

SCIENCE & VIE

MENSUEL - N° 906

MARS 1993

LA GRAPHOLOGIE EN PROCÈS

Première photo
de la banlieue
d'un trou noir

Vivre jusqu'à
120 ans

La dioxine
n'est plus ce
qu'elle était

M 2578 - 906 - 22,00 F



60 FB - 7 FS - \$ can 3.95 - 750 Francs - 675 Dfr - 30 Dh - 3000 Dt
5 000 L - 4,75 \$US NYC - RC 1500 F CFA - 1035 CFP

GRANT'S

son secret est dans les fûts qui l'ont vu naître.



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTÉ. CONSOMMEZ AVEC MODÉRATION.

SCIENCE & VIE

● DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUALET
Directeur général adjoint : FRANÇOIS FAHYS
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : PATRICIA BRAULT
Directeur marketing et commercial : FRANCIS JALUZOT
Directeur marketing et commercial adjoint : JEAN-CHARLES GUÉRAULT
Directeur des études : ROGER GOLDBERGER

● RÉDACTION

Rédacteur en chef : OLIVIER POSTEL-VINAY
Rédacteur en chef adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des informations,
rédacteur en chef adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN,
assisté de MARIE-ANNE GUFFROY
Rédacteur en chef adjoint : GÉRARD MORICE,
assisté de MONIQUE VOGT
Rédacteur en chef édition : ÉLIAS AWAD
Secrétaires de rédaction : FRANÇOISE SERGENT,
NADINE RAGUET, AGNES MARILLIER
Rédacteurs : RENAUD DE LA TAILLE, ALEXANDRE DOROZYNSKI,
PIERRE ROSSION, JACQUES MARSAULT, PIERRE COURBIER,
CHRISTINE MERCIER, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR,
MARIE-LAURE MOINET, ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER,
DIDIER DUBRANA, HENRI-PIERRE PENEL, MARC MENNESSIER,
ISABELLE BOURDIAL, THIERRY PILORGE, EDOUARD LAUNET
Secrétaires : CATHERINE LE MOAL, PAULE DARCONNAT

● ILLUSTRATION

ANNE LÉVY, JOSETTE SERREAU
Photographe : MILTON TOSCAS

● CONCEPTION GRAPHIQUE

CHRISTINE VAN DAELE

● MAQUETTE

LIONEL CROOSON

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75053 Paris Cedex 15
Tél. : (1) 46 48 48 48. Fax : (1) 46 48 48 67
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

● RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING, assistée de GUYLAINE BREHIN

● SERVICES COMMERCIAUX

Abonnements et marketing direct : PATRICK-ALEXANDRE SARRADEIL
Vente au numéro : PIERRE BIEURON, 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

● CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, PO Box 1860, Hemlock Farms,
Hawley PA 18428 - USA

● PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO
27 rue de Berri, 75008 Paris. Tél. : (1) 44 35 11 98
Directeur de la publicité : RICHARD TZIPINE-BERGER
Chef de publicité : KARINE PARENT

● À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT, tél. : 46 48 48 66
Vente anciens numéros et reliures : CHANTAL POIRIER, tél. : 46 48 47 18

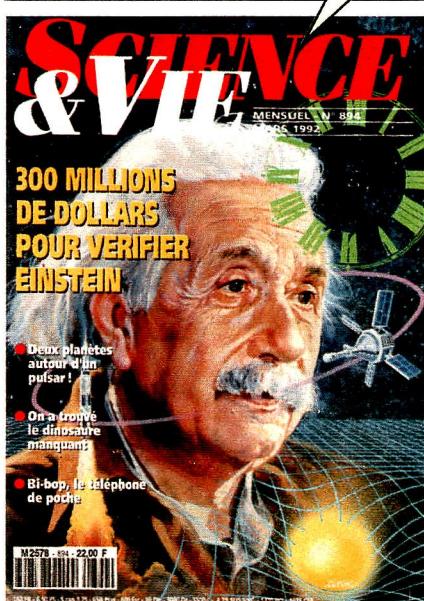
● ABONNEMENT

Relations abonnements : Service abonnements,
1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75053 Paris Cedex 15
Tél. : (1) 46 48 47 08 (de 9 h à 12 h)
Au Canada : Periodica Inc. - C. P. 444, Outremont - Québec,
Canada H2V 4R6
En Suisse : Naville - Case postale 1211 - Genève 1 - Suisse

À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Chaque envoi d'abonnement : veuillez joindre une enveloppe comportant l'adresse à l'adresse postale française et répondant 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 1989 SCIENCE & VIE

**Et si vous vous abonnez
à SCIENCE & VIE...**



BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner sous pli affranchi
avec votre règlement à SCIENCE & VIE
1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris

OUI, je m'abonne à SCIENCE & VIE
en cochant la formule de votre choix

CCEE **1 AN + 4 hors série (16 N°) : 295 F au lieu de 364 F***

CCEF **2 ANS + 8 hors série (32 N°) : 590 F au lieu de 728 F***

CCEB **1 AN / 12 N° : 220 F**
au lieu de 264 F*

CCEC **2 ANS / 24 N° : 440 F**
au lieu de 528 F

Cochez SVP *Prix de vente chez votre marchand de journaux

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Conformément à la législation en vigueur, vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour toute information vous concernant sur tout fichier à usage commercial de notre société.

OFFRE VALABLE JUSQU'A FIN 1993 .

ET RESERVÉE A LA FRANCE METROPOLITAINE.

ETRANGER: NOUS CONSULTER RC PARIS B 572 134 773

SOMMAIRE

2



SAVOIR

Première photo de la banlieue d'un trou noir

Daniel Tarnowski

22

Le laser de Saddam

Eric Valon

26

La revanche des microbes

Troisième partie :

La résurgence des maladies parasitaires

Alexandre Dorozynski et Marie-Françoise Lantieri

29

Vivre jusqu'à 120 ans et plus

Pierre Rossion

42

La dioxine n'est plus ce qu'elle était...

Hervé Kempf

46

Les cosmétiques à visage découvert

Isabelle Bourdial

54

La graphologie en procès

Marc Mennessier

66

Pinsons de Darwin : non à la xénophobie !

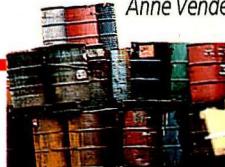
Thierry Pilorge

84

Le puzzle des Galápagos

Anne Vendeuil

88



Faire de l'or avec du cuivre.
Ou du nickel, ou autre chose. Directives européennes obligent, on vous vendra bientôt de l'or à 9 carats !

p. 116

D'où vient-il ? L'iguane des Galápagos est bien plus ancien que les îles où il vit. C'est la tectonique des plaques qui est, sans doute, à l'origine du mystère.

p. 88

POUVOIR

Le gaz, avenir du pétrole

Edouard Launet

98

Pétroliers verts contre marées noires

Didier Dubrana

104

Les cargos TGV seront japonais

Didier Gout

108

Les Saint-Bernard de l'innovation

Gérard Morice

114

Le laiton au prix de l'or

Renaud de La Taille

116

Dracula a les dents pleines de pixels

Henri-Pierre Penel

122

Encarts jetés Editions Weka
sur diffusion Suisse.



Il ne "fusillera" plus les blessés. Ce traîneau de sauvetage – léger, rigide, maniable – a été mis au point, bénévolement, par les gendarmes de Chamonix. p.114

Faiblement cancérogène... sans doute.

Mais quels sont les effets de la dioxine sur la reproduction et l'immunité ?

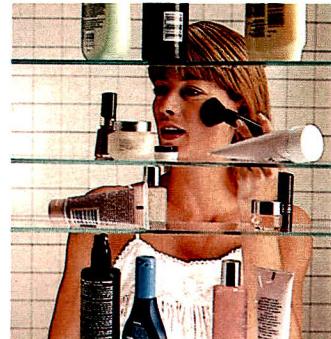
p. 46





Le paludisme tue deux millions de personnes par an. La bilharziose en affecte 200 millions... Les parasites empoisonnent l'existence de la moitié de l'humanité. **p. 29**

Miroir, mon beau miroir, comment piéger le radical hydroxyle qui détruit mes acides gras polyinsaturés ? Ou comment piéger, d'abord, l'argumentaire pseudo-scientifique* des vendeurs d'éternelle jouvence. **p. 54**



RUBRIQUES

Courrier **6**

Echos de la recherche
Dirigés par *Gerald Messadié* **13**

Echos de l'industrie
Dirigés par *Edouard Launet* **91**

Carrefour de l'innovation
Dirigé par *Gérard Morice*
Des marchés à saisir **127**

Les objets du mois
Dirigés par *Roger Bellone* **132**

Science & Vie
a lu pour vous **154**

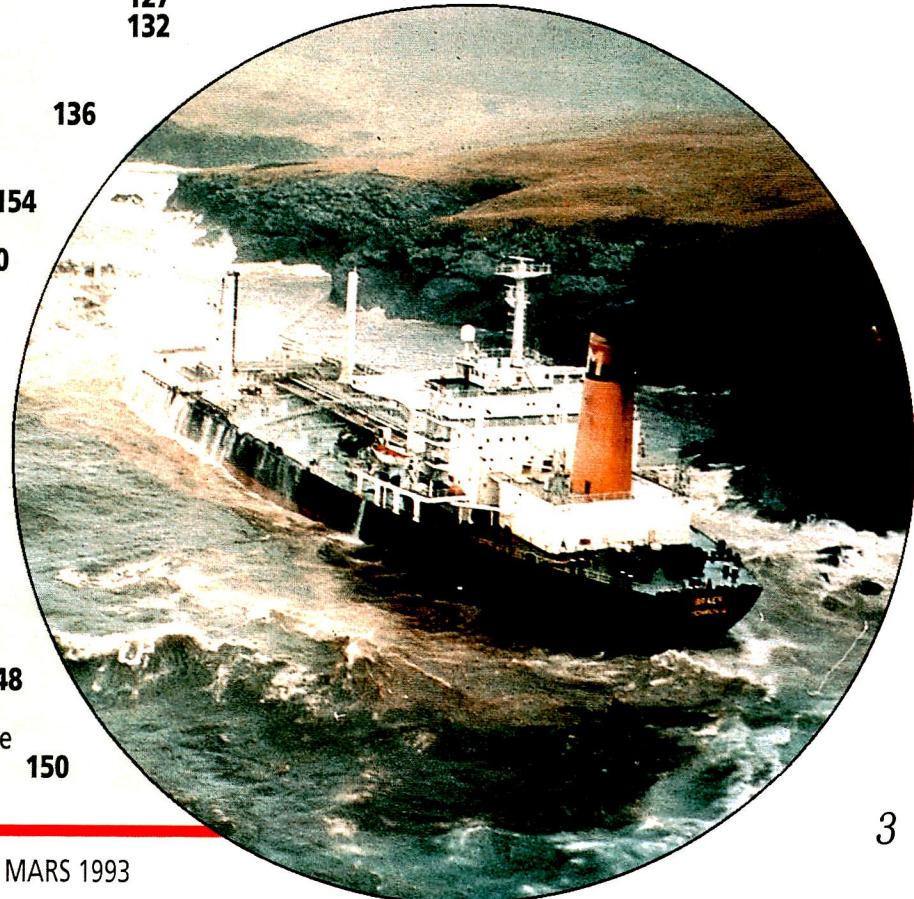
Agenda **160**

SCIENCE & JEUX
Physique amusante
Renaud de La Taille **142**

Électronique
Henri-Pierre Penel **146**

Informatique
Henri-Pierre Penel **148**

Journal de l'astronome
Yves Delaye **150**



Si le Braer avait eu un pont intermédiaire ou une double-coque, si les Shetland avaient été classées "zone d'intérêt écologique majeur", et si on dressait une liste des sociétés autorisées à gérer des navires – alors, peut-être, on aurait pu éviter ça. **p. 104**



UN HOMME
DE 39 ANS
ET UN HOMME
DE 40 ANS ?

LA SÉRIE 5

Passer de 39 à 40 ans marque toujours une étape importante dans la vie d'un homme. La meilleure façon de prendre ce tournant n'est-elle pas de s'acheter une nouvelle voiture, une BMW Série 5 : 1480 kg pour la sécurité et la tranquillité d'esprit.

En effet, la BMW Série 5 est entièrement pensée selon le concept de sécurité active et

passive "FIRST" (Concept global de technologie intégrée dédié à la sécurité routière).

La sécurité passive réside dans le fait que toutes les BMW Série 5 sont munies d'un habitacle indéformable, de renforts latéraux et d'absorbeurs de chocs. Et ce n'est pas tout. En matière de sécurité active, la BMW Série 5 adopte un comportement routier exemplaire grâce à la répartition 50/50 des masses sur les essieux avant et arrière,



1480 KG.

et au système électronique ASC+T* d'optimisation de la motricité. Réconfortant, n'est-ce pas ?

Ajoutez le freinage ABS de série, tout cela fait de la BMW Série 5 l'une des voitures les plus sûres de sa catégorie. N'est-ce pas un bon moyen de prendre la route qui mène de 39 à 40 ans en toute sécurité ?

*En option sur les 525i et 530i. Modèle présenté : BMW 525i avec options. Consultez le 3615 BMW. BMW Finance, votre partenaire financier. **FINA partenaire de BMW.**



**LES HOMMES N'ONT PAS FINI
D'AIMER LES VOITURES.**

COURRIER

Sida, transfusion, information

M.J. A., de Villefranche, nous écrit à propos de l'article de notre confrère du *Monde*, re-



pris par plusieurs quotidiens régionaux ; cet article faisait état de l'ignorance de divers patrons de la médecine française en ce qui touchait aux dangers que posait le sang contaminé par le virus HIV. «L'impératrice de nos ministres, la suffisance des lauréats endormis sur leurs lauriers sont mis en évidence. Il est vrai qu'il n'y a qu'un million de Français qui avaient sous la main "Science & Vie"», conclut ironiquement ce lecteur, faisant allusion au fait que nous avions clairement mis en garde les autorités contre les dangers de transfusion de sang contaminé.

Les *mea culpa* publics des responsables, par la faute desquels la France a pris un grave retard dans la lutte contre le sida, n'incitent guère à les accabler encore plus. Il restera un jour à déterminer dans quelle mesure la lenteur déconcertante des pouvoirs publics n'a pas été aggravée par le senti-

ment, plus ou moins obscur, que c'était une maladie présumée homosexuelle, et qu'il n'y avait donc pas lieu de courir trop vite au secours d'une minorité sexuelle réprouvée. Certains l'ont d'ailleurs clamé bien fort : les homosexuels avaient attiré sur eux les foudres du ciel ! On a ensuite vu que ces foudres tombaient aussi sur des hétérosexuels et des transfusés.

L'homme est-il une femme ratée ?

De Mme S.D., de Paris : «En tant que femme, vous me permettrez de proposer un autre point de vue que la biologie. Les féministes sont souvent mentionnées et critiquées dès qu'il s'agit d'un débat hommes/femmes. Si elles sont ou furent excessives, il n'en demeure pas moins que nous leur devons pas mal de modifications en notre faveur, ne serait-ce qu'au niveau des droits du citoyen. Sachez aussi que l'opinion et les hypothèses de Mme Badinter ne reflètent pas forcément celles de toutes les femmes. Si cette [sic] écrivain fait un tabac depuis "l'Amour maternel en plus", "l'Un et l'Autre" et l'explosif "XY", c'est aussi et surtout parce que, au-delà du débat biologique, elle remet fortement en cause bon nombre d'idées reçues

dont la majorité s'accompagnait depuis longtemps... Je ne pense pas un seul instant que le livre de Mme Badinter ait comme objectif de considérer le mâle comme "une femelle modifiée par suite d'un accident biologique". Elle mentionne cette hypothèse en s'appuyant sur des découvertes biologiques récentes... Si son livre fait un malheur, c'est avant tout parce qu'elle soulève quelque chose qui est davantage de l'ordre de l'inconscient...»

Parlons-nous bien du même livre ? Chacun est libre de fonder son point de vue sur le terrain qui lui plaît. Comme Mme Badinter fonde sa thèse sur la biologie, c'est donc sur ce terrain que nous l'avons analysée. Le point principal qui sous-tend sa thèse n'est pas une "découverte récente", contrairement à ce qu'avance notre correspondante : il découle de travaux qui remontent à 1947, et dont elle a accepté l'interprétation qui lui convient. Elle écrit ainsi, de façon erronée, «que les embryons XX et XY sont anatomiquement semblables jusqu'à la sixième semaine, et qu'homme et femme ont en commun les mêmes hormones sexuelles», "négligeant" ainsi que les embryons paraissent semblables («anatomiquement» est un pur non-sens), mais ne le sont pas, parce que leurs destinées sont différentes et préétablies dès la conception. Elle "néglige" aussi l'importance déterminante des différences quantitatives entre les hormones spécifiquement masculines chez l'homme et chez la femme, d'une part, et les hormones spécifiquement féminines chez la

femme et chez l'homme, d'autre part. C'est encore elle qui écrit : «Mâles et femelles ne deviennent pleinement humains que dans l'androgynat», prédictat déconcertant, car il signifie que les non-androgynes ne seraient pas humains. Ce qui est insoutenable scientifiquement, sauf à prêter au terme "humain" une acception inédite. On ne peut pas tout à la fois appeler la biologie à sa rescoufle et prétendre qu'on ne parle pas de biologie.

Cette lectrice admet que les opinions de Mme Badinter ne sont pas celles de toutes les femmes. A cet égard, il serait intéressant de savoir si les femmes désirent vraiment que leurs partenaires soient des androgynes. Et si les fameux androgynes, chers à tant de féministes, se soucient, eux, des femmes.

Mme Françoise d'Eaubonne, écrivain à Paris – c'est pourquoi, contrairement à la règle, nous citons son nom en entier –, nous écrit, elle : «Il me semble que vous vous êtes trompés dans l'interprétation des travaux d'Elisabeth Badinter.» Incidemment, nous n'avons pas connaissance des travaux de Mme Badinter, mais seulement de son interprétation des travaux des autres, ce qui est différent. «En dépit de tous les progrès et des éclatantes conquêtes contemporaines du deuxième sexe, le malentendu persiste depuis le premier temps du féminisme de confondre égalité et analogie.» Il nous semble, au contraire, que



c'était la conclusion de notre article : «*N'y a-t-il pas, chez les femmes, autant que chez les hommes, confusion entre deux termes traîtreusement voisins : différence et inégalité ?*»

Un peu plus loin, Mme d'Eaubonne écrit : «*Je trouve qu'il était temps de parler d'XY autrement que comme du neutre de l'humanité.*» Nous n'avons pas connaissance que personne de sensé ait jamais défini la masculinité comme la neutralité. «*Il n'est pas recevable de dire que "plus on est femme ou homme, plus on le devient", car notre société si diversifiée multiplie les exemples du contraire,*» dit encore Mme d'Eaubonne. Nous ne nous intéressons là qu'au strict point de vue biologique. De plus, nous n'avons pas connaissance du fait qu'au fur et à mesure du temps, les hommes se féminisent, ou que les femmes se virilisent.

Enfin, cette correspondante rejette le rôle émancipateur de la Révolution française et écrit que «*les rousseauïstes ont apporté un frein énergique, de 1789 à 1793, à l'émancipation féminine qui commençait à surgir.*» Le frein ne fut peut-être pas aussi énergique que l'avance notre correspondante, car c'est bien la Révolution française qui, pour la première fois, a proclamé l'égalité des droits de l'homme et de la femme.

Tourne-disque à fibre optique

«*Je crois n'avoir pas bien compris votre article sur le tourne-disque à fibre optique, qui pourtant m'intéresse, car je collectionne les vieux disques. Mais je sup-*

pose que cet appareil sera trop coûteux pour un simple particulier, écrit M. S.A., de Rouen. Vous ne semblez pas faire la différence entre les 78 tours dits "à aiguille", gravés horizontalement (ceux que vous appelez X ?), et les 80 tours dits "à saphir" (en fait, du verre), gravés verticalement (ceux que vous appelez Y ?) : ce sont en général des disques Pathé qui sont impossibles à jouer sur un électrophone normal, car il faut disposer d'un vieux phono dont le bras est droit et non recourbé, de façon que la tête de saphir soit transversale au sillon et, bien sûr, munie d'un "saphir", ce qui ne se trouve pas sous le pas d'un cheval : 100 à 150 F selon la tête du client, 5 000 à 10 000 F pour le phono complet... Bref, il semblerait que l'appareil à fibre optique ne puisse pas jouer ces disques, si j'ai bien compris. Non plus que les cylindres, qui sont aussi gravés en profondeur.»

Quelle que soit la position du bras de lecture dans les anciens systèmes à disque ou à rouleau, quelles que soient leur masse et la taille du sillon, c'étaient les flancs du sillon qui glissaient sous la pointe de lecture. C'était en effet le disque, donc le sillon, qui tournait. La pointe de lecture était ainsi animée d'un mouvement vertical commandé par la gravure (ou, par la suite, vertical et horizontal, avec le micro-sillon stéréophonique).

Dans le système de plateau utilisé par la radio suisse (et qui n'est pas commercialisé), ce mouvement vertical (ou à la fois vertical et horizontal) reste le même, la pointe de lecture étant cette fois une fibre optique

dont l'intérêt est double : accepter le défilement du sillon sans accrocher les défauts, grâce à l'inclinaison de la fibre, et permettre de conduire un faisceau au bout de la pointe d'où il est réfléchi sur une cellule. De ce fait, la modulation mécanique de la pointe est transformée en modulation optique utilisable par la cellule.

Publicité et bonne foi



«*Votre notion d'espace indépendant de la pub au milieu des informations est fallacieuse, assure M. J.F.A., d'Artenay. Tout le monde connaît les exemples de ces constructeurs français d'automobiles qui ont retiré leur budget publicitaire à certains magazines pour les punir d'avoir évoqué trop "tendancieusement" certains événements sociaux dans leurs usines ou d'avoir manqué de complaisance pour leur dernier modèle.*»

Nous maintenons notre argument : en dépit du fait que nous rejetons les allégations des occultistes et soucoupistes, c'est bien dans nos pages qu'un éditeur a récemment choisi de passer sa publicité pour des ouvrages sur les soucoupes et les phénomènes "étranges". Preuve qu'il n'y a pas incompatibilité entre publicité et libre opinion.

Hydromel et dépôts de venin

«*Etant bretonne et connaissant l'hydromel, écrit une lectrice, je voudrais dire que l'hydromel existe toujours, même s'il n'a plus la même importance. En Bretagne, il est des apiculteurs qui en vendent. En ce qui touche à l'inclinaison de la tête en arrière, elle est due au fait qu'autrefois, on n'enfumait pas*

les ruches pour récolter le miel et que, lorsque les apiculteurs ouvraient la ruche, les abeilles piquaient les alvéoles contenant le miel. Le venin était donc mélangé au miel. Lorsqu'une personne consommait de l'hydromel, le venin qu'elle avalait se déposait, en quelque sorte, dans la partie arrière de la tête, dans le cerveau. C'est ce dépôt plus ou moins important qui causait ce déséquilibre vers l'arrière.»

Nous supposons que c'est pour ne pas revendiquer le caractère hautement fantaisiste de cette explication que notre lectrice conserve son anonymat.

La longueur des jours

M.J.C., de Lirrugne, s'insurge : «*Antenne 2 a annoncé dans son épéméride du*





22 décembre 1992 que la durée du jour à Paris pour le lendemain, le 23, aurait une minute de moins, alors que tous les enfants des écoles apprennent qu'après le solstice d'hiver du 21 décembre, qui marque le jour le plus court de l'année, les jours commencent à allonger.»

En réalité, le lendemain du solstice, comme le jour même de celui-ci, il n'y a pas de différence : le Soleil se lève à 7 h 43 et se couche à 15 h 55. La durée du jour pour le 23 décembre (et le 24 aussi bien) ne varie pas non plus, puisque le Soleil se lève et se couche une minute plus tard (7 h 44 et 15 h 56). Ce n'est que le 26 décembre que les jours commencent à rallonger réellement, puisque le Soleil se lève à 7 h 45 et se couche à 15 h 58.

La famille, poumon de l'économie

«J'ai lu avec intérêt le commentaire que "Science & Vie" a publié sur le "Traité de la famille", de Gary Becker, récent prix Nobel d'économie, écrit M. J.V., du Vésinet. J'ai toutefois été surpris par l'éventualité de relèvement de la fécondité dans les pays occidentaux dans les années à venir. Votre collaborateur ajoute à ce sujet : "Un pronostic semble-t-il déjà confirmé par l'accroissement (léger, il est vrai) du nombre de naissances en France depuis deux ans."

»Or, cette affirmation contredit les chiffres officiels. D'une



part, le bulletin mensuel statistique de l'INSEE de janvier 1992 rectifie à la baisse les taux de fécondité indiqués depuis 1982 et cite, pour les années 1987-1991, des taux de 1,801 ; 1,787 ; 1,777 ; 1,767. D'autre part, le dernier rapport de l'INED [Institut national d'études démographiques] sur la démographie en France donne, pour les mêmes années, et malgré une population croissante, les chiffres suivants de naissances : 768 000, 771 000, 765 000, 762 000, 759 000.»

C'est notre lecteur qui a raison : le nombre des naissances en France continue de diminuer légèrement. Selon les premières estimations, il y aurait eu 745 000 naissances en 1992 contre 759 000 en 1991. Cet "effritement" signifie-t-il pour autant une baisse de la fécondité, comme semble le croire notre correspondant ? Sur cette question, depuis deux ans, les démographes s'interrogent. Car, pour mesurer l'évolution de la fécondité, il existe plusieurs indicateurs – qui ne disent pas tout à fait la même chose.

D'un côté, l'indice conjoncturel, ou "somme des naissances réduites" (qu'on ne peut pas appeler un taux de fécondité) donne une photographie instantanée et abstraite, sans tenir compte des retards éventuels des couples dans leur "programmation" familiale. De l'autre côté, nous avons l'indicateur dit "de descendance finale", c'est-à-dire le nombre moyen d'enfants nés dans un groupe de femmes au cours de leur existence. Cet indicateur, plus fiable, ne peut être calculé, hélas, qu'après

coup, pour les femmes ayant déjà atteint 50 ans. L'indice conjoncturel fluctue évidemment d'une année à l'autre (1,78 en 1982 ; 1,83 en 1986 ; 1,74 en 1992). En revanche, la descendance finale demeure étonnamment stable, autour de 2,1 enfants par femme (l'estimation, pour les femmes nées entre 1950 et 1960, est de 2,08), un chiffre qui assure le renouvellement des générations.

Comment expliquer l'écart entre les deux mesures ? Depuis 1975, on observe que l'âge moyen des mères ne cesse de s'élèver (de 27,1 à 28,3 ans). La baisse de l'indice conjoncturel que souligne notre lecteur ne serait donc pas due à une "baisse de la fécondité", mais à un "vieillissement du calendrier de la fécondité", comme l'indique le dernier rapport de l'INED. Autrement dit, les femmes n'ont pas moins d'enfants, mais elles les ont plus tard. Si tel est le cas, une fois ce vieillissement arrêté, nous verrons l'indice conjoncturel remonter peu à peu de 1,7 à 2,1. Le mythe d'une France qui se dépeuple aura alors vécu. Pour une vue générale, voir la *Population française*, par Jacques Vallin, "Repères", La Découverte, et, pour une vue polémique "antinataliste", *Marianne et les lapins, l'obsession démographique*, par Hervé Le Bras, Pluriel-Hachette.

Télévision et violence

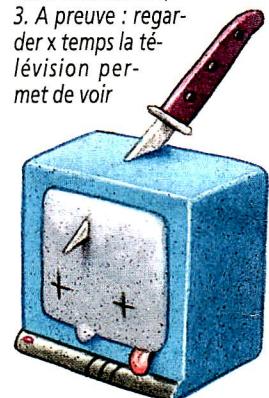
Se référant à notre information «Oui, la télévision peut rendre violent», parue p. 79 de notre n° 900, M. C.E., de Béziers, proteste : «Je ne cherche nullement à défendre ce mé-

diocre et dangereux médium, écrit-il, (autrement dit, je reconnaissais qu'il est probablement néfaste à un niveau ou à un autre, tout en me gardant bien d'affirmer qu'il concourt à augmenter la violence), mais je désapprouve le procédé utilisé pour la condamner... Que dit-on en substance ?

1. La violence (sous-entendu urbaine) est provoquée par les séries télévisées, des études sérieuses le prouvent.

2. L'incubation dure huit ans environ, c'est avéré (comment est-on parvenu à cette conclusion ?)

3. A preuve : regarder x temps la télévision permet de voir



n meurtres, viols, etc. (si cela constitue une preuve, que dire alors des informations, de la lecture du journal, des leçons d'histoire, du spectacle de la rue ?)

4. A l'adresse des détracteurs : qu'on ne dise pas que la violence est sans impact parce qu'il s'agit de fiction, le degré de réalisme est tel que l'imaginaire n'est pas sans effet !»

A ce point-ci du discours, il nous semble utile de rappeler que notre article exposait les conclusions d'une enquête universitaire, publiée dans une revue qui fait autorité aux Etats-Unis, le *Journal of the American Medical Association*. Cette

(suite du texte page 10)

Rouge, c'est quand ça bouge.



SPORT PASSION

FUNBOARD A L'ABER WRAC'H

1 750 F*

LA SEMAINE TOUT COMPRIS

Hébergement, repas, moniteurs, matériels, animations et assurances.

PHOTO : TIGA

Bleu, c'est comme on veut.



SPORT DETENTE

PLONGEE A EL KANTAQUI/TUNISIE

3 600 F*

LA SEMAINE TOUT COMPRIS

Voyage au départ de Lyon, hébergement, repas, moniteurs, matériels, animations et assurances.

PHOTO : ZEFA

Vert, c'est courir la terre.



SPORT AVENTURE

RAID PEDESTRE AU MONT BLANC

1 660 F*

LA SEMAINE TOUT COMPRIS

Guides, matériels, hébergement, repas et assurances.

PHOTO : D. POUJEROUX

* Exemples de prix Eté 93

Rouge pour pratiquer intensément, bleu pour vivre votre sport à votre rythme, vert pour découvrir de nouveaux horizons, UCPA vous propose tous les sports, tous les choix, en France comme à l'étranger. Avec des moniteurs qualifiés, des animations, une super ambiance et des prix hyper légers tout compris, UCPA vous ouvre un monde aux nouvelles couleurs du sport. C'est ça l'idéal associatif !

UCPA
Le sport sous toutes ses couleurs

Catalogue gratuit. Retournez ce coupon à l'UCPA - 62, rue de la Glacière 75640 Paris Cedex 13

N° Agrément Tourisme 275 030

Nom : _____ Prénom : _____ Adresse : _____

Ou au bureau UCPA de votre région (Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Nancy, Nantes, Paris, Strasbourg, Toulouse) ou téléphonez au (1) 43 36 05 20.

SV 03/93

enquête a porté sur une durée de quarante ans et elle était internationale.

Ce lecteur conteste donc le sérieux de l'enquête et même le fait que sa portée exceptionnelle fasse la preuve de son intérêt. Il juge ainsi que «chez les médiocres, le temps de travail se substitue à la qualité». Chacun est évidemment libre de ses opinions, mais il nous semble évident que si l'enquête avait porté sur les données d'une décennie, par exemple, on eût objecté que c'était un délai trop court pour juger de l'impact de la télévision. Or, ce lecteur nous a mal lus. Car lorsque nous écrivons que l'étude «porte sur quarante ans», cela ne signifie pas qu'elle a duré quarante ans, mais qu'elle a porté sur les données de quarante ans.

«Sur le fond», reprend le lecteur, la violence est dans la rue, dans les banlieues tristes, où sévit le chômage et se répand la drogue. Pas besoin de télé pour éduquer les enfants au vice : ils n'ont qu'à regarder autour d'eux. D'ailleurs, les pré-délinquants, dans leur majorité, ne sont pas des consommateurs assidus de télé : à l'heure du film violent, ils se trouvent, justement, dans la rue.»

Il s'agit toutefois là d'opinion, non de faits. En effet, l'enquête a rassemblé – c'est son intérêt – des données depuis 1945, époque à laquelle la description des «banlieues tristes où sévit le chômage» ne s'applique pas ; de plus, et c'est un intérêt supplémentaire de l'enquête, elle a porté sur les Blancs des Etats-Unis et de pays riches, tels que le Canada et l'Afrique du Sud, qui n'étaient justement pas atteints, jusqu'il y a vingt ans, par le chômage. Jusqu'en

1975, en Afrique du Sud, il n'y avait pas de télévision (elle n'y était pas autorisée), et les taux d'homicide avaient même décrue de 7 % de 1943 à 1974, pour s'accroître à partir de 1975.

Au Canada, l'introduction de la télévision en 1943 coïncida avec un accroissement de 92 % du taux de criminalité.

«Je trouve curieux qu'une fois de plus on fustige un médium plutôt qu'un mode de vie (capitaliste, de consommation, industriel, etc.), comme si l'ingestion de films servait à expliquer le climat de violence dans les cités (on ne parle pas, en attendant, des carences de la société).»

Il ne s'agit pas de fustiger : on fait un travail donné et l'on établit des corrélations. Si celles-ci sont assez éloquentes pour induire à fustiger telle ou telle cause, c'est une autre affaire. Le travail en question a rencontré aux Etats-Unis un intérêt considérable ; il nous a paru nécessaire d'en informer nos lecteurs. Le cas récent d'un jeune garçon qui s'est suicidé pour suivre l'exemple d'une émission de télé démontre que l'affaire dépasse le champ des opinions.

Quant aux carences de la société, sont-elles neuves ? Et pourquoi, dans certains pays où elles sont encore plus cruelles que dans les sociétés industrielles, les taux de criminalité ne sont-ils qu'une faible fraction de ce qu'ils sont dans nos sociétés ?

Cerveau et NO : nous avons eu raison avant l'heure

Se référant à notre article : «Comment on a voulu faire du cerveau une machine à

gaz» (n° 897, p. 64), un étudiant en médecine de Lyon, M. de M., écrit :

«Il me semble que vous avez oublié de mentionner que le gaz NO (monoxyde d'azote) intervient dans l'organisme au niveau de la plaque motrice de l'œsophaghe : le nerf vague (dixième paire de nerfs crâniens) libère du NO sur les cellules musculaires issues de la paroi de l'œsophaghe pour les faire se relâcher après la contraction, également commandée par le nerf vague grâce à de l'acetylcholine (cette série contraction-relâchement fait descendre le bol alimentaire vers l'estomac).

»Je ne vois pas ce qui empêche le RNO ou le NO+ de franchir la membrane cellulaire : la diffusion simple n'est pas le seul moyen ; il existe des moyens de transport passifs (grâce à des canaux protéiques) ou actifs (les pompes protéiques) et, enfin, les co-transports (symbiot et antiport).

»Enfin, en ce qui concerne ce que vousappelez "la loi du silence", permettez-moi de vous dire ceci : les chercheurs comme Solomon Snyder sont des hommes exceptionnels et ils ont un grand respect les uns pour les autres. Ils font un travail très difficile et ils savent qu'ils ne sont jamais à l'abri d'une erreur. Ainsi, quand un confrère se trompe, les autres ne se précipitent pas devant les journalistes pour cracher sur lui...»

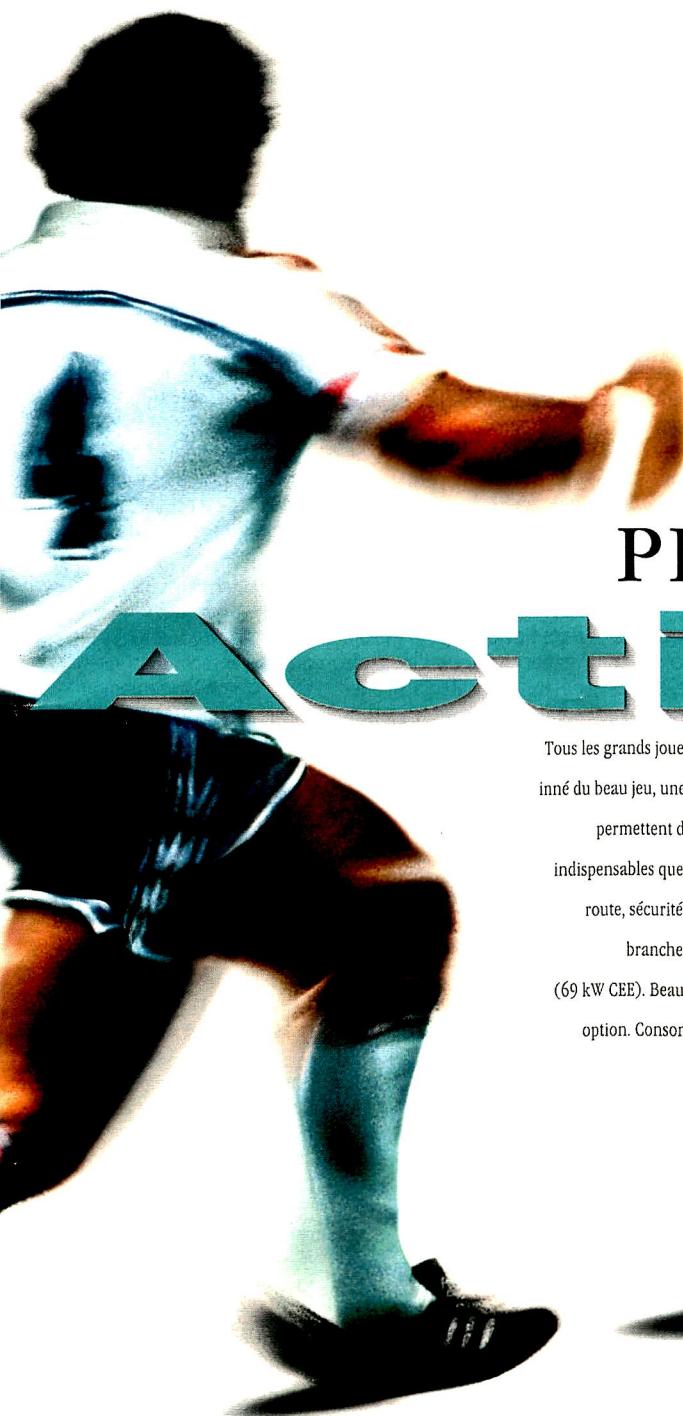
Nous avons nous-mêmes exposé les divers types d'action vaso-dilatatrice du NO. En ce qui touche à sa diffusion, nous

n'avons pas écrit qu'elle est impossible, mais nous avons exposé les problèmes qu'elle poserait selon les schémas proposés. Nous ne contestons certes pas la valeur de Solomon Snyder ; nous nous sommes étonnés que ce qu'il a présenté comme une théorie se soit trouvé d'emblée transformé en fait établi. Nous nous sommes aussi étonnés que les objections que nous avons opposées à sa théorie aient été admises par les scientifiques que nous avions interrogés, mais que certains d'entre eux se soient refusé à assumer la responsabilité de leurs déclarations. L'autorité de Snyder est un fait, mais elle ne le place certes pas au-dessus de la critique.

De plus, en science, l'autorité est un facteur dont il ne faut pas abuser : c'est au nom de celle dont il jouissait à l'époque que, par exemple, Robert Gallo, scientifique de renom, rejeta et fit rejeter la thèse du HIV comme agent du sida, insistant contre toute évidence biologique pour ce que fut "son" virus, l'HTLV, qui en fut cause. Contrairement à ce que supposent quelques lecteurs, le respect que nous portons aux scientifiques n'implique aucune servilité ou opacité de l'esprit critique, et nous ne nous privons pas, quand besoin en est, de dénoncer les erreurs de raisonnement ou les carences éthiques des savants.

En refusant de souscrire publiquement à notre critique de la théorie du NO neurotransmetteur, certains scientifiques eurent donc, à





PEUGEOT 106

Action

Tous les grands joueurs de football ont en commun une magnifique conduite de balle, un sens inné du beau jeu, une puissance hors du commun, une vivacité et une pointe de vitesse qui leur permettent de faire la différence. C'est donc en nous reposant sur ces quelques qualités indispensables que nous avons mis au point la Peugeot 106 XSi. Vivacité, puissance, tenue de route, sécurité, nous n'avons rien oublié. Pas même les sièges "sport", le volant cuir trois branches et les jantes alliage. Résultat, 0 à 100 km/h en 10 sec. chrono, 95 ch DIN (69 kW CEE). Beaux scores, non ! Modèle présenté : 106 XSi - A.M. 93 - Peinture métallisée en option. Consommations UTAC : 5,9 l à 90 km/h ; 7,3 l à 120 km/h ; 8,9 l en cycle urbain.



PEUGEOT

PEUGEOT 106. LA SURPRISE DE TAILLE.



nos yeux, le tort de contribuer à laisser croire que la théorie avait été vérifiée. Pourtant, nos questions n'avaient été nullement polémiques ; c'est le défaussement de certains neurologistes qui l'a été.

Nos objections ressortissaient au strict domaine de la science, et elles semblaient avoir été d'autant plus fondées que, six mois plus tard, deux spécialistes, G.M. Edelman et J.A. Gally, écrivaient ceci dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 89, p. 1151-1152, décembre 1992 :

«On a envisagé la possibilité que le NO soit un neuro-transmetteur, mais ses propriétés chimiques semblent le rendre tout à fait impropre ("quite unsuitable") à un tel rôle, au moins de la façon dont on décrit classiquement un transmetteur.»

