est lourd mais paraît rentable. La version colorisée de *Miracle dans la 34^e rue* aurait obtenu en 1985 son plus fort taux d'audience, le double de celui de sa diffusion en noir et blanc en 1982. De son côté, Ted Turner estimait il y a quelques mois gagner 1,6 million de dollars en première année d'exploitation (vidéo-cassettes et passage TV) avec les versions colorisées de deux films avec Errol Flynn signés Michael Curtis. Soit huit fois plus qu'en dix ans ! Quant à Colorization Inc., elle aurait déjà gagné plus d'un million de dollars avec sa version de *La vie est belle* distribuée par les Hal Roach Studios, sa maison-mère.

Les dirigeants des chaînes de TV ne sont pas moins farouches dans la défense de la coloration. Logique : plus les taux d'audience monteront, plus les tarifs publicitaires pourront être élevés.

Corinne Gonthier

DE VENEZ REPORTER JOURNALISTE



Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée. Grâce à sa méthode moderne, inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT ET A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information et à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne : faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondain, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez notre documentation gratuite :
UNIVERSALIS, 11, rue Fg Poissonnière, 75009 Paris
Belgique : rue Louvrex 30, 4000 Liège - T. 041/2351.10

**BON POUR UNE DOCUMENTATION GRATUITE
ET SANS ENGAGEMENT**

Nom F17

Prénom

Adresse

C.P. Ville




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. ROSSVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM
ADRESSE

SV 01

DIPLOMES DE LANGUES

anglais allemand espagnol italien

Visez européen !

Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- o Examens européens de langues
- o Chambre de Commerce Etrangères
- o Université de Cambridge

Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :

LANGUES & AFFAIRES, sce 4826

35, rue Collange - 92303 Levallois.

Tél. : (1) 42.70.81.88

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

P. 2 : Univ. of Birmingham Consortium on High Tc Superconductors/Science Photo Lib. — TDF1 — X. Testelin/Keystone — F. Apesteguy ; p. 3 : Doa — M. Toscas/Galerie 27 — J.-P. Courau/Explorer — P. Kohler ; p. 11 : D. Parker/IMI — Univ. of Birmingham Consortium on High Tc Superconductors/Science Photo Library ; p. 13/14 : I. Correia ; p. 15 : P. Bouvier/Cosmos ; p. 17 : O. Nauze ; p. 19 : M. Hervieu/Lab. Crismat — Chemical Design Ltd/Science Photo Library ; p. 32/34/35/36/37/38/39/40/41/43 : Isa Python ; p. 45/46/47/48/49 : D.R. ; p. 50 : J.L. Boussange ; p. 51/52 : J.P. Courau/Explorer ; p. 53 : J.P. Courau/Explorer — J. Oster/Musée de l'Homme ; p. 54 : Roger-Viollet ; p. 55 : Explorer ; p. 56/57 : Institut Pasteur — J. Burgess/Science Photo Library ; p. 58 : J. Lejeune/CNRI ; p. 59 : M. Dehoky ; p. 60 : J. Lejeune/CNRI ; p. 62 : P. Delmas/CERAM ; p. 63 : J.N. de Soye/Rapho ; p. 65 : P. Delmas/CERAM ; p. 66/67 : J. Marquis ; p. 68 : F. Blassel ; p. 69 : J. Marquis ; p. 70 : F. Blassel ; p. 74 : D.R. — F. Danrigal ; p. 76 : G. Helmes ; p. 79 : D.R. ; p. 80/81 : C. Lacroix ; p. 83 : DOD — W.G. Hartenstein/AW & ST ; p. 84/85/86/87/88/89 : C. Lacroix ; p. 90/91/92/93 : P. Kohler ; p. 94/95/96 : Tass ; p. 98/99 : Sandia National Laboratories ; p. 102 : B. Paris ; p. 103 : J. Polony/Antenne ; p. 104 : G. Delpit ; p. 105 : C. Lacroix ; p. 106/107 : G. Delpit ; p. 109 : Giannini/Sipa press ; p. 111 : A. Meyer ; p. 112 : F. Apesteguy ; p. 113/114 : N. Papamiltiades ; p. 115 : Nasa — J.L. Boussange ; p. 116 : D. R. — N. Papamiltiades ; p. 117 : N. Papamiltiades — P. Menard ; p. 119 : Lockheed — N. Papamiltiades ; p. 120/121/122 : X. Testelin/Keystone ; p. 124/125 : D.R. ; p. 128 : G. Becam/SIRP — L. Douek ; p. 129 : L. Douek — A. Pelé ; p. 131 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 132/133 : M. Roux-Saget ; p. 134 : M. Toscas/Gal. 27 ; p. 135/136/137 : M. Roux-Saget ; p. 156/157/158/159 : Dao.