C'est exactement ce que nous avions écrit. A cette condamnation formelle et publique du NO neuro-transmetteur, la première à notre connaissance après la nôtre, les mêmes auteurs ajoutent ceci :

«En ce qui concerne sa diffusion constante et sa demi-vie biologique dans le cerveau, le NO est très semblable à l'oxygène. De plus, étant donné que le NO est un radical libre qui est rapidement oxydé dans l'environnement interne, il a une demi-vie de l'ordre de quelques secondes dans le système nerveux central, et, pour cette raison, il ne peut pas être emmagasiné pour être ensuite libéré.»

Ce sont aussi, presque textuellement, les objections que nous avions soulevées. Nous avons donc eu raison avant l'heure (voir aussi, à ce sujet, l'écho p.16).

La bombe H et ce qu'on en disait en 1954

Attention exquise d'un lecteur de Montrouge, M.P.L. de S., qui nous adresse photocopie de deux articles de 1954 de l'*Aurore*, si nous ne nous trompons, sur des communications de Charles-Noël Martin, alors attaché de recherches au CNRS, puis collaborateur de *Science & Vie*. Il y était dit que «les conséquences prévisibles des explosions de la bombe H [sont] : écran au rayonnement solaire, baisse de la température moyenne du globe, pluies diluviales localisées et modifications des caractères héréditaires chez les humains». Ce lecteur écrit que les articles en question peuvent nous intéresser ; et ils nous ont intéressés, en effet.

Peut-être eût-il été plus judicieux de remplacer les mots "conséquences prévisibles" par "risques possibles" ... Ces articles et les avertissements montrent aussi les risques des extrapolations trop rapides.

Biocarburants, dossier brûlant

Notre article de décembre dernier sur les biocarburants ("Biocarburants : il est urgent d'attendre", p. 112) a «surpris» et «choqué» M. P.M., de La Pierre. «Que vous contestiez l'opportuni-

té de développer les biocarburants, c'est votre droit, et vous n'avez pas tort lorsque vous dites qu'en l'état actuel des choses, il n'est pas possible d'avancer des conclusions définitives. Sur le plan économique, bien évidemment, les biocarburants sont plus coûteux que les produits pétroliers. Comme cela a été le cas pour l'énergie nucléaire, les prix baisseront très certainement dans l'avenir. Il n'en est pas moins vrai que chaque tonne de biocarburant, c'est autant de devises qui ne sortent pas du pays. Cet aspect du problème (...) constituerait à lui seul un argument déterminant.»

La réalité économique est hélas plus complexe. Si une loi imposait demain l'incorporation d'un certain pourcentage de biocarburants dans l'essence et le gazole vendus en France, l'industrie pétrolière irait naturellement acheter ses biocarburants là où ils sont le moins cher. Or, l'ester vaut 2,50 F le litre en Italie, contre 3,40 F en France, et l'éthanol, moins de 2 F le litre aux Etats-Unis, contre environ 3 F dans l'Hexagone. Notre balance commerciale ne s'en porterait donc pas mieux.

«Quand vous dites que les biocarburants constituent un marché à faible marge pour le paysan (ce qui est vrai), vous n'en êtes pas à une contradiction près ; quelques lignes plus loin, vous affirmez que ces 1 ou 1,5 million d'hectares [de culture énergétique] seront soumis à des traitements chimiques intensifs. [Or] il est bien évident que le paysan apportera un minimum d'intrans à une culture à faible marge.»

M. P.M., qui est ingénieur agronome, sait sans doute qu'en réduisant les intrans, on réduit aussi le rende-

ment de la production agricole. Dans cette hypothèse, les biocarburants ne seraient plus une culture à faible marge mais une culture déficitaire. En fait, seules les grosses exploitations trouveraient leur compte dans la culture énergétique. Et tout particulièrement les exploitations betteravières, car l'éthanol issu des betteraves est moins onéreux que celui produit à partir du blé. Or, la culture de la betterave n'est pas concernée par les mesures de mise en jachère prévues dans la réforme de la PAC (politique agricole commune).

«Enfin, poursuit M. P.M., affirmer qu'il est plus important pour les pouvoirs publics de se concilier le vote paysan que de peaufiner des bilans écologiques est réellement tendancieux.» De grandes incertitudes persistent sur le bilan écologique des biocarburants, comme l'a souligné le rapport de la Commission consultative pour la production de carburants de substitution. Le gouvernement a d'ailleurs demandé à Raymond Lévy, l'ancien patron de Renault, un nouveau rapport sur les carburants "verts" afin d'y voir plus clair.

Ce rapport devait être rendu dans le courant du mois de janvier. Cela n'a pas empêché les pouvoirs publics de faire voter à l'Assemblée, dès le mois de décembre, une mesure allouant 25 millions de francs aux agriculteurs pour favoriser la culture de colza "énergétique". N'eût-il pas été plus sage de patienter quelques semaines avant de prendre une telle décision? Mais il aurait alors fallu attendre la prochaine session parlementaire pour faire voter cette mesure... ●

ECHOS DE LA RECHERCHE

ENVIRONNEMENT

La forêt tient chaud

Comment la vie des hommes sur Terre peut-elle changer le climat ? Pour le savoir, les chercheurs du monde entier analysent différents scénarios pouvant mener à un tel bouleversement écologique (1).

Dans cette optique, le laboratoire de météorologie dynamique du Centre national de la recherche scientifique a simulé sur ordinateur le cas d'une déforestation totale de l'hémisphère nord : le programme informatique remplace les forêts canadiennes, d'Europe ou d'Asie par... des prairies et des cultures. Cette substitution aboutit au refroidissement général du climat, et pour cause : la déforestation augmente l'albédo, c'est-à-dire la quantité de rayons solaires réfléchis par le sol.

Ce déficit énergétique s'accentue l'hiver au moment où la neige recouvre la moitié de l'hémisphère nord (50 millions de km²). «En effet, dans notre modèle informatique, les prairies enneigées comme les cultures réfléchissent trois fois plus la lumière que les forêts qu'elles remplacent», dit Sophie Chalita, du laboratoire de météorologie. «Il en résulte une baisse de la température du sol sur tout le Nord de l'Europe, de l'Asie et du continent américain», poursuit-elle. Ce refroidissement hivernal empiète sur les premiers mois du printemps. La moyenne des températures d'avril est inférieure de 2 °C

aux normales saisonnières. Du coup, cette rigueur climatique retarde le cycle de la fonte des neiges qui se prolonge jusqu'à la fin du mois d'août aux moyennes et hautes latitudes.

Or, la fonte du tapis neigeux libère près de 1 000 km³ d'eau, soit un tiers du volume moyen charrié

chaque année par les rivières du monde entier. De ce fait, la neige fondu augmente simultanément l'humidité et le taux d'évaporation du sol l'été, ce qui accentue d'autant la chute des températures estivales. Ces perturbations se prolongent jusqu'en automne. Enfin, ce refroidissement du conti-

ment engendre l'affaiblissement de l'anticyclone des Açores et l'accélération du vent zonal, un vent qui souffle d'ouest en est. D.D.

(1) La prévision la plus célèbre est le réchauffement global de la planète, dû à l'augmentation des polluants à "effet de serre" dans l'atmosphère : gaz carbonique, chlorofluorocarbones (CFC) et méthane.

NEUROLOGIE

Jeux vidéo, épilepsie et bobards

Un effet d'amalgame, dû à l'association des termes "jeux vidéo" et "épilepsie", a beaucoup agité le monde médiatique ces dernières semaines.

Deux de nos éminents confrères, que nous ne nommerons pas par charité, ont entretenu l'émotion, sans doute par maladresse, en déclarant, l'un, que les jeux vidéo «pourraient provoquer de l'épilepsie», l'autre, qu'une «enquête est demandée à la Commission de sécurité des consommateurs». Or, le libellé de ces informations n'exprime pas l'essentiel de l'affaire : les jeux vidéo ne peuvent déclencher des crises que chez des sujets prédisposés à l'épilepsie, et non rendre épileptique.

Au Japon, où c'est par millions que se comptent les

consoles vendues, on ne cite que quatre cas de ce type en 1988 et 1992. En Grande-Bretagne – malgré le cas particulier d'un enfant de 14 ans, qui serait mort dans des convulsions après avoir joué à sa console, ainsi que de nombreuses plaintes –, le nombre de cas semble aussi extrêmement faible.

Et pour cause : les consoles vidéo ne peuvent provoquer de crises que chez les sujets «photosensibles», soit 1 % des enfants et 5 % des adultes, selon les estimations les plus courantes. Ces crises sont déclenchées par ce qu'on appelle l'effet de «flicker», c'est-à-dire des sti-

mulations extrêmement rapides de l'œil comme en déclenchent les images stroboscopiques. Ces stimulations, en effet, excitent soudainement un grand nombre de neurones, provoquant ainsi des décharges excessives d'influx nerveux. C'est ce que l'on appelle épilepsie réflexe. La crise peut être exacerbée par l'excitation émotionnelle qu'on retrouve chez les grands «accros» de la vidéo.

On conseille donc de se tenir à quelque distance de la console, par exemple à deux mètres, et de pratiquer les jeux avec modération, sans s'embarrasser à outrance... G.M.

PSYCHIATRIE

Les stimulants calment les agités

La distraction et la dissipation (en classe) passèrent longtemps pour des défauts de jeunesse, méritant, selon l'humeur des maîtres et des parents, semences ou soupirs. La psychiatrie en décide autrement.

Il est faux, disent des spécialistes tels que Kevin Murphy, psychologue à la faculté de médecine de l'université du Massachusetts (1) à Worcester, que ce soient des défauts de jeunesse, qui passent donc avec elle. Ce sont au contraire des traits de caractère qui surviennent dans l'adulte et compromettent sa carrière après ses études. Ils sont donc justifiables de traitements psychiatriques caractérisés.

Il fallait d'abord donner un nouveau nom à la description de cette difficulté de concentration et au cortège de symptômes qui l'accompagnent : enthousiasmes de courte durée, faible capacité à supporter les frustrations, difficulté d'écoute, tendance à discutait, changements fréquents de travail, variabilité excessive de l'humeur, incapacité à travailler en équipe, lenteur dans l'exécution des tâches. C'est l'ADD ou, en version française, le "syndrome de déficit de l'attention".

Tout cela peut paraître un peu littéraire, mais les effets du traitement proposé semblent, eux, bien réels. Or, ils sont paradoxaux, car les produits utilisés, qui améliorent nettement l'ADD, sont des stimulants : la Ritaline et la Dexedrine, deux excitants du système nerveux, le Prozac, un antidépresseur, et la Clonidine, un antihypertenseur qui excite également le système nerveux. Toutefois, la prescription doit être réservée au médecin, rappelle Russell A. Barkley, profes-

seur de psychiatrie et de neurologie dans cette même faculté du Massachusetts, parce que d'autres troubles psychiatriques, tels que l'anxiété ou la cyclothymie, peuvent être pris à tort pour l'ADD.

La thèse de l'ADD ne fait pas l'unanimité des spécialistes. Toutefois, il faut rappeler qu'elle n'est pas récen-

te : nous avons nous-mêmes, il y a plusieurs années, exposé la surprise de médecins qui s'étaient attaqués au problème de l'hyperactivité infantile, état d'agitation également associé à la dissipation et à la distraction pathologiques. Ils avaient, comme l'indiquait le bon sens, tenté de la traiter par des tranquillisants, mais

s'étaient aperçus que ceux-ci ne faisaient qu'aggraver l'hyperactivité. Puis ils découvrirent que les amphétamines, essayées à titre expérimental, aboutissaient paradoxalement aux résultats espérés : ces excitants calmaient les enfants agités !

Tout cela porte à se demander, évidemment, si les sédatifs et tranquillisants n'auraient pas souvent des effets inverses de ceux escomptés. C'est-à-dire s'ils n'exacerbent pas l'agitation... G.M.

(1) Krystal Miller, "Attention deficit disorder affects adults...", *Wall Street Journal*, 11 janvier 1993.

MÉDECINE

Les maladies infectieuses parfois bien utiles...

Elles peuvent, en effet, être comparées à une épreuve sportive pour le système immunitaire : elles le stimule de façon générale.

Quand un germe entre dans l'organisme, le premier défenseur qu'il rencontre est un lymphocyte B, qui s'efforce de neutraliser cet antigène avec des anticorps. Puis, le lymphocyte B envoie un message à d'autres globules blancs, les lymphocytes T, qui ne réagissent, eux, qu'avec certaines parties de la surface du germe, dites épitopes. Les lymphocytes T sont donc comparables à des défenseurs de seconde ligne. Mais ils se mobilisent en petit nombre : en présence d'un épitope donné, il n'y a qu'un lymphocyte T par million (nous en comptons évidemment plusieurs millions) qui soit mis en état d'alerte.

Certains germes, toutefois, produisent des antigènes très actifs, à plusieurs épitopes, dits superantigènes, qui excitent plusieurs types d'épitopes. On peut les com-

parer à des agents provocateurs qui aiment semer l'agitation. On se demande parfois pourquoi, car ce n'est pas une bonne stratégie que de déclencher une alerte générale ; mais il se pourrait que la réaction inflammatoire qui accompagne cette alerte apporte aussi aux bactéries des substances nutritives en abondance.

Les épisodes de ce genre maintiennent en forme le système immunitaire. Mais ils ont d'autres effets. Pour les comprendre, on peut prendre l'exemple du virus HIV du sida, qui n'entre dans l'organisme qu'en s'accrochant à des récepteurs spécifiques des lymphocytes T. Si ces lymphocytes n'avaient pas ces récepteurs, ou bien s'ils n'existaient pas du tout, le virus ne saurait où aller, et comme il ne peut survivre qu'en se répliquant à l'intérieur d'une cellule, il mour-

rait au bout de quelques heures. Il n'y aurait pas d'infection. Certains lymphocytes T qui réagissent trop vivement à l'infection bactérienne ou virale sont neutralisés et, parfois, disparaissent de l'organisme. C'est d'ailleurs l'un des grands domaines de la recherche immunologique : comprendre pourquoi certains superantigènes neutralisent les lymphocytes T, alors que d'autres les stimulent.

Paradoxalement, l'organisme peut être renforcé par la disparition de certains de ses défenseurs. Ainsi, Susan Ross et son équipe, de l'université de Chicago, ont montré que, chez la souris, la disparition de certains lymphocytes T fait que le virus de la tumeur mammaire ne trouve plus de point d'accroche et ne peut plus infecter l'animal. C'est une sorte d'immunisation négative. G.M.



PHYSIQUE

L'avenir du cosmos régi par l'invisible

La nébuleuse rose (la couleur est fausse) de la photo ci-dessous amène d'autres sujets de réflexion que celui de la fameuse matière noire. Tel celui-ci : va-t-on vers le "big crash" ?

Selon la relativité générale, le destin de l'Univers est écrit noir sur blanc dans les équations ; manquent seulement certains coefficients de ces équations, ce qui laisse l'avenir un peu incertain. Selon la valeur attribuée à ces paramètres, l'Univers s'étale indéfiniment dans l'espace – modèle ouvert – ou se replie sur lui-même après une phase d'expansion – modèle fermé.

Le satellite *ROSAT* (Roentgen Satellite) vient d'apporter un argument supplémentaire en faveur du modèle fermé. En effet, on passe certes de l'un à l'autre modèle selon la valeur donnée aux coefficients, mais cette valeur dépend de la masse cachée de l'Univers. Il s'agit là de la matière qui n'émet aucun rayonnement susceptible d'être capté par un détecteur, et reste donc invisible à tous les instruments.

Cette masse cachée, plus importante que ce que l'on pensait jusqu'à présent (1), pourrait être de 10 à 50 fois celle de la masse observable (celle des étoiles et des galaxies). Or, dans la relativité, masse et évolution de l'espace sont liées. Si l'Univers a une masse totale suffisante, la force de gravitation va égaler ou dépasser la force d'expansion : celle-ci se trouvera ralentie, puis stoppée, et l'attraction gravifique inversera alors le mouvement ; l'Univers se contractera, puis s'écrasera sur lui-même. Sinon, l'énergie liée à la vitesse d'expansion excède celle des forces d'attraction

et l'Univers se dilate à jamais.

Les paramètres de l'expansion étant connus, reste à mesurer la masse de l'Univers pour savoir qui va l'emporter. Le satellite *ROSAT* n'a bien sûr pas observé la matière invisible, puisque celle-ci est par nature indétectable. Mais les clichés, obtenus aux rayons X, de trois galaxies du groupe NGC 2300 ont permis de connaître de manière indirecte la masse de cette matière. En effet, les clichés ont révélé un immense nuage de gaz chaud au milieu des trois galaxies. Selon les spécialistes, un nuage de ce type aurait dû se diluer dans l'espace depuis long-

temps, n'en laissant rien de décelable. Le fait qu'il soit resté là implique qu'il est retenu par la gravité d'une masse énorme.

La masse nécessaire pour maintenir en l'état le nuage observé est de 12 à 25 fois plus grande que la masse des trois galaxies qui sont au milieu. Si le cas observé là est général, on peut en déduire que la masse cachée de l'Univers vaut près de 25 fois la masse observée, laquelle a déjà été calculée. A ce moment, la masse totale de l'Univers excède la valeur qui permettrait à l'expansion de se poursuivre indéfiniment.

Celle-ci va donc se ralentir, puis s'arrêter un jour. Ensuite,

étoiles et galaxies reviendront toutes les unes vers les autres, et le mouvement de l'Univers sera celui d'une baudruche qui se dégonfle. Tout l'espace se contractera et finira en une seule petite boule de matière infiniment concentrée ; comme le temps subira la même contraction, tout semblera se passer très vite : les étoiles tomberont du ciel et les fleuves remonteront leur cours. A moins, bien sûr, que le cas observé par *ROSAT* ne soit pas général... En fait, le destin de l'Univers dépend, en dernier ressort, du monde invisible.

R.d.L.T.

(1) Voir *Science & Vie* n° 904, p. 22.

Prise dans la bande des rayons X par le satellite *ROSAT* (photo du haut), le cliché ci-dessous (en fausses couleurs) montre qu'un petit groupe de galaxies (les trois galaxies NGC 2300) baignent dans un nuage de gaz chaud à 10 000 °K (ici, en mauve) et de 1,3 million d'années-lumière de diamètre. La masse de ce nuage vaudrait 500 milliards de fois celle du Soleil.



NEUROCHIMIE

Le NO, "molécule de l'année"

On parle presque autant du NO que d'une princesse d'Angleterre !

Tandis que *Science* lui décerne le titre, inattendu, de "molécule de l'année", les débats contradictoires font rage.

Pour mémoire, le NO ou monoxyde d'azote est cette molécule fugace dont un grand chercheur américain, Solomon Snyder, suggère qu'elle serait un neuromédiateur. Nous avons exposé (n° 897, p. 64) les objections que cette théorie inspire. En bref, on ne connaît pas de récepteur du NO, il diffuse dans tous les sens, donc à tort et à travers, et, à la différence de tous les neuromédiateurs connus, il ne peut se constituer en réserves.

Tout récemment, deux autres grands chercheurs américains, G.M. Edelmann et J.A. Gally, ont soulevé exactement les mêmes objections (voir p. 10) et conclu formellement que le NO ne peut pas être considéré comme neuromédiateur. De plus, W.I. Rosenblum, de l'University Medical College de Virginie, rejette, lui aussi, la possibilité que le NO soit un neuromédiateur.

Néanmoins, le 29 janvier dernier, une réunion consacrée au NO a eu lieu à la Maison de la chimie, à Paris. Première réunion pluridisciplinaire sur ce sujet, elle a réuni 450 participants, ce qui est un succès remarquable.

On y a appris que Snyder propose un autre gaz comme neuromédiateur – cette fois, le CO ou oxyde de carbone –, et qu'il cherche d'autres gaz qui joueraient des rôles de neuromédiateurs. De plus, Snyder et son équipe auraient isolé et cloné une dizaine d'enzymes synthétisant du NO, les NO-synthases, mais on n'en sait pas plus, ce

domaine étant chasse gardée, comme l'observa un orateur de la réunion.

Nouvelle objection : on ne trouve toujours pas de NO-synthase dans les neurones de l'hippocampe, là où il devrait s'en trouver, et il faut, pour affirmer sa présence dans le cerveau, faire appel à des mécanismes étonnamment compliqués.

Cela n'a pas empêché (en dépit de commentaires sarcastiques en coulisses) la majorité des participants de la

réunion à la Maison de la chimie de rester favorables à l'hypothèse de Snyder. Pierre Potier, directeur de l'Institut des substances naturelles de Gif-sur-Yvette, s'est même montré enthousiaste : « Il est difficile de trouver une substance naturelle plus simple », a-t-il déclaré.

Mais peut-être faut-il observer qu'il est tout aussi difficile de trouver des réponses cohérentes aux objections évoquées plus haut. Et ces objections ne cessent

de s'accumuler. Une équipe du département de chimie de l'université d'Oakland, à Rochester, a ainsi trouvé que le NO détecté dans une cellule par un système très raffiné a une durée de vie de plusieurs minutes. Or, c'est "catastrophique" pour la théorie de Snyder, où la molécule de NO ne dure que deux à quatre secondes. Car une molécule qui durerait aussi longtemps aurait des effets totalement différents de ceux qu'il décrit.

Sans doute trouvera-t-on un nouvel intérêt au NO dans d'autres domaines, comme le traitement des maladies cardiovasculaires et la cancérologie. Nous y reviendrons, d'ailleurs.

A.M.

IMMUNOLOGIE

Enfin, du TNF "propre" !

Le TNF (*Tumor Necrosis Factor*) est une substance naturelle bien utile, puisqu'elle tue les cellules cancéreuses. Mais elle présentait jusqu'ici deux aléas.

Le premier est que nous n'en fabriquons pas toujours assez ; le second, que, administré aux gens qui souffrent de cancer, il est toxique, même sous sa forme naturelle, et cause une grave émaciation. En doses suffisamment fortes pour pouvoir avoir raison de tumeurs importantes, le remède est presque aussi pénible et dangereux que le mal.

Découvert en 1975, le TNF, qui est produit par les globules blancs, semble n'attaquer que les cellules cancéreuses qui viennent de se former, ou bien les très petites tumeurs. Dix chercheurs suisses et belges (1) ont finalement réussi à obtenir un TNF aux effets secondaires beaucoup moins redoutables que ceux du produit naturel.

Pour cela, ils se sont concentrés sur le fait que le TNF naturel s'attache à deux sites des cellules, c'est-à-dire deux récepteurs de surface (TNF R 55 et TNF R 75) qui semblent commander des réactions biologiques nombreuses. Le premier de ces récepteurs est d'un type très répandu ; on le trouve sur la majorité des cellules susceptibles de se cancériser. Le second ne se trouve que sur celles de la moelle et de la lymphe.

Puis ils se sont servis d'un mutant du TNF humain, qui a une efficacité 600 fois moins grande que le TNF normal pour le site TNF R 75 (celui des cellules myéliniques et lymphoïdes), mais qui garde ses affinités pour le site TNF R 55. Cela signifie que ce TNF affaibli est à la fois

"propre" et efficace sur les tumeurs les plus communes.

Chez des souris, il a inhibé ou supprimé les tumeurs expérimentales. Cela dit, il reste à le mettre à l'essai sur des humains, et à rappeler que ce n'est pas un produit "miracle" : il agit mieux en synergie avec les chimiothérapies classiques, et il n'est pas encore démontré que ses effets ne sont pas réversibles. Enfin, il n'est pas efficace dans certaines lignées de cellules cancéreuses, et peut être parfois toxique. Cela étant, c'est un beau progrès en cancérologie.

G.M.

(1) F. Balwill : "Improving on the formula" ; et Van Ostaide, Bandenabeele, Everaerd, Loetscher, Gentz, Brockhaus, Lesslauer, Tavernier, Broekaert et Fiers : "Human TNF mutants with selective activity on the p55 receptor", *Nature*, 21 janvier 1993.

ASTRONOMIE

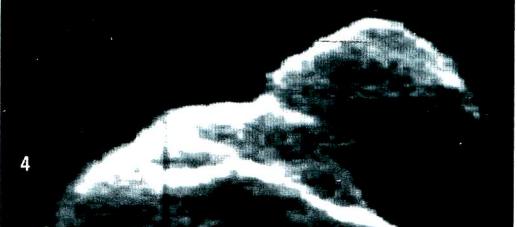
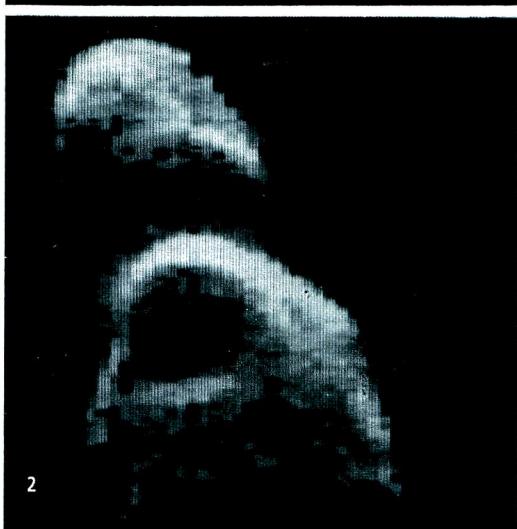
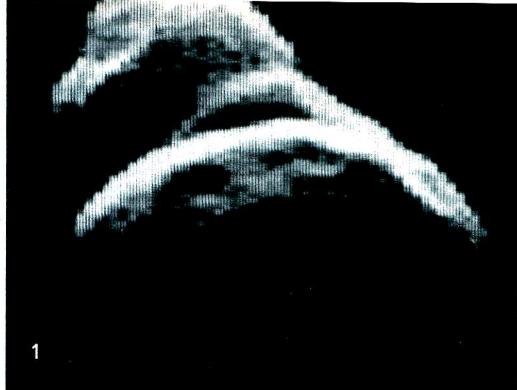
Toutatis : deux objets au lieu d'un !

Voici le fameux astéroïde Toutatis lors de son passage au plus près de la Terre, à la mi-décembre 1992. Il se trouvait alors à 4 millions de kilomètres de nous.

Surprise : au lieu de montrer un seul bloc rocheux, la série d'images prises par le radar du Deep Space Network à Goldstone (Etats-Unis), révèle deux corps rocheux tournant autour d'un centre commun de gravitation. Ils ont respectivement 4 et 2,5 km de diamètre.

L'image du 9 décembre (photo 2) révèle sur l'un d'eux un cratère de

700 mètres de diamètre. Le prochain passage de Toutatis à proximité de la Terre aura lieu le 26 septembre 2000, et il rasera notre planète au plus près en 2004, à 1,6 million de kilomètres (soit quatre fois la distance moyenne Terre-Lune). Mais, contrairement à ce qu'ont avancé des médias un peu alarmistes, le risque de collision avec la Terre est improbable. **J.-R.G.**



NEUROLOGIE

Les coursiers du neurone

Un neurone est comme une fleur à longue tige. Les protéines et les neurotransmetteurs qu'on trouve au bas de la tige sont fabriqués dans la fleur, c'est-à-dire à la synapse. Comment y vont-ils ?

Ils y sont acheminés par des cellules, les organelles, qui passent donc leur temps à parcourir les axones. Leur moteur est un type de protéines appelées comme il se doit kinésine et dynéine, et qui suivent des

"rails" constitués de fibres protéïniques en forme de microtubules.

C'est ce qu'ont observé au microscope Bruce Schnapp et ses collègues de la faculté de médecine de Harvard et du National Institute of Health (1). Une découverte qui permet de comprendre beaucoup mieux le mécanisme du fonctionnement des neurones. **G.M.**

(1) *Journal of Cell Biology*, octobre 1992.

● **Un anniversaire détonant :** il y a eu cinquante ans le 2 décembre dernier que la première pile atomique divergea. Elle était constituée de 50 tonnes de sphères d'uranium disposées à l'intérieur d'un ensemble de briques de graphite érigées sur 57 rangées (totalisant, elles, 400 tonnes). C'était dans un local précédemment affecté au squash, à l'université de Chicago, et la mise à feu fut commandée par Enrico Fermi.

GÉOLOGIE

La vie secrète de la Terre

Des bactéries interviendraient dans des processus géologiques qu'on croyait jusqu'à présent strictement minéraux.

C'est ce que viennent de démontrer des chercheurs de l'université du Texas à Austin, Franz Hiebert et Philip Bennett. C'est la chance et l'astuce qui les ont guidés, sans quoi ils n'auraient jamais pu déceler le rôle des bactéries, car les phénomènes géologiques sont extrêmement lents, et leurs effets ne se manifestent qu'à l'échelle de milliers d'années.

Hiebert et Bennett ont tiré parti de la rupture d'un pipeline, en 1979, qui contaminera la nappe phréatique à Bemidji, dans le Minnesota. Cet accident fournit une gigantesque source de carbone, et les bactéries souterraines prolifèrent. Le métabolisme bactérien ainsi lancé à fond, il n'y avait plus qu'à le mesurer. Pour cela, nos chercheurs ont descendu des cylindres de plastique, bourrés de quartz et de feldspath, dans des puits forés jusqu'à 6,5 m de profondeur dans les sédiments gorgés d'eau, sous la nappe de pétrole.

Quand ils les remontèrent, quatorze mois plus tard, les échantillons de feldspath étaient profondément creusés et même les morceaux de quartz, minéral réputé insoluble dans la plupart des conditions, étaient légèrement attaqués. Tout près des zones érodées se trouvaient des amas de bactéries. Les chercheurs ont montré que celles-ci digèrent les hydrocarbures et exsudent des acides qui dissolvent la silice et les ions métalliques.

Les bactéries sculptent donc le sous-sol. Francis Cha-

pelle et ses collègues du U.S. Geological Survey à Columbia, Caroline du Sud, ont étudié tout un "zoo" de bactéries à plusieurs centaines de mètres de profondeur dans les nappes phréatiques de cet Etat. Les microbes s'y comportent comme de véritables portiers : ils font passer le fer de l'état ferrique, insoluble, à l'état ferreux, qui est soluble. Ce faisant, ils augmentent la porosité et renforcent la circulation de l'eau dans les nappes phréatiques. Mais le fer dissous précipite sous l'action de sul-

fures, produits par d'autres bactéries, formant des couches de pyrite imperméables à l'eau.

En juger par divers forages, les bactéries semblent présentes partout dans les sédiments examinés jusqu'à présent. En outre, leur diversité est aussi spectaculaire que leur répartition, au point que les chercheurs pensent que les bactéries "profondes" pourraient être le siège d'activités métaboliques inconnues à ce jour. Ce qui pourrait signifier, par conséquent, de nouveaux

styles d'interactions entre les bactéries, les roches et l'eau.

Reste à savoir aussi comment les bactéries ont pénétré le sol et le sous-sol à de si grandes profondeurs. On peut concevoir qu'elles soient passées de la surface du sol dans les nappes phréatiques à la faveur d'infiltrations d'eau. Mais dans les sédiments très profonds, elles auraient dû être ensevelies avec la couche géologique dont ils sont prisonniers, à l'époque même de sa formation, il y a des dizaines, voire des centaines de millions d'années. Si c'est bien le cas, les profondeurs de la Terre seraient un repaire de survivants, rendus de plus en plus forts par des millénaires d'évolution dans un environnement sévère.

T.P.

NEUROLOGIE

Mélatonine contre déprime d'hiver

La mélancolie hivernale n'est pas un simple état d'humeur : c'est une réalité neurologique, qui s'explique par une anomalie des rythmes biologiques, et qu'on peut traiter.

Toutes les espèces vivantes (plantes, animaux diurnes et nocturnes, et humains) sont soumises à des rythmes biologiques, quotidiens (circadiens) ou saisonniers. Ainsi, c'est un rythme circadien qui change la position des feuilles du trèfle au cours de la journée. Et c'est un rythme saisonnier qui dicte la période des amours chez le renard ou le cerf.

Chez les mammifères, ces rythmes dépendent d'une hormone, la mélatonine, produite par la glande pineale ou épiphysse. Cette hormone est sécrétée la nuit, et cesse à l'aube. Une équipe de chercheurs américains, dirigée par Alfred J. Lewy, du National Institute of Mental

Health, Bethesda, Maryland, a constaté qu'en soumettant des mammifères, la nuit, à une lumière de faible intensité, leur sécrétion nocturne de mélatonine est inhibée.

Chez l'homme, toutefois, cette même lumière ne produit aucun effet. On en avait d'abord conclu que l'homme n'était pas sujet aux rythmes circadiens. La même équipe a repris les expériences, mais en utilisant cette fois une lumière de très forte intensité. Et là, il y a bien eu interruption de la sécrétion de mélatonine.

L'intérêt de ce travail est d'offrir une voie de traitement de ce qu'on appelle couramment la "déprime d'hiver". Il est courant, en

psychiatrie, d'observer des patients sujets à la déprime au cours de cette saison, période durant laquelle les jours sont courts et la lumière faible. Cette dépression, qui n'est pas la règle, empêche-nous de le dire, est causée par un déphasage des rythmes circadiens : la sécrétion de mélatonine intervient trop tard dans la nuit.

On peut y remédier, comme on l'a démontré, en soumettant les déprimés, le matin, à une lumière intense. Cela fait que la sécrétion de mélatonine reprend plus tôt dans la soirée. Le même résultat a été obtenu en administrant aux déprimés de la mélatonine à des heures appropriées.

P.R.

● **Bientôt huit ans d'enquête !** Mais, enfin, un rapport de l'Office of Research Integrity du département de la santé et des services humains américains confirme ce que nous avions écrit il y a six ans : le Dr Robert Gallo a publié des allégations délibérément propres à induire en erreur en ce qui concerne la paternité de l'identification du virus HIV. Celui-ci a bien été identifié d'abord par l'équipe de l'Institut Pasteur : Montagnier, Cherman, Barré-Sinoussi. L'an dernier, un autre rapport des National Institutes of Health avait innocenté Gallo. Reste à réviser les accords franco-américains sur les droits – considérables – qui découlent de la découverte du virus et les tests d'identification. Gallo prétend faire appel de ce rapport.

● **Les calculatrices dévissent le sens des maths,** selon un rapport du conseil national américain des professeurs. Les écoliers devraient tous en posséder une depuis la maternelle !

● **La correction de la myopie au laser** commence à susciter quelques réserves. Certes, la "sculpture" du cristallin, destinée à rétablir une courbure correcte au millionième de centimètre près, donne d'excellents résultats. On avance le taux de 89 % de réussite pour une correction réelle de la myopie. Mais certains ophtalmologues s'alarment de voir des zones d'opacité apparaître après l'intervention. Parfois, ces opacités disparaissent, mais on en vient à évoquer des problèmes ultérieurs moins négligeables.

PHYSIOLOGIE

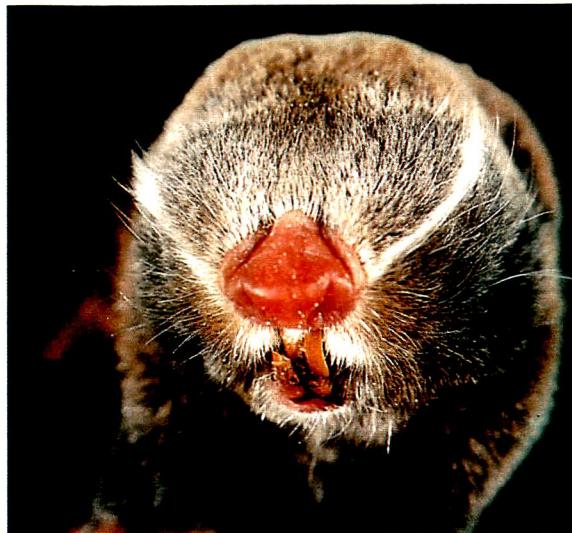
Percevoir sans voir

Le rat-taupe est normalement aveugle. Mais il possède des rudiments d'yeux qui intriguent les physiologistes. Pourquoi des yeux s'il ne s'en sert pas ?

Bien que vivant sous terre, dans l'obscurité, le rat-taupe (*Spalax erhenbergi*) a néanmoins conservé, au cours de l'évolution (25 ou 30 millions d'années), un minimum d'organisation visuelle. Il a bien des yeux, mais ils sont microscopiques et ne dépassent pas 700 micromètres de diamètre (le diamètre oculaire de rongeurs de même taille est d'environ 6 mm). Pour tout arranger, ils sont recouverts d'une épaisse couche de peau, que la lumière doit traverser pour atteindre la rétine. On avait donc toute raison de penser que le rat-taupe était complètement aveugle.

Trois chercheurs viennent d'éclaircir le mystère (1). Cet animal paradoxal est capable de détecter et d'intégrer des changements d'intensité lumineuse. Sa perception des cycles "photopériodiques" permet la synchronisation de son activité journalière et de ses rythmes biologiques. Ce qui est vital, notamment, pour son équilibre thermique. Sa capacité à résister au froid dépend en effet de la durée du jour : plus celle-ci diminue, plus la résistance de l'animal au froid augmente.

Mais comment la lumière est-elle donc détectée et transmise au cerveau ? On a constaté, à l'aide de techniques de marquage, que, si l'animal est effectivement chimiquement doté en cellules ganglionnaires rétinianes (à peine 900, contre 100 fois plus chez un rongeur "normal"), toutes ses structures



visuelles ne sont pas également dégénérées. Les structures responsables de l'analyse des formes, de la détection du mouvement et de la coordination visiomotrice (celles qu'on appelle thalamiques et tectales) ont certes subi une régression spectaculaire. En revanche, les structures visuelles impliquées dans les fonctions photopériodiques (situées dans l'hypothalamus et une partie de la strie terminale) sont hypertrophiées – jusqu'à 20 fois plus développées que chez d'autres rongeurs.

Or, ces structures-là jouent aussi un rôle important dans la régulation des cycles hormonaux, de la reproduction et d'autres rythmes physiologiques, fonctions vitales pour la survie de l'animal. Il semble donc que, dans ce cas au moins, l'abandon d'une fonction puisse aboutir, au cours de l'évolution, à

l'atrophie d'un organe.

Ces résultats ont aussi des implications dans le domaine médical, éclairant d'un jour nouveau les mécanismes et les conséquences de la régression oculaire humaine, la microptalmie. Le rat-taupe aveugle fournit un excellent modèle pour l'étude de cette maladie, qui affecte un peu plus de 2 nouveau-nés sur 10 000. T.P.

(1) Howard M. Cooper (U 371 de l'INSERM), Marc Herbin (Muséum national d'histoire naturelle, Paris) et Eviatar Nevo (université d'Haïfa, Israël), *Nature*, 14 janvier 1993.

● **Premier loup observé (et tué) en France depuis 1935.** Cela s'est passé à Aspres-lès-Corps, dans les Hautes-Alpes. La bête avait égorgé vingt-huit brebis. Elle serait peut-être venue d'Italie, où il existe encore quelque deux cents loups.

PHYSIQUE DES PARTICULES

Etranges désintégrations du Z zéro

A quatre reprises, la particule Z zéro s'est désintégrée d'une manière tellement inattendue que le monde de la physique des particules en suspend encore son jugement.

Ces événements ont été observés lors de l'une des plus grosses expériences du CERN (Laboratoire européen de physique des particules, à Genève), dirigée par le prix Nobel de physique Samuel Ting. On en est à se demander si'ils signent la découverte d'une nouvelle particule ou bien si'ils ne sont que le fruit d'une coïncidence statistique.

La question reste donc posée au CERN, et particulièrement au sein de l'équipe de l'expérience "L3". Ce nom de code désigne une collaboration internationale qui regroupe, autour d'un appareillage monumental (photo ci-contre), plus de 400 physiciens (d'une cinquantaine d'institutions différentes), sous la direction de Ting.

Il y a une chance sur mille pour que l'origine de ces quatre étranges événements soit le fruit du hasard. Mais cela est encore beaucoup pour des physiciens. Ting se garde bien d'affirmer que son équipe et lui ont découvert une nouvelle particule. Mais leur observation est suffisamment troublante pour les avoir décidés à écrire une communication scientifique (!).

Z zéro (Z^0) est une particule élémentaire connue. Environ cent fois plus lourde qu'un proton, le Z^0 porte officiellement le nom rébarbatif de "boson vecteur intermédiaire". En clair, cela signifie qu'il joue le rôle de "messager" d'une des quatre forces physiques fondamentales de la nature. Découverte au CERN il y

a plus d'une dizaine d'années, cette particule est depuis lors produite en abondance dans les collisions entre faisceaux de particules accélérées au Lep, un gigantesque "collisionneur à électrons et positrons" de

plus de 100 mètres de long et de 25 mètres de haut. À chaque fois celle du proton. A quatre reprises, donc, les physiciens de L3 ont pu reconstituer ce même type d'événement à partir de ce qu'ils observent dans leur détecteur.

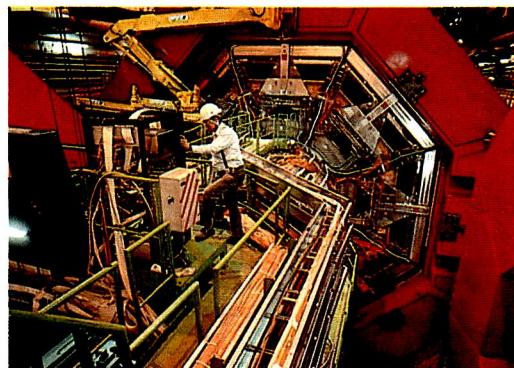
Mais quatre, c'est à la fois

"charmé", quatrième membre de la famille des quarks (dont seuls les deux premiers éléments entrent dans la composition des protons et neutrons, constitutifs des noyaux atomiques).

Ladite famille devrait d'ailleurs bientôt s'aggrandir puisque, de l'autre côté de l'Atlantique, au Fermilab (près de Chicago), deux expériences cherchent actuellement à mettre en évidence le sixième quark, le "top", trop lourd pour être observé au CERN, mais dont l'existence est prédictive par le modèle standard. La surprise serait, cette fois, qu'on ne le trouve pas !

En ce qui concerne les secrets de Z^0 , «la seule chose importante, c'est d'acquérir plus de données», affirme Ting. Plus de données signifie une plus grande richesse statistique. Après l'arrêt technique, qui intervient traditionnellement pendant les mois d'hiver, le Lep et les quatre grandes expériences en cours au CERN reprendront leurs activités en mai prochain. Ce n'est donc pas avant l'été, voire la fin de l'année, que les physiciens en sauront davantage. D.T.

(1) Publiée dans le numéro du 3 décembre 1992 de la revue européenne *Physics Letters B*.



Le gigantesque détecteur de l'expérience L3 du CERN.

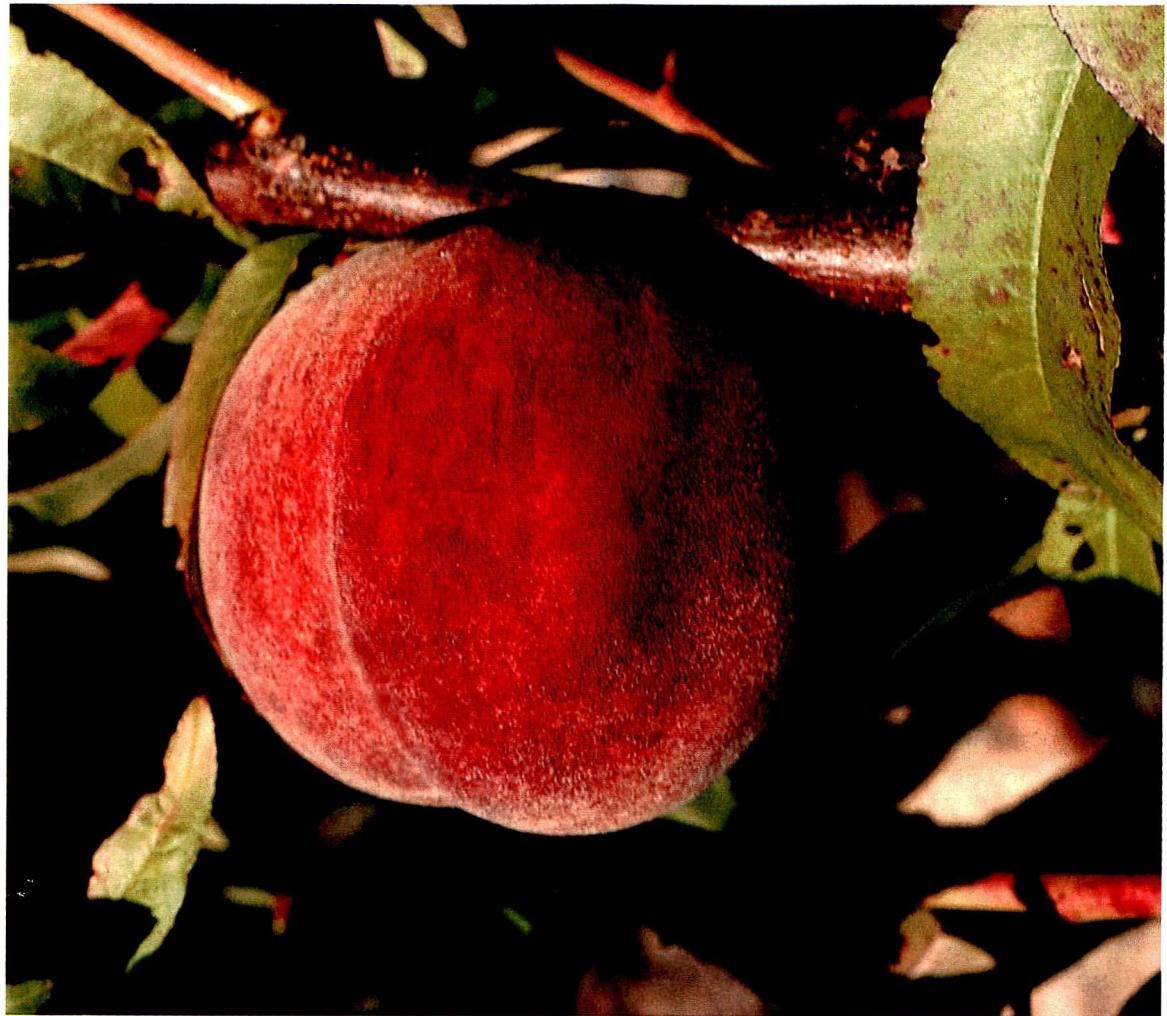
27 kilomètres de circonférence. Sa masse considérable et ses autres caractéristiques physiques (par exemple, sa charge électrique nulle, que rappelle le "zéro" qui figure dans son nom) font de lui un outil exceptionnel pour étudier toutes sortes de réactions en cascade, auxquelles il donne naissance par désintégration.

Les quatre désintégrations "étranges" de Z^0 présentent la même et remarquable caractéristique : la présence de deux photons gamma (grains de lumière de très haute énergie), qu'on peut interpréter comme la signature d'une autre désintégration, celle d'une particule, inconnue et inattendue, dotée d'une masse équivalente à soixante

beaucoup et trop peu. Deux de ces événements ont été observés en 1991, et deux autres en 1992. Après cette annonce, les trois autres équipes du Lep (Delphi, Opal et Aleph) ont repassé toutes leurs données au peigne fin. C'est ainsi que deux événements comparables à ceux de L3 ont bien été observés par Delphi.

Serait-ce là le fruit du hasard, ce que les physiciens appellent une "fluctuation statistique" ? Tant de prudence n'est pas de la pusillanimité. A titre de comparaison, il a fallu pas moins de 243 événements "étranges" – de nature différente – pour que le même Ting, alors à Brookhaven, en novembre 1974, pût établir la découverte du quark

● **Les échos de cette rubrique** ont été réalisés par Didier Dubrana, Jean-René Germain, Renaud de La Taille, Gerald Messadié, Alain Meunier, Thierry Pilorge, Pierre Rossion et Daniel Tarnowski.



**Parce que l'équilibre du monde vivant repose sur sa diversité,
nous aidons à préserver des variétés fruitières rares.**

Cette pêche n'est pas une pêche ordinaire. C'est une pêche sanguine de Manosque dont l'aire de culture se limitait au Sud des Alpes de Haute-Provence. Aujourd'hui cette variété, comme des milliers d'autres, n'est plus cultivée parce qu'elle ne satisfait pas à certaines exigences commerciales comme la résistance au transport ou la couleur. Si nous prenons l'exemple du pêcher, on peut ainsi distinguer deux grands groupes : les variétés commerciales (une trentaine) et les variétés d'amateurs (plus de trois cents variétés anciennes et locales). Les variétés commerciales d'aujourd'hui sont loin d'être représentatives de la diversité de l'espèce. Elles ont subi une forte sélection qui les a orientées vers une structure homogène obéissant aux normes de la chaîne production-commercialisation. Leur base génétique, devenue très étroite, réduit considérablement les possibilités d'adaptation à des exigences nouvelles. C'est pourquoi il est important de conserver ce qu'on appelle couramment les « vieilles variétés ». C'est l'objet de la collaboration entre la Fondation TOTAL et le Conservatoire Botanique National de Porquerolles. Et ce qui est fait pour les pêchers l'est également pour les amandiers, les figuiers, les oliviers et plus généralement toutes les plantes méditerranéennes sauvages ou cultivées. Parce qu'il est désormais bien établi que l'équilibre du monde vivant repose sur sa complexité et le grand nombre de ses composants.

TOUR TOTAL, 24 Cours Michelet Cedex 47 - 92069 Paris La Défense

**F O N D A T I O N
D ' E N T R E P R I S E**

TOTAL

PAR DANIEL TARNOWSKI

PREMIÈRE PHOTO DE LA BANLIEUE D'UN TROU NOIR

Qu'y a-t-il autour d'un trou noir ? A quoi ressemble sa banlieue ? C'est ce que nous montre pour la première fois la photo exceptionnelle obtenue par une équipe d'astronomes à l'aide du télescope spatial *Hubble*.

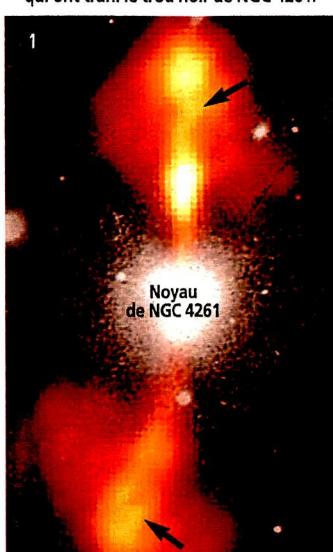
Voir un trou noir lui-même, c'est par définition impossible. Un trou noir se caractérise en effet par un champ gravitationnel si intense, une attraction si forte, que rien, pas même la lumière, ne peut s'en échapper. A quoi ressemble-t-il exactement ? On ne pourra jamais que – et seulement que – l'imaginer. Mais c'est avec les yeux qu'on peut découvrir aujourd'hui, sur un cliché (*photo de droite*) obtenu grâce au télescope spatial *Hubble*, comment se présente sa grande banlieue : un large disque de gaz et de poussière, qui lui sert en quelque sorte de "réservoir alimentaire". Inutile de chercher au centre du disque le petit point noir qui indiquerait la présence de l'astre invisible : il reste beaucoup trop petit pour apparaître sur une telle photo.

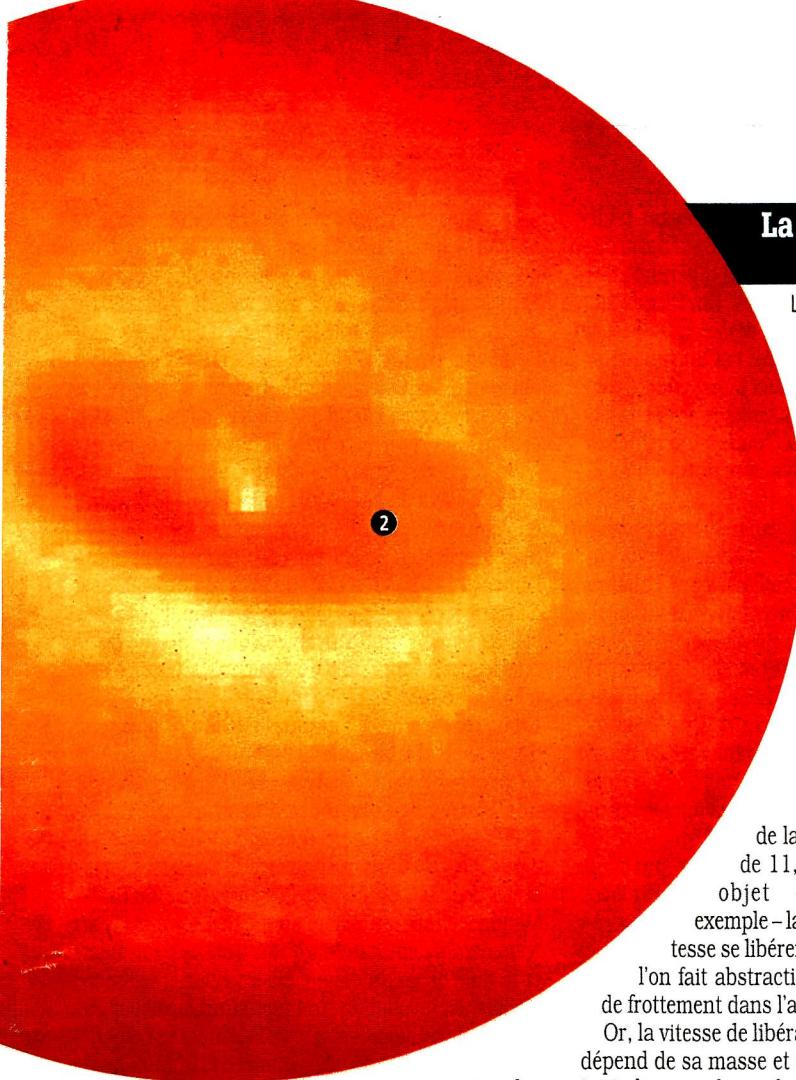
Comment sait-on, alors, que le trou noir est là ? Le disque de gaz et de poussière qui l'entoure a une taille d'environ 300 années-lumière. Il est niché en plein cœur d'une galaxie baptisée simplement NGC 4261 et située à une distance d'environ 45 millions d'années-lumière de la Terre. Formée de centaines de milliards d'étoiles, NGC 4261 est l'une des galaxies les plus

brillantes de toutes celles qui constituent l'amas de la Vierge. Elle est aussi connue des astronomes comme étant une galaxie à noyau actif. C'est-à-dire que son noyau est le siège de phénomènes extrêmement violents, comme l'éjection de gigantesques jets de particules chargées qui, en raison de leur vitesse élevée, émettent un puissant rayonnement radio (*photo de gauche*). Pour les spécialistes, de tels phénomènes ne peuvent s'expliquer que par la présence, au cœur du noyau galactique, d'un trou noir supermassif qui contiendrait l'équivalent de dix milliards de masses solaires.

Qu'est-ce qu'un trou noir ? Suivant la définition qu'en donnent actuellement les astronomes, c'est «une région de l'espace-temps à l'intérieur de laquelle le champ gravitationnel est si intense qu'il empêche toute matière et tout rayonnement de s'en échapper». Une telle définition est plutôt difficile à comprendre car elle fait appel à la relativité générale, la théorie de la gravitation d'Einstein. Dans cette théorie, le cadre des phénomènes physiques et de la gravitation est l'espace-temps à

Ce sont ces deux jets de gaz ionisé (flèches) qui ont trahi le trou noir de NGC 4261.





La nourriture céleste du trou noir

Les puissants jets de gaz ionisé qui s'échappent du noyau de la galaxie NGC 4261 ① attestent l'extrême violence des phénomènes qui s'y produisent. Pour les astronomes, le responsable ne peut en être qu'un trou noir supermassif tapi au cœur de la galaxie. Grâce à sa colossale attraction gravitationnelle, il engloutit à vitesse grand V les gaz et poussières qui l'entourent. Ceux-ci forment un disque ② qui apparaît sombre sur le cliché parce qu'il fait écran à la lumière des étoiles derrière lui.

de la Terre, par exemple, elle est de 11,2 km/s. C'est-à-dire qu'un objet – un satellite, par exemple – lancé verticalement à cette vitesse se libérera de l'attraction terrestre (si l'on fait abstraction, entre autres, des forces de frottement dans l'atmosphère).

Or, la vitesse de libération à la surface d'un astre dépend de sa masse et de son rayon. Elle est d'autant plus grande que la masse est élevée et le rayon petit. De sorte que si l'on concentre, par exemple, toute la masse du Soleil dans une sphère de 3 km de rayon, ou encore la Terre dans une bille de 1 cm, on obtient une vitesse de libération égale à celle de la lumière : 300 000 km/s. Autrement dit, même la lumière ne pourrait plus alors se libérer de l'emprise de la gravitation.

En pratique, bien sûr, c'est là quelque chose d'impossible à réaliser dans sa cuisine. Mais cet argument simple nous montre aussi qu'en fait, des trous noirs de toutes tailles peuvent fort bien exister. En astronomie, on en connaît essentiellement de deux types : les "petits" et les "gros". Les petits, ce sont les trous noirs stellaires, qui se forment par effondrement d'une étoile massive arrivée en fin de vie. Typiquement, ils renferment l'équivalent d'une dizaine de masses solaires dans un rayon d'une dizaine de kilomètres. Rien à voir donc avec les gros, les trous noirs supermassifs, qui se trouveraient au centre des galaxies à noyau actif. La masse de ces "monstres" est équivalente à des millions ou milliards de fois celle du Soleil.

quatre dimensions. Celui-ci est localement plus ou moins "déformé" (ou "courbe", au sens de la géométrie à quatre dimensions) par la présence de matière et plus généralement d'énergie. Un trou noir correspond ainsi à une région de l'espace-temps où la quantité de matière est si grande qu'elle transforme l'espace-temps en un puits sans fond. Un véritable gouffre. Un "trou" dans l'Univers.

Mais il n'est pas nécessaire d'avoir recours à toute l'artillerie lourde de la relativité générale pour comprendre pourquoi un trou noir est noir. «Un astre lumineux de même densité que la Terre, dont le diamètre serait 250 fois plus grand que celui du Soleil, ne laisserait, en vertu de son attraction, parvenir aucun de ses rayons jusqu'à nous», affirmait dès 1796 Pierre Simon, marquis de Laplace. L'anticipation de Laplace repose sur un argument simple, classique, "à la Newton", basé sur la notion de vitesse de libération. Comme son nom l'indique, cette vitesse est celle que doit avoir un objet quelconque pour sortir du champ gravitationnel d'un astre. A la surface

L'origine de tels trous noirs supermassifs reste encore mystérieuse. Il n'existe pas de scénario détaillé décrivant leur naissance (à la différence des trous noirs stellaires, dont l'origine est aujourd'hui bien comprise). Au demeurant, la formation des galaxies elles-mêmes est une question qui reste ouverte en astronomie. Mais, encore une fois, seule la présence de ces trous noirs peut expliquer les phénomènes extrêmement violents que l'on observe dans les noyaux actifs de galaxies, tel celui de NGC 4261.

La photo prise par le télescope spatial *Hubble* nous montre une vue détaillée du cœur de cette galaxie. Elle a été obtenue par Holland Ford et Laura Ferraresi (Johns Hopkins University, Baltimore), Walter Jaffe et Frank van den Bosch (Leiden Observatory, Pays-Bas), et Robert O'Connell (University of Virginia, Charlottesville). C'est une photo étonnante, d'abord par ses couleurs. En fait, il s'agit là de «fausses» couleurs, choisies pour renforcer au maximum le contraste entre le disque sombre de gaz froid et de poussière, et la lumière environnante. Celle-ci provient de deux sources : d'une part les étoiles de la galaxie et d'autre part le gaz chaud et ionisé. C'est la présence de ce dernier qui empêche de distinguer les étoiles individuellement. «Le disque sombre, lui, correspond réellement à une absence de lumière», explique Holland Ford.

La poussière du disque absorbe la lumière des étoiles (et du gaz chaud) situées derrière lui. Si l'on enlevait ce disque, on verrait tout simplement une luminosité de plus en plus forte vers le centre. En effet, la concentration d'étoiles augmente au fur et à mesure qu'on se rapproche du noyau galactique. «Environ la moitié de la lumière des étoiles derrière le disque est absorbée par lui», précise l'astronome américain.

La taille de ce disque est d'environ 300 années-lumière. Celle des pixels élémentaires (les plus petits carrés de la photo p. 23) est de l'ordre de 20 années-lumière. Au centre de ce disque apparaît une petite tache lumineuse très brillante. On peut penser que dans cette région centrale, les forces de frottement à l'intérieur du disque échauffent le gaz (donc l'ionisent et le rendent plus brillant) tout en accélérant sa chute vers le trou noir. «Mais on ne peut encore rien affirmer avant d'avoir plus de données», souligne Ford.

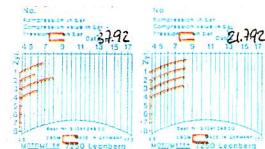
D'où vient ce disque ? Là encore on ne connaît pas la réponse avec certitude. Mais après sa découverte par le télescope *Hubble*, des observations réa-

lisées à partir du sol (en ondes radio) ont révélé la présence de monoxyde de carbone (CO). Il n'est donc pas constitué de gaz "primordial" (présent dans la galaxie avant sa naissance), dans la mesure où des éléments comme le carbone et l'oxygène sont formés au cœur des étoiles. Les gaz et la poussière qui constituent ce disque pourraient avoir été éjectés par les étoiles de la galaxie elle-même. Mais en général, on ne trouve pas de poussière et de gaz froid dans des galaxies elliptiques comme NGC 4261. Il est donc plus vraisemblable que le disque a été capturé lors d'une collision avec l'une des galaxies spirales relativement nombreuses dans l'amas de la Vierge (et dont les bras renferment, eux, des nuages de ce type). Quoi qu'il en soit, Ford et ses collaborateurs sont convaincus que le disque qu'ils ont observé "alimente" le trou noir. «Il constitue même une réserve de combustible suffisante pour expliquer l'activité du noyau de NGC 4261 pendant dix millions d'années», affirme Ford.

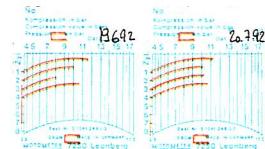
La présence de ce disque est-elle pour autant une preuve de l'existence d'un trou noir ? «L'affirmer serait aller un peu vite en besogne», souligne Jean-Pierre Luminet, l'un des meilleurs spécialistes des trous noirs, de l'Observatoire de Paris-Meudon. Luminet insiste en particulier sur l'écart considérable entre le "bord" du trou noir lui-même et la dimension du disque observé par le télescope *Hubble*. Le rayon d'un trou noir supermassif (d'une dizaine de millions de masses solaires) est en effet de l'ordre de 10^{-6} années-lumière (10 millions de km). La taille du disque vu par le télescope spatial est d'environ 300 années-lumière (3 millions de milliards de km). Les ordres de grandeur sont donc très éloignés : un fossé les sépare.

Mais il ne faut pas oublier que l'ensemble se situe tout de même à quelque 45 millions d'années-lumière de nous. Et que la photo de *Hubble* nous montre, selon toute vraisemblance, non pas la "proche" mais la "grande" banlieue d'un trou noir. Elle reste tout de même exceptionnelle. En outre, après la mission de la navette, qui devrait, en décembre 1993, améliorer les performances du télescope spatial, les astronomes pensent pouvoir obtenir une information supplémentaire. Avec des mesures plus précises, ils espèrent mettre en évidence le mouvement du gaz tournant autour du trou noir. Et en déduire une mesure précise de sa masse : ce qui constituerait alors la preuve la plus directe, la seule qu'on pourra sans doute jamais avoir, de son existence. De telles preuves existent déjà dans le cas des trous noirs stellaires, pas dans celui des trous noirs supermassifs. Du moins, pas encore.

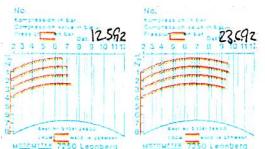
Daniel Tarnowski



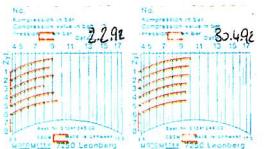
Moteur essence - 1272 cm³ - 151 700 km avant - 152 610 km après traitement Métal 5.



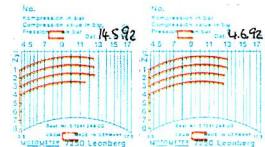
Moteur essence - 1397 cm³ - 198 000 km avant - 199 500 km après traitement Métal 5.



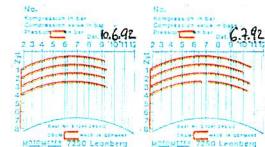
Moteur essence - 993 cm³ - 92 180 km avant - 94 025 km après traitement Métal 5.



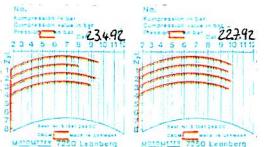
Moteur essence injection - 6 cylindres - 107 956 km avant - 110 459 km après traitement Métal 5.



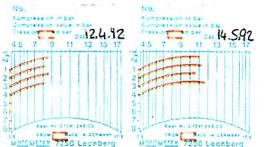
Moteur essence injection - 1580 cm³ - 47 056 km avant - 50 110 km après traitement Métal 5.



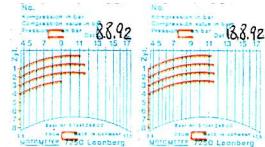
Moteur essence - 999 cm³ - 58 860 km avant - 59 795 km après traitement Métal 5.



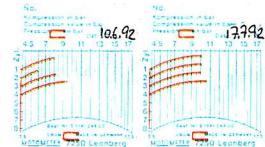
Moteur essence - 1272 cm³ - 156 176 km avant - 161 246 km après traitement Métal 5.



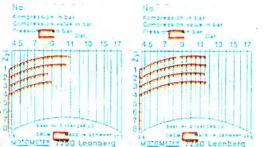
Moteur essence injection - 16 S - 75 930 km avant - 77 650 km après traitement Métal 5.



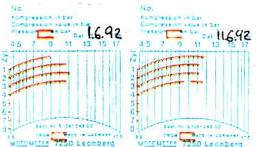
Moteur essence turbo - 1397 cm³ - 21 108 km avant - 22 318 km après traitement Métal 5.



Moteur essence - 1196 cm³ - 54 220 km avant - 55 060 km après traitement Métal 5.

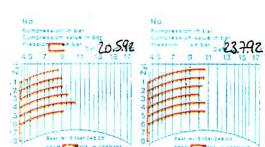


Moteur essence - 1108 cm³ - 98 326 km avant - 103 512 km après traitement Métal 5.

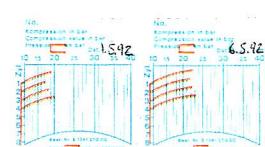


Moteur turbo essence - 1995 cm³ - 156 682 km avant - 157 592 km après traitement Métal 5.

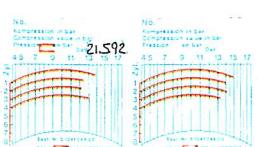
L'EFFICACITÉ MÉTAL5? ON PEUT MULTIPLIER LES PREUVES À L'INFINI.



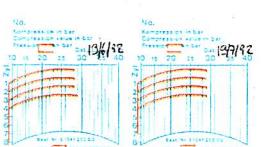
Moteur essence injection - 6 cylindres - 90 200 km avant - 91 473 km après traitement Métal 5.



Moteur diesel - 1596 cm³ - 168 753 km avant - 169 101 km après traitement Métal 5.



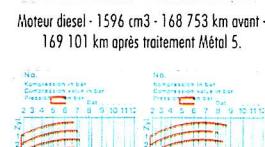
Moteur essence injection - 1998 cm³ - 128 288 km avant - 130 228 km après traitement Métal 5.



Moteur turbo Diesel - 2500 cm³ - 98 200 km avant - 99 780 km après traitement Métal 5.



Moteur turbo diesel - 2068 cm³ - 151 000 km avant - 153 000 km après traitement Métal 5.



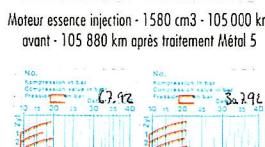
Moteur essence injection - 1580 cm³ - 105 000 km avant - 105 880 km après traitement Métal 5.



Moteur diesel - 1360 cm³ - 40 738 km avant - 42 318 km après traitement Métal 5.



Moteur essence - 1721 cm³ - 66 489 km avant - 67 169 km après traitement Métal 5.



Moteur diesel - 1768 cm³ - 248 550 km avant - 249 470 km après traitement Métal 5.



Moteur essence - 2 cylindres - 100 780 km avant - 102 010 km après traitement Métal 5.



Moteur diesel - 1870 cm³ - 158 598 km avant - 160 821 km après traitement Métal 5.



Moteur essence - 2 cylindres - 100 780 km avant - 102 010 km après traitement Métal 5.



Veuillez m'adresser gratuitement le "Guide Métal5": 28 pages illustrées : le moteur, sa lubrification, sa protection - 17 questions d'automobilistes - 17 réponses Métal 5 - Un guide précieux.

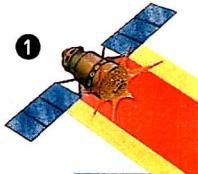
Nom _____ Prénom _____
 Adresse _____ Ville _____
 Code Postal _____ Type de Voiture _____ Km _____

Demande d'informations et documentation à : SODITEN S.A.
 127, AVENUE FÉLIX-FAURE - 92000 NANTERRE - TÉL (1) 45 06 22 44

MÉTAL 5, LA PROTECTION ACTIVE DES MOTEURS

Ces mesures de compression ont été prises par quelques-uns des 10 000 professionnels de l'automobile qui utilisent Métal 5 en France.

PAR ÉRIC VALON



LE LASER DE SADDAM

Le dictateur irakien a été à deux doigts de posséder une arme capable de paralyser les satellites qui ont permis de cartographier avec une grande précision le territoire irakien et de préparer les missions alliées lors de la guerre du Golfe.

On en est aujourd'hui certain, l'Irak a bel et bien failli posséder, à la fin du conflit avec l'Iran, un laser de moyenne puissance capable, lors de la guerre du Golfe, d'aveugler définitivement les satellites d'observation français SPOT et américains KH-11 et KH-12. «Je suis effrayé à l'idée que la guerre du Golfe aurait pu évoluer tout à fait différemment si les deux miroirs télescopiques pour lesquels je me suis rendu à Bagdad près de vingt fois, avant et pendant les hostilités Iran-Irak, avaient été utilisés», a déclaré récemment à Paris Dominique Ruffi de Pontèves, président de la firme française REOSC, filiale de la SFIM, numéro un mondial des optiques adaptatives⁽¹⁾. «Associés à un laser de moyenne puissance, ces miroirs auraient été capables de détruire les détecteurs des satellites espions américains et français en même temps que les chars irakiens pénétraient au Koweit.»

Selon nos sources, les miroirs télescopiques en question, les plus grands du monde – le chiffre de 6 mètres de diamètre est avancé –, devaient servir au pointage précis d'un laser (probablement au gaz carbonique) fourni par l'ex-Union soviétique. Ce laser aurait été dirigé sur l'optique des satellites d'observation, pour y déclencher ce que les spécialistes appellent un "claquage par surtension": l'énergie lumineuse du laser crée des courants électriques qui détruisent les circuits électroniques du satellite.

Le gouvernement français de l'époque, qui avait pris le parti de l'Irak contre l'Iran, refusa cependant que les miroirs soient livrés au maître de Bagdad. La décision fut prise, à la demande du ministère des Affaires étrangères, par le Comité interministériel pour l'étude des exportations des matériaux de guerre (CIEEMG), organisme regroupant, entre autres, des représentants du Premier ministre, du ministère des Affaires étrangères, du ministère de la Défense et des services secrets. Ces derniers avaient appris les intentions irakiennes d'installer le laser en question sur des régions montagneuses situées en territoire kurde⁽²⁾.

LA LUMIÈRE SCULPTE

Lorsqu'on observe au télescope un objet dans le ciel – une planète, une étoile ou, comme dans notre cas, un satellite^① –, la lumière qui en émane arrive sur le miroir primaire du télescope^②, lequel la renvoie sur le miroir secondaire^③, et ce dernier la réfléchit vers l'oculaire^④. C'est là qu'est montée la caméra qui permet de prendre des clichés de l'objet observé.

L'ennui, c'est que les images ainsi enregistrées sont de mauvaise qualité. Elles souffrent d'une altération^⑤ due aux différences de température – et donc de densité – de l'air que traverse la lumière, mais aussi aux différentes pollutions atmosphériques, notamment lumineuse. Pour corriger ces déformations, certains observatoires utilisent un système, dont le principe est le suivant.

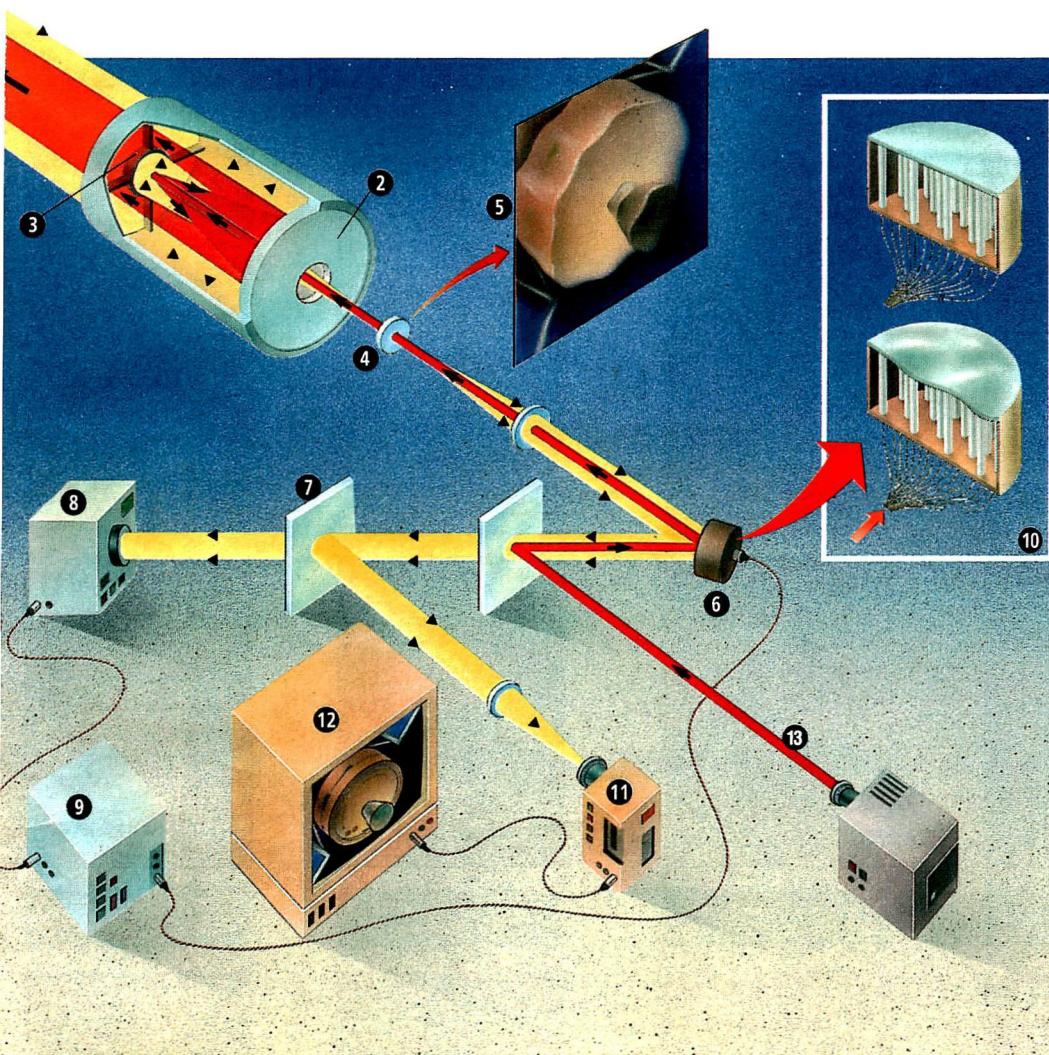
Installé sur la trajectoire de la lumière incidente, un miroir déformable^⑥ renvoie celle-ci, à travers un miroir semi-réfléchissant^⑦, vers un analyseur de front d'onde^⑧. Ce dernier détecte toute défor-

mation de la lumière incidente, et envoie l'ordre de correction correspondant à un boîtier de commande^⑨. Celui-ci transmet alors des impulsions électriques qui feront s'allonger ou se raccourcir les éléments piézo-électriques reliés à la surface réfléchissante du miroir déformable^⑩, corrigeant ainsi le front d'onde de la lumière incidente, et la caméra^⑪ obtient une image nette de l'objet observé^⑫.

Ce même principe peut être utilisé en sens inverse, pour "sculpter" un faisceau laser^⑬ destiné à "aveugler" un satellite espion: les informations sur la déformation atmosphérique de la lumière venant de la cible servent à "pré-corriger" le laser pour compenser cette déformation. Un tel système peut basculer plusieurs fois par seconde du mode "visée" (détailé ci-dessus) au mode "tir" (selon le trajet^{⑯-⑯-⑯-⑯}). On peut, enfin, concevoir un système où cette optique adaptative soit intégrée au miroir télescopique lui-même.

E. A.

Les lasers à forte et moyenne puissances voient la propagation de leur faisceau altérée dans les basses couches de l'atmosphère par défocalisation thermique: au passage du faisceau dans l'atmosphère, l'air s'ionise sous l'effet de la chaleur produite, et un "claquage" du plasma empêche alors le faisceau de se propager dans l'espace. Placer les miroirs à



3 000 m d'altitude permet de résorber ce phénomène à 70 %. Reste, néanmoins, à "sculpter" le faisceau. Les miroirs en question devaient permettre cette opération, qui consiste à modifier la forme du faisceau pour lui permettre de se propager parfaitement dans l'atmosphère (**dessin ci-dessus**).

Devant le refus de Paris, Bagdad se tourna alors vers l'Allemagne. La firme Zeiss, grand spécialiste de l'optique, acceptera de livrer deux miroirs aux performances sensiblement identiques à celles des miroirs

de REOSC... Ces miroirs arriveront en Irak, mais ils n'auront pas le temps d'être montés sur le laser soviétique. Le premier sera détruit par le Mossad (service secret israélien), le second sera rendu inutilisable, dans des conditions assez floues, d'ailleurs. Selon l'une de nos sources, en effet, l'optique du second exemplaire aurait été rayée par la chute d'un boulon (chute accidentelle ou provoquée ?) qui, en altérant le fini de surface du miroir, a rendu ce dernier totalement incapable de modifier les conditions d'émission et de propagation du faisceau.

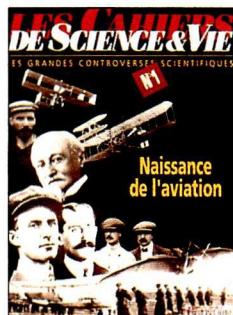
Rappelons, pour terminer, que le pouvoir destructeur des lasers de puissance est bien démontré. Dès le début des années quatre-vingts, le Pentagone a procédé à une expérience au cours de laquelle un laser au CO₂ de 400 kW a intercepté cinq missiles RR Sidewinder.

Eric Valon

(1) La firme REOSC, au terme d'un accord franco-américain conclu entre Paris et Washington, a fourni plusieurs exemplaires de miroirs télescopiques destinés à des lasers de puissance développés par le Pentagone dans le cadre du programme SDI (initiative de défense stratégique, plus connu sous le nom de "Guerre des étoiles").

(2) Il faut noter que la COFACE, organisme public chargé d'assurer les contrats à l'exportation contre les risques d'insolvenabilité, avait refusé sa couverture.

COLLECTIONNEZ LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE ET VIVEZ L'HISTOIRE DE LA SCIENCE COMME ON NE VOUS L'A JAMAIS RACONTÉE



N°1 NAISSANCE DE L'AVIATION
Farnam ou les Wright, qui a inventé l'avion ?



N°2 GALILEE
La naissance de la physique moderne.



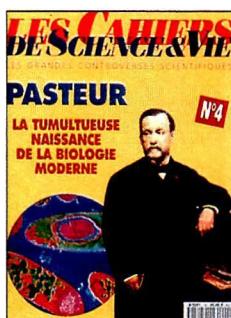
N°7 LE PROJET MANHATTAN
Construction de la première bombe atomique



N°8 LA RADIO-ASTRONOMIE
La découverte de la violence de l'Univers



N°3 LA DERIVE DES CONTINENTS
Wegener, l'homme d'une géniale découverte.



N°4 PASTEUR
La tumultueuse naissance de la biologie moderne



N°9 LA NAISSANCE DU CONCORDE
Un exemple de coopération internationale



N°10 LA PILLULE CONTRACEPTIVE
De la "Big Science" chimique et médicale



N°5 FRESNEL
Quelle est la vraie nature de la lumière ?



N°6 DARWIN ou LAMARCK
La querelle de l'évolution



N°11 De SPUTNIK à GAGARINE
L'espace comme champ de bataille de la guerre froide.



N°12 LA PHYSIQUE GEANTE
Du gigantesque pour observer l'infiniment petit.

BON DE COMMANDE
à compléter et à renvoyer avec votre règlement libellé à l'ordre des CAHIERS DE SCIENCE & VIE-Bred, sous enveloppe affranchie à :
CAHIERS DE SCIENCE & VIE Service VPC - 1, rue du Colonel Pierre Avia - 75503 Paris cedex 15

NOM Prénom _____
ADRESSE _____
CODE POSTAL _____ VILLE _____

OUI, je commande les numéros suivants des CAHIERS DE SCIENCE & VIE au tarif unitaire de 30 F (étranger : 40 FF) :
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Je commande..... reliure(s) des CAHIERS DE SCIENCE & VIE au tarif unitaire de 65 F (étranger : 75 FF)

Le montant total de ma commande est de..... F

Offres valables jusqu'à fin 1993 et conformes aux recommandations de la CNIL

RCS Paris B 572 134 773 SV 906



LA RÉSURGENCE DES MALADIES PARASITAIRES

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI
ET MARIE-FRANÇOISE LANTIERI

Les parasites sont plus que jamais un véritable fléau, surtout pour la moitié de l'humanité qui vit dans les régions tropicales. Troisième et dernier volet de notre enquête sur les maladies infectieuses : les maladies parasitaires. Comme des maladies bactériennes et virales (voir *Science & Vie* de janvier et février 1993), on a espéré en venir à bout.

Mais, là encore, cet espoir s'est avéré vain. Ainsi l'Organisation mondiale de la santé a dû renoncer à mettre sur pied des "stratégies d'éradication", pour se contenter de "stratégies de lutte", plus现实istes.

quillage, hôte indispensable des larves de la bilharziose.

En Amérique du Sud, des millions de personnes sont infectées par le *Trypanosoma cruzi*, le parasite de la maladie de Chagas. Plus de 150 espèces d'animaux sauvages ou domestiques peuvent servir d'hôtes au parasite, qui est transmis à l'homme par un triatome, punaise qui se nourrit de sang. L'infection passe souvent inaperçue pendant des années, jusqu'à ce que les trypanosomes s'attaquent au système nerveux, au cœur, ou à l'appareil digestif. En Afrique, un autre trypanosome, transmis par la

DOSSIER

Le paludisme "flambe". On évalue à 250 millions le nombre d'individus infectés dans une centaine de pays. On dénombre près de deux millions de morts par an, surtout des enfants. Les formes chroniques de la maladie sapent la santé et la force des victimes, et représentent un obstacle majeur au développement, à l'autosuffisance et à l'espérance d'une vie décente.