LE DICTIONNAIRE DE NOS GÈNES : PREMIÈRES PAGES EN 1996

(suite de la page 59)

laps de temps on aura accompli, en matière de séquençage, autant sinon plus que tout ce qui a été accumulé depuis les débuts de cette voie de recherche.

D'ailleurs le but essentiel de ce programme intitulé *Sequencing the Yeast Genome* (Séquençage du génome de la levure) n'est pas la performance quantitative, mais bien plutôt de servir de banc d'essai à la nouvelle technique de séquençage. Avant de s'attaquer à la grande aventure, celle du décodage du génome humain, qui devrait commencer officiellement en 1996, il s'agit pour les Européens d'affiner et de perfectionner leur nouvel outil en le mettant à l'épreuve sur un travail plus simple, et en même temps de roder leurs laboratoires et d'harmoniser leurs méthodes.

Au-delà de la performance technique qu'elle représente et des espoirs qu'elle suscite pour la connaissance du génome humain, l'entreprise de séquençage du génome de la levure, dont le coût financier est évalué à 15 millions d'ECU (soit 1 ECU par paire de bases identifiées), sera-t-elle rentable ?

Tout à fait. Car la levure fait partie des microorganismes les plus utilisés en biotechnologie (*). La connaissance de son génome permettra de sélectionner les gènes responsables des propriétés biologiques directement utilisables dans l'industrie. A l'inverse, en supprimant un gène, on réduira ou supprimera les fonctions indésirables qu'il génère dans la cellule. Résultat, ce jeu de question-réponse permettra de mieux cerner les processus biologiques fondamentaux qui régissent la vie cellulaire : respiration, métabolisme, reproduction... Cette meilleure connaissance de la biologie des levures permettra alors de leur faire fabriquer des produits élaborés comme les vaccins ou les hormones. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis la société de génie génétique Chiron a déjà recours à ce champignon pour produire un vaccin contre l'hépatite B.

Au-delà de ces applications industrielles, le séquençage intégral du génome de *Saccharomyces cerevisia* fournira un "dictionnaire" génétique de base utilisable à long terme pour effectuer des comparaisons avec les gènes d'autres cellules vivantes. Par exemple, si l'on découvre un gène humain dont on ignore le rôle, mais dont la structure ressemble à celle du gène responsable de la digestion d'un sucre chez la levure, on peut supposer que le gène inconnu a des fonctions proches chez l'homme, et donc entreprendre de vérifier cette hypothèse.

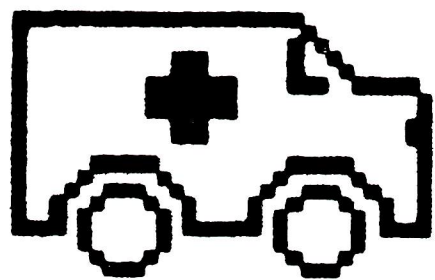
Enfin, le séquençage du génome du microorganisme peut, lui aussi, nous réserver des surprises ! Nous découvrirons peut-être des phénomènes biologiques encore insoupçonnés... **Didier Dubrana**

(4) Voir *Science & Vie* n° 853, p. 104.

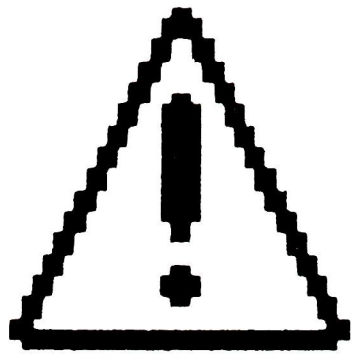
fini les



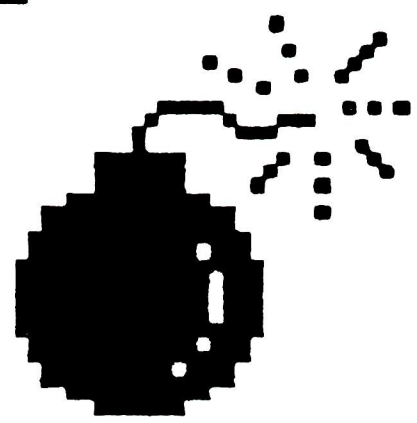
les



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 PARAÎTRE

LEGERES
EXTRA LEGERES

HDM