Comme les bactéries et les virus, les parasites du paludisme deviennent résistants aux médicaments, tandis que les moustiques qui en sont les vecteurs deviennent résistants aux insecticides. L'argent et les infrastructures manquent pour le suivi des campagnes antipaludéennes, et les parasites s'engouffrent dans chaque faille. De nombreuses tentatives de mise au point d'un vaccin n'ont pas abouti.

La schistosomiase, ou bilharziose, atteint jusqu'aux trois quarts des populations de certaines régions tropicales. Cette maladie insidieuse est provoquée par les schistosomes, petits vers qui s'infiltrent dans les organes vitaux. Les projets d'irrigation et les barrages hydro-électriques ont favorisé la propagation de ce parasite, en créant un milieu propice au développement d'un co-

mouche tsé-tsé, se vrille dans le cerveau, provoquant la maladie du sommeil.

Citons encore les filarioSES, provoquées par au moins huit parasites distincts de l'ordre des nématodes. Certains filaires, transmis par des moustiques, s'installent dans le système lymphatique, obstruant le cours de la lymphe et provoquant l'éléphantiasis, œdème des bras, des jambes et des parties génitales. La forme la plus dramatique de la filariose est l'onchocercose, ou cécité des rivières, causée par un vers, *Onchocerca volvulus*, transmis par un minuscule moucheron de 3 mm, qui porte le nom scientifique évocateur de *Simulium damnosum*.

Ajoutons à ce musée des horreurs les diverses leishmanioses, provoquées par des protozoaires du genre *Leishmania*. Sa forme viscérale, le kala-azar, tue en deux ans (une épidémie vient de faire 40 000 morts au Soudan), alors que l'*Espundia* de l'Amérique du Sud ronge le visage.

Une moitié de l'humanité est menacée par ces maladies. L'autre moitié, essentiellement dans les régions tempérées, en connaît à peine l'existence.

1. MALARIA, LA REINE DES MALADIES

Le paludisme, ou malaria, infecte l'autre moitié du monde.

Causé par un protozoaire transmis par des moustiques, il résiste de mieux en mieux aux médicaments classiques. Et déjoue toute tentative d'éradication.

Le paludisme continue de mériter le titre qu'on lui conféra jadis en Inde : la "reine des maladies". Quasiment disparu des régions tempérées et des pays développés, il regagne du terrain dans les tropiques. A l'origine du paludisme, un être plus gros, plus complexe qu'une bactérie ou un virus, une sorte de cellule animale isolée que l'on appelle protozoaire, cellule à noyau distinct qui fait partie du règne des protistes (du grec *protostos*, le premier de tous).

Comme tout parasite, le *Plasmodium* du paludisme accomplit son cycle de développement en élisant domicile chez son hôte. Son destin est lié à celui de l'homme. Si ce dernier meurt, il mourra aussi. Les parasitoses résultent donc d'un subtil équilibre de forces entre la virulence de l'agent infectieux et l'effi-

cacité des défenses immunitaires de l'homme.

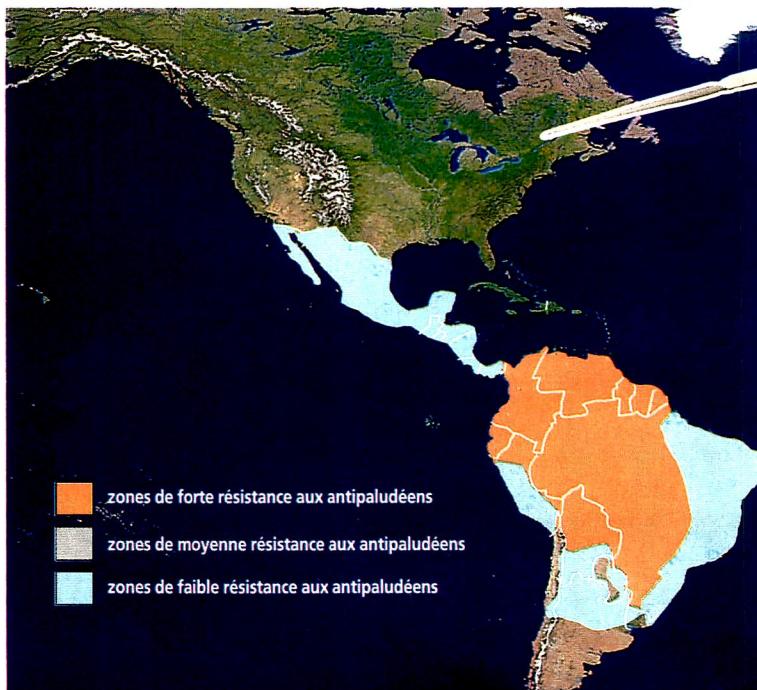
Pour les spécialistes, c'est cette "logique" qui a gouverné l'évolution parallèle, ou plutôt la coévolution, de l'homme et du *Plasmodium*, qui dure peut-être depuis l'apparition de notre lointain ancêtre *Homo erectus*, il y a un million d'années.

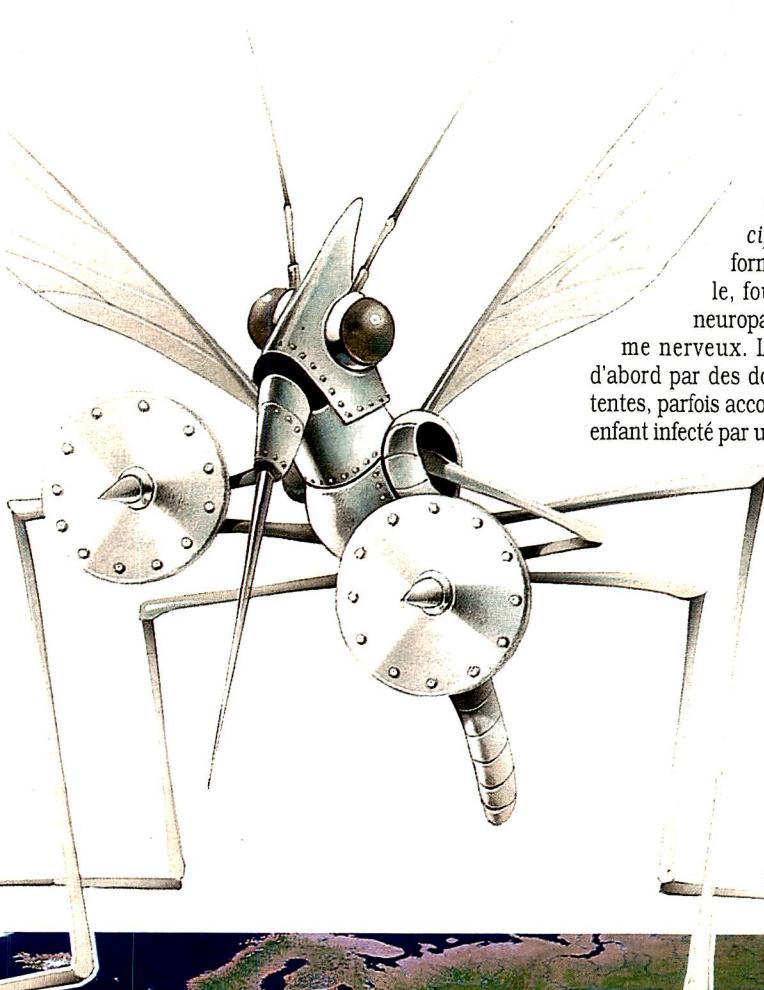
A chaque tentative de l'hôte pour neutraliser le parasite, celui-ci a dû répondre par une meilleure adaptation. Une véritable course aux armements, pendant laquelle le *Plasmodium* doit modérer son agressivité - car s'il tue son hôte, comme il le fait parfois, il se suicide du même coup. Au cours des millénaires, le parasite s'est donc forgé une redoutable stratégie qui, jusqu'à présent, a mis en échec toute tentative de vaccination (voir p. 34).

Il existe quatre types de *Plasmodium* : *Plasmo-*

La carte d'état-major du paludisme

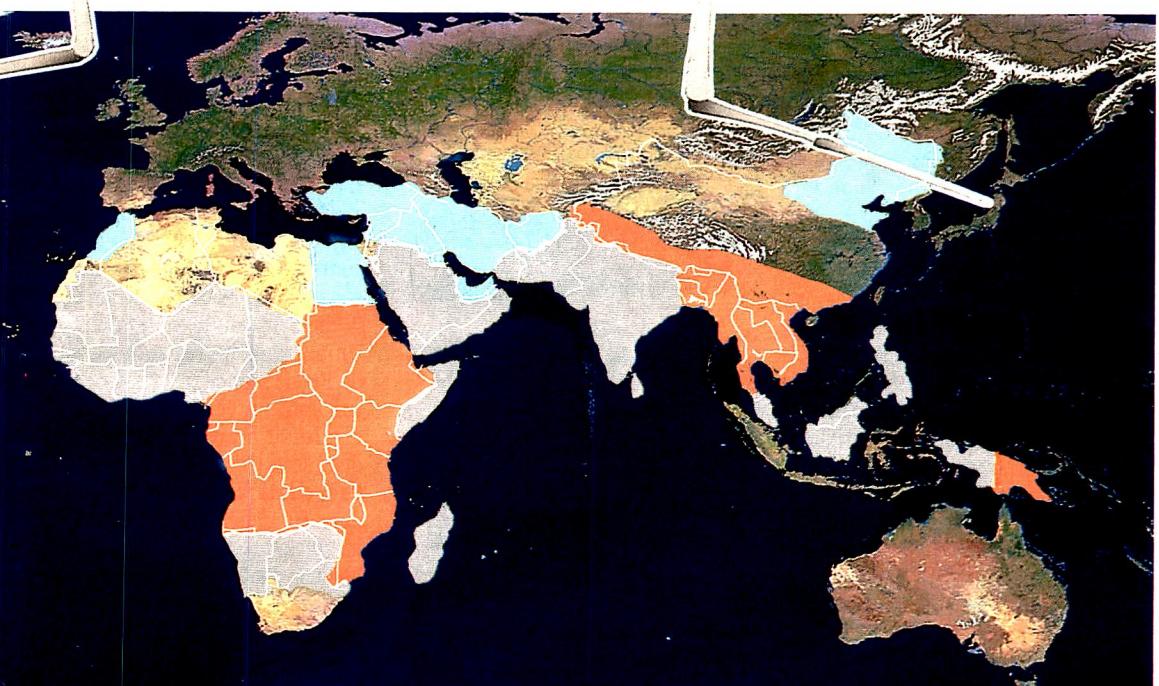
La résistance du parasite du paludisme aux principaux médicaments antipaludéens (chloroquine et ses dérivés) s'est répandue dans une grande partie des zones endémiques de la maladie. Dans certaines régions (en bleu), la résistance n'est pas encore très développée. Dans d'autres (en orangé), la résistance à la choloroquine, et parfois à d'autres médicaments, est forte. Un troisième groupe de régions connaît une situation intermédiaire (en gris), quoique, dans certains de ces pays, la résistance à la chloroquine soit déjà élevée et risque de s'étendre. Les autres régions du globe sont exemptes de paludisme ou sont des zones pour lesquelles les données ne sont pas connues.





dium falciparum, *P. vivax*, *P. malariae*, et *P. ovale*. Chacun provoque une forme différente de paludisme et réagit différemment aux médicaments antipaludéens. *Plasmodium falciparum* est responsable de la forme la plus grave, parfois mortelle, foudroyante même, au stade du neuropaludisme, qui s'attaque au système nerveux. La maladie se manifeste tout d'abord par des douleurs et des fièvres intermittentes, parfois accompagnées de vomissements. Un enfant infecté par une souche virulente peut mourir

dans les heures qui suivent les premiers symptômes, car les cellules sanguines endommagées s'accumulent dans les vaisseaux capillaires et privent le cerveau d'oxygène. Mais, diagnostiquée à temps, la maladie se soigne très bien et ne laisse aucune séquelle. Les trois autres parasites sont relativement moins dangereux ; ils sont responsables des fameuses rechutes bien connues des vieux coloniaux. Les patients transpirent abon-



damment, sont atteints de frissons et de tremblements, d'anémie et de fièvres récurrentes. Chez une femme enceinte, l'anémie affecte la croissance du fœtus et, parfois, provoque l'avortement spontané. Si le fœtus survit, il risque de naître avec une insuffisance pondérale dont les séquelles représentent un handicap à vie. *Plasmodium vivax* et *ovale*, très semblables, peuvent causer des rechutes jusqu'à deux à trois ans après l'infection, alors que pour *P. malariae* ce délai peut aller jusqu'à trente ans ! Heureusement, cette dernière forme est rarissime, et ses foyers sont isolés et connus localement.

Les parasites du paludisme sont tous transmis par les moustiques dit anophèles

(du grec signifiant nuisibles). On connaît 400 espèces d'anophèles, dont 20 sont les vecteurs majeurs de la maladie. Les anophèles mâles, végétariens, ne sont pas plus dangereux que des papillons, mais les femelles ont besoin de sang pour assurer la maturation de leur progéniture. La femelle est donc dangereuse lorsqu'elle est gravide. Le dard du moustique perce la peau, injectant d'abord de la salive qui contient des substances anesthésiantes (ou anticoagulantes). Cette salive peut contenir des organismes dangereux, non seulement les parasites du paludisme ou de la filariose, mais aussi des virus comme ceux de la fièvre jaune, de la dengue ou de l'encéphalite (voir *Science & Vie* n° 905, février 1993). La survie du parasite passe par un cycle complexe, qui s'effectue lors du passage obligatoire par l'homme et le moustique (voir dessin p. 36).

On a commencé à soigner le paludisme bien avant que le médecin français Charles Lavéran en ait identifié le parasite en 1880. Un manuel chinois datant de l'an 340 de notre ère recommande le traitement du paludisme par la plante ginghao (*Artemisia annua*), dont les vertus ont été redécouvertes il y a quelques années par l'industrie pharmaceutique. En Amérique pré-colombienne, l'écorce de quinquina, arbre des régions tropicales, était utilisée contre les fièvres, et la quinine, isolée à partir du quinquina en 1820, devint un antipaludéen majeur, mais susceptible de provoquer des effets secondaires indésirables. La quinine fut suivie de la chloroquine, synthétisée il y a un siècle et largement utilisée par les troupes américaines pendant

la guerre du Pacifique, dès 1943.

La chloroquine s'avéra un excellent médicament, peu coûteux, capable d'éviter les crises causées par la multiplication des parasites dans le sang. Son succès initial permit d'espérer l'éradication de la maladie, avec l'appui d'une autre arme, le DDT (dichlorodiphénol-trichloréthane), insecticide puissant utilisé depuis 1939 contre les insectes ravageurs des récoltes ou vecteurs des grandes maladies. Le programme d'éradication lancé par l'OMS en 1955 reposait essentiellement sur l'utilisation conjointe de la chloroquine pour le traitement de patients infectés, et du DDT, mortel pour les moustiques pendant plusieurs années après son épandage.

Au début des années soixante, la maladie avait disparu dans plusieurs pays du Moyen-Orient, dans certaines régions d'Amérique du Sud et au Sud des Etats-Unis.

Mais on n'avait pas prévu que le phénomène de résistance, commun chez les bactéries et les virus, puisse se produire chez les parasites et les moustiques. Dès la fin des années cinquante, on observa, d'abord en Asie du Sud-Est, puis en Amérique du Sud et au Pacifique occidental, une résistance des *Plasmodium* à la chloroquine et à d'autres médicaments de la même famille. Les moustiques, eux, devinrent résistants au DDT, ou apprirent à éviter les endroits où l'insecticide avait été répandu. On se rendit compte, en outre, de la persistance du DDT dans l'environnement et de sa toxicité pour l'homme et les animaux. Son usage systématique eut des retombées inattendues : ici, une hécatombe de chats, favorisant une explosion démographique des rongeurs et la dévastation des récoltes ; là, l'écroulement des toits d'un village,

conséquence de la mort par DDT des guêpes qui tenaient en échec les chenilles consommatrices de bois et feuilles de palmier dont sont faites les toitures. Il fallut donc avoir recours à d'autres insecticides, souvent plus coûteux, comme la dieldrine ou le malathion. Un autre facteur, paradoxal, de l'échec de ce programme, fut son succès initial, qui conduisit à un relâchement des efforts.

La rechute fut brutale. Ainsi, dans les années quarante, on comptait au Brésil environ cinq millions d'individus impaludés, soit un dixième de la popula-

A la frontière entre le Cambodge et la Thaïlande, une clinique offre aux mineurs de pierres précieuses un test de dépistage gratuit de la malaria



ພາກ: ហ້າໂຮຄ

ເມືດ: ສົມສັກ

Ne dormez pas avec un moustique...

... mais plutôt sous une moustiquaire, en bon état et bordée, et assurez-vous qu'il n'y a pas de moustique à l'intérieur (affiche d'une campagne de prévention de l'Organisation mondiale de la santé).

tion. Dix ans plus tard, ce nombre était tombé à 50 000. Mais une vingtaine d'années plus tard, l'ouverture de la frontière amazonienne aux agriculteurs et éleveurs, la déforestation, les activités minières, favorisant l'intrusion de l'homme dans le royaume du moustique, provoqua une résurgence de la maladie. Résultat : 600 000 nouveaux cas de paludisme pour la seule année dernière. On craint aujourd'hui que la mobilité de la population et la croissance démographique ne fassent déborder le paludisme de l'Amazonie.

Même schéma en Inde, où des dizaines de millions de personnes étaient atteintes au début des années cinquante. On n'en dénombrait plus qu'une centaine de milliers en 1965.

Le chiffre est remonté à deux millions aujourd'hui.

Dans le seul Cambodge, on compte un demi-million de nouveaux cas par an. Les forêts entre le Cambodge, la Thaïlande et la Birmanie, régions de guérilla, de migrations et d'activités minières, ont créé un "réservoir" de moustiques qui résistent pratiquement à tous les antipaludéens connus. En Afghanistan – guerre oblige –, le nombre de cas est passé en une dizaine d'années de 12 000 à 320 000. **Mais c'est en Afrique tropicale que la situation est la plus grave.** On évalue à 275 millions le nombre de porteurs du parasite, soit la moitié de la population. Le *Plasmodium falciparum*, le plus redoutable, y est le principal responsable de la maladie. La chloroquine-résistance continue à se développer (voir carte p. 30). Dans les régions rurales, le "palu" tue 1 enfant sur 20 avant l'âge de 5 ans. Durement frappée par le sida, les guerres, la malnutrition, l'Afrique noire est régulièrement victime de flambées mortelles de paludisme.

Le lymphome de Burkitt, cancer favorisé par l'association d'un virus et du *Plasmodium* (voir *Science & Vie*, n° 905, février 1993) est en progression. Son traitement est possible, mais il coûte plusieurs centaines de dollars – alors que dans de nombreux pays



africains, le budget sanitaire est d'une dizaine de dollars par an et par habitant.

De nombreux experts pensent aujourd'hui que des méthodes simples, bien éprouvées et relativement peu coûteuses pourraient endiguer le fléau en attendant la panacée, toute hypothétique, d'un vaccin ou d'un médicament miracle. Des dispensaires – il suffit d'une tente au bord de la route – pour le diagnostic de la maladie et des traitements suivis, ainsi que l'utilisation de moustiquaires imprégnées d'insecticide, pourraient suffire à réduire l'infection et à sauver jusqu'à un million de vies par an.

En octobre dernier, une conférence ministérielle a réuni à Amsterdam, sous l'égide de l'Organisation mondiale de la santé, les représentants de 102 pays. Des objectifs plus réalistes que l'éradication y ont été définis : en 1997, 90 % des pays impaludés devront avoir mis en œuvre des programmes appropriés de lutte, et en l'an 2000, la mortalité devra être réduite d'au moins 20 % par rapport à 1995. Ce programme, espère-t-on, devrait bénéficier d'un soutien financier important.

Les délégués sont rentrés chez eux. Les guerres continuent, et la "crise" mondiale bat son plein. L'industrie pharmaceutique ne semble guère s'intéresser à cette maladie.

2. L'ARLÉSIENNE DU VACCIN ANTIPALUDÉEN

Les métamorphoses diaboliques du parasite se rient des défenses de l'organisme humain. Elles mettent en échec les multiples stratégies imaginées pour fabriquer un vaccin.



LA REPRODUCTION SEXUÉE DU PLASMODIUM se produit uniquement dans le tube digestif du moustique anophèle (étudié ici aux laboratoires La Roche, en Suisse)

Tout au long de son trajet dans l'organisme humain, le *Plasmodium* adopte plusieurs formes différentes, ce qui lui permet de déjouer les défenses immunitaires de la victime (voir dessin p. 36). Ce sont de véritables métamorphoses. Quand le sporozoïte – un des stades du cycle de vie du parasite – pénètre dans le sang, les anticorps déclenchés par la réaction immunitaire se focalisent sur certaines protéines de l'enveloppe externe du parasite (dites protéines de surface). Celles-ci protègent les organes vitaux du sporozoïte. Elles ser-

vent en quelque sorte de leurre, si bien que le sporozoïte survit ainsi le temps nécessaire pour se loger dans le foie. Il s'y multiplie en prenant la forme de merozoïtes, recouverts en majorité d'autres protéines, contre lesquelles les anticorps initialement élaborés contre le sporozoïte ne sont plus efficaces. Deux autres métamorphoses ont lieu dans les globules rouges, la dernière produisant les cellules

sexuelles (gamétoцитes) du *Plasmodium*.

Même si une partie des parasites sont détruits par les anticorps, cela ne sert à rien : chaque sporozoïte rescapé donne 100 000 nouveaux merozoïtes. D'autre part, des gamétoцитes (ovocytes et spermatoцитes) ont été absorbés par d'autres moustiques buveurs de sang. Ils s'installent dans le système digestif de l'insecte, nullement incommodé par leur présence, pour former des œufs, qui donneront de nouveau des sporozoïtes – qui iront infester d'autres humains.

Un vaccin est possible, puisqu'il existe des individus immuns au paludisme – soit à la suite d'expositions successives au parasite, soit parce qu'ils ont hérité de gènes protecteurs (voir encadré ci-dessous). Mieux : un tel vaccin existe, et il "marche" ! Il est fait de sporozoïtes rendus inoffensifs par irradiation. Leur injection confère à l'homme comme à l'animal une protection totale contre l'infection. Mais il est exploitable, parce que l'on n'a pas réussi à cultiver les sporozoïtes en laboratoire. Ceux que l'on a utilisés pour les expériences ont été prélevés sur des moustiques. Il n'y en a pas assez pour fabriquer du vaccin.

Les protéines formant la surface du sporozoïte sont nombreuses, et les scientifiques ont tenté d'identifier celles qui déclenchent une réaction im-

Si le protozoaire responsable du paludisme a évolué au cours des millénaires pour mieux s'adapter à l'homme, ce dernier en a fait autant. La meilleure preuve de cette "coévolution", c'est qu'il existe dans les zones endémiques des individus relativement résistants au *Plasmodium*. Celui-ci se développe dans leur organisme, mais n'y

déclenche jamais d'accès grave. Le parasite est comme apprivoisé. On comprend que les particularités génétiques de ces individus soient le point de mire de certains chercheurs.

Or, on connaît depuis longtemps un gène capable de protéger du paludisme : celui de la drépanocytose, ou anémie à hématies falciformes.

Dans cette maladie, répandue surtout parmi les Noirs d'origine africaine, de nombreux globules rouges ont une forme allongée, en croissant de lune (d'où l'adjectif falciformes, en forme de fauilles). Ils contiennent une hémoglobine défectueuse incapable d'assurer le transport de l'oxygène dans le sang. Les individus qui héritent de deux

LES GÈNES QUI

exemplaires de ce gène, l'un provenant du père, l'autre de la mère, ont une forme souvent mortelle de la maladie. En revanche, les individus qui n'en possèdent qu'un seul exemplaire sont résistants au paludisme.

Récemment, une équipe de l'université d'Oxford dirigée par le Dr Adrian V.S. Hill a identifié deux autres gènes ca-



munitaire. On en a trouvé une, la CSP (*Circum Sporozoite Protein*), présente en grande quantité. L'US Navy est allée jusqu'à vacciner des volontaires qu'on inféctait avec le parasite après leur avoir inoculé des fragments de CSP obtenus par génie génétique. Mais ces essais vaccinaux ont été décevants. Heureusement, il existe des médicaments qui permettent de guérir la maladie, à condition que les victimes vivent dans un bon environnement sanitaire.

En France, un vaccin contre un *Plasmodium* de souris a été préparé par l'équipe de Dominique Mazzier, chercheur au département de parasitologie à la Pitié-Salpêtrière, à Paris. Il est efficace... chez des souris. Pourtant, on sait que des sporozoïtes irradiés vaccinent. Il doit donc y avoir d'autre cibles de la réaction immunitaire que la CSP. Mais lesquelles ? En attendant qu'on les identifie, les sporozoïtes pas-

sent... dans le foie, où ils deviennent mérozoïtes. On a longtemps pensé qu'une fois dans les cellules hépatiques, le parasite, métamorphosé en mérozoïte et à l'abri du système immunitaire, était touchable. Ce n'est pas certain. Une équipe de l'université d'Oxford, dirigée par le Dr Adrian Hill, tente actuellement de mettre au point un vaccin à partir d'une protéine de la forme hépatique du *Plasmodium*, l'antigène LSA-1 (*Liver Stage Specific Antigen*).

Le mérozoïte qui circule dans le sang est aussi une cible vaccinale. On a réussi, non sans peine, à mettre au point des cultures de mérozoïtes, et à identifier plusieurs protéines caractéristiques de ce stade qui pourraient servir de cibles au système immunitaire lorsque l'explosion des globules rouges

DANS DE BONNES CONDITIONS SANITAIRES, le paludisme se guérit aisément. Ci-dessus, des malades atteints de cette maladie soignés dans un hôpital rural au Cambodge.

PROTÈGENT DU PALUDISME

pables de protéger du paludisme. L'un d'eux pourrait être mis en œuvre pour renforcer les défenses immunitaires contre la maladie.

Ce gène, dit HLA-B53, appartient à la famille des gènes du système majeur d'histocompatibilité (compatibilité des tissus), dont le rôle consiste à désigner aux acteurs de notre système de défense immunitai-

re le "soi", qu'il faut épargner, et le "non-soi", qu'il faut éliminer. Ce système permet de s'attaquer aux molécules du "non-soi", jusque dans les cellules infectées.

L'équipe d'Oxford a montré que les personnes possédant ce gène souffraient moins de paludisme que les autres. La protection offerte par ce gène est moins importante que celle

assurée par le gène de la drépanocytose, mais le gène HLA-B53 étant plus répandu que celui de l'anémie, au total, il évite autant d'accès palustres graves que ce dernier.

Le Dr Hill et ses collaborateurs pensent avoir identifié la molécule parasitaire "reconnue" par le système HLA des individus protégés : il s'agirait d'une des protéines présentes

à la surface du parasite lorsqu'il colonise le foie – la LSA-1, pour *Liver Stage Specific Antigen*.

En injectant cette protéine aux personnes qui possèdent le gène HLA-B53, on déclencherait une attaque des cellules tueuses du système immunitaire contre le parasite. Ces travaux, encore préliminaires, n'ont pas été confirmés.

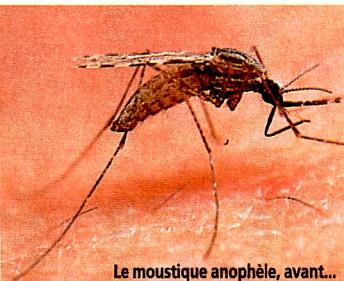
Suele la femelle d'anophèle pique, et seulement lorsqu'elle est gravide, car le sang humain est indispensable à la maturation de sa progéniture. Lorsqu'un insecte infesté pique ①, il ne se contente pas d'aspirer le liquide vital, il injecte aussi sa salive : celle-ci contient des enzymes qui détruisent les cellules de la peau pour y ouvrir un passage, et un anticoagulant qui empêche la formation de caillots sanguins susceptibles de boucher la trompe de l'insecte. Notre malheur tient au fait que les glandes salivaires de l'insecte hébergent aussi des sporozoïtes, un des stades du cycle

de vie complexe de *Plasmodium*, le parasite responsable du paludisme.

Un cycle asexué. Les sporozoïtes injectés dans le

sang ② envahissent rapidement les cellules du foie ③, où ils se multiplient et évoluent en merozoïtes ④. La cellule hépatique finit par éclater, libé-

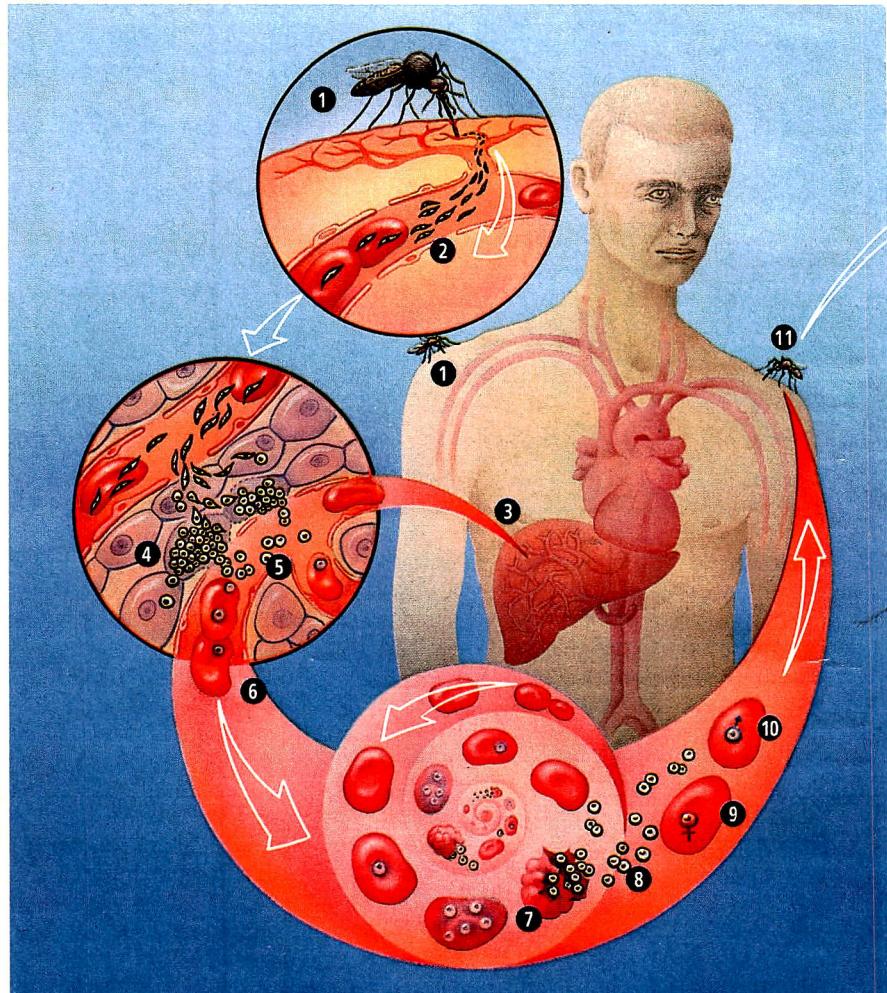
rant dans la circulation sanguine plusieurs milliers de ces merozoïtes ⑤. Ceux-ci pénètrent cette fois les globules rouges du sang ⑥, où ils se multi-



Le moustique anophèle, avant...



... et après une piqûre.



infectés libère les merozoïtes dans le sang.

En 1987, Manuel Petarroyo et ses collègues de l'institut d'immunologie de l'université nationale de Colombie (Bogota) ont fait l'essai d'un vaccin fabriqué à partir de protéines de surface de merozoïtes sur plusieurs milliers de volontaires, avec des résultats appréciables : 50 % des volontaires vivant en zone endémique semblent "immunisés". Mais en Colombie, on compte en moyenne 2 piqûres infestantes par an. Le vaccin serait-il efficace en zone d'endémie forte, en Afrique, où l'on compte 3 piqûres infestantes par jour, soit un niveau d'exposition 500 fois plus élevé ? Des essais sont en cours en Tanzanie. Si les résultats

se confirment en Afrique, on aura enfin un candidat vaccin sérieux. Ce vaccin pourrait d'ailleurs se permettre d'être imparfait. Voici pourquoi : les merozoïtes libérés dans le sang provoquent les symptômes du paludisme, mais ils ne restent pas longtemps libres, car ils infectent aussitôt un autre globule rouge. Un vaccin, même imparfait, réduirait le nombre des merozoïtes et donc l'ampleur des dégâts.

On envisage aussi un vaccin peu conventionnel, administré à l'homme, mais qui bloquerait la reproduction du *Plasmodium*... chez le moustique. Celui-ci, en pompant le sang d'un individu vacciné, absorberait en même temps une dose de vaccin, qui

DU PLASMODIUM

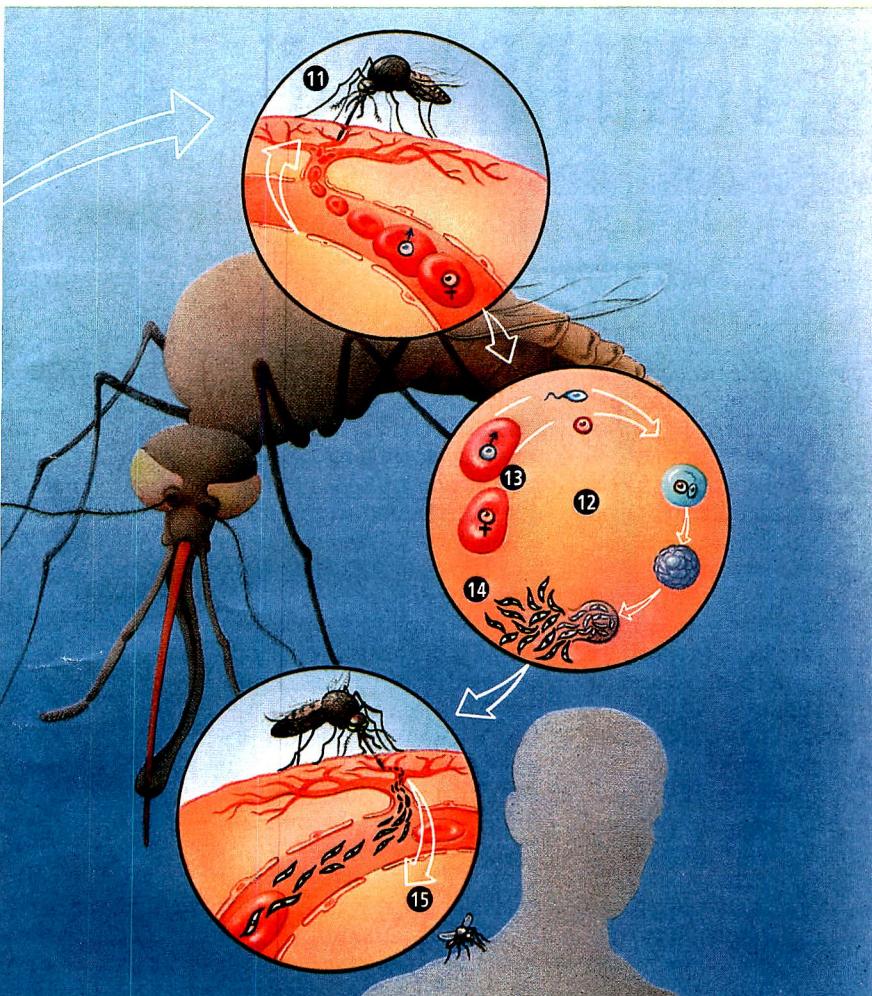
plient, jusqu'à ce que ces globules explosent, libérant chacun une nouvelle génération de 10 à 20 merozoïtes ⑦ qui se répandent dans le sang ⑧

pour réinfester d'autres globules. Et ainsi de suite ; c'est le cycle de multiplication végétative. C'est au cours de l'éclatement de nombreux

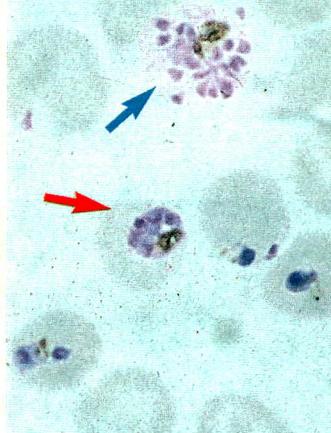
globules rouges que surviennent les fièvres symptomatiques des crises de "palu".

Et un cycle sexué. Dans les globules rouges, les mero-

zoïtes évoluent quelquefois en gamétoцитes, formes sexuées mâle (ou spermatoцитes) ⑨ et femelles (ou ovocytes) ⑩. Lorsqu'un anophèle femelle pique un individu malade ⑪, le cycle sexuel se poursuit jusqu'à maturation dans le tube digestif de l'insecte ⑫. C'est seulement là que la fécondation entre spermatoцитes et ovocytes peut avoir lieu ⑬, produisant de nouveaux sporozoïtes ⑭ qui migrent dans les glandes salivaires de l'insecte – qui devient alors porteur de la maladie – et seront prêts à infester l'homme à la prochaine piqûre ⑮. Et le cycle infernal recommence.



Le merozoïte se multiplie dans le globule rouge qu'il a infesté (flèche bleue), puis celui-ci explode (flèche rouge), libérant dans le sang de 10 à 20 nouveaux merozoïtes.



s'attaquerait aux gamétoцитes (formes sexuées du parasite) dans l'estomac de l'insecte. Le *Plasmodium* se trouverait ainsi freiné dans son expansion. Des chercheurs des National Institutes of Health américains expérimentent actuellement sur la souris un tel vaccin, contenant une protéine de surface du gamétoocyte d'un *Plasmodium* humain. Le vaccin est efficace – il stimule la fabrication d'anticorps –, et le parasite ingéré par le moustique qui absorbe du sang "vacciné" ne parvient pas à poursuivre son développement. En sera-t-il de même chez l'homme ? Difficulté supplémentaire : il existe quatre espèces de *Plasmodium* pathogènes pour l'homme (voir p. 30).

En tout état de cause, même si un vaccin antipaludéen se révèle efficace, on sait qu'il ne suffira pas à éradiquer la maladie. L'action sur les modes de vie, sur l'environnement et sur les moustiques vecteurs restera essentielle. Un "cocktail" de vaccins sera peut-être nécessaire. Rappelons que le paludisme a disparu en Europe, en Amérique du Nord et dans certaines parties du Moyen-Orient au début du siècle, sans vaccin ni chloroquine, car le développement socio-économique, l'assainissement du terrain et de l'habitat ont délogé l'anophèle de ses lieux de prédilection. Dans les pays industriels, le paludisme n'est donc plus qu'une maladie d'importation.

3. BILHARZIOSE : LE MAL VENU DE L'EAU

Cette maladie insidieuse et débilitante affecte 200 millions de personnes dans le monde. Elle est provoquée par des vers minuscules qui vivent dans les vaisseaux sanguins de leurs victimes.

Les schistosomes, ou bilharzies, sont de petits vers du groupe des trématodes, dont le cycle, comme celui du *Plasmodium*, passe par l'homme et par un vecteur non humain. Une personne infectée excrète les œufs de ce parasite dans les selles et l'urine. Dans l'eau, les œufs donnent naissance à des larves, qui parasitent des mollusques aquatiques et s'y multiplient. Il en sort des cercaires, larves à queue fourchue qui pénètrent facilement dans la peau des gens en contact avec l'eau. Il s'agit le plus souvent d'eaux stagnantes ou à faible mouvement, par exemple les rives de lac ou de cours d'eau où les villageois se baignent ou font leur vaisselle et leur lessive.

Une fois dans le corps, les parasites migrent par voie sanguine jusqu'aux poumons, traversent le diaphragme et gagnent les petits vaisseaux sanguins du gros intestin ou de la vessie, où ils grandissent et atteignent leur taille adulte et sexuée. Le mâle s'installe dans une gouttière creusée le long du corps de la femelle (photo ci-contre). Elle de-

vient alors une véritable "machine à pondre". Elle pond sans interruption pendant plusieurs années, jusqu'à vingt ans chez certains malades. Les œufs qui ne sont pas évacués se logent, selon les schistosomes (dont quatre espèces parasitent l'homme), dans la vessie et les organes de l'appareil génito-urinaire, dans l'intestin, ou le foie.

Dans de nombreux pays tropicaux, les parents ne sont pas surpris lorsque leurs enfants "pissent du sang". C'est un signe certain de la schistosomiase vésicale. Une vessie rétrécie et contractée rend la miction fréquente et pénible. Dans sa

forme intestinale, la schistosomiase provoque le manque d'appétit, les nausées, l'amaigrissement, la diarrhée, le sang dans les selles. Le foie et la rate augmentent de volume, et le ventre gonflé des patients contraste avec leur aspect émacié. Dans les cas les plus graves, le malade vomit du sang, et meurt.

La schistosomiase est souvent le tribut que paie la population aux politiques de "développement", car les barrages, les bassins de retenue, les canaux d'irrigation facilitent la propagation des larves. La construction du Grand Barrage d'Assouan en Egypte, celle du barrage d'Akosombo sur le lac Volta au Ghana et de celui du Kainji au Nord du Nigeria, ainsi que l'irrigation de la Gézireh, le "grenier" du Soudan, au sud de Khartoum, ont mené à des flambées de schistosomiase dans ces régions.

Des molluscicides chimiques ont permis, depuis plusieurs décennies, de contrôler dans une certaine mesure cette maladie en s'attaquant aux vecteurs, les petits escargots aquatiques. Mais leur utilisation sur une grande échelle est coûteuse - d'autant plus que les mollusques, sans développer une résistance complète contre les produits chimiques, en tolèrent des doses de plus en plus élevées.

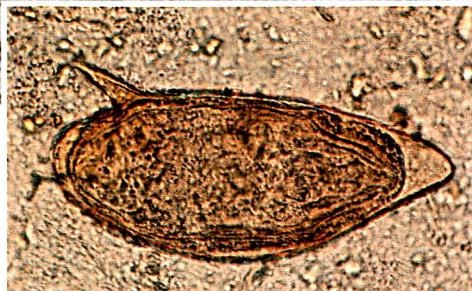
Il existe plusieurs médicaments susceptibles de s'attaquer aux schistosomes installés dans l'organisme humain, mais le mode d'action de la plupart d'entre eux reste inconnu. Et, pour certains, l'administration de doses multiples provoque des effets secondaires.

La biologie du schistosome est d'une grande



Le schistosome mâle se loge dans une gouttière le long du corps de la femelle





Une maladie "domestique"

C'est en vaquant à leurs occupations quotidiennes que les villageois du Tiers Monde attrapent la bilharziose. Ablutions, lessive, vaisselle et rafraîchissement des bêtes se font au bord de l'eau, où nagent les cercaires de la maladie.

complexité. On sait qu'il leurre le système immunitaire en se recouvrant de globules rouges humains. On soupçonne même que l'espèce *Schistosoma mansoni*, agent de la bilharziose intestinale, n'est pas vraiment une espèce uniforme, car on a identifié de nombreuses variations morphologiques (nombre de testicules), biologiques (comportement de ponte et quantité d'œufs) et biochimiques (enzymes différentes).

L'année dernière, une véritable épidémie s'est déclarée dans la région de l'embouchure du fleuve Sénégal, atteignant 70 % de la population.

Certains individus acquièrent, vers l'âge de 15 ans, une immunité contre la schistosomiase. Un vaccin devrait donc être possible. Le Pr André Capron, du Centre d'immunologie et de biologie parasitaire (INSERM-CNRS) de Lille, a isolé une protéine parasitaire qui pourrait mener à sa mise au point. L'injection de cette protéine à des animaux infestés diminue la production d'œufs des parasites, réduit leur viabilité et les risques de ré-infection. Chez l'homme, un tel vaccin n'éliminerait pas l'agent infectieux, mais réduirait les désordres pathologiques qu'il provoque. ●

L'ŒUF DU SCHISTOSOME, responsable du sang dans les urines et les selles des malades de la bilharziose.

4. VECTEURS À ABATTRE

Moustiques, moucherons, mollusques, etc. sont les vecteurs qui transmettent les parasites des maladies tropicales.

Peut-on s'y attaquer directement ?



Anopheles maculipennis, un des moustiques de la malaria



Mouche tsé-tsé, vecteur de la maladie du sommeil

Les parasites, fléau des régions tropicales, sont transmis par des vecteurs, intermédiaires obligatoires dans leur cycle de reproduction. Les moustiques transmettent le *Plasmodium* du paludisme, des punaises (tritatomides) véhiculent le trypanosome de la maladie de Chagas, les mouches tsé-tsé inoculent le trypanosome de la maladie du sommeil, et les mollusques libèrent dans l'eau le schistosome de la bilharziose. Une façon de combattre ces maladies est de s'attaquer aux vecteurs qui en transmettent le parasite.

Cette approche a été tentée depuis des siècles, parfois avec succès, parfois avec des échecs redoutables. Le cas des moustiques est édifiant. Il en existe un grand nombre d'espèces différentes,

parfois mal caractérisées. Ainsi, après qu'on eut identifié, en 1934, l'*Anopheles maculipennis* (moustique à ailes tachetées) comme étant le vecteur du paludisme en Europe, on s'est aperçu qu'il s'agissait en réalité d'au moins sept espèces différentes.

Néanmoins, tous les moustiques ont en commun certaines caractéristiques. Ils pondent dans l'eau stagnante ou à faible mouvement, et leurs larves y vivent, aspirant l'air par une sorte de tube, un peu comme un périscope de sous-marin. En une semaine ou deux, ces larves deviennent des nymphes (ou chrysalides), étape de transition dans le cycle de vie de l'insecte précédant la métamorphose en insecte adulte.

De nombreux experts pensent que c'est à tort que l'on a brutalement interrompu l'usage du DDT dans certaines régions. Quoi qu'il en soit, on s'est donc tourné vers d'autres insecticides et des agents biologiques, dont le plus efficace s'est révélé un bacille, *Bacillus thuringiensis* (B.t.).

En période de sécheresse et dans d'autres conditions défavorables, le bacille prend la forme d'une spore, coruscule contenant des toxines. Celles-ci agres-

LE PREMIER VACCIN ANTI-PARASITAIRE

Une équipe de chercheurs français vient de faire les premiers essais d'un vaccin contre la leishmaniose, maladie transmise par un parasite protozoaire, le leishmania, qui infecte plus de 10 millions de personnes dans le monde et qui est transmis par un moucherou, le phlébotome.

Le succès de l'expérience semble total. Le vaccin a été injecté à 40 personnes d'une zone endémique du Nord brésilien, et 40 autres, servant de groupe de contrôle, ont reçu des injections de "placebo" – substance dépourvue de tout principe actif. Un an plus tard, aucun individu vacciné n'était infecté, alors que le groupe placebo comptait 6 cas de leishmaniose.

Le vaccin est donc efficace, tout au moins contre les formes les plus répandues de cette maladie, la leishmaniose cutanée et cutanéo-muqueuse. Le même genre de vaccin pourrait être utilisé pour prévenir la leishmaniose viscérale (ou kala-azar), moins répandue mais pouvant être mortelle si elle n'est pas traitée.

Le vaccin, contenant plusieurs protéines isolées du parasite, a été mis au point par le Dr Loïc Monjour, du groupe hospitalier Pitié-Salpêtrière, à Paris. Mais la technique d'extraction de protéines vaccinantes à partir de cultures de parasites ne permet pas pour le moment d'obtenir des quantités suffisantes de protéines pour la fabrication de vac-

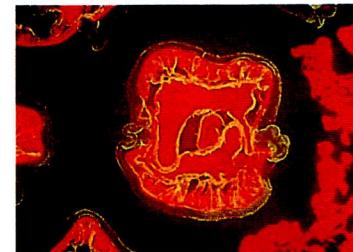
cin assurant une "couverture" en zone endémique.

On pense obtenir de meilleurs résultats grâce à la chromatographie, méthode de séparation de différentes substances en suspension ou en solution dans un liquide. Avant que le vaccin obtenu par cette technique soit utilisable sur une grande échelle, il faudra passer par... la souris, pour démontrer son efficacité et son innocuité. Rendez-vous, donc, dans un an, toujours au Brésil...

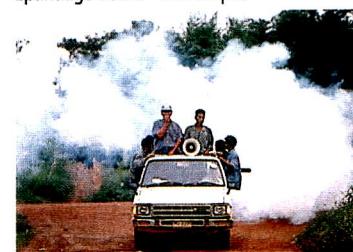
En attendant, l'OMS signale qu'au Soudan la plus grande épidémie de leishmaniose jamais enregistrée a déjà fait 40 000 morts. Les villages se vident, et 300 00 à 400 000 personnes sont menacées.



Parasite de la filariose



Epandage de DDT en Afrique



Chercheur d'or en Thaïlande



Le piège à moustiques, en attendant les armes modernes...

Parallèlement à la recherche de vaccins et à la destruction massive des vecteurs, la lutte contre les maladies parasitaires doit comprendre une action sur les modes de vie exposant l'homme à l'infection. Entre autres, l'utilisation systématique de filets protecteurs et pièges à moustiques enduits d'insecticide (ci-dessus, essais en Guyane française) et l'évitement de comportements à risque, comme le contact de la peau avec l'eau infestée (baignade, lessive, etc.).

sent des "vecteurs" tels que la simulie qui transmet l'onchocercose, ou cécité des rivières, et les moustiques qui transmettent le paludisme et la filariose.

Le bacille *B.t.* est utilisé dans le monde entier comme pesticide, mais il n'est pas une panacée. Aux Etats-Unis, le département de l'Agriculture rapporte que plus de 500 espèces d'insectes considérées comme nuisibles sont devenues résistantes au *B.t.* par le simple mécanisme de la sélection naturelle : les insectes vulnérables meurent, les résistants prolifèrent à leur place.

On cherche donc des armes nouvelles. De nombreux organismes susceptibles de jouer le rôle d'insecticide sont à l'étude, qu'il s'agisse de virus, bactéries, champignons microscopiques, protozoaires, nématodes, vers plats, poissons, ou encore d'insectes prédateurs.

L'étude du moustique lui-même pourrait per-

mettre une approche nouvelle. On peut se demander, par exemple, pourquoi les moustiques de certaines espèces sont des vecteurs redoutablement efficaces du *Plasmodium*, alors que d'autres espèces ne le sont pas. La révolution que représente l'ingénierie génétique et la possibilité de cartographier les gènes d'organismes ouvre ainsi une voie qui ne peut être négligée. L'équipe du Pr Fotis C. Kafatos, du laboratoire de biologie de l'université de Harvard (Boston), a commencé à cartographier les gènes d'*Anopheles gambiae*, un des principaux vecteurs du paludisme.

Alexandre Dorozynski et Marie-Françoise Lantieri

PAR PIERRE ROSSION

VIVRE JUSQU'À 120 ANS ET PLUS

L'homme semble génétiquement programmé pour vivre moins de 121 ans.

Grâce à une meilleure connaissance des mécanismes du vieillissement et aux progrès de l'ingénierie génétique, on espère pouvoir prolonger la jeunesse jusqu'à un âge tardif et même reculer l'âge maximum de l'espèce humaine.

Dans les pays occidentaux, avec les progrès de la médecine, l'espérance de vie (1), hommes et femmes confondus, n'a pas cessé d'augmenter, pour atteindre 74 ans aujourd'hui. En revanche, l'âge maximal atteint par les individus les plus vieux n'a pas changé, vraisemblablement, depuis l'homme de Cro-Magnon, il y a trente-cinq mille ans.

Actuellement, le record absolu de longévité humaine, dûment homologué dans le *Livre Guinness des records*, est détenu par un Japonais, Shigechiyo Izumi, né le 29 juin 1865 et décédé le 21 février 1986 à l'âge de 120 ans 7 mois et 22 jours. Le seul challenger officiel de ce Japonais est une Française, Jeanne Calment, née le 21 février 1875, qui vient de fêter ses 118 ans, en Arles, devenant ainsi la doyenne de l'humanité (voir encadré p. 44). Performance également enregistrée dans le *Livre Guinness des records*.

Etre centenaire n'est pas à la portée de tout le monde : la France en comptait 5 000 en 1992. On estime que les personnes qui parviennent à 115 ans sont dans la proportion d'un individu sur 2,1 millions, et que ceux qui atteignent les 120 ans, au nombre d'un sur 200 millions. On peut donc supposer qu'il existe des hommes et des femmes plus âgés que Jeanne Calment, mais non homologués.

La nature semble avoir fixé à chaque espèce, animale et végétale, une longévité maximale, dont ne bénéficient que quelques rares individus. Elle ne dépasse pas 50 ans chez le chimpanzé, pourtant très proche génétiquement de l'homme. Elle est de 150 ans chez la tortue, de 50 ans chez l'aigle doré, de 26 ans chez le buffle américain, de 20 ans chez la chèvre domestique, de 13 ans chez la chauve-souris vampire et de 2 ans chez la musaraigne. On connaît des baobabs de 5 000 ans, des séquoias géants de 6 000 ans et des cèdres japonais de 7 200 ans.

A défaut de pouvoir reculer la longévité maximale de l'espèce, rien n'interdit de chercher les moyens de retarder le vieillissement. Le moyen le plus ancienement utilisé pour réaliser ce rêve est le ginseng, extrait de la racine d'une plante originaire de Mandchourie et de Corée. Les recherches effectuées sous l'égide du la-

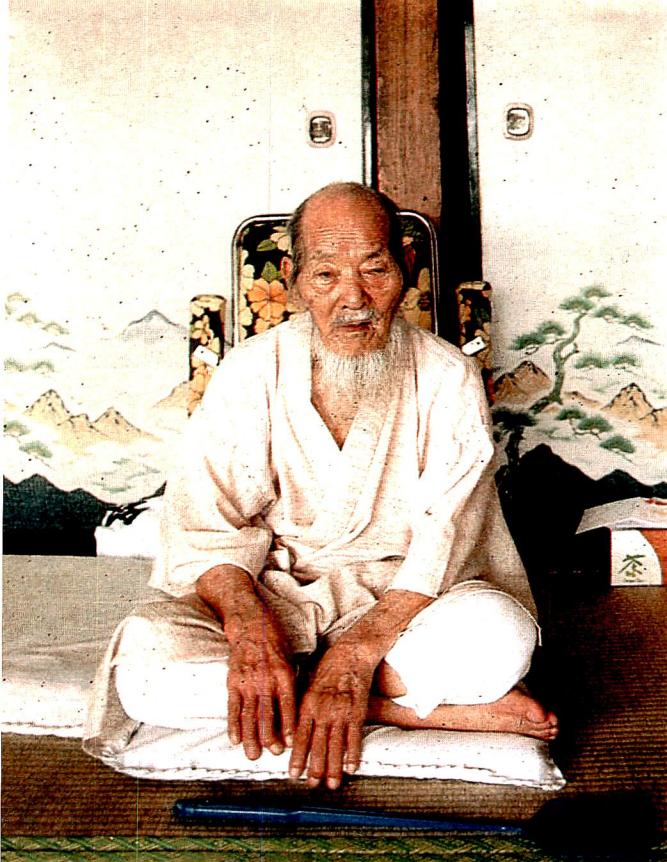
boratoire pharmaceutique suisse Pharmaton, à Lugano-Bioggio, ont montré que les deux principes actifs essentiels de cette racine, le panaxadiol et le panaxatriol (deux glucosides de nature saponide, c'est-à-dire dont la solution aqueuse mousse par simple agitation), stimulent l'activité musculaire et intellectuelle. En revanche, personne n'a jamais pu prouver qu'ils retardent le vieillissement.

Une substance pharmaceutique à base de novocaine a été synthétisée au début des années cinquante par un médecin roumain, le Dr Ana Aslan. C'est le Gérovital. Parmi ses adeptes célèbres, on compta le général De Gaulle, Konrad Adenauer et l'écrivain anglais Somerset Maugham. Des dizaines de milliers de personnes ont suivi ce traitement. Mais une étude approfondie réalisée à l'hôpital des anciens combattants de Los Angeles, en 1975, s'est soldée par un résultat négatif. Le seul bénéfice reconnu de ce produit est de soulager les douleurs de l'arthrose.

Autre miroir aux alouettes : la cellulothérapie, inventée il y a une quarantaine d'années par un médecin suisse, le Dr Paul Niehans. Elle consiste à injecter au patient des cellules fraîches d'agneaux à l'état embryonnaire. Cette méthode n'a jamais prouvé son efficacité, et surtout elle peut être dangereuse. En effet, les cellules de mouton sont perçues comme des "microbes" par le système immunitaire, qui peut réagir contre elles par un ensemble de manifestations violentes, connues sous le nom de choc anaphylactique.

Que sait-on aujourd'hui du vieillissement ? Quatre approches qui se complètent permettent d'en avoir une idée plus précise.

Le vieillissement de chacun d'entre nous est programmé génétiquement dans l'acide désoxyribonucléique (ou ADN), molécule constitutive de nos chromosomes. Cette thèse, développée dans les années cinquante par l'Anglais Alexandre Comfort, suppose que le rythme du vieillissement serait donc héréditaire, ce qui est d'ailleurs confirmé par les études familiales. On a en effet quatre fois plus de chances de trouver des nonagénaires parmi les descendants de nonagénaires que parmi



Du temps des samouraïs jusqu'à l'ére spatiale

C'est le parcours de Shigechiyo Izumi, ce Japonais mort en 1986 à près de 121 ans.

ceux d'une population d'adultes pris au hasard.

Selon ce point de vue, l'ADN de chacun d'entre nous est comparable au ressort d'une horloge biologique remonté pour vivre le temps de la vie. Cette approche fut étayée, en 1961, par le gérontologue américain Leonard Hayflick qui montra que des fibroblastes⁽²⁾ embryonnaires de poumon humain placés en milieu de culture ne se divisent pas plus d'une cinquantaine de fois. La première division survient en général deux semaines après le début de la mise en culture ; la seconde, une semaine après la première ; quant à la périodicité des autres divisions, elle varie entre quatre et sept jours. Dès qu'ils approchent de la cinquantième division, les fibroblastes présentent des signes de sénescence : ils grossissent et accumulent de la lipofuscine, ce pigment brunâtre qui forme les taches sur la peau des personnes âgées. Par la suite, d'autres expériences ont montré qu'en ajoutant du collagène (protéine synthétisée par les fi-

broblastes) au milieu de culture, on ralentissait le rythme, mais non le nombre, des divisions des fibroblastes. Dans la réalité, la présence de collagène dans le corps humain fait que le rythme de ces divisions est très lent. Mais il varie en fonction des individus, ce qui laisse penser, là encore, qu'il est programmé génétiquement. Les cellules nerveuses, quant à elles, ne se divisent pas, c'est-à-dire qu'une fois mortes elles ne se renouvellent pas. Pour les autres cellules (muscles, foie, etc.) on ignore encore le nombre et la périodicité des divisions.

Récemment, on a montré qu'à chaque division les chromosomes perdent une partie de leurs fragments terminaux, ou télomères. Cette perte qui est un indicateur du vieillissement cellulaire pourrait aussi en être la cause. Cela demande à être confirmé.

Il semblerait que l'horloge biologique soit elle-même sous la dépendance d'une super horloge, l'hypothalamus, région du cerveau de la taille d'un poïs, qui, par l'intermédiaire de substances chimiques de neurotransmission, comme la dopamine, contrôlerait la fréquence des divisions cellulaires. Argument en faveur de cette hypothèse : quand, dans la nourriture de souris, on inclut de la L dopa, un précurseur chimique que l'organisme transforme en dopamine, on constate une augmentation de la longévité moyenne des animaux.

Le vieillissement du corps est comparable à l'usure d'une machine. Cette seconde approche, développée dans les années soixante par l'Américain Leslie Orgel, met l'accent sur les erreurs qui se produisent dans la reproduction cellulaire et qui s'accumulent avec les ans. Ces erreurs surviennent d'abord au niveau de la transcription génétique, puis de la synthèse des protéines, jusqu'à la catastrophe finale. Erreurs provoquées par les agressions de l'environnement, erreurs endogènes aussi, induites par le seul processus du vieillissement. On sait que l'ADN des cellules de la peau, par exemple, accumule, tout au long de la vie, les mutations dues aux rayons ultraviolets. On sait aussi que la vie des cellules en culture est abrégée quand on les irradie, et qu'elle est allongée quand on ajoute de la cortisone – celle-ci jouant le rôle du lubrifiant dans un moteur. On sait encore que les cellules en culture finissent par synthétiser des protéines aberrantes quand elles vieillissent.

(1) Voir *Science & Vie* n° 881, p. 40.

(2) Les fibroblastes sont des cellules constitutives du tissu conjonctif, tissu dont la quantité varie considérablement d'un organe à l'autre. La peau et les os en contiennent beaucoup, le cerveau et la moelle épinière, peu.

L'accumulation, avec le temps, des radicaux libres est mis en cause dans la troisième approche, développée aux Etats-Unis par le Dr Denham Harman, à la fin des années soixante-dix. Dérivés de nombreux processus physiologiques comme la digestion des aliments, les radicaux libres sont des molécules qui ont perdu un électron et qui cherchent donc à le récupérer sur les molécules qu'elles rencontrent. Celles-ci, à leur tour déstabilisées, cassent de nouvelles molécules, engendrant ainsi des troubles du métabolisme. Ces radicaux libres peuvent détruire les divers organes en s'attaquant aux protéines et aux membranes des cellules. Les plus connus sont le méthyle CH_3 , un dérivé du méthane, et le phényle C_6H_5 , un dérivé du benzène. Les radicaux libres sont heureusement en partie neutralisés par des enzymes, dites "éboueuses", produites par l'organisme (glutathion-péroxydase, catalase, superoxyde-dismutase) ou par certaines vitamines (C et E).

Le fonctionnement du système immunitaire s'altère avec l'âge, de sorte qu'il lutte moins efficacement contre les microbes ou les cellules cancéreuses. Il arrive même qu'il réagisse contre les tissus eux-mêmes, provoquant ce que l'on appelle des maladies

auto-immunes. Le système immunitaire devient alors son propre ennemi. Cette dernière approche a été développée dans les années quatre-vingts par l'Américain Roy Walford, de l'université de Californie.

Or, la régulation de ce système étant assurée par un groupe de gènes très rapprochés, situés sur un seul et même chromosome, appelé complexe majeur d'histocompatibilité (CMH), c'est ce groupe de gènes qui commanderait le vieillissement.

Il est clair que ces quatre approches se complètent. A preuve : on a récemment découvert, dans le sang de patients atteints de lupus érythémateux disséminé - maladie qui se manifeste par plusieurs caractères de vieillissement accéléré - , la présence d'une substance qui, activée par la lumière ultraviolette, produit des radicaux libres qui provoquent cassures et mutations dans l'ADN des chromosomes. Or, le lupus érythémateux est partiellement contrôlé par les gènes du CMH. Reste que la réalité est certainement plus complexe encore. Ainsi, une étude réalisée par l'équipe de James Carey, de l'université de Californie, sur une population de drosophiles maintenues en cage a conclu qu'au-delà d'un certain âge, le taux de mortalité des mouches diminuait. Autrement dit, avancer en âge

JEANNE CALMENT : L'ARLÉSIENNE QUI A



110
L'an mil huit cent septante-cinq et le vingt deux Février à deux heures
du soir, par-devant Nous, Louis Arnaud, adjoint au
Maire d'Arles, faisant les fonctions d'Officier de l'Etat-Civil, par députation est comparu :
Nicolas Calment, charpentier de marine, —
âgé de trente-sept ans, domicilié à Arles, — qui nous a déclaré que
le Février courant à sept heures du matin, —
Gilles, son épouse, sans profession, âgée
de — ans, est accouchée rue du Bourg, à Arles,
domiciliée.
Féminin — qui nous a été présenté et auquel
est de Jeanne Louise, —
fille de Jean-Baptiste Courcier, commis, —
ans, domicilié à Arles, —
Mége, propriétaire, —
ans, domicilié à Arles, —
Présent acte a été donné par nous aux susnommés,

S. Mége L. Arnaud

SCIENCE & VIE N° 906 - MARS 1993

prouve une bonne résistance intrinsèque aux maladies, ce qui permet de durer encore plus longtemps.

Pour concocter un élixir de jeunesse, les chercheurs n'ont que l'embarras des stratégies. On peut envisager d'intervenir sur les gènes du complexe majeur d'histocompatibilité. On ne sait pas le faire. En revanche, on sait comment stimuler le système immunitaire des personnes âgées par injection d'hormone de croissance, comme cela vient d'être démontré, aux Etats-Unis, au Medical College du Wisconsin.

Une autre stratégie, maintenant à notre portée, consiste à contrarier l'action des radicaux libres par une nourriture diététique riche en antioxydants, comme les vitamines C et E, le sélénium et plusieurs acides aminés contenant du soufre. Il existe pour cela des menus spéciaux, dits gérontologiques, récemment mis au point par Roy Walford.

On peut se donner pour objectif de réparer le ressort usé (ADN) de l'horloge biologique. Depuis les expériences désormais classiques des Américains Ron Hart et Richard Setlow, au début des années soixante-dix, on sait que la grande longévité de l'homme, par rapport aux autres mammifères, est liée à un bon taux de réparation de son ADN. Au fur et à mesure

que cet ADN s'use, il est en partie réparé par des enzymes particulières. Roy Walford imagine qu'on pourrait, dans un proche avenir, injecter aux patients de l'ADN altéré qui ferait l'effet d'un vaccin et inciterait l'organisme à produire des enzymes de réparation en grande quantité.

On peut aussi envisager non seulement de réparer, mais de ralentir le ressort de l'horloge biologique. Avec pour objectif de rester jeune jusqu'à un âge avancé, voire de reculer au-delà de 120 ans la limite de la vie humaine. A l'université de Louisiane, le Pr Michal Jazwinski a identifié dans la levure du boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*) plusieurs gènes capables de prolonger la vie de ce micro-organisme. Le plus étudié de ces gènes, le LAG-1, se révèle plus actif dans les cellules jeunes que dans les vieilles, mais quand on active ce gène, chez ces dernières, leur vie est prolongée d'un tiers. Comme on sait que la levure a de nombreux gènes en commun avec l'homme, il se pourrait que le gène LAG-1 fasse partie du lot.

Ce n'est pas fini ! On est parvenu à allonger de moitié la vie d'une drosophile. L'expérience, réalisée par l'équipe de Walter Gehring, de l'université de Bâle, a consisté à isoler un gène codant pour EF-1 alpha, une protéine impliquée dans le développement de la drosophile, et à le bricoler afin de le rendre plus performant. Le gène manipulé a été ensuite introduit dans l'oeuf fécondé d'une mouche normale.

Enfin, à l'université du Colorado, Thomas Johnson et ses collègues sont parvenus à augmenter la longévité de vers nématodes (*Ceenorhabditis elegans*) en créant des mutations génétiques aléatoires. Ils ont ensuite constaté que la mutation d'un gène, baptisé AGE-1, augmente la longévité moyenne de ces vers de près de 70 %.

Le projet *Chronos*, lancé par le Centre d'étude du polymorphisme humain (CEPH) et la fondation Ipsen, s'est fixé pour objectif de rechercher chez les 5 000 centenaires français le ou les gènes leur ayant permis de vivre aussi longtemps. L'étude sera également étendue à 400 fratries de nonagénaires (dont les hommes ont plus de 90 ans et les femmes plus de 95).

Lorsque ces gènes seront découverts, on pourrait alors envisager de les isoler et de les introduire dans des embryons. En somme, faire la même chose que chez la drosophile.

Pierre Rossion

OUBLIÉ DE VIEILLIR

Sans jamais avoir pris ni gin-seng, ni Gérovital, sans jamais avoir suivi un seul régime de sa vie, ni subi aucune injection de cellules fraîches, Jeanne Calment vient de fêter ses 118 ans, en Arles, sa ville natale, devenant ainsi la doyenne de l'humanité. Qui plus est, elle a conservé toute sa tête, sans jamais avoir été malade. Et sans se priver des bonnes choses de la vie.

La seule fois qu'on s'est avisé de lui donner un médicament, un stimulant léger de la mémoire, comme les étudiants en prennent à la veille d'un examen, le résultat fut désastreux. Une triple dose de LSD n'aurait pas fait plus d'effet ! «Elle était surexcitée et se mit à raconter n'importe quoi», raconte le Dr Victor Lèbre, chef de service de la maison de retraite du Lac, en Arles, où, depuis l'hiver 1985-1986, vit Jeanne Calment.

«Sa physiologie est celle d'une personne de 75 ans. Elle fait sa toilette toute seule et je pense qu'elle a encore de nombreuses années à

vivre», assure-t-il encore. Récemment, on l'a soumise à des tests de mémoire. Le jeu consistait à lui citer le nom de vingt-cinq personnalités de la politique, de la science et des arts. En réponse, elle devait donner leur prénom. Elle n'a pas fait une seule faute. Et son arithmétique vaut celle de la boulangerie du coin.

Née sous Mac-Mahon, en pleine affaire du Tonkin, alors que la reine Victoria régnait sur l'Empire britannique, elle a conservé la mémoire des grands événements du siècle. Elle dit se souvenir de la Tour Eiffel quand celle-ci, en construction, n'avait qu'un seul étage ; de Mistral, qui était un ami de son mari, et de Van Gogh. «Je l'ai connu dans ses mauvais jours, quand il était complètement brûlé par l'alcool», nous dit-elle. Elle boit encore quotidiennement un doigt de bordeaux ou de porto. Et fume une ou deux cigarettes. Elle est devenue une star avec attachée de presse, et on vient la voir du bout du monde.

PAR HERVÉ KEMPF

LA DIOXINE N'EST PLUS CE QU'ELLE ÉTAIT...

Les Etats-Unis ont engagé une procédure de révision de ce produit réputé diabolique. Mais l'enjeu va plus loin : le débat sur la dioxine renouvelle les structures mêmes de la toxicologie.

Désormais, les enquêtes épidémiologiques ne se limiteront plus aux taux de cancers imputables à une substance pour déclarer celle-ci nocive, mais elles examineront aussi ses effets éventuels sur la reproduction et l'immunité.

Salle comble, le dix septembre dernier, à l'hôtel Sheraton de Tysons Corner, en Virginie : scientifiques, journalistes, industriels, écologistes venaient assister au procès en réhabilitation de la dioxine - ou, plus précisément, au premier atelier organisé par l'Environmental Protection Agency (EPA) dans le cadre de la "Révision scientifique de la dioxine". Révision ? Les données scientifiques s'accumulent qui relativisent l'image diabolique de ce produit. Au point que, le 10 avril 1991, William Reilly, l'administrateur de l'EPA - l'équivalent américain, en beaucoup plus musclé, de notre ministère de l'Environnement -, lançait cette procédure de révision. Les résultats des ateliers publics tenus en septembre et novembre seront analysés par le Science Advisory Board de l'agence. Son rapport pourrait conduire, en 1993, à de nouvelles normes. L'événement trouve un écho de ce côté-ci de l'Atlantique, puisque le Comité d'application de notre Académie des sciences publiera bientôt un rapport sur les dioxines.

C'est que, depuis quelques années, les investigations scientifiques ébranlent les colonnes du temple dioxinesque. D'abord, par la remise en cause des effets dangereux de la dioxine ou, plus exactement, de la 2,3,7,8 TCDD (voir encadré p. 50) : ceux-ci avaient été caractérisés par une célèbre étude de Richard Kociba, en 1978, sur des souris exposées au poison, étude dont sont issues les normes fixées par l'EPA,

les plus sévères du monde. En 1990, un groupe de scientifiques réanalysaient les atteintes observées en 1978 et concluaient que «le risque cancérogène pour les humains de l'exposition à la 2,3,7,8 TCDD est au moins seize fois plus bas que les estimations dérivées de l'étude de Kociba».

Ensuite, deux spécialistes, Michael Gallo et Linda Birnbaum, affirmaient, sur la base du nouveau modèle toxicologique de "mime d'hormone" (voir plus loin), que la dioxine n'était toxique qu'à partir d'un certain seuil. Enfin, en janvier 1991, paraissait une des études épidémiologiques les plus précises jamais effectuées sur le poison, dont les résultats ambigus... interdisaient toute conclusion.

Pour que le tableau de ce casse-tête écologique soit complet, il convient de préciser que ces débats se produisent sous la pression de l'industrie papetière, pour qui la question est tout sauf philosophique (voir encadré p. 52) : si bien que la discussion est suivie avec autant de passion dans les colonnes du *Wall Street Journal* que dans les pages du *Lancet* ou de *Science*.

Un peu confus, tout cela ? Certes. Parce que, avec la dioxine, la toxicologie et l'analyse de la contamination chimique connaissent leur révolution copernicienne. Mais repartons du début.

La dioxine, à parcourir les textes qui lui ont été consacrés, est un poison qui fait froid dans le dos. «C'est là un des poisons les plus violents, les plus dan-



MASQUES ET COMBINAISONS ÉTANCHES
pour pénétrer dans la zone la plus contaminée de
Seveso, même plusieurs années après l'accident.



L'ennemi public numéro un

Après l'accident de 1976 à Seveso, près de Milan (Italie), la dioxine, déjà tristement célèbre pendant la guerre du Viêt-Nam, est devenue dans toute l'Europe la plus redoutée des menaces sur la santé et l'environnement.

gereux, les plus difficiles à combattre que l'intelligence humaine ait jamais réussi à produire», écrit Patrick Lagadec en 1981, reflétant l'opinion commune de l'époque, tandis que *Science & Vie*, en 1983, décrit «un des poisons les plus violents que l'homme ait jamais inventé». Et c'est vrai : chez les animaux testés, une toxicité aiguë s'est manifestée avec des doses extrêmement faibles, à partir de 0,6 µg (microgramme) de TCDD pour une souche de cochons d'Inde. Ce chiffre correspond à la «dose létale 50» (DL 50 – dose

nécessaire pour tuer 50 % des animaux de l'échantillon étudié). «Cette substance est presque unique dans sa capacité à provoquer ces effets toxiques à si petites doses», constate un rapport de l'EPA en 1987. Et la littérature toxicologique abonde de descriptions glaçantes, telle, par exemple, celle concernant le singe rhésus, chez qui la TCDD provoque perte de poids, chute des ongles et des sourcils, atrophie du thymus, augmentation du cholestérol, inflammation de la paupière et l'on en passe. Aujourd'hui, d'ailleurs, la communauté scientifique n'a pas changé d'avis : la TCDD est un «cancérogène extrêmement puissant chez les rongeurs, peut-être le plus puissant jamais testé».

Oui, mais pas chez l'homme. Tout le succès médiatique de la dioxine, toute la virulence du débat scientifique à son propos tiennent à cette nuance : «chez les rongeurs». Car si la TCDD est un extraordinaire poi-

COMMENT LA DIOXINE DÉRÈGLE LA MACHINERIE CELLULAIRE

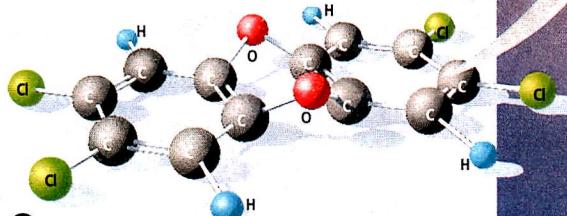
Selon le "modèle d'horloge", l'effet toxique de produits chimiques tels que la dioxine s'opère au niveau cellulaire. La molécule de dioxine ① est liposoluble, elle pénètre donc sans problème à travers la membrane cellulaire ②, constituée de graisse.

Une fois dans le cytoplasme, elle forme avec un récepteur appelé Ah ③, ou *Aryl hydrocarbon receptor*, un complexe chimique ④ capable de franchir la barrière nucléaire ⑤ et de pénétrer dans le noyau. Là, un autre récepteur, dit Arnt ⑥, accueille le complexe pour former un nouvel ensemble ⑦ qui se fixe sur l'ADN, sur un site activateur du gène CYP 1A1 ⑧. Ce gène porte le code de fabrication des enzymes à cytochrome P 450, la "phrase" génétique qui leur correspond.

Dès l'activation du gène, la machinerie cellulaire se met en route pour fabriquer la chaîne olypeptide correspondant à ces enzymes. En résumé, l'ADN du gène est trans-

crit en ARN messager ⑨, lequel sort du noyau pour aller dans le réticulum endoplasmique. Là, la "phrase" est lue "mot" après "mot" par les ribosomes ⑩. A chaque mot correspond un acide aminé.

de dans le fait que leur fixation sur l'ADN entraîne une suractivation du gène CYP 1A1. Résultat : la cellule métabolise une très grande quantité de benzo(a)pyrène, d'où une quantité de



1 LA MOLÉCULE DE TCDD

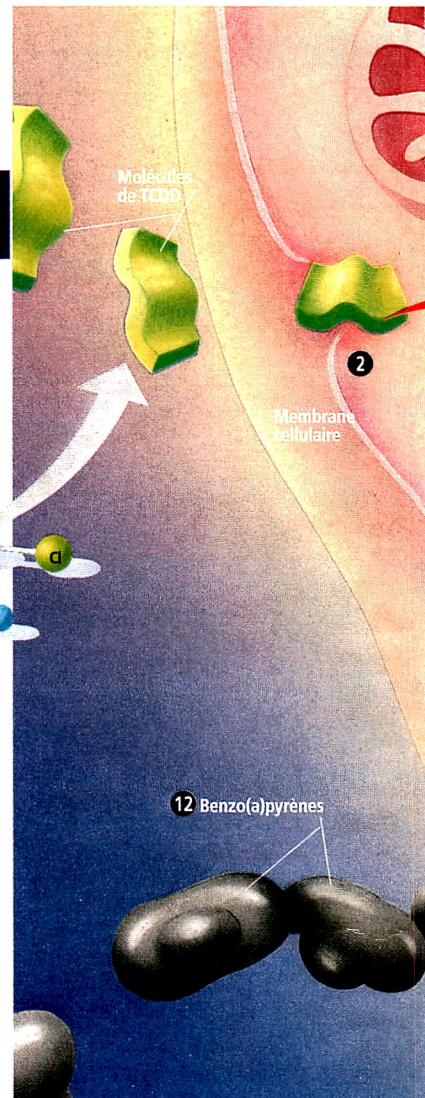
Ces derniers sont "assemblés" l'un après l'autre jusqu'à former la protéine finale, dans ce cas une enzyme ⑪. Le rôle de ces enzymes est de métaboliser les substances étrangères à la cellule, par exemple le benzo(a)pyrène ⑫ contenu dans la fumée de tabac.

Les métabolites ⑬ issus de cette opération sont évacués par la cellule ⑭ dans le sang, puis éliminés dans les urines.

La nocivité des TCDD rési-

métabolites – dont certains sont toxiques – dépassant les capacités d'élimination de la cellule.

Echappant alors à tout contrôle, certains métabolites ⑯ passent dans le noyau et vont se fixer à l'ADN ⑯, où ils activent anormalement d'autres gènes (notamment ceux impliqués dans la multiplication cellulaire, qui peut alors s'emballer et conduire à un cancer).

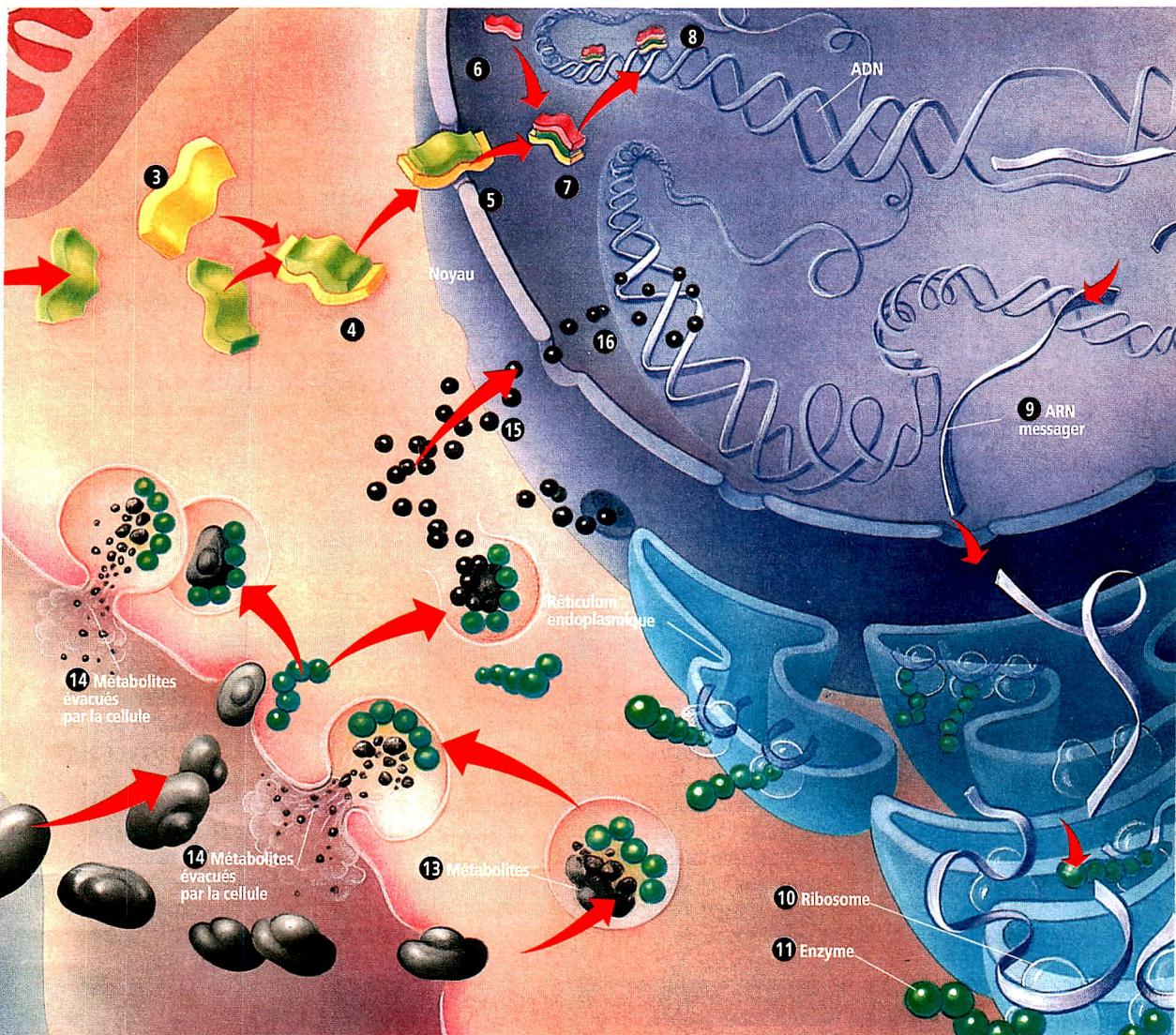


son, cela n'est prouvé que pour cette espèce de cochon d'Inde ; sur les autres espèces animales, la DL 50 est beaucoup plus élevée : 165 µg chez le rat, et jusqu'à 5 mg, soit huit mille fois plus que le cochon d'Inde, chez le hamster, une espèce pourtant proche. Certes, le chiffre reste l'un des plus bas de tous les toxiques. Par exemple, la DL 50 du lindane, un insecticide organo-chloré (1), est de 88 mg pour le rat. Il n'empêche : cette disparité des effets d'une espèce animale à une autre relativise la menace de la dioxine. Et d'autant plus que sur l'homme, le principal effet dûment constaté de la TCDD est une chloracné, c'est-à-dire une acné associée aux composés chlorés. On ne trouve guère d'autres symptômes importants et durables à la suite d'une exposition.

(1) Le lindane entre dans la formulation de produits insecticides pour la protection du bois. Considéré comme toxique, ce produit est interdit dans de nombreux pays européens. En France, il est encore en vente, même pour lutter contre les poux chez les enfants.

Une mauvaise réputation injustifiée, la dioxine ? Probablement. Mais cela ne signifie pas que la substance soit innocente. «La DL 50 mesure la toxicité aiguë, dit André Picot, de l'unité de prévention du risque chimique du CNRS : dans ce sens, la dioxine est pour l'homme un toxique faible. Mais cela n'a rien à voir avec la toxicité à long terme, une toxicité en quelque sorte différée.» Et c'est là tout le problème.

On n'opère pas, bien entendu, d'expérimentation directe sur l'homme avec des produits dangereux. A côté de l'expérimentation animale, dont on a vu les limites, l'autre outil de la toxicologie est l'épidémiologie, c'est-à-dire l'observation sur une longue période de l'état sanitaire d'un groupe humain spécifiquement exposé au produit suspecté. On compare ce groupe à une population "témoin", qui n'a pas été exposée au produit mais présente des caractéristiques et des habitudes de vie semblables. La différence de l'état sanitaire entre les deux groupes au terme de la période d'observation



indique le degré de probabilité que le produit soit nocif. La méthode se heurte à de nombreux obstacles : il faut que le groupe soit homogène et ait subi une exposition mesurable ; il faut aussi qu'il n'ait été exposé principalement qu'à ce produit, indépendamment d'autres produits ou habitudes nocifs. Enfin, le suivi médical des deux groupes doit être précis et rigoureux.

Dans le cas de la dioxine, toutes les difficultés se sont accumulées pour fragiliser les résultats de ce type de comparaison. D'abord, les études épidémiologiques formelles n'ont commencé qu'assez tard, dans les années soixante-dix : jusque-là, les accidents montraient des effets divers, sans que l'on puisse en toute rigueur les imputer à la seule TCDD. Quand les études commencèrent à se multiplier, on constata notamment que le degré d'exposition était très faible (*voir encadré p. 50*) : bien que très répandue (puisque quasiment pas biodégradable), la TCDD l'est toujours en quantités infimes. De même, les individus ne sont

qu'exceptionnellement exposés à la seule dioxine, puisque ce composé est toujours mêlé à d'autres produits chimiques. Enfin, la malhonnêteté n'est pas à exclure, comme pour ces trois études de la firme Monsanto (concluant à l'absence d'autres effets que la chloracné) conduisant à une enquête de l'EPA pour savoir si elles étaient falsifiées...

Les premières études affirmant le caractère cancérogène de la TCDD émanait de chercheurs suédois, dans les années soixante-dix : les forestiers qui manipulaient l'herbicide 2,4,5 T (comportant des traces de TCDD) manifestaient un risque accru de cancer des tissus mous. La probabilité totale de cancers passait ainsi de 25 % pour une population non exposée à 25,07 % pour une population exposée. Une différence minime : les chercheurs devaient conclure, plus tard, que «l'exposition au 2,3,7,8 TCDD donne un niveau de risque supplémentaire non significatif». Ces études avaient cependant introduit la notion du danger des

faibles doses. La majorité de celles qui suivirent, souvent effectuées sur des travailleurs de l'industrie chimique fabriquant du trichlorophénol – produit à la base de nombreux composés, dont l'herbicide 2,4,5 T –, n'aboutirent pas à des résultats convaincants : quand on trouvait un risque accru, le degré de corrélation statistique était faible et, dans tous les cas, la taille des échantillons étudiés était jugée trop restreinte. Quant aux cas les plus célèbres, ceux des habitants de Seveso et des "vétérans" américains exposés pendant la guerre du Viêt-nam à l'"agent orange" (voir encadré ci-contre), ils ne permettent pas pour l'instant de tirer des conclusions à long terme.

Une étude qui fit grand bruit parut en janvier 1991 dans le *New England Journal of Medicine* : elle portait sur un grand échantillon et paraissait moins discutable sur le plan méthodologique que celles qui l'avaient précédée. Mais ses conclusions étaient équivoques. Marilyn Fingerhut et son équipe avaient étudié l'état de santé de 5 172 ouvriers exposés entre 1942 et 1984 à la dioxine dans les douze usines américaines qui fabriquaient le trichlorophénol et ses dérivés. L'étude constata «peu d'accroissement dans la mortalité par les cancers associés à la TCDD dans les études précédentes sur les humains, sauf pour les tumeurs de tissus mous, où l'on a constaté une augmentation. Mais cette dernière est difficile à interpréter, en raison du petit nombre de cas [quatre], et [du] fait que la cause de la mort était parfois mal classée sur les certificats de décès». Il n'en restait pas moins que «la trou-

vaille inattendue était la petite mais significative augmentation de la mortalité due à toutes les causes de cancer». Cette découverte rejoignait la constatation d'une étude allemande réalisée sur des ouvriers exposés à un accident sur un réacteur de trichlorophénol. Même si l'on ne pouvait exclure l'effet du tabac et de l'exposition à d'autres produits toxiques, cet excès de 15 % du nombre de cancers par rapport à la population non exposée était cohérente avec la réputation de la TCDD comme produit cancérogène. On ne peut faire mieux dans le genre prudent.

Alors, cancérogène ou pas, la dioxine ? En tout cas, faiblement. L'éditorialiste du journal concluait que la charge de la preuve était maintenant du côté de ceux qui défendaient l'innocuité des faibles doses. Mais l'épouvantail dioxine perdait de ses couleurs. La TCDD allait-elle gagner son procès en réhabilitation ? Pas si simple !

Revenons en 1976. L'année même de l'accident de Seveso s'était produit sur le front dioxinesque un événement majeur, quoique passé alors inaperçu. Un chercheur de l'université du Wisconsin, Alan Poland, découvrait que la dioxine se liait à un récepteur cellulaire spécifique, dit Ah (*Aryl hydrocarbon receptor* ; en français, hydrocarbure aromatique). De cette idée naquit un flux nouveau de recherche d'où est issue une théorie qui non seulement éclaire le mode d'action de la dioxine, mais remet en cause les concepts usuels de la toxicologie. Une théorie entérinée par la communauté scientifique lors du sommet de Banbury de 1990, réunissant 38 des meilleurs spécialistes du sujet.

Point central : à la différence de la plupart des cancérogènes, qui, après métabolisation, se fixent fortement et directement sur l'ADN de la cellule, la fixation de la dioxine dépend d'un intermédiaire, la protéine Ah, qui joue le rôle d'un récepteur intracellulaire (voir dessin p. 49). La molécule toxique se lie dans ce récepteur, avec lequel elle forme un "complexe". Accrochée au récepteur comme un passager clandestin, la TCDD pénètre alors le noyau de la cellule. Là, le complexe se fixe sur un autre récepteur

QU'EST-CE QUE LA DIOXINE ?

La famille des dioxines compte 75 molécules aux propriétés proches, mais à la toxicité variable. Elles sont constituées de deux noyaux benzéniques (six atomes de carbone), liés par deux atomes d'oxygène ; aux sommets libres des noyaux benzéniques sont éventuellement liés des atomes de chlore (voir dessin p. 51).

Cette famille de molécules chimiques porte donc le nom de poly-chlorodibenzoparadioxines, et appartient au groupe des produits aromatiques halogénés. La famille compte 75 congénères, qui se différencient par leur nombre d'atomes de chlore : pour chaque nombre possible (de un à huit), leur position varie et conduit à la possibilité de plusieurs isomères. On recense ainsi 22 isomères de la tétrachlorodibenzoparadioxine.

La dioxine, nom habituel d'un de ces 22 isomères, est le plus redou-

table de la famille. Son nom complet est 2,3,7,8 tétrachlorodibenzoparadioxine, alias 2,3,7,8 TCDD. Les chiffres désignent les positions occupées par les atomes de chlore. La molécule mesure environ 3 nanomètres sur 10.

Comment se forment les dioxines ? Par la combustion de matières organiques en présence de chlore, comme dans les usines d'incinération d'ordures, ou dans des processus impliquant du chlore, comme le blanchiment du papier ou la fabrication de certains herbicides. Elles ont la double caractéristique d'être extrêmement stables et de se fixer préférentiellement dans les graisses.

Même si les dioxines peuvent se former naturellement (on en a retrouvé dans des corps gelés d'Esquimaux datant d'il y a 400 ans), leur quantité s'est beaucoup accrue du fait des activités industrielles récentes. Mais les quantités que chacun de nous fixe restent infimes, de l'ordre du picogramme (1 pg = 10^{-12} gramme), ce qui rend la détection des dioxines difficile et coûteuse.

En France, il n'y a pas encore eu d'inventaire systématique de l'exposition à la dioxine, mais un tel travail a été effectué en Angleterre : il indique que chaque citoyen britannique ingère quotidiennement environ 125 pg d'équivalent de la TCDD. Un niveau inférieur au seuil de danger fixé par l'Organisation mondiale de la santé, qui est de 600 pg pour un individu de 60 kg (10 pg/kg/jour). Les Etats-Unis fixent, quant à eux, un seuil beaucoup plus sévère, de 0,006 pg/kg/jour, dose estimée comme la quantité augmentant le risque de cancer de un millionième – en extrapolant les doses toxiques pour les animaux de laboratoire.

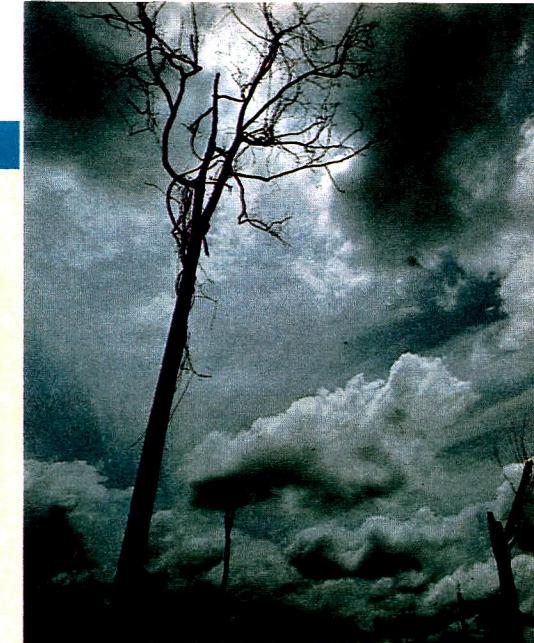
UN POISON DEVENU VÉDETTE

Les dioxines figurent parmi les produits toxiques les plus étudiés, et leur popularité – toute négative – est immense. Elles ont été identifiées dans les années cinquante, lorsque les firmes chimiques constatèrent des symptômes d'acné chlorique chez des ouvriers, en l'absence d'accident. Le chercheur allemand Kimmig identifiait alors l'une de ces dioxines, qui apparaissait comme impureté dans le procédé de fabrication d'herbicides à base de trichlorophénol, tel que le 2,4,5 T. Des précautions rigoureuses furent alors prises dans les usines où il pouvait s'en produire. Parallèlement, les tests de laboratoire révélèrent la prodigieuse toxicité de la dioxine.

C'est avec la guerre du Viêt-nam que son heure de " gloire" sonna : les Etats-Unis épandirent alors un herbicide puissant, l'"agent orange", composé de 2,4,5 T et de 2,4 D, et contaminé par une dioxine, la TCDD. Les médecins vietnamiens apportèrent des témoignages dramatiques sur l'effet du pesticide. Ainsi, l'émotion liée à cette guerre, le



L'"agent orange" épandu par l'US Air Force (à gauche) a décimé des pans entiers de forêt au Viêt-nam (à droite).



climat politique de guerre froid dans lequel elle s'inscrivait, la découverte des effets de la dioxine et la récente prise de conscience des impacts écologiques des pesticides organochlorés se cristallisèrent pour transformer la dioxine en un repoussoir absolu.

Lorsque se produisit l'accident de Seveso, près de Milan, le 10 juillet 1976, il répandit une quantité de dioxine évaluée à 2 kilos, provoquant une panique immense.

Il est facile de s'en gausser aujourd'hui, en oubliant que les connaissances étaient moins avancées à l'époque, que le nuage provoqua de nombreuses morts d'animaux et des symptômes dermatologiques chez plusieurs dizaines d'habitants – et aussi que l'accident révéla *a posteriori* l'inaptitude des autorités italiennes à faire face à une situation problématique, et leur volonté de minimiser le danger potentiel.

C'est d'ailleurs ce type d'irresponsabilité administrative en matière d'écologie que la dioxine allait permettre de révéler, tant en France – où *Science & Vie* démontrait à son propos, en 1983, l'absence de contrôle du commerce de déchets toxiques –, qu'aux Etats-Unis, où la présence de dioxine dans une ancienne décharge, à Love Canal, faisait prendre conscience du problème général des sites contaminés par des industries sans scrupules.

nucléaire, l'Arnt, (*Ah receptor nuclear translocator*). Le nouveau complexe va enfin se positionner sur l'ADN, où il active directement le gène CYP 1A1, qui commande la synthèse d'enzymes à cytochrome P 450. Ces enzymes métabolisent les produits chimiques, notamment les hydrocarbures poliaromatiques (par exemple ceux des goudrons contenus dans la cigarette), pour donner des dérivés dont certains sont toxiques.

Ce schéma de base appelle plusieurs questions.

● Premièrement : de quel élément ce "passager clandestin" prend-il la place ? On ne peut imaginer que le récepteur Ah existe spécifiquement pour la dioxine. L'hypothèse dominante est que cette dioxine prend la place d'un autre élément, peut-être d'une hormone, qu'il reste à identifier, et dont le rôle serait, lui, bénéfique à l'organisme. En tout cas, le mode d'action de la TCDD est exactement celui qui régit l'action de plusieurs hormones naturelles, d'où le nom du modèle : *hormone-like*, ou modèle du "mimic d'hormone".

● Deuxième question : le gène conduisant à la production de l'enzyme à cytochrome P 450 est-il le seul

à être activé ? La réponse est non. Si ce schéma a été le plus aisément identifié, un chercheur de la Purdue University, William Greenlee, a montré que la TCDD pouvait activer deux autres gènes : l'un dirigeant la production d'une protéine influant le développement de l'embryon, l'autre celle d'une protéine impliquée dans les réponses immunitaires. Effectivement, on observe sur des animaux de laboratoire que la dioxine affecte le système immunitaire et les facteurs de la reproduction – à des doses plus faibles encore que celles nécessaires pour le développement du cancer !

Ces effets sur la reproduction et l'immunité se retrouvent-ils chez l'homme ? Les preuves épidémiologiques manquent, puisque les études se sont généralement focalisées sur le cancer à l'exclusion d'autres effets. Les troubles fréquents et graves observés pendant la guerre du Viêt-nam chez les populations exposées à l'"agent orange" (arrêt d'ovulation chez les femmes, naissance d'enfants malformés) ne sont pas décisives : ces troubles pouvaient relever du stress mental et alimentaire provoqué par la guerre, sans

LE TIGRE DANS LE PAPIER

L'intérêt que soulève la dioxine n'est pas seulement académique. L'enjeu est crucial pour les papeteries depuis que l'on a découvert, en 1985, que le blanchiment du papier au moyen de chlore produisait des organochlorés, dont plusieurs dioxines. Pour tous les acteurs concernés, la position de l'EPA est stratégique : dans l'incertitude sur l'effet réel de la dioxine, l'agence américaine avait adopté des normes selon l'hypothèse la plus pessimiste. Soit une dose maximale admissible d'ingestion quotidienne de 0,006 picogramme par kilogramme de poids, ou $6 \cdot 10^{-15}$ gramme ! Mais le cas américain est extraordinaire ; les autres pays ont généralement repris le seuil de 10 pg recommandé par l'Organisation mondiale de la santé.

La réglementation fédérale américaine est si sévère que les papetiers ne peuvent la respecter. Du coup, les procès se sont multipliés, quelquefois jusqu'à l'absurde : par exemple, la Georgia Pacific a été condamnée en février 1992 à payer 3,2 millions de dollars à Thomas et Bonnie Fergu-

son, habitant en aval de la papeterie de New Augusta, dans le Missouri, et qui se plaignaient de souffrir «émotionnellement» après avoir mangé du poisson contaminé par la dioxine.

Comme on retrouve de la dioxine à peu près partout, tous les secteurs sont concernés. Ainsi, début 1992, la ville de New York était menacée de ne plus pouvoir draguer ses bassins parce que l'on trouvait de la dioxine dans les sédiments. Il ne restait plus au directeur du port, Stanley Brezenoff, qu'à évoquer le sort de la Rome antique, et de son port ensablé, Ostie...

Autre activité sur la sellette : les incinérateurs d'ordures. En effet, ils émettent presque fatallement des dioxines, et d'autant plus que les ordures sont chargées en chlore. L'affaire est embarrassante quand les différents gouvernements pensent régler le problème des déchets en généralisant les incinérateurs.

En amont, les emballages en PVC (polychlorure de vinyle), source potentielle de dioxine dans les incinérateurs, sont en

position désagréable. La France en est un des premiers producteurs mondiaux.

Plus généralement, c'est toute l'industrie du chlore qui est visée ; lors de sa dernière assemblée générale, l'organisation Greenpeace a ainsi décidé de lancer une campagne contre cette activité.

Le cas de la dioxine servira de test pour d'autres polluants célèbres. «La réévaluation de la dioxine pourrait conduire l'EPA à réévaluer les dangers d'autres substances, comme les PCB, les cyclamates, l'Alar, la saccharine, le formaldéhyde, le plomb et le radon», relevait ainsi, en décembre 1991, le journal rationaliste Reason.

L'enjeu est symbolique : André Picot, cité dans notre article, souligne que «la dioxine est liée aux PCB, c'est-à-dire à tout le réveil de l'écologie». Et écarter toute-conclusion trop rapide : «Le fait que le benzène soit un toxique pour le sang a été évoqué dès 1897 – mais son rôle comme cancérogène du sang (leucémie) a été révélé en 1964.»

compter que le contexte politique interdisait une parfaite sérénité scientifique. Et à Seveso, les femmes enceintes exposées au nuage de dioxine ont le plus souvent décidé d'avorter, par crainte précisément des effets tératogènes du produit – ce qui empêche une analyse de l'éventuel effet.

● Troisième question : ce modèle du mème d'hormone permet-il de déduire l'existence d'un seuil d'innocuité de la dioxine ? L'existence du seuil est logique, affirme Michael Gallo, l'un des organisateurs du sommet de Banbury : pour que les récepteurs Ah se mettent en branle, il faut qu'un certain nombre d'entre eux soient occupés par la dioxine. A faible dose, la TCDD serait donc inoffensive. Pas du tout, répond un autre éminent spécialiste, George Lucier : quelle que soit la dose, un effet toxique apparaît. Et d'étayer ses dires par une expérimentation sur des rats : nourris avec du blé auquel

lérables de dioxine. D'une part, la réglementation toxicologique est habituellement fondée sur le risque cancérogène. Le débat sur la dioxine conduira probablement à la reformuler sur d'autres types de risque. D'autre part, grâce au modèle du mème d'hormone, la TCDD serait le premier polluant à voir ses normes fixées sur la base d'une toxicité observée au niveau cellulaire (et non plus seulement sur les statistiques des études épidémiologiques).

Par ailleurs, ce modèle n'est pas applicable à la seule dioxine : il est de plus en plus utilisé pour expliquer la toxicité de nombre de composés, tels le DDT, le lindane, certains PCB etc. La toxicologie est ainsi passée de la chimie à la biologie moléculaire. La recherche sur la dioxine conduit à une nouvelle explication de la toxicité de nombre de produits chimiques, dont l'effet ne serait pas seulement, voire pas principalement, cancérogène, mais menacerait aussi le système immunitaire et le processus de reproduction des êtres vivants.

Hervé Kempf

La dioxine clandestine en France

La découverte, en 1983, d'un grand nombre de fûts de déchets contenant de la dioxine, entreposés clandestinement dans la décharge de Roumazières, a permis de mettre en évidence la mauvaise gestion des déchets dangereux en France.



MOISSION ET MESSIDOR.

Les grands tandems à succès ont toujours su rester simples.



Moisson et Messidor,
deux façons sûres et simples de placer son argent.

Moisson et **Messidor** ne sont pas de nouveaux comiques. Ce sont des produits de placement qui forment aujourd'hui le plus simple, le plus souple et le plus sûr des tandems à succès.

Moisson vous permet de faire fructifier votre capital avec des intérêts garantis, de choisir la durée de votre pla-

cement et d'effectuer des versements complémentaires si vous le souhaitez.

Avec **Messidor** vous touchez une rente à taux garanti chaque trimestre, vous choisissez également la durée de votre placement, et à la fin, quoi qu'il arrive, vous retrouverez votre capital.



BANQUE POPULAIRE

Nous ne sommes pas populaires sans raisons.

PAR ISABELLE BOURDIAL

LES COSMÉTIQUES À VISAGE DÉCOUVERT

Les progrès, parfois spectaculaires, réalisés par la recherche en cosmétologie sont desservis par un argumentaire qui relèvent souvent de la pataphysique. Déjà soulignée voilà cinq ans par *Science & Vie*⁽¹⁾, cette situation ne s'améliore pas avec le temps. Faut-il posséder un doctorat en biologie pour acheter une crème de soin ?

Le marché de l'esthétique tient le choc. En 1991, les Français ont acheté pour plus de 43 milliards de francs de produits de parfumerie⁽²⁾ – parfums, cosmétiques et produits de toilette confondus. Dans une conjoncture morose, les produits de soin et de traitement du visage, en particulier, ont vu leur chiffre d'affaires grimper de 9,7 %. Il s'est vendu environ 76 millions de crèmes hydratantes, de sérum an-tâge, d'ampoules anti-vieillissement, de fluides antirides...

Et pourtant, les crèmes de soin ne soignent pas. Le pourraient-elles que leur statut de cosmétiques le leur interdirait. La loi du 10 juillet 1975 leur impose en effet d'agir uniquement à la surface de la peau pour assurer sa protection et la maintenir en bon état. Leur champ d'action doit se limiter aux couches supérieures de l'épiderme, c'est-à-dire à la couche cornée (voir encadré p. 57).

Malgré ces restrictions, les cosmétiques peuvent améliorer notamment l'aspect et l'état général de la peau. Car l'industrie cosmétologique suit de très près l'avancée des recherches en dermatologie, en biologie cellulaire, en biochimie mais aussi en toxicologie, en immunologie et en cancérologie. Les plus gros fabricants possèdent leurs propres équipes de chercheurs et consacrent un gros budget à la recherche. L'Oréal, numéro un mondial de la cosmétologie, injecte chaque année près d'un milliard de francs dans ses laboratoires où placent quelque 1 500 chercheurs. Le groupe, comme beaucoup de sociétés plus modestes, s'adjoint également la collaboration de dermatologues, de biochimistes et de pharmacologues appartenant au milieu universitaire ou à de grands instituts de recherche (CNRS, INSERM...). En effet, l'entreprise qui passe un contrat avec un centre de recherche bénéficie de ses résultats en avant-première.

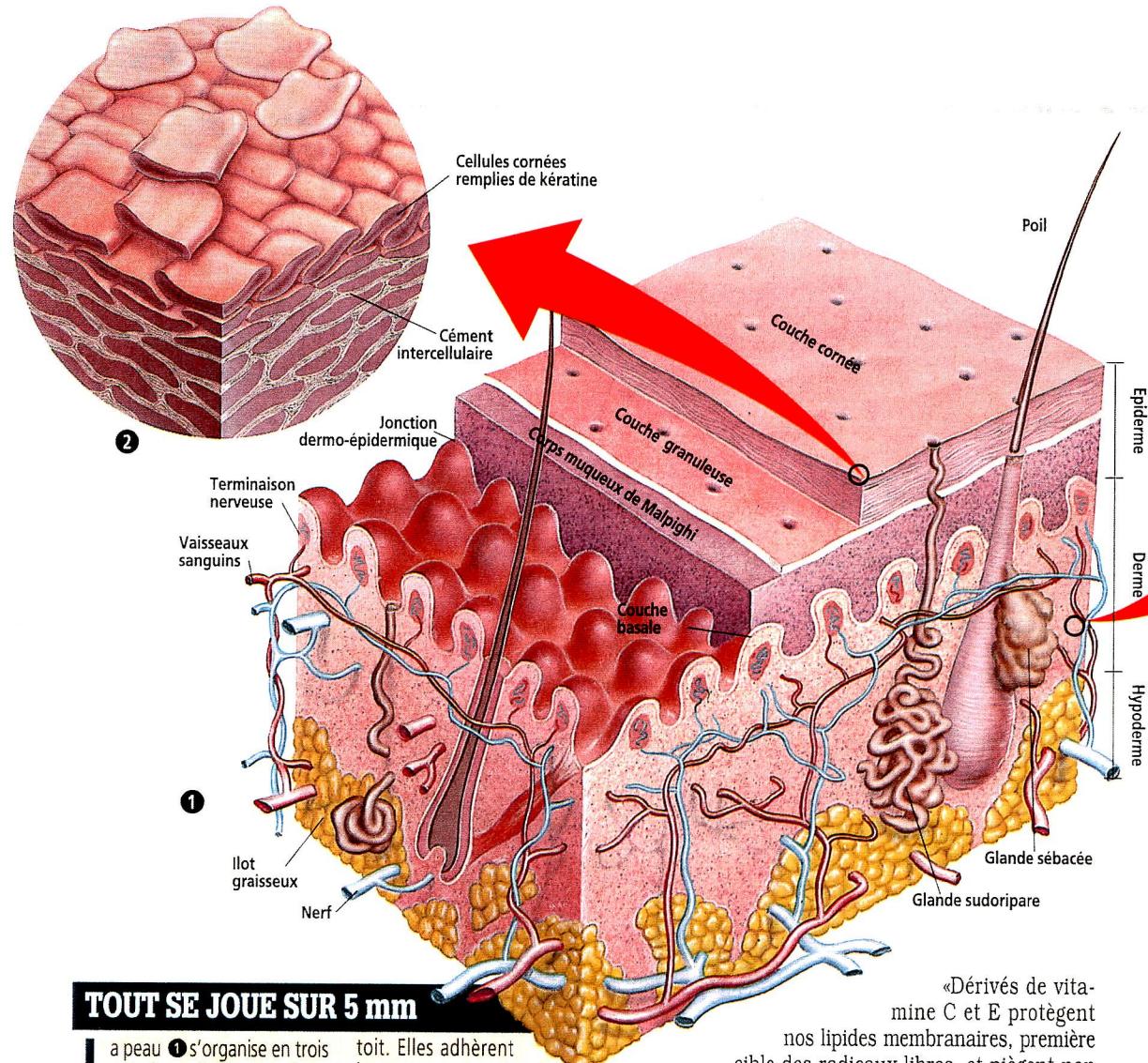
Forte de ses rapprochements avec le milieu scientifique et médical, la cosmétologie a fait de la science un argument de vente. «La science en toute confiance» : la nouvelle devise de la marque Nivéa, qui s'appuyait jusqu'ici sur des valeurs traditionnelles et familiales, donne le ton. Le discours publicitaire recourt à une terminologie scientifique qu'il adapte à ses besoins. Il en sort des affirmations aussi obscures que dithyrambiques, dont voici un bref aperçu, relevé dans le dossier de presse d'Active de Jour d'Esthéderm : ces

(1) n° 844, p. 12, "27 milliards pour la peau". Rappelons que la pataphysique désigne, selon Alfred Jarry, la «science des solutions imaginaires, qui accorde symboliquement aux linéaments les propriétés des objets décrits par leur virtualité.»

(2) Le terme de parfumerie recouvre la parfumerie alcoolique mais aussi les produits de toilette, les produits capillaires, les produits de beauté et de maquillage.







TOUT SE JOUE SUR 5 mm

La peau ① s'organise en trois couches distinctes dont l'épaisseur totale ne dépasse pas un demi-centimètre : l'épiderme, le derme et l'hypoderme.

La couche cornée qui compose la partie supérieure de l'épiderme – et est donc en contact avec l'extérieur – joue le rôle de barrière sélective en empêchant ou en limitant la pénétration de substances irritantes et de micro-organismes. Elle freine également la déshydratation de la peau en retenant partiellement l'eau provenant des couches sous-jacentes. La couche cornée se compose de cellules mortes, remplies de kératine. Ces cornéocytes sont disposées comme les tuiles d'un

toit. Elles adhèrent les unes aux autres grâce au cément intercellulaire, sorte de tissu conjonctif fait de lipides rangés en feuillets ②.

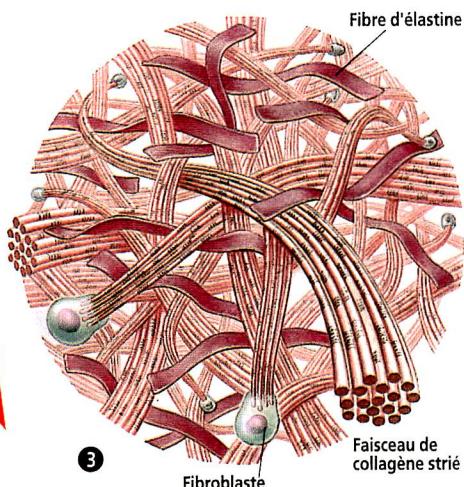
Le derme contient essentiellement des fibres de collagène et d'élastine ③ qui lui confèrent une élasticité qui s'amoindrit toutefois avec le temps. Les fibroblastes, les cellules qui sécrètent le collagène par écheveaux, fabriquent en effet des fibres de moins en moins bonne qualité, et les fibres d'élastine, non renouvelées, se dégradent.

Le derme repose sur l'hypoderme, coussin matelassé formé d'amas graisseux au travers desquels passent les vaisseaux qui irriguent le derme.

«Dérivés de vitamine C et E protègent nos lipides membranaires, première cible des radicaux libres, et piègent non seulement le ion superoxyde (la fameuse SOD), mais surtout le radical hydroxyle qui crée le plus de dommages cutanés en détruisant nos acides gras polyinsaturés.»

L'objectif est d'impliquer davantage le consommateur – de sexe féminin neuf fois sur dix –, pour transformer un acte d'achat qui pourrait paraître frivole en un acte réfléchi, rationnel, presque médicalisé. Pas question toutefois de lui donner les moyens de décrypter un tel sabir !

Encore le texte ci-dessus a-t-il un sens pour les spécialistes (bien qu'il assimile à tort l'ion superoxyde à la SOD, sur laquelle nous reviendrons plus loin). Mais certains fabricants n'hésitent pas à associer informations authentiques et affirmations gratuites... ou plutôt payantes ! Tel Yves Rocher : dans son dernier catalogue de vente par correspondance (*Livre vert*, édition 1992), la marque rappelle les propriétés de l'ADN, «support de l'information génétique, qui assure un rôle primordial dans le renou-



3

vellement de jeunes cellules, dans leur oxygénation, et dans la synthèse des protéines indispensables à la vie.» Tout ceci est, à la lettre, parfaitement exact. Mais Yves Rocher ne fera pas valoir que l'ADN commande aussi le vieillissement cellulaire... Il en rajoute au contraire : «Les laboratoires Yves Rocher ont réussi à isoler l'ADN des cellules végétales pour l'incorporer à toute une ligne de produits de soins. A chaque application, vous retrouverez sur votre visage cette énergie vitale, prise au cœur des cellules.» Pour aboutir à cette conclusion qui induit le lecteur en erreur : «ADN végétal : l'extrait de cellules végétales à l'ADN qui a la propriété d'augmenter la consommation d'oxygène des cellules.»

Car la marque joue deux fois sur les mots :

- elle exploite toute l'imagerie née du rôle prodigieux que joue l'ADN dans l'organisation du vivant, alors que cette molécule extraite du noyau cellulaire est trop grosse pour pénétrer entre les cellules de la peau et *a fortiori* à l'intérieur ;
- en rappelant que l'ADN augmente la consommation des cellules en oxygène, elle se réfère à des tests réalisés sur des cultures de cellules *in vitro*. Sur nos propres cellules, cet ADN-là n'aura aucune des propriétés de renouvellement cellulaire ou d'oxygénéation décrites précédemment. Tout au plus réduira-t-il les pertes en eau de la peau.

Autre exemple : la dernière campagne de Clair Moment-Vittel. La marque annonce «une découverte extraordinaire pour le soin du visage : des tests *in vitro* ont montré l'action spectaculaire des sels minéraux de Vittel sur la peau : mis au contact de cellules cutanées, ils augmentent de 45 % le renouvellement cellulaire.» Le hic, c'est que, là encore, les résultats des tests *in vitro* ne peuvent être extrapolés à ce qui se passe *in vivo*, dans la peau elle-même. Ces tests

sont réalisés sur des cultures de cellules. Ils ne permettent nullement d'affirmer que les sels minéraux appliqués sur la peau diffusent en profondeur.

Ces excès fréquents portent d'autant plus préjudice à la cosmétologie qu'elle a récemment accompli de réels progrès. Les produits de soin du visage se reconnaissent trois sortes de compétences : ils hydratent, retardent les effets du vieillissement ou protègent la peau des agressions extérieures. Quand ils ne prétendent pas faire les trois à la fois ! De l'avis de plusieurs spécialistes en dermatopharmacologie, et en particulier du Pr Jacques Wépierre, de la faculté de pharmacie de Paris XI, c'est l'hydratation qui semble de loin la mieux maîtrisée. L'enjeu est d'importance. Un épiderme déshydraté ne peut plus tenir correctement son rôle de barrière de protection et perd ses propriétés biomécaniques.

LE CÉMENT, MATERIAU DE RÉCUPÉRATION

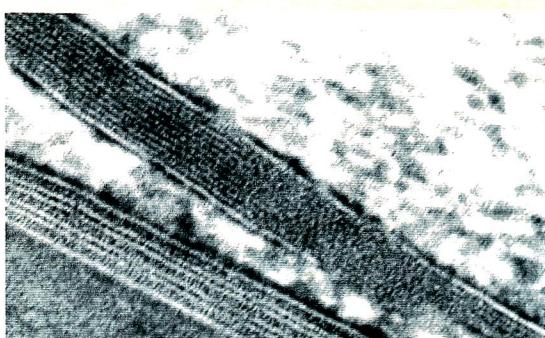
Les lipides dont le cément intercellulaire est formé font la qualité de la barrière cutanée. Le cément n'a pas la même composition sur toute l'épaisseur de l'épiderme ; il évolue à mesure que les cellules épidermiques s'imprègnent d'une substance cornée : la kératine.

Au niveau de la couche basale, au plus profond de l'épiderme, le cément est essentiellement constitué de phospholipides et de glycolipides. La moitié des cellules de cette couche – la seule de l'épiderme apte à la division cellulaire – migre vers la couche cornée. La kératinisation désigne l'ensemble des transformations qu'une cellule subit durant ce voyage de trois semaines. A mi-chemin, les corps lamellaires qu'elle contient se déplacent à la périphérie. Ces organites, composés de petits disques empilés, déversent leurs produits de sécrétion à l'extérieur de la cel-

lule. Dans le même temps, celle-ci se débarrasse des autres structures qu'elle contient (noyau, mitochondries...). Ces débris cellulaires très riches en lipides diffusent entre les cornéocytes et sont dégradés par des enzymes. Les phospholipides et les glycolipides du cément subissent également des transformations enzymatiques.

Tous ces résidus sont amphiphiles, c'est-à-dire qu'ils présentent des affinités à la fois pour l'eau et l'huile. Ils s'assemblent en couches et forment de larges feuillets qui comblent les espaces intercellulaires à la base de la couche cornée. A ce niveau, le cément se compose pour un tiers de sphingolipides, un tiers d'acides gras libres et un tiers de cholestérol.

La structure feuilletée du cément intercellulaire



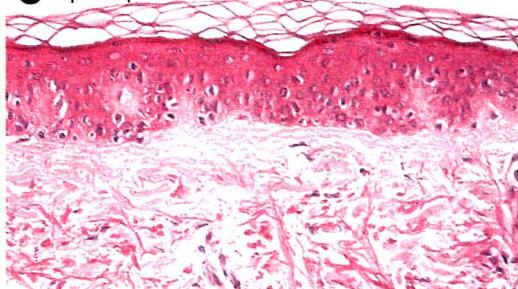
LE COLORANT PLUS EFFICACE QUE LA CRÈME ?

Ces deux prélèvements de peau, ou biopsies, nous ont été communiqués par les laboratoires Fabre afin de prouver l'effet rajeunissant de la crème Messager commercialisée sous la marque Galénic. Le cliché ① correspond à une zone non traitée, le ② à une portion de peau

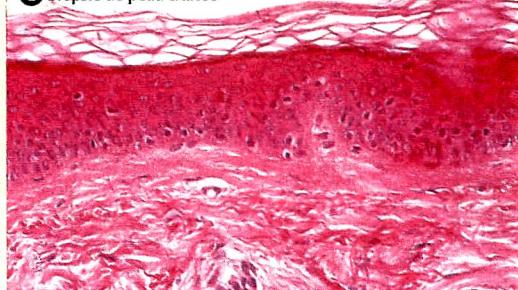
couche supérieure de l'épiderme, signe d'une plus grande vitalité. Dans le derme, le matériel collagénique est plus dense. La résistance du derme est plus importante.»

La version du dermatologue : «Il est faux de dire que la couche basale est plus sinueuse

① Biopsie de peau non traitée



② Biopsie de peau traitée



ayant été enduite de crème pendant un mois. Nous les avons soumis au Dr Florence Poli, dermatologue à l'hôpital de Créteil, habituée à interpréter ce genre de cliché. Son analyse diffère sensiblement de celle du fabricant.

La version des laboratoires Fabre : sur le cliché du bas, «on voit le rétablissement de la couche basale plus sinuose, les cellules de l'épiderme mieux organisées en forme de palissade avec les noyaux plus intenses. On retrouve ces cellules présentes dans la

couche après traitement.. En réalité, c'est la coloration de l'échantillon qui est beaucoup plus prononcée, ce qui marque effectivement de façon plus importante les noyaux et qui donne une impression de collagène plus dense. Mais ce ne sont que des artefacts de coloration. Un examen histologique comme celui pratiqué ici ne permet pas d'affirmer que la résistance du derme est plus importante. De toutes les façons, ces examens ne sont pas faits au même endroit ; ils n'ont aucune valeur scientifique.»

Voyons comment les cosmétiques parviennent à hydrater la peau. Tous sont loin d'y parvenir avec le même bonheur. Ils fondent leur action sur les différents mécanismes naturels qui contrôlent la tenue en eau de l'épiderme. Plusieurs tactiques possibles pour un seul champ d'action : la couche externe de l'épiderme ou couche cornée (*voir encadré p. 57*). C'est elle qui contrôle la pénétration des substances chimiques et des micro-organismes, mais aussi la teneur en eau du milieu intérieur qu'elle enveloppe et protège.

La couche cornée est constituée de cellules mortes, les cornéocytes, liées entre elles par un tissu de soutien fait de lipides, le cément intercellulaire. Celui-ci renforce la cohésion des cornéocytes et règle leur desquamation. On sait depuis plusieurs années qu'il possède aussi un fort pouvoir de rétention d'eau⁽³⁾. Prenez un verre d'eau. Son contenu s'évapore plus ou moins vite selon l'hygrométrie de l'air et le diamètre du verre. Versez-y quelques gouttes d'huile végétale : celle-ci s'étale et forme à la surface de l'eau une pellicule qui freine l'évaporation. Si l'on y déposait des lipides épidermiques rangés en couches comme dans le cément intercellulaire (*voir encadré p. 58*), le niveau d'eau baisserait encore moins vite. Les fabricants de cosmétiques se sont emparés de cette découverte en mettant des lipides épidermiques dans leurs préparations hydratantes. Au début en vrac, puis de manière de plus en plus fine à mesure que progressaient les recherches sur la composition du cément. On sait aujourd'hui qu'au niveau de la couche cornée, il se compose pour un tiers de sphingolipides – essentiellement des céramides –, un tiers d'acides gras libres et un tiers de cholestérol. Comme ce sont les sphingolipides qui ont le plus fort pouvoir de rétention d'eau, ils entrent désormais dans la composition de nombreux cosmétiques.

La marque Elizabeth Arden a même baptisé Céramide une crème pour le contour des yeux. Lancôme est allé jusqu'à reproduire la structure lamellaire du cément. Sa crème Niosôme+ contient des microsphères transportant des principes actifs, dont la membrane est une réplique du cément cellulaire de la couche cornée. Organisée en couches, elle se compose d'acides gras libres, de céramides, de cholestérol et de triglycérides. Ce mimétisme faciliterait son intégration dans les espaces intercellulaires de la couche cornée après que les microsphères ont largué leur contenu.

Deuxième principe d'hydratation : le NMF (en anglais *Natural Moisturizing Factor*) ou facteur naturel

(3) Imokawa et coll. "Selective recovery of deranged water-holding properties by stratum corneum lipids", *J.Invest Dermatol*, 1986.

d'hydratation. Il s'agit d'un mélange de substances hygroscopiques présentes dans l'épiderme : acide lactique, urée, acide pyrrolidone carboxylique... Ce NMF favorise la rétention de l'eau provenant des couches profondes de la peau ou captée dans l'air. La plupart des formules hydratantes s'adjoignent au moins un composant du NMF.

Dernier principe d'hydratation : copier le film de minuscules gouttelettes de sébum et de sueur qui se forme naturellement à la surface de la peau pour s'opposer à une évaporation excessive de l'eau. Toutes les émulsions

cosmétiques sans exception renforcent l'action de ce film hydrolipidique. Elles contiennent, comme lui, deux liquides non miscibles, à base d'huile et d'eau, l'un étant dispersé dans l'autre sous forme de fines particules. Mais il faut distinguer deux catégories de produits. La plupart sont des émulsions de type "huile dans eau" (H/E), dont l'eau est la phase continue ou, plus rarement, de type "eau dans huile" (E/H), plus grasses. D'autres marques adoptent un troisième type d'émulsion dit "multiple", plus sophistiqué mais plus problématique.

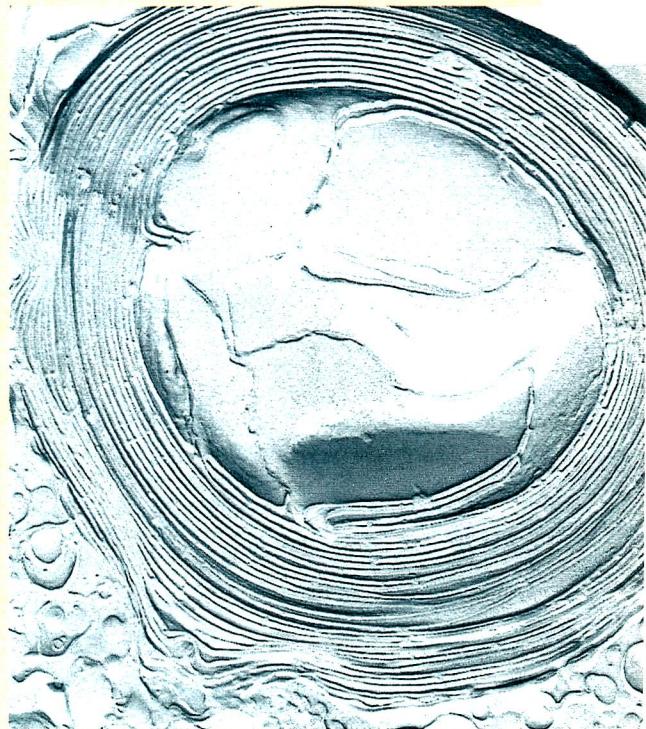
Dans ce dernier type d'émulsion, de minuscules gouttelettes d'eau sont prisonnières dans des gouttes d'huile elles-mêmes dispersées dans un milieu aqueux (voir encadré p. 63). Un mélange délicat à stabiliser. Parfois, mauvaise surprise, le système ne reste pas longtemps multiphasique. Si l'on en croit

les conclusions d'un laboratoire universitaire qui a soumis les marques concernées à l'épreuve du microscope, toutes n'en maîtrisent pas la technologie. Ainsi, Triple Cream d'Estée Lauder n'en garde aucune trace à l'analyse. En outre, les experts ne savent pas encore si ces émulsions multiples présentent un avantage quelconque pour la cosmétologie. En théorie, elles maintiennent isolées plusieurs sortes de principes actifs et les déversent progressivement une fois appliqués sur la peau. Des recherches sont en cours pour vérifier que ces propriétés observées pour

LIPOSOMES À TÊTE CHERCHEUSE

Les liposomes sont utilisés en cosmétologie pour stocker et transporter des principes actifs. Ces vésicules creuses formées de phospholipides posent des problèmes de stabilité. Beaucoup se désagrègent et se vident avant d'être appliqués sur la peau. Le Dr Florence Poli, dermatologue à l'hôpital de Crétteil, rapporte qu'il en existe tout de même qui résistent à l'épreuve de la crème et du temps. Ils pénètrent dans l'épiderme et y déversent leur contenu. On soupçonne les plus menus de s'insinuer au-delà de la zone permise en atteignant le derme, ce qui augmente les risques d'irritation et d'allergie.

Les chercheurs de Christian Dior ont imaginé un moyen pour guider leurs liposomes jusqu'aux cellules des couches profondes de l'épiderme, les kératinocytes proches de la couche cornée. En collaboration avec le Centre de biophysique moléculaire du CNRS d'Orléans, ils ont identifié sur la membrane des kératinocytes humains une protéine qui les différencie des autres cellules cutanées. Cette protéine, une lectine, possède un site spécifique lui permettant de se lier à un sucre bien déterminé, le rhamnose. La lectine joue en quelque sorte le rôle d'une serrure moléculaire dont le rham-



La structure multilamellaire du liposome – coupe photographiée au microscope électronique, dans les laboratoires de L'Oréal.

nose serait la clé unique.

Les chercheurs greffent alors une molécule de rhamnose sur chaque liposome de leur gel Capture Lift, qui devient « un liposome intelligent téléguidé vers la cellule par sa tête chercheuse, le rhamnose ». Arrivé à bon port, le liposome larguera du propionate de vitamine A,

présenté comme un message de substitution destiné à aider le kératinocyte à maintenir son potentiel d'activité. Toutefois, si message il y a, on ne peut être sûr qu'il soit délivré à la bonne cellule ; la tête chercheuse ne sert en effet à rien si le liposome est digéré en cours de route.

VOYAGE À L'INTÉRIEUR DE LA PEAU

L'industrie cosmétique contribue pour une part non négligeable au développement de nouvelles techniques

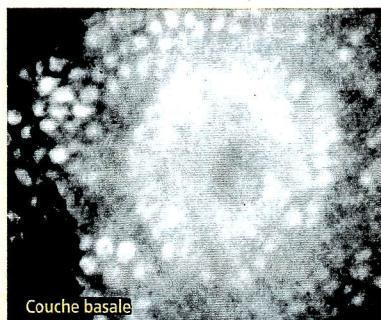
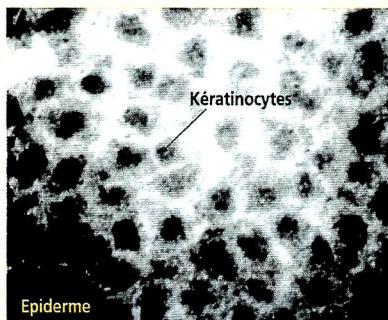
L'échographie est employée depuis quelques années en dermatologie. La fréquence des ultrasons utilisés, nette-

l'épaisseur de l'épiderme, apprécier l'état général de la peau et étudier ses réactions d'irritation et d'allergie.

Elle a permis de mettre en évidence une bande subépidermique qui a la particularité de ne pas renvoyer d'écho (qui ressort donc en sombre sur le cliché) et dont l'épaisseur est fonction de la vieillesse actinique (c'est-à-dire provoquée par le soleil).

La résonance magnétique nucléaire (RMN), utilisée depuis très peu de temps en cosmétologie, décrit l'anatomie de la peau, elle révèle son profil hydrique et son gradient d'hydratation.

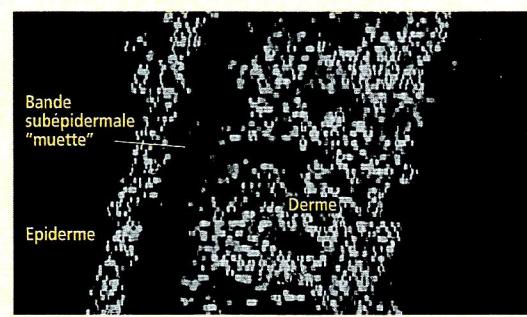
Toutes ces techniques permettront, dans un proche avenir, de mesurer de manière plus précise l'effet d'une préparation cosmétique sur la peau. Une bonne occasion pour les fabricants d'apporter des preuves de l'action de leurs produits et de jouer la transparence. On est encore loin : la Société française de cosmétologie n'a pas jugé bon d'inviter la presse au colloque qu'elle a récemment organisé sur l'"Evaluation des produits cosmétiques" ...



La peau observée avec l'aide de la microscopie confocale...

non invasives pour observer la structure interne de la peau *in vivo*. C'est notamment le cas de l'Oréal, qui a adapté trois récentes techniques à la dermatologie et à la cosmétologie.

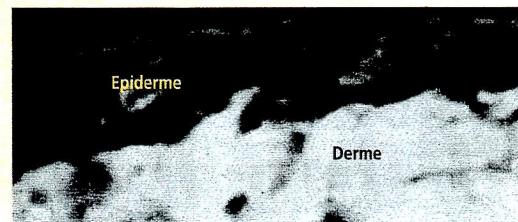
La microscopie confocale exaucé un vieux rêve de biologiste : celui de pénétrer sans effraction à l'intérieur de la peau. Ce microscope explore l'épiderme plan par plan jusqu'à la partie supérieure du derme, avec une résolution spatiale supérieure à 1 micromètre (μ). Une caméra à haute sensibilité fixée sur le microscope enregistre en continu la succession des plans. Sur la photo de gauche, on aperçoit assez distinctement les kératinocytes de l'épiderme ; sur celle de droite, nous voilà parvenus au niveau de la couche basale.



... de l'échographie...

ment supérieure à celle généralement employée dans le domaine médical (de 2 à 7 mégahertz), varie entre 20 et 25 mégahertz. Depuis quelques mois, les progrès réalisés permettent d'atteindre une résolution de 70 à 100 μ .

Cette méthode est notamment utilisée pour mesurer



... et de la résonance magnétique nucléaire.

un médicament pris par voie orale ou en injection restent valables pour un cosmétique mais, à notre connaissance, rien n'a encore été publié sur le sujet.

Examinons maintenant l'action "anti-vieillissement" des cosmétiques. La première cible, c'est la ride. Avec l'âge, les ridules se multiplient et les rides d'expression se creusent. Effacer momentanément les rides, rien de plus facile : n'importe quelle crème hydratante y parvient. «En augmentant la teneur en eau de la couche cornée, la peau va légèrement gonfler, ce qui estompe les plis de la surface cutanée. L'effet est passager, explique le Pr Wépierre. Pour obtenir des effets durables ou retarder le développement des rides, il faudrait agir sur

le métabolisme des fibroblastes du derme.»

C'est ce que sont supposés faire les cosmétiques qui contiennent du collagène ou de l'élastine. La ride n'est rien d'autre qu'un effet de l'accroissement de la surface cutanée provoqué par un ralentissement de l'activité des fibroblastes (cellules du derme). Ceux-ci synthétisent un collagène de mauvaise qualité et ne remplacent pas les fibres d'élastine qui s'altèrent. La peau y perd en élasticité. La jonction dermo-épidermique, zone de contact entre l'épiderme et le derme, plissée en accordéon, se détend (voir dessin p. 57). De nombreuses marques ont donc imaginé, en toute simplicité, de mettre du collagène et de l'élastine dans leurs cosmétiques

pour pallier les défaillances de la nature.

Le procédé se heurte au scepticisme de nombreux biologistes. Une étude a tout de même montré qu'une faible proportion du collagène contenu dans une crème se retrouve sous une forme non dégradée dans le derme, probablement en empruntant les canaux sudoripares⁽⁴⁾. Daniel Herbage, de l'Institut de biologie et de chimie des protéines, à Lyon, qui a conduit une analyse critique de ces résultats, précise que la molécule de collagène a tendance à se scinder en fragments qui, eux, parviennent en plus grand nombre jusqu'au derme, mais sans qu'on sache ce qu'ils y font.

Ces fragments de collagène auraient-ils des vertus rajeunissantes ? Toujours est-il que Daniel Herbage et ses collaborateurs ont obtenu d'étonnantes résultats en enduisant de crème au collagène de tout jeunes rats pendant quatre mois. Au terme de l'expérience et après examen de leur peau, les animaux semblaient avoir rajeuni de deux mois⁽⁵⁾. Mais "l'élixir de jouvence" n'eut aucun effet comparable sur des animaux de plus de six mois ayant achevé leur croissance...

Quant à l'élastine, les industriels la fractionnent en peptides avant de l'incorporer à la crème. Dans le meilleur des cas, l'élastine pénètre jusqu'au derme. Mais, là encore, on ne sait pas ce qu'elle y fait, combien de temps elle y reste et si elle participe à une quelconque restructuration de la peau. En résumé, l'effet antiride rémanent des préparations au collagène et à l'élastine relève encore du bluff.

Il existe bien une substance pharmaceutique dont l'action sur les rides est réelle. C'est l'acide rétinoïque, dont les vertus rajeunissantes furent découvertes fortuitement par le Dr Albert Kligman, de l'université de médecine de Pennsylvanie, qui la prescrivait pour l'acné. Commercialisée sous le nom de Retin-A, cette préparation stimule les fibroblastes et accélère le renouvellement des cellules de l'épiderme dont elle augmente l'épaisseur : ce faisant, elle atténue nettement les ridules. Elle disperse aussi les pigments de la mélanine ; le teint s'en trouve éclairci. Mais elle provoque rougeurs et irritations et doit donc être appliquée sous surveillance médicale. Tout le problème est là. L'acide rétinoïque ne peut entrer dans la composition d'un cosmétique : son inscription au tableau A des substances chimiques le place hors de portée des crèmes de beauté.

(4) F. Flandin et coll. "Etude de la stabilité thermique du réseau collagène de la peau par calorimétrie différentielle. Influence d'un traitement cosmétique", *Inter. Journal of Cosmetic Science*, 1983.
(5) Le collagène de ces animaux présentait des propriétés de stabilité thermique équivalentes à celles du collagène d'un animal plus jeune de deux mois.

Qu'à cela ne tienne : la marque Korff a trouvé le moyen de tirer profit de cette découverte en entretenant la confusion entre acide rétinoïque et rétinol. Vendue uniquement en pharmacie, cette marque possède une ligne anti-âge haut de gamme dont les produits les plus chers dépassent 2 000 F. En février 1990, Korff publie dans la presse de petits communiqués présentant les bienfaits de l'acide rétinoïque tout en précisant qu'un certain Pr Puschman aurait identifié une substance tout aussi efficace contre les rides, mais sans effet secondaire. La substance en question, c'est le rétinol, vendu à prix d'or dans les officines sous la marque Korff. Rétinol et acide rétinoïque ont en commun de dériver de la vitamine A. Le premier en est la forme alcool et le second la forme acide. Cela ne signifie pas pour autant qu'ils aient les mêmes propriétés. Le rétinol est connu depuis fort longtemps par les cosmétologues pour être très instable et n'avoir quasiment aucun effet lorsqu'il est appliqué sur la peau. Mais Korff va plus loin : quelques mois plus tard, la marque annonce la découverte d'un "réacteur biologique" qui augmenterait de 8 à 20 fois l'action du rétinol. Cette fois, c'en est trop. Des protestations s'élèvent au

DU CRABE POUR LA PEAU

La chitine est un composant largement utilisé en cosmétologie. Il s'agit d'un polysaccharide naturel – une longue molécule de glucide – présent dans l'exosquelette des invertébrés. Cette molécule extraite de carapaces de crabes est insoluble. C'est un de ses dérivés, le chitosan, qu'on incorpore à des préparations cosmétiques.

Le chitosan présente une forte affinité avec la kératine de l'épiderme, sur laquelle il peut se fixer pour former un film protecteur. Sa structure lui confère des propriétés hydratantes et cicatrisantes. Il constitue un support pouvant mettre des principes actifs en contact direct avec la peau. Ces qualités en font une molécule abondamment exploitée par la cosmétologie, des vernis à ongles aux volumisateurs de cheveux en passant par les crèmes raffermissantes. La marque Lutsine en met aussi dans toutes ses crèmes de soin.

Pourtant, si l'on en croit le Pr Cotte, expert au Comité scientifique européen de cosmétologie, la qualité de ce chitosan laisse à désirer. Le dérivé soluble s'obtient en dépolymérisant et en désacétylant la chitine, c'est-à-dire en la fractionnant et en lui ôtant ses radicaux acétyles. Jusqu'à présent, la production de chitosan était non contrôlée et non reproductive, ce qui rendait son utilisation en cosmétologie très aléatoire. En fait de chitosan, l'industrie cosmétique obtenait un "broyot-broyat" de polysaccharides divers aux propriétés incertaines.

La société BioEurope a récemment mis au point un procédé industriel de dépolymérisation contrôlée du chitosan par voie enzymatique, afin de produire des "oligochitosans" calibrés à structure physico-chimique contrôlée. Dès 1993, ils devraient faire une rentrée en force dans la cosmétologie.

sein de la communauté scientifique et de l'industrie cosmétique. Après expertise, Korff a finalement été condamné pour publicité mensongère par le tribunal de grande instance de Nanterre⁽⁶⁾. Coïncidence fâcheuse ? Yves Rocher a sorti en octobre dernier une ligne de produits anti-âge qui porte le nom de Rétinol Nature.

Une autre lignée de cosmétiques s'attaque non aux rides déjà en place mais à l'une des causes de leur apparition : les radicaux libres. Leur présence dans la peau tient à des processus inflammatoires liés à l'exposition au soleil ou à des substances irritantes. Ces radicaux libres sont des molécules déstabilisées qui ont perdu un électron et sont capables, pour le récupérer, de s'attaquer à n'importe quel constituant cellulaire à leur portée. Ils se comportent comme des oxydants en allant chiper un électron à une autre molécule : lipide, protéine, acide aminé... Devenue à son tour instable, celle-ci se lance dans la course à l'électron et casse d'autres molécules. La réaction en chaîne est amorcée : un seul radical libre peut causer bien des dégâts dans une cellule.

Pour bloquer ce processus, l'organisme dispose d'un système de défense qui comprend des enzymes (la plus célèbre étant la SOD ou superoxyde dismutase) et des substances anti-oxydantes comme la vitamine A ou la vitamine E. On a des raisons de craindre que l'âge et la lumière affaiblissent progressivement ce système de défense naturel. D'où l'idée de le renforcer en lui fournissant de la SOD ou

des substances "antiradicalaires" – comprenez anti-oxydantes – conditionnées dans un cosmétique. Où l'on retrouve la même problématique que pour le collagène et l'élastine : est-on bien sûr qu'appliquées sur la peau ces substances la pénètrent et agissent ? Voici l'avis du Dr Annie Moysan – chercheur au laboratoire dermatologique du Pr Louis Dubertret, à l'hôpital Henri-Mondor de Créteil – qui étudie les effets des substances anti-radicalaires : «Plusieurs études portant sur la souris ont montré que la vitamine E et quelques-uns de ses dérivés appliqués sur la peau ont une action protectrice contre les rayons ultraviolets du soleil, fortement génératrices de radicaux libres. Des travaux portant sur l'homme laissent également espérer une action en ce sens ; mais tout ceci demande confirmation. Pour la vitamine C ou la SOD, les résultats obtenus jusqu'à présent sont contradictoires.»

Sans être des produits solaires, beaucoup de cosmétiques font aussi état de la présence d'un filtre solaire dans leur formule. «Mais, commente le Dr Dora Borenstein, du Centre international de dermatologie, ces filtres sont la plupart du temps trop faibles pour constituer une protection efficace contre le soleil. De plus, certains d'entre eux, et en particulier le groupe des benzophénones, auquel appartient l'oxybenzone, sont allergisants.»

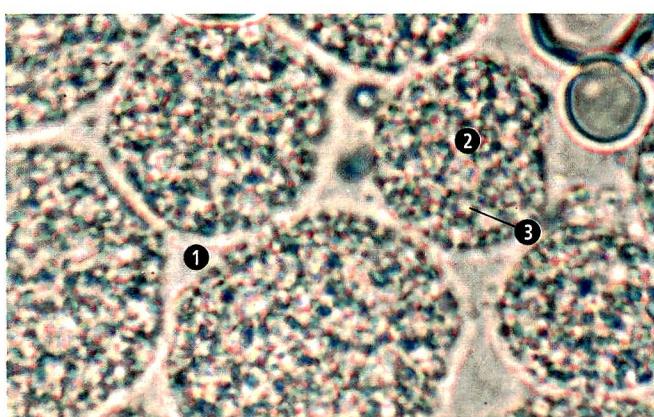
L'oxybenzone est pourtant largement utilisé. Ainsi, Biotherm en met dans plusieurs produits de sa gamme Hydrologic, et Phas dans son soin de jour Oxygène.

Il n'y a pas que le soleil dont il faut se méfier. L'opinion courante veut que l'air des villes agresse aussi la peau. Rejointe par Phas (encore Oxygène), Clarins affirme aujourd'hui être en mesure de neutraliser la pollution de l'air. Nous avons étudié en détail le protocole des tests utilisés par la firme pour prouver le «pouvoir protecteur antipollution» de son fluide Multi-Confort. Une culture de cellules de l'épiderme et du derme sert de témoin ; elle est placée à l'air pur. Deux autres cultures sont exposées à une atmosphère contenant de fortes teneurs en monoxyde de carbone, en gaz d'échappements et en fumée de cigarette. L'une d'entre elles a au préalable été imprégnée de fluide Multi-Confort. Résultat : en atmosphère polluée, les cellules non traitées cessent tout

(6) Le jugement a été rendu le 22 septembre 1992, après l'intervention de la Direction générale de la concurrence, de la consommation et de la répression des fraudes. Korff a fait appel. La cour d'appel de Versailles ne rendra pas son jugement avant plusieurs mois.

Emulsions gigognes

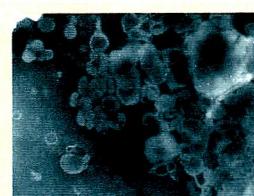
Les émulsions triples se composent d'une phase continue ① aqueuse qui contient des gouttelettes d'huile ② renfermant elles-mêmes de minuscules gouttes d'eau ③, chacun de ces trois milieux pouvant contenir des principes actifs spécifiques. Rares sont les marques qui ont réussi à stabiliser le mélange. En théorie, le procédé permet d'associer dans la même crème plusieurs principes actifs incompatibles entre eux, ou qui ne se conservent pas dans le même milieu. On saura bientôt si ce type d'émulsion, intéressant en pharmacologie, l'est autant en cosmétologie. Ici, Active de Jour, de l'Institut Esthederm.



CINQ PRODUITS DE BEAUTÉ AUX LIPOSOMES AU BANC D'ESSAI

MARQUE	PRODUIT (x 3 000)	OBSERVATIONS	COMMENTAIRES DE SCIENCE & VIE
PAYOT Formule liposomes			Moyennement riche en liposomes. Certains sont déjà altérés. A en juger par le degré d'altération des liposomes, par ailleurs présents en quantité limitée, Formule liposomes est un produit qui vieillit mal et doit être utilisé rapidement après sa fabrication. Dommage que la date de celle-ci ne figure pas sur l'emballage.
DIOR Capture Lift Restructurant visage nuit			Très riche en liposomes, dont la majorité sont en forme de grosse vésicule. Ils sont bien conservés. Plus une préparation contient de lipides, plus grande est son affinité pour les liposomes, et plus elle risque de compromettre leur équilibre. Capture Lift est un gel riche en eau, ce qui explique en partie ses bons résultats. Dior et Lancôme ayant été les premiers à lancer des cosmétiques aux liposomes sur le marché, nous avons cédé à la curiosité en jetant un coup d'œil sur Niosôme +, fleuron de la marque concurrente. Ses liposomes non ioniques tiennent également la route.
NIVEA visage Crème jeunesse aux liposomes			Riche en liposomes, la majorité sont fusionnés, formant des agglomérats. Liposomes plus ou moins conservés. Des liposomes, Crème jeunesse en contenu. Mais beaucoup se trouvent dans l'incapacité de tenir leur rôle. Ce produit doit donc être rapidement consommé. Pourtant, sa date de fabrication n'est pas communiquée.
DIADERMINE Sérum anti-fatigue aux liposomes			Moyennement riche en liposomes. La plupart sont aggrégés et/ou fusionnés. Pauvres liposomes ! Ils sont bien fatigués...
YVES ROCHER Hydra Puissance 3			Riche en liposomes en forme d'anéaux. Ils sont moyennement conservés. Des résultats moyens si l'on se réfère à la crème de référence, et plutôt bons en comparaison des autres produits testés. Les taches sombres visibles sur le cliché d'Hydra Puissance correspondent à d'autres composants.

Que contiennent les crèmes aux liposomes ? Des liposomes. A bien y regarder, ce n'est pas si sûr. Le liposome, petite vésicule creuse censée véhiculer les principes actifs d'un cosmétique au cœur de la peau, est fragile. Incorporé à une préparation contenant bien d'autres ingrédients plus ou moins compatibles, il lui faut résister plusieurs mois, voire plusieurs années, avant d'être appliquée sur la peau. Il court donc le risque de s'ouvrir prématurément et de larguer avant l'heure son précieux contenu. Nous avons fait analyser cinq produits contenant – en théorie – des liposomes par le Dr Hatem Fessi, du laboratoire de physico-chimie-pharmacotechnie et biopharmacie du CNRS, à l'université Paris-Sud. C'est une préparation riche en liposomes stables, réalisée huit mois plus tôt par la société Nanolipine, et dont nous publions ci-contre le cliché, qui a servi de référence. Un seul cosmétique a réellement résisté à l'épreuve du microscope électronique.



Crème de référence

COMMENT JE M'Y SUIS PRISE Pour Paraître 33 Ans à 48 Ans et pour gagner ainsi 10.000 FRANCS.

Mon teint étonna tout le monde

Je fus un jour, dans une revue féminine, que des Professeurs de Médecine Viennois, avaient découvert que la peau peut manger, ce qui signifie qu'elle peut absorber par l'intermédiaire de ses millions de pores certains aliments spécialement préparés et les transformer en cellules et tissus vivants. C'est ainsi qu'un épiderme vieilli et fané peut rapidement se rajeunir et retrouver sa beauté et sa fraîcheur perdues.

Je me procurai aussitôt cet aliment et je l'employai avec un succès étonnant. Et maintenant, quoique j'ai 48 ans et que je sois la mère de trois enfants, je parais tout au plus 33 ans. Je pris part à un concours et je gagnai le premier prix de 10.000 francs.

Nous vous garantissons contre 100.000 francs que les Crèmes Tokalon, aliments pour la peau, contiennent les éléments nutritifs extrêmement nourrissants et spécialement préparés (crème fraîche et huile d'olive prédigérées, jaunes d'œufs émulsionnés, extraits végétaux, etc.), qui, au dire des grands spécialistes de beauté, sont nécessaires à la peau pour qu'elle conserve sa jeunesse, sa fraîcheur et qu'elle de mété, sans la moindre ride. Appliquez l'aliment pour la peau, couleur rose, le soir avant de vous coucher ; et l'aliment pour la peau,



Les lectrices qui désirent paraître jeunes devraient essayer cette recette employée par Madame Guilhaudin.

couleur blanche, non gras, le matin. Si vous les employez de cette manière, nous vous garantissons le succès dans tous les cas, sinon votre argent vous sera remboursé. Il ne faut pas confondre les Crèmes Tokalon, aliments pour la Peau, avec les crèmes de toilette ordinaires, qui ne contiennent pas d'éléments nutritifs.

sim-

plement de se multi-

plier, tandis que les cellules additionnées de cosmétique continuent de croître, bien qu'à un rythme inférieur de moitié à celui des cellules témoins. Et Clarins de conclure que «les métabolismes énergétiques de la cellule sont totalement préservés des effets polluants des oxydes de carbone, gaz d'échappements, nicotine et goudrons». C'est aller un peu vite en besogne ! Si l'on s'en tient au test, le métabolisme d'une cellule traitée n'est qu'à moitié préservé. Mais ce test fait *in vitro* ne nous renseigne pas sur ce qui se passe dans la réalité.

La peau est d'ailleurs rarement confrontée à une pollution aussi sévère. Pourquoi ne pas avoir soumis les cellules aux conditions de la vie urbaine ? Réponse de Lionel de Benetti, directeur de la recherche chez Clarins : «A des taux normaux, nos cultures de cellules ne semblent pas réagir. On est obligé d'augmenter les taux de pollution pour avoir une réponse mesurable.» Mais alors, comment savoir si la pollution urbaine atteint des taux suffisants pour perturber la croissance de nos propres cellules ? Pour l'affirmer, les chercheurs de Clarins se fondent sur les observations d'un dermatologue exerçant à Mexico - ville polluée s'il en est - et dont

Déjà en 1929, on utilisait des arguments "scientifiques" pour vanter les mérites des produits de beauté !

les pa-

tients se plaignent souvent d'irritations de la peau. Pourtant, Lionel de Benetti lui-même reconnaît qu'aucune étude, à sa connaissance, n'a été faite dans ce domaine. Rien non plus n'a été publié, ni à Mexico ni ailleurs, sur les dégâts causés à la peau par les particules métalliques présentes dans l'air des villes. Or, la seconde propriété revendiquée par Clarins pour son fluide concerne précisément la neutralisation de ces particules. Même si elle semble bien avoir été démontrée par la marque, difficile de dire pour l'instant si cette propriété offre un réel intérêt...

L'heure est à la chrono-cosmétologie, aux molécules-réservoirs qui larguent progressivement les principes actifs qu'elles emprisonnent comme chez Messager, de Galénic. On utilise pour cela des microbilles de polymères qui encapsulent une molécule hydrophile active. L'avantage est multiple : l'action du produit de soin se prolonge dans le temps. La peau ne reçoit pas instantanément toute la dose d'actifs, ce qui limite les risques d'irritation. Les actifs sont isolés de l'excipient, de l'oxygène, des enzymes et des bactéries, ce qui permet d'utiliser moins de conservateurs. L'idéal serait de poursuivre les recherches dans cette voie pour obtenir des cosmétiques capables de délivrer à la peau en temps voulu la quantité exacte d'actifs dont elle a besoin.

Isabelle Bourdial



Serge KNAUSS
Directeur des recherches
au Centre Européen de Recherche
pour l'Efficacité Personnelle
«En tant que professeur, j'affirme
et je répète souvent à mes
élèves que réussir ses études
n'est pas une question de don
mais de méthode.»

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 avec 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 livret guide “Comment réussir tous vos examens”. Ce guide vous montrera qu'il existe des techniques qui permettent :

1. D'étudier plus efficacement en travaillant moins.
2. D'assimiler plus vite et plus facilement toutes les matières ardues.
3. De multiplier par 2, 3 voire 4 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 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. Le guide d'information que vous offre ici le CEREP (Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle) vous fera découvrir toutes les techniques contenues dans la Méthode “Comment réussir vos examens et vos études”. La Méthode du CEREP - véritable guide du succès - révèle votre potentiel de réussite et enclenche cette dynamique du succès qui donne des résultats étonnantes (et attestés !).

Pour recevoir gratuitement votre exemplaire du guide d'information, remplissez et renvoyez l'original du bon ci-dessous, en joignant 3 timbres (lettre) pour participation aux frais.

***IMPORTANT:** Les 700 premières demandes seront servies dans leur ordre d'arrivée, les suivantes le seront dans la limite des stocks disponibles.

**C.E.R.E.P. -3H1- 71, rue Etienne Dolet
94145 Alfortville Cedex.**



Depuis plus de
10 ans nous
aidons les
jeunes à réussir

Belgique: DEMA
Lapai du Cendre, 40120 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”. Joindre 3 timbres (lettre) pour participation aux frais.

M. Mme Mlle Age:

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

Découpez et renvoyez ce bon à :

C.E.R.E.P., 71, rue Etienne Dolet

94145 Alfortville Cedex

3H1

PAR MARC MENNESSIER

LA GRAPHOLOGIE EN PROCÈS

Ailleurs dédaignée, la graphologie fait un tabac en France.

Plus de 90 % de nos entreprises y font appel pour recruter. Quelle est cependant la pertinence de cette "science" ? Pertinence ? Justement :

une nouvelle loi exige que les techniques d'évaluation des candidatures se conforment à ce critère. L'usage par une entreprise d'une méthode non "pertinente" peut désormais légitimer une action en justice. Eh bien, voilà qui est fait ! *Science & Vie* décrit en exclusivité le premier procès jamais intenté pour usage de la graphologie par une entreprise.

Bernard B. a 49 ans, un âge où, par les temps qui courent, il ne fait pas bon être au chômage. Après bien des recherches infructueuses, ce cadre supérieur, qui capitalise vingt-cinq ans d'expérience professionnelle, se retrouve enfin sur le point de décrocher un poste de responsable informatique dans une entreprise. Du moins l'espère-t-il. Car après avoir passé avec succès toute une série d'entretiens, Bernard B. voit finalement sa candidature écartée. Motif invoqué par les responsables de l'entreprise : son analyse graphologique n'est pas satisfaisante...

Cette dernière, dont il réussit à se procurer le texte (*voir document page ci-contre*), lui apprend que sa rigueur est très bonne, presque trop bonne, c'est-à-dire qu'elle contient des éléments de rigidité... S'agissant de la «qualité de son jugement», il est écrit qu'il «ne laisse rien au hasard, à la subjectivité, dont il se méfie énormément». Le graphologue qui a découvert toutes ces subtilités dans l'écriture manuscrite de Bernard B. révèle que cette «subjectivité» peut aussi se «venger» de temps en temps... Bernard B. et ses futurs employeurs sont prévenus ! D'autant que la suite n'est guère élogieuse. Notre infortuné candidat est en fait quelqu'un d'assez calculateur quand il

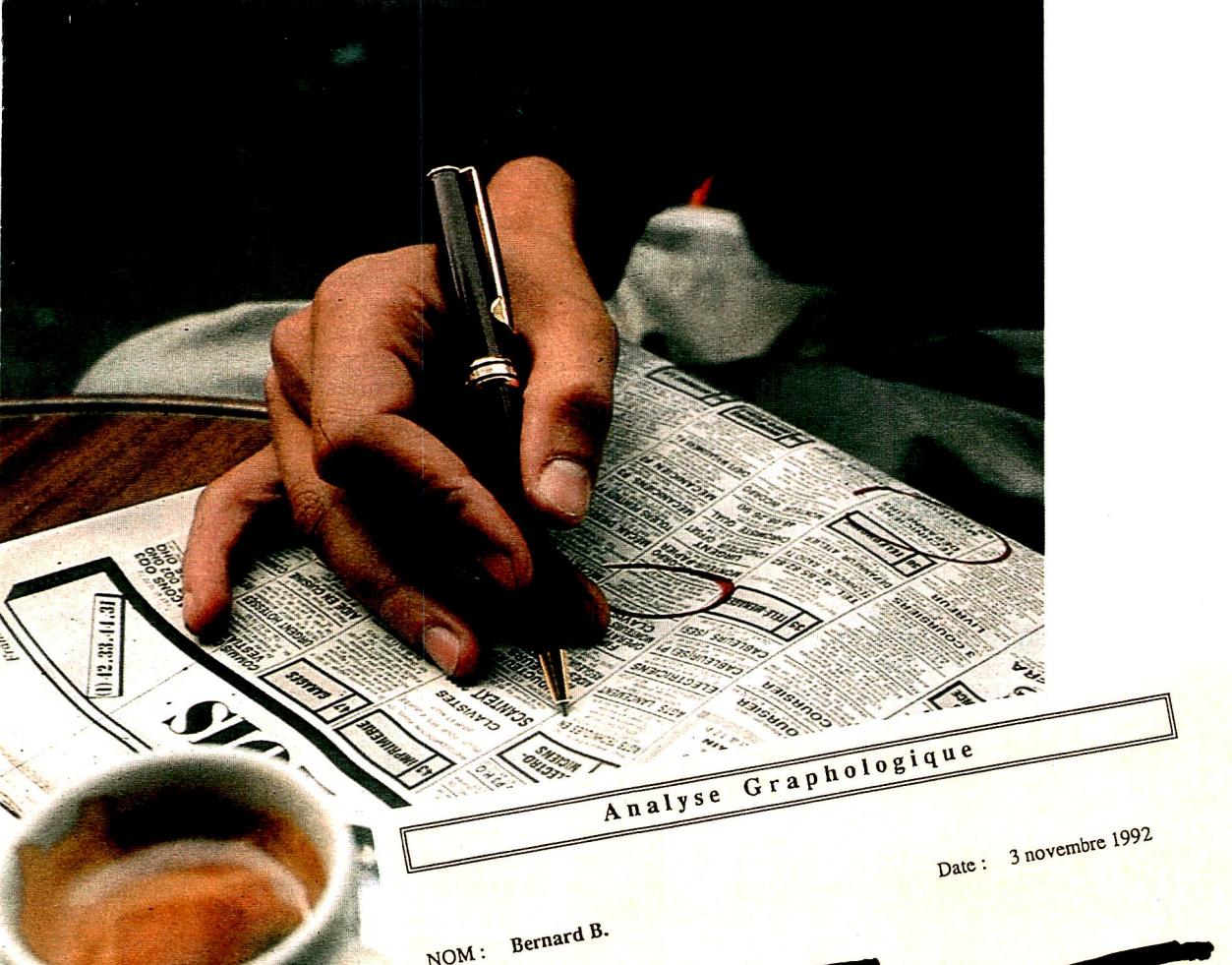


s'agit de ses intérêts», «il admet peu d'avoir tort», «il justifie beaucoup ses échecs si tant est qu'il en parle», «il est à la fois orgueilleux et modeste [sic] : il ne cherche pas à se mettre en avant, mais est terriblement susceptible, si jamais on le court-circuite», «il est beaucoup plus dévoué que vraiment généreux», mais au fond, «il est très policé dans ses relations», sauf que, «on ne sait pas toujours bien ce qu'il pense, il se réfugie un peu derrière ce qu'il faut penser [re-sic].»

Bernard B. est effaré : c'est donc sur la foi de pareilles billevesées que sa candidature a été repoussée ! A aucun moment le graphologue n'apporte la moindre démonstration ni le plus petit début de preuve de ce qu'il affirme. En outre, Bernard B. ne trouve aucune

«Envoyer CV plus lettre manuscrite»

La graphologie est la deuxième méthode de recrutement utilisée en France. Après avoir répondu à une offre d'emploi, Bernard B., 49 ans, a été prié de retourner pointer à l'ANPE : un graphologue a «lu» dans son écriture qu'il était «à la fois orgueilleux et modeste», «anxieux» et «terriblement susceptible» (documents ci-contre)... A tel point que cet ingénieur en informatique a décidé, avec la complicité de *Science & Vie*, de porter plainte en justice !



Date : 3 novembre 1992

NOM : Bernard B.

AGE : 49 ans

Analyse Graphologique

Bernard B.

Sté : [REDACTED]

POSTE : Responsable d'application informatique

VIE RELATIONNELLE

• Solidité de la personnalité :
Bernard B. semble assez s'être construit à la force du poing. A la fois orgueilleux et modeste. Il ne cherche pas à se mettre en avant, mais est terriblement susceptible si jamais on le "court-circuite". Anxieux mais cependant posé sachant beaucoup se contrôler.

Synthèse de vos écritures à

A l'attention de M^{me} [REDACTED]

• Esprit d'équipe - Ascendant :
Esprit d'équipe par devoir, par souci de se faire bien voir. Beaucoup plus dévoué que vraiment généreux. S'il fait quelque chose, il attend en retour des gratifications, une reconnaissance personnelle, une estime exprimée.

• Goût des contacts - Aisance sociale :

Bernard B. est très polié dans ses relations, respectant "les bonnes manières". Son comportement peut être assez formaliste, on ne sait pas toujours bien, au fond, ce qu'il pense, il se réfugie un peu derrière ce qu'il "faut penser".

Les écritures que j'ai eu successivement avec M^{me} [REDACTED] et M^{me} [REDACTED] m'ont permis à la fois de initier le poste de responsable d'application que vous créez et d'y courir - dire les factions.

relation entre ce portrait très romancé (et au demeurant fort peu ressemblant) qui est fait de sa personne et sa capacité à exercer le poste qu'il convoitait.

Bernard B. qui, vu son âge, désespère de jamais retrouver un emploi équivalent, s'estime gravement lésé. N'ayant plus grand-chose à perdre, il contacte son avocat et décide de porter plainte contre l'entreprise qui a rejeté sa candidature, en invoquant la toute récente loi «relative au recrutement et aux libertés individuelles» et publiée au *Journal officiel* du 1^{er} janvier 1993.

Ce texte, qui a été adopté à une très large majorité, fait suite au fameux rapport sur «les libertés publiques et l'emploi» remis début 1992 à Martine Aubry, ministre du Travail, de l'Emploi et de la Formation professionnelle, par Gérard Lyon-Caen, professeur de droit émérite à l'université Paris I.

C'est que le cas – tout à fait authentique – de Bernard B. est malheureusement loin d'être isolé. A l'heure où la France approche, ou dépasse, le cap des trois millions de chômeurs, le rapport Lyon-Caen, que nous avons déjà commenté dans *Science & Vie* (1), met le doigt sur les conditions déplorables, pour ne pas dire scandaleuses, dans lesquelles le recrutement s'effectue aujourd'hui dans notre pays.

Selon le rapporteur, «un écart considérable» existe entre les pratiques de sélection, «qui sont grossièrement les mêmes depuis les années 1920, et ce qu'exigerait la stricte mise en œuvre de l'état des connaissances actuelles dans le domaine de la psychologie du travail.

Les méthodes irrationnelles et dénuées de tout fon-

dément scientifique qui prolifèrent aujourd'hui, telles que l'astrologie, la numérologie, la morphopsychologie (2) ou encore l'hématologie (étude de la personnalité à partir du groupe sanguin !), sont de plus en plus contestées. Selon une enquête réalisée en 1988 et 1989 par Marilou Bruchon-Schweitzer et Dominique Ferrieux, respectivement professeur de psychologie à l'université de Bordeaux II et psychologue diplômé de l'université Paris V, 25 % des cabinets-conseils en recrutement ont recours à ces méthodes indignes d'un pays civilisé comme le nôtre (3) !

La graphologie, dont Bernard B. vient d'être victime, et dont la validité scientifique paraît, elle aussi, plus que douteuse, n'est pas en reste. Bien au contraire : la même enquête révèle que 93 % des entreprises françaises, y compris les plus grandes, l'utilisent pour sélectionner leurs candidats à l'embauche, dont 55 % de façon systématique ! Après l'entretien, elle est la deuxième méthode de sélection utilisée en France. Nous verrons plus loin qu'il s'agit d'un record mondial.

Deux points importants ont retenu l'attention de Bernard B. dans la nouvelle loi qui vient d'entrer en application :

● *primo*, «le candidat à un emploi doit être expressément informé, préalablement à leur mise en œuvre, des méthodes et techniques d'aide au recrutement utilisées à son égard.» Bernard B. réalise alors que l'analyse graphologique qu'il a subie a été réalisée à son insu. Certes, il a, comme des millions de Français, envoyé une lettre de motivation manuscrite, ce qui

semble aujourd'hui devenu la règle dans notre pays. Mais à aucun moment l'employeur ne lui a précisé que son écriture serait passée au crible par un graphologue...

● *secundo*, «les méthodes et techniques d'aide au recrutement des candidats à un emploi doivent être

(1) Voir *Science & Vie* n° 900, p. 102.

(2) La morphopsychologie prétend déduire la personnalité d'un individu, non plus à partir des traits de son écriture, mais des formes de son corps et de son visage. Gare au délit de sale g... !

(3) «Les méthodes d'évaluation du personnel utilisées pour le recrutement en France», Marilou Bruchon-Schweitzer et Dominique Ferrieux, *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 1991, 20, n° 1.

FICTIF DANS LA FORME, RÉEL SUR LE FOND

Ce procès de la graphologie, mis en scène par *Science & Vie*, n'est pas une pure fiction, loin s'en faut.

● **Le plaignant, Bernard B., existe bel et bien.** Les citations extraites de l'analyse graphologique qui a contribué à l'écartier d'un poste crucial pour la suite de sa carrière professionnelle sont authentiques, comme l'atteste le document que nous publions en page 67. Malheureusement pour Bernard B., ces faits étant antérieurs à la loi du 1^{er} janvier 1993 et celle-ci n'étant pas rétroactive, tout recours en justice lui est aujourd'hui impossible. *Science & Vie* a toutefois décidé de passer outre en imagi-

nant que Bernard B. pouvait intenter ce procès imaginaire qui est, en définitive, le compte rendu de la longue enquête que nous avons menée sur le sujet.

● **Mme Jeanne Laplume** est en revanche un personnage bâti de toutes pièces. Toute ressemblance avec le (ou la) graphologue qui a tracé le portrait de Bernard B., et dont nous ignorons d'ailleurs l'identité, serait donc totalement fortuite.

Les propos mis dans la bouche de Mme Laplume sont de la plus haute authenticité. Ils résument le contenu des entretiens que nous avons eus avec les nombreux graphologues, et non des

moindres, rencontrés au cours de notre enquête. La même remarque vaut pour les trois autres personnages fictifs (le président du tribunal et les avocats) et, bien entendu, pour toutes les personnes, bien réelles cette fois, que nous faisons intervenir à titre de «témoin» ou d'«expert» : les Prs Marilou Bruchon-Schweitzer, Claude Lévy-Leboyer, Yves Coppey, Jean Dausset, Georges Serratrice ; Mme Jacqueline de Romilly et M. Roger Perron.

En fin de compte, à part le fait qu'un tel procès ne s'est encore jamais tenu, tout dans cet article est vrai, de la première à la dernière ligne !

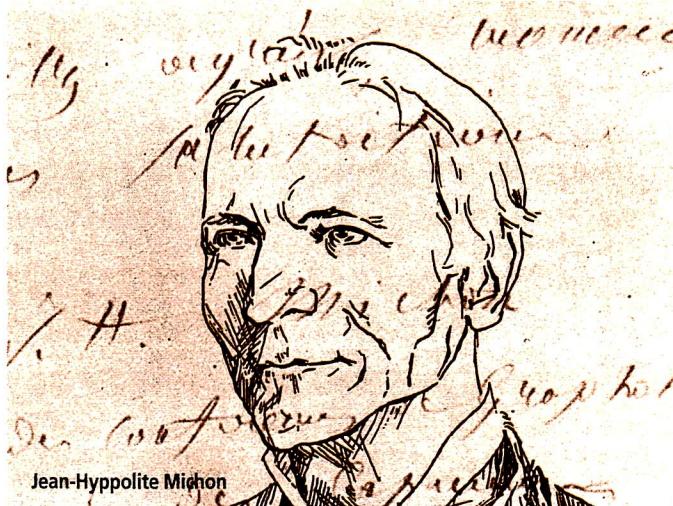
pertinentes au regard de la finalité poursuivie».

Voilà bien le fond du problème : la graphologie est-elle, comme la loi désormais l'exige, pertinente pour juger de la réussite professionnelle future d'un individu ? Ce qui soulève aussitôt de nouvelles questions : sur quelles bases scientifiques la graphologie repose-t-elle ? Peut-on valablement décrire la personnalité d'un individu en se fondant sur l'étude de son écriture manuscrite comme le prétendent les graphologues ? Enfin, la carrière professionnelle de millions de personnes peut-elle être déterminée ou influencée, même de façon partielle, par une méthode dont la validité est contestée ?

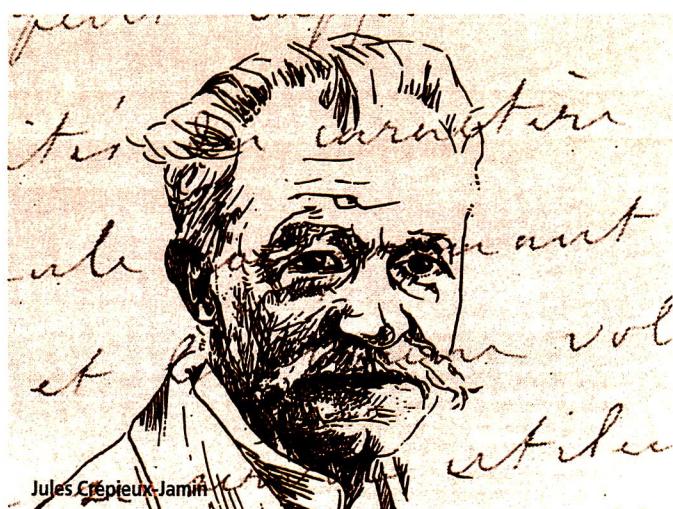
Comme l'a écrit Gérard Lyon-Caen dans son rapport, d'évaluateur (c'est-à-dire l'entreprise ou le cabinet-conseil qui procède au recrutement) est comparable envers celui qu'il évalue de la rectitude scientifique des procédés qu'il utilise. S'il ne veut pas voir l'entreprise qui a fait appel à lui condamnée par le tribunal, le graphologue qui a fait le portrait de Bernard B. va donc devoir répondre à ces trois questions. **L'affaire est sérieuse : il y a potentiellement des centaines, peut-être des milliers de Bernard B.** qui sont prêts à suivre son exemple. De quoi dissuader pour de bon les recruteurs de tout poil de faire appel aux services des graphologues... Ce qui, pour ces derniers, déjà durement éprouvés par la crise de l'emploi, serait une catastrophe : les trois quarts au moins des graphologues sont "spécialisés" dans le recrutement, les consultations "privées" (bilans psychologiques, conseils moraux, relations de couple, etc...) ne représentant qu'une part marginale de leur activité !

Plus que celui de l'entreprise qui a refusé la candidature de Bernard B., c'est bien ici du procès de la graphologie qu'il s'agit, et *Science & Vie* a décidé de le mettre en scène pour ses lecteurs : suspense, rebondissements et vibrants plaidoyers assurés (voir encadré page ci-contre).

Le graphologue qui a dressé le portrait litigieux de Bernard B. est, il convient de le préciser, une femme. Une enquête réalisée en 1991 par le Groupement des graphologues-conseils de France (GGCF, voir encadré p. 70), auprès de 153 de ses 221 membres-titulaires, a révélé ce fait très étrange : 95 % des membres de cette association très représentative de la profession sont des femmes et plus de la moitié de ces dernières se situent dans la tranche d'âge des 50-64 ans. Pourquoi la graphologie suscite-t-elle si peu de vocations masculines ? Mystère... En tout cas, ce n'est pas pour répondre à cette question que Mme Jeanne Laplume, qui a la lourde charge de défendre les intérêts de l'ensemble de sa profession, a été citée à comparaître devant le Tribunal.



Jean-Hippolyte Michon



Jules Crépieux-Jamin

L'écriture révèle la personnalité

C'est sur ce postulat que repose la graphologie, discipline fondée, il y a plus d'un siècle, par l'abbé Jean-Hippolyte Michon et Jules Crépieux-Jamin. Mais cette affirmation et les hypothèses qui en découlent n'ont jamais été démontrées depuis.

Après lui avoir demandé de décliner ses nom, prénoms, âge, qualité, profession et de jurer de dire «toute la vérité, rien que la vérité», le président l'invite à expliquer ce qu'est la graphologie, ses origines, ses fondements et les conditions dans lesquelles elle s'exerce aujourd'hui en France.

«Toute écriture, comme tout langage, est l'immédiate manifestation de l'être intime intellectuel et moral» : c'est par cette citation de Jean-Hippolyte Michon – prêtre de son état et auteur, en 1871, du premier véritable traité de graphologie – que Jeanne Laplume commence sa déposition. Cette phrase illustre bien le postulat sur lequel repose ce qu'elle nomme la «science des écritures» ; expression qui provoque un murmure dans l'assistance. Déjà en 1622, un «savant

professeur et philosophe» italien, du nom de Camillo Baldo, s'était intéressé au sujet en publiant un livre, dont Jean-Hippolyte Michon s'est inspiré et dont le titre, *Du moyen de connaître les mœurs et les qualités d'un écrivain d'après ses lettres missives*, résume bien la pensée et les ambitions de l'auteur.

La graphologie repose donc sur le principe que tout être humain se projette dans son écriture.

Cette dernière est par conséquent le reflet de sa personnalité. Pour mieux appuyer sa démonstration, Jeanne Laplume fait remarquer au Tribunal que «pas une seule écriture ne ressemble à une autre ; chaque individu a la sienne propre».

Dès lors, il suffit de savoir classer et interpréter les signes contenus dans un manuscrit pour être à même de déceler les principaux traits de caractère du scripteur, son dynamisme, ses qualités intellectuelles, sa sociabilité, ses bons ou ses mauvais penchants, etc.

C'est ce qu'a fait, en reprenant et en améliorant les travaux de Jean-Hippolyte Michon, l'homme que Jeanne Laplume décrit comme le «fondateur de la graphologie moderne» : Jules Crépieux-Jamin. Dans ses deux principaux ouvrages, *l'Ecriture et le Caractère* publié en 1888 [et réédité seize fois depuis (*) !] et surtout *l'ABC de la graphologie* publié en 1930, cet «observateur génial, doué d'une intuition hors du commun», selon l'expression de Mme Laplume, a défini 176 espèces ou types d'écriture (grande, étalée, moirée, anguleuse, pâteuse, penchée, etc.) qu'il a classées en sept genres. Ces sept grands critères de classification sont la pression que le scripteur imprime sur le papier au moyen de son instrument, la forme des lettres, leur dimension, leur direction (ainsi que celle des lignes), la présentation (interligne, marge, mise en page...), la continuité (liaison entre les lettres...) et enfin la vitesse du geste scriptural. Cependant, l'écriture ayant évolué

GRAPHOLOGUES : LA GUERRE DES CLOCHE

«**C**harlatans», «boîte à fric», «escrocs» : les graphologues ne se font généralement pas beaucoup prier pour dire des gentillesses à propos des collègues qui appartiennent à une autre obédience que la leur. Il est bien difficile, pour quelqu'un d'extérieur aux conflits qui divisent ce petit monde en une kyrielle de «chapelles» très cloisonnées, de savoir si ces initiés sont dues à des divergences de fond sur la graphologie ou à de simples querelles de personnes...

Néanmoins, l'association la plus représentative est sans conteste la Société française de graphologie (SFDG). Crée en 1871 par Jean-Hippolyte Michon, fondateur de la graphologie, elle revendique aujourd'hui 10 000 membres qui n'exercent pas tous, loin s'en faut, la profession de graphologue.

Depuis vingt ans, la SFDG délivre un diplôme de graphologie qui se prépare en trois ans en suivant des cours du soir. Les lauréats, et eux seuls, peuvent ensuite préparer, en deux ans, le diplôme du Groupement des graphologues-conseils de France (GGCF). Cette structure, qui est une émanation de la SFDG,

n'a été fondée qu'en 1946 (soit soixante-quinze ans après la société-mère) dans le but de défendre les intérêts des premiers graphologues professionnels. Comme le précise Jacqueline Peugeot, présidente de la SFDG : «Auparavant les pionniers de la graphologie n'en faisaient pas un métier»...

Il y aurait aujourd'hui 1 200 diplômés de l'école de la SFDG. Quant au GGCF, il comptait 221 membres titulaires en 1991. Le diplôme délivré par ce dernier a été homologué en 1978 par le ministère du Travail : une reconnaissance officielle que les graphologues de cette mouvance ne perdent pas une occasion de brandir, comme s'il s'agissait d'une preuve quasi scientifique de la validité de leur travail !

En fait, en creusant un peu, on s'aperçoit que la formation proposée par le GGCF se résume à huit séminaires d'une journée par an. Ce qui, sur deux années, représente environ 128 heures de cours. Si l'on ajoute les trois années passées préalablement à l'école de la SFDG, à raison de deux heures de cours du soir par semaine (moins les congés scolaires), on découvre que la durée totale de l'enseignement sur

cinq ans ne dépasse pas 365 heures. Soit neuf semaines d'études à raison de 40 heures de cours hebdomadaires !

Ensuite, ce fameux diplôme n'a pas été reconnu par le ministère de l'Education nationale, mais par celui du Travail, lequel applique des critères d'homologation beaucoup plus souples. Ces derniers vont d'ailleurs être «redéfinis» sur la base de recommandations formulées dans un audit que l'Inspection générale des affaires sociales (IGAS) vient de remettre à Martine Aubry, ministre du Travail. Par ailleurs, depuis janvier 1992, les homologations des diplômes ne sont plus délivrées à vie, comme par le passé, mais font l'objet d'une révision triennale systématique. Le plus cruel est que cette mesure a un effet rétro-actif : on tremble à l'idée que le diplôme du GGCF puisse être rayé de la (longue) liste des 2 868 autres titres reconnus par le ministère du Travail. Surtout si les membres de la commission d'homologation plongent, entre-temps, le nez dans notre article...

En dehors de la SFDG et du GGCF qui constituent à eux deux, et de loin, la plus impor-

tante chapelle de la graphologie française, on trouve la Fédération nationale des graphologues professionnels (FNGP). Fondée en 1980 pour «regrouper» des associations de graphologie diverses et variées, elle ne «fédère» au bout du compte que... 80 membres titulaires.

A peine moins groupusculaire, le Syndicat national des graphologues professionnels, baptisé depuis peu Syndicat européen, revendique 140 membres en France. Cette association est présidée par Bertram Durand qui dirige également le Centre national de psycho-graphologie (CNPG), à ne pas confondre avec l'Ecole de psycho-graphologie (EPG) où l'enseignement aussi la... morphopsychologie (*). Apparemment très influent, Bertram Durand a été, jusqu'à fin 1992, vice-président de la Chambre syndicale nationale des conseils en recrutement...

Enfin, notre liste, qui n'est sûrement pas exhaustive, exclut tous les graphologues – impossible de savoir combien ils sont ! – qui n'appartiennent à aucune de ces chapelles et travaillent en francs-tireurs...

(*) Voir notes 2 et 18 de l'article, respectivement p. 68 et 82.

depuis l'époque de Crépieux-Jamin – notamment depuis l'apparition du stylo à bille et du feutre –, certaines espèces sont tombées en désuétude et les graphologues en ont défini de nouvelles. Jeanne Laplume avance dans la foulée que «cette classification est très utilisée par les graphologues experts en écritures auprès des tribunaux».

Cette formulation est aussitôt vivement contestée par l'avocat de Bernard B., qui précise que «l'expertise des écritures dans le domaine judiciaire n'a rien à voir avec la graphologie». Pour mettre un terme à une confusion, selon lui savamment entretenue par les graphologues, il engage le Tribunal (et nos lecteurs) à se reporter à l'*encadré p. 72*.

Après avoir pris bonne note de cette remarque, le président engage Mme Laplume à poursuivre sa déposition. Ce qu'elle fait en expliquant que, par rapport à l'abbé Michon qui donnait une signification psychologique précise à chaque signe, Crépieux-Jamin a introduit la notion de relativité des espèces... Le Darwin de la graphologie a montré qu'elles interfèrent entre elles et peuvent prendre une ou plusieurs significations : «Par exemple, le fait qu'une écriture soit grande est un élément qui ne doit pas être interprété isolément, même si ce trait traduit généralement une accentuation du sentiment de soi, un besoin d'expansion, un goût à s'extérioriser», explique Jeanne Laplume en se référant au *Manuel de graphologie* (4) utilisé pour la formation des élèves de l'école de la Société française de graphologie (SFDG, voir *encadré page ci-contre*). «La signification psychologique qu'il convient de donner à une écriture grande dépend donc aussi de la forme des lettres, de l'interlignage, de l'ordonnance du manuscrit, etc. Il faut éviter les jugements trop hâtifs.»

Lorsqu'on lui confie un spécimen d'écriture – un texte d'une dizaine de lignes plus la signature de l'auteur suffisent – le graphologue doit d'abord faire appel à son sens de l'observation : qualité indispensable qui doit lui permettre d'identifier et de hiérarchiser, dans l'ordre de leur importance, les différentes espèces graphiques qui caractérisent le manuscrit. Ce n'est qu'après cette étape qu'il peut formuler son diagnostic. Pour cela, il doit connaître l'âge et le sexe du scripteur, les caractéristiques de l'écriture variant en fonction de ces deux paramètres. «En définitive, résume l'intervenante, un bon graphologue doit avoir des dons d'intuition certains et un sens aigu de l'observation, qualités qui, il est vrai, ne sont pas données à tout le monde.»



Si votre enfant a du mal à écrire...

Des méthodes de rééducation sérieuses, fondées sur la graphométrie et non sur la graphologie, ont été mises au point pour venir en aide aux enfants souffrant de dysgraphie. Des recherches importantes sont réalisées dans ce domaine au centre hospitalier Sainte-Anne à Paris.

A ce propos, Jeanne Laplume déplore que le titre de graphologue ne soit pas protégé. N'importe qui pouvant s'autoproclamer graphologue, elle estime que cette situation nuit gravement à l'image de sa profession, qu'elle juge par ailleurs «constituée, dans l'ensemble, de gens compétents, sérieux et honnêtes».

Le président, qui a écouté avec beaucoup d'attention les explications de Jeanne Laplume, lui fait remarquer que ces qualités, si elles sont nécessaires, ne sont toutefois pas suffisantes pour prouver le caractère scientifique ou la validité des méthodes employées par les graphologues. Ce à quoi Jeanne Laplume répond que la graphologie n'est certes pas une science exacte comme la physique ou les mathématiques (sourires dans l'assistance), mais une science humaine qui se fonde sur des critères objectifs et qui a acquis, après plus d'un siècle d'existence, une méthodologie éprouvée (brouhaha et éclats de voix), comme en témoigne le formidable succès qu'elle rencontre auprès des entreprises...

...«Françaises» interrompt l'accusation. L'avocat de Bernard B. brandit un numéro récent de la *Revue européenne de psychologie appliquée*, consacré aux «Pratiques de recrutement en Europe» (5). La France y fait figure d'exception. Le document, réalisé sous la direction de Mme Claude Lévy-Leboyer, professeur de psychologie à l'université Paris V et présidente de l'Association internationale de psychologie appliquée, révèle qu'après avoir connu un certain engouement

(4) La dernière édition a été publiée en 1992 aux Presses universitaires de France, 441 p., 198 F.

(5) *Manuel de graphologie*, Jacqueline Peugeot, Arlette Lombard, Madeleine de Noblens, Masson, 1990, 350 p.

(6) Editions du Centre de psychologie appliquée, Paris, volume 41, n° 1, 1991.

ment par le passé, la graphologie n'est pratiquement plus utilisée en Allemagne : sa validité est contestée et les demandeurs d'emploi refusent majoritairement de s'y soumettre.

La situation semble plus désespérée encore aux Pays-Bas. L'avocat de Bernard B. note qu'en 1977, une commission d'enquête, instaurée par le gouvernement néerlandais, a déconseillé l'utilisation de la graphologie comme méthode de recrutement pour cause, là aussi, de manque de validité scientifique et d'ingérence dans la vie privée. Résultat : deux enquêtes réalisées dix ans plus tard, et publiées dans l'étude citée plus haut, montrent que 3 % seulement des cabinets de recrutement (contre 97 % en France !) et de 7 à 8 % des entreprises de ce pays ont recours à la graphologie... Au Royaume-Uni et en Norvège, cette méthode n'intervient respectivement que dans 2,9 % et 2 % des procédures d'embauche. En Espagne, les auteurs de l'étude notent, non sans ironie, que la graphologie n'apparaît que «de temps en temps» dans les petites annonces, «surtout lorsqu'il s'agit de cabinets de consultants» ou... «d'entreprises françaises». En Europe, finalement, seuls les Belges et les Italiens s'adonnent, mais de façon marginale, à cet art controversé.

Aux Etats-Unis et au Canada, la graphologie est à ce point ignorée qu'il est d'usage de répondre à une offre d'emploi par une lettre dactylographiée. Par ailleurs, ni les Asiatiques, ni les Arabes, dont l'écriture est pourtant plus graphique – et donc *a priori* plus expressive que la nôtre - n'ont développé de recherche sérieuse dans le domaine graphologique. Seule excep-

tion notable : Israël, où une école de graphologie originale s'est développée à partir de l'écriture hébraïque.

Citant une expression employée par Gérard Lyon-Caen dans son fameux rapport, l'avocat de Bernard B. conclut en constatant que «la graphologie est une passion française» et qu'«il ne s'agit pas, vraiment, d'un motif de fierté nationale !» (murmures dans l'assistance).

Après avoir réussi à rétablir le silence, le président demande à Mme Laplume, quelque peu ébranlée par ce qu'elle vient d'entendre et qu'elle paraissait étrangement ignorer, de préciser exactement le type de prestations que les graphologues français (puisque il s'agit essentiellement d'eux !) fournissent dans le domaine du recrutement.

Jeanne Laplume explique que les graphologues sont surtout consultés pour l'embauche des techniciens et des cadres (moyens et supérieurs). D'après les chiffres du GGCF, ces catégories de salariés représentent respectivement 83 % et 72 % des vaccinations de ses adhérents. Les interventions s'effectuent surtout à deux niveaux : le tri rapide des candidatures et l'examen approfondi. Le premier cas, de plus en plus fréquent du fait de l'augmentation dramatique du chômage, se produit lorsqu'une entreprise reçoit plusieurs dizaines – voire plusieurs centaines – de candidatures pour un seul poste à pourvoir. Comme il est impossible de recevoir individuellement chaque postulant à un entretien, le graphologue se charge alors de sélectionner une dizaine de candidats, à partir d'une analyse rapide de leur lettre de motivation et de leur curriculum vitae.

«Dans le second cas, notre rôle s'apparente à celui d'un conseil d'expert, précise-t-elle. L'embauche d'un candidat est du ressort et de la responsabilité de l'entreprise. L'analyse graphologique ne joue qu'un rôle d'appoint et ne peut ni ne doit emporter à elle seule la décision.»

Le président du tribunal, qui a justement entre les mains l'enquête du GGCF, lit qu'outre le «tri rapide» et l'examen approfondi «avec ou sans entretien», les graphologues de cette prestigieuse association pratiquent également «l'avis téléphonique» (!) et la «maîtrise d'un recrutement

EXPERTISE EN ÉCRITURES ET GRAPHOLOGIE

Certes, l'expertise judiciaire en écritures n'est pas une technique infaillible : de l'affaire Dreyfus à l'authentification des faux carnets d'Hitler en passant par l'affaire Grégory, elle traîne derrière elle de très grosses casseroles.

Mais, contrairement aux graphologues, les experts sont tenus de donner des réponses claires à des questions précises : telle pièce est-elle ou non un faux ? Si oui, qui en est l'auteur ? Certains documents manuscrits (testament, par exemple) ont-ils subi des transformations ?, etc.

Ensuite, «quelle que soit la conclusion du rapport, celle-ci doit obligatoirement s'appuyer

sur une démonstration rédigée clairement de façon à être accessible à tous et à pouvoir donner lieu, si elle est contestée, à une contre-expertise», explique Alain Buquet, expert agréé par la Cour de cassation (1). Enfin, alors que la graphologie est restée très statique, les méthodes d'expertise ont considérablement évolué en vingt ans, faisant appel à des techniques de plus en plus sophistiquées (comparateur vidéo-spectral, microscope stéréoscopique, logiciels informatiques...). Ce qui a contribué à améliorer la fiabilité de cette discipline.

Les experts en écritures sont généralement recrutés dans les

milieux universitaires, à l'Ecole des Chartes (archivistes paléographes) et chez... les graphologues qui jouent ainsi sur les deux tableaux. D'où une confusion regrettable, dénoncée par Alain Buquet (lui-même ancien graphologue...) : «Le public pense que le graphologue peut s'improviser expert en écritures et que l'expert en écritures est forcément graphologue.» Or, ces deux domaines, «bien que s'appuyant sur l'examen des graphismes, sont étrangers l'un à l'autre».

(1) Alain Buquet est l'auteur de deux ouvrages : *l'Expertise en écritures* – publié aux Presses du CNRS, 1991, 300 p., 140 F – et *l'Expertise des écritures manuscrites* – Masson, 1991, 155 p.

complet». Plus de 60 % des graphologues interrogés ayant déclaré ne jamais pratiquer ce dernier type de prestation, cela semble signifier, *a contrario*, que près de 40 % d'entre eux acceptent d'avoir plus qu'un avis "consultatif" sur certaines décisions d'embauche. Ce comportement, loin d'être marginal, contredit singulièrement les précédentes affirmations de Mme Laplume.

Puis, intrigué par cette notion de "tri rapide", le président demande à cette dernière de préciser à combien elle évalue le temps passé sur chacune des candidatures qu'elle a à trier et si, compte tenu des explications qu'elle a données plus haut, ce temps lui paraît suffisant pour réaliser son "diagnostic" dans de bonnes conditions. Silence visiblement embarrassé de l'intéressée...

... «**Quelques minutes tout au plus, c'est de la graphologie d'abattage !**» s'écrie l'avocat de Bernard B. Réponse alambiquée de Jeanne Laplume : «C'est vrai que pour faire un bon tri, il faudrait beaucoup de temps, mais les cabinets de recrutement et les entreprises sont souvent pressés. Certes, nous pourrions refuser de nous livrer à ce genre d'exercice. Mais nous savons aussi que si nous ne le faisons pas, tous les charlatans (*voir encadré p. 70*) qui usurpent le titre de graphologues se chargeront de le faire à notre place...»

Après avoir fait remarquer à Mme Laplume que les marchands d'armes utilisent le même genre d'arguments pour justifier certaines de leurs transactions, l'avocat de Bernard B. rappelle que le premier tri est une étape fondamentale de la procédure d'embauche ; étape qui ne doit pas être traitée à la légère et qui conditionne, faut-il le redire, l'avenir professionnel d'hommes et de femmes le plus souvent en situation précaire. Et d'expliquer, en citant un ouvrage⁽⁷⁾ de Mme Claude Lévy-Leboyer, que «si cette sélection est mal faite, c'est-à-dire si elle rejette les candidatures les meilleures (...), la qualité des dernières étapes de l'évaluation ne permettra jamais de rattraper les erreurs passées». En clair, l'oiseau rare que l'entreprise recherchait a peut-être disparu à tout jamais dans la pile des CV qui a été confiée au



Les graphologues ne sont pas des experts

Il ne faut pas confondre expertise en écritures auprès des tribunaux et graphologie. La première (ci-dessus) doit donner, en s'appuyant sur des techniques sophistiquées, des réponses claires à des questions précises (authentifier un document, reconnaître un faux, etc.), alors que la seconde se contente d'appréciations subjectives non vérifiables.

graphologue. Lourde responsabilité... qui amène le président à proposer au Tribunal de procéder maintenant à l'examen du principal chef d'accusation : la graphologie est-elle, oui ou non, un moyen pertinent d'évaluer l'aptitude ou l'inaptitude d'un individu à remplir ses fonctions dans un poste et au sein d'une entreprise donnée ? Ce qui induit une question préalable : sur quels critères se baser pour juger de la pertinence d'une méthode d'évaluation ?

Pour répondre à cette question, qui ne s'est encore jamais posée devant un tribunal – le procès intenté par Bernard B. est une première en France – Mme Claude Lévy-Leboyer, justement, a bien voulu venir témoigner en qualité d'expert. Les explications qu'elle donne sont sans ambiguïté.

Pour être pertinente, la graphologie, qui prétend réaliser sur des individus ce que l'on peut comparer à un test de personnalité ou d'aptitude, doit nécessairement posséder les mêmes qualités métriques que celles qui sont imposées aux autres techniques d'évaluation utilisées en psychologie.

La première de ces qualités est la fidélité, c'est-à-dire que le test doit fournir des informations indépendantes de celui qui l'utilise et constantes si on l'emploie plusieurs fois. «Personne n'accepterait de réaliser une mesure avec un mètre qui se dilate à la chaleur», remarque Mme Lévy-Leboyer. «Et un médecin n'adresserait pas sa clientèle à un laboratoire d'analyses qui fournit des indications contradictoires sur le nombre de globules rouges des mêmes prélevements examinés à vingt-quatre heures de distance.»

Claude Lévy-Leboyer explique ensuite qu'un test d'embauche doit avoir une bonne validité prédictive ; qualité que l'on apprécie en mesurant le degré de cor-

(7) *Evaluation du personnel : quelles méthodes choisir ?* Les Editions d'organisation, Paris, 1990, 210 p. (NDLR : cet ouvrage de référence devrait être le livre de chevet de tous les intervenants en gestion des ressources humaines).

relation qui existe entre les résultats dudit test et la description du succès professionnel ultérieur.

Invitée par le président à donner son opinion sur la graphologie, Claude Lévy-Leboyer répond qu'«il est incontestable que des différences existent entre les écritures de tout un chacun. Mais rien, pour l'instant, ne prouve que ces caractéristiques soient révélatrices des traits de la personnalité d'un individu en particulier ou qu'elles aient une quelconque validité prédictive quant à sa réussite professionnelle».

Pour cela, il faudrait tout d'abord établir qu'un même texte, anonyme et ne contenant pas de renseignements en clair sur la personne, peut être interprété de manière identique ou très voisine par une série de graphologues sans contacts entre eux – c'est le critère de fidélité qui vient d'être évoqué. Or, ce n'est pas le cas. Il faudrait ensuite s'assurer, dans la pratique, que le graphologue n'est pas influencé par le contenu

du texte qu'il analyse, ni par des renseignements fournis par ailleurs sur la personne. Or, dans l'immense majorité des cas, le graphologue a devant lui le contenu d'une lettre de candidature et un CV détaillé. En outre, quand il s'agit d'un cadre, il dispose, bien souvent, de renseignements oraux fournis par le cabinet de recrutement. Il est donc difficile de savoir la part qui revient, dans le diagnostic final, à l'analyse du graphisme proprement dit.

Enfin, les graphologues devraient établir un diagnostic précis mettant en relation les aptitudes du candidat et les caractéristiques du poste à pourvoir, et pas une description générale suffisamment vague pour convenir à un grand nombre de cas. Dans la réalité, cette condition n'est, elle non plus, pratiquement jamais satisfaite (murmures sur le banc des accusés).

Comme pour illustrer l'intervention de Mme Lévy-Leboyer, l'avocat de Bernard B. propose alors à la cour de visionner, dans la salle du tribunal, l'émission que l'équipe d'*E=M6* (le magazine scientifique de la chaîne de télévision du même nom, diffusé le dimanche matin vers 10 h 30) a consacrée récemment à la graphologie. Les journalistes qui ont réalisé ce document ont demandé à cinq graphologues de dresser le portrait de quatre personnes différentes. Puis, ils ont comparé le contenu de ces analyses afin d'éprouver leur degré de concordance. L'expérience s'est déroulée en aveugle, c'est-à-dire qu'hormis leur âge et leur sexe, les graphologues ignoraient tout de leurs "cobayes". Ils disposaient seulement d'un texte identique et neutre, rédigé à la main et signé par chacune des quatre personnes qui ont bien voulu se prêter au jeu : un directeur de recherche au CNRS, spécialiste de physique nucléaire, un comptable, une jeune femme mannequin, et... un clochard rencontré sur un quai à Paris. Rires dans la salle d'audience : le scientifique, bardé de diplômes, est crédité d'un «niveau de culture moyen», tandis que le clochard a un «excellent sens de l'organisation» et une «grande rigueur technique et administrative». Moralité : «Embachez des clochards!» conclut le commentateur de l'émission.

«Pardon, Monsieur le président», interrompt l'avocat de la défense, déjà fort irrité par la déposition de Mme Lévy-Leboyer. Il met en doute les conditions dans lesquelles ont été réalisées l'expérience et la non-représentativité de l'échantillon.

«L'authenticité et la rigueur des conditions dans les-
quelles a été réalisée l'expérience sont indiscutables», rétorque l'avocat de Bernard B., pour qui «ce test prouve simplement que le jugement des graphologues peut être mis en défaut et que des erreurs d'appréciation aussi graves ne manquent sûrement pas de se produire dans la réalité» (murmures dans l'assistance).



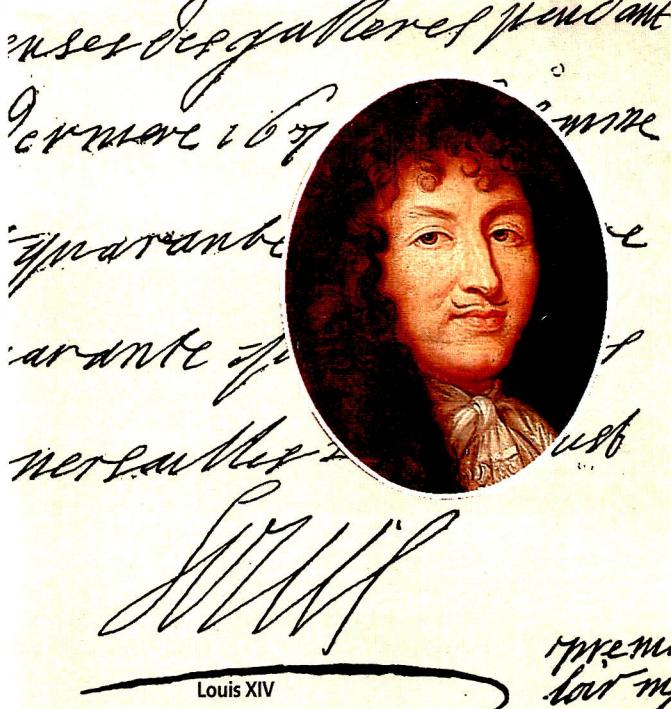
L'art de révéler des choses connues sur des gens connus...

Les graphologues excellgent dans l'analyse des écritures de personnalités célèbres. Déjà, à la fin du siècle dernier, Jean-Hippolyte Michon fit paraître une *Histoire de Napoléon* d'après son écriture, plus de 50 ans après la mort de l'Empereur... Il proposa également une analyse comparée des signatures de Louis XI, Louis XIV et Bismarck, agrémentée de commentaires sur la carrière politique de ces grands hommes : il suffisait d'ouvrir des manuels d'histoire ou de lire les journaux de l'époque ! Mais surtout, une graphologue vient d'écrire dans la revue la *Graphologie* (n° 209, janvier 1993), à propos de l'écriture de Coluche : «Les mots qui flottent, le facès enfantin [de l'écriture] peuvent être rattachés à une compositante Lune de la typologie de Saint-Morand [!!!] rendant compte du désir de déranger, de provoquer, de mettre les pieds dans le plat, qui caractérisait bien son type de comique.» Evidemment, quand on connaît l'artiste !

Mme Marilou Bruchon-Schweitzer, dont certains travaux ont déjà été cités au cours de ce procès, est alors invitée par le président du tribunal à venir présenter l'étude qu'elle a publiée en 1987 dans le *Traité de psychologie du travail* (Presses universitaires de France). Il s'agit d'une synthèse des résultats d'une centaine de travaux scientifiques réalisés depuis près d'un siècle en vue de mettre le diagnostic graphologique à l'épreuve.

Des mesures de fidélité, il ressort que l'écriture d'un individu donné est stable suivant la méthode du "test-retest" (8), avec des coefficients de corrélation très élevés (de 0,77 à 0,92) mais sur une période relativement courte comprise entre deux semaines à deux mois. En revanche, l'homogénéité des signes graphiques entre divers passages d'un même texte écrit ou entre divers textes écrits à la même époque par la même personne n'a été établie que par un très petit nombre de travaux, si bien qu'il est difficile de conclure. D'après une dizaine d'autres études, les résultats des analyses réalisées par plusieurs graphologues concordent, avec un coefficient de corrélation compris entre 0,45 et 0,93... mais surtout lorsque ceux-ci sont issus de la même école ! Les résultats sont, en effet, nettement moins bons si les graphologues ont suivi des formations différentes... Mme Bruchon-Schweitzer attire toutefois l'attention du Tribunal sur le caractère disparate de ces études, et en particulier la diversité des manuscrits utilisés, dont le contenu a pu fournir des informations sur la personnalité du scripteur.

(8) La méthode du "test-retest" consiste à appliquer ledit test (ici, l'analyse graphologique) deux fois consécutivement, dans les mêmes conditions et sur le même groupe d'individus : plus la corrélation calculée entre les deux séries de résultats est élevée, plus la méthode est fidèle.



Par ailleurs, plusieurs travaux montrent que même lorsque les jugements des graphologues sont concordants, ils ne sont pas pour autant valides : la fidélité est une condition nécessaire mais pas suffisante pour conclure à la validité et donc à la pertinence d'une méthode d'évaluation. L'écriture peut en effet induire des impressions stéréotypées, qui ne sont pas forcément justes sur le plan de l'interprétation psychologique, et

contre lesquelles même des graphologues avertis et confirmés ne sont pas à l'abri.

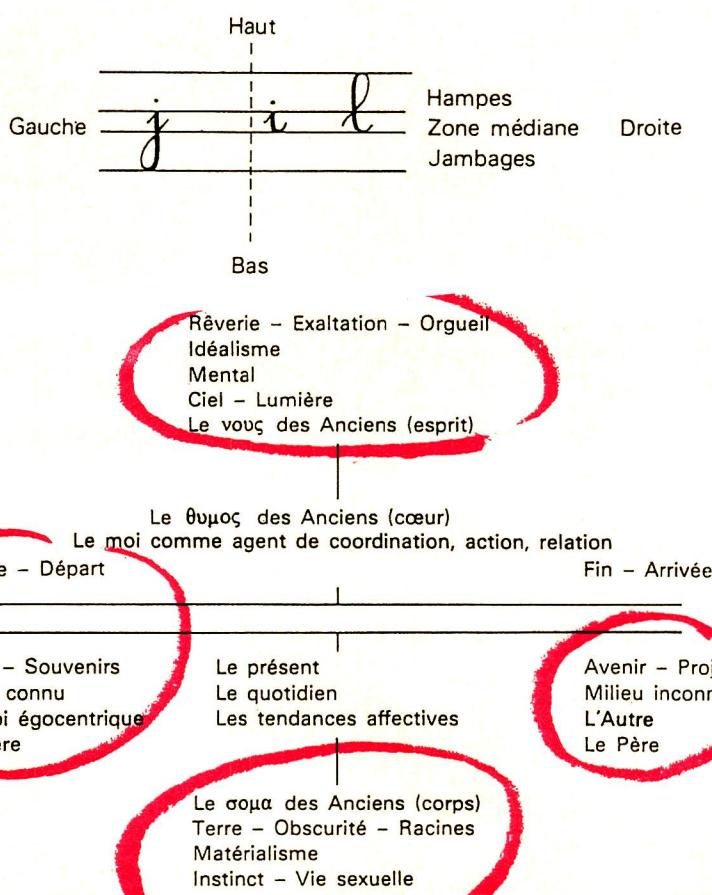
De ce point de vue, sur six études destinées à tester l'effet de l'entraînement des examinateurs, cinq ont montré que le taux de prédictions correctes réalisées à partir d'un échantillon d'écritures n'était pas lié significativement à la qualification des graphologues !

Mme Bruchon-Schweitzer cite, à ce propos, une étude menée il y a cinq ans (et donc postérieurement à la sienne) par deux chercheurs de l'université hébraïque de Jérusalem, Efrat Neter et Gershon Ben-Shakhar. Ces derniers ont comparé, par mété-analyse⁽⁹⁾, les résultats de 17 expériences visant à éprouver la validité prédictive de la graphologie sur trois grands critères : aptitude professionnelle, caractéristiques socio-psychologiques et évaluation générale des individus testés. Au total, les travaux (onze études anglo-saxonnes et six études faites par des chercheurs israéliens) portaient sur 1 223 manuscrits examinés par 63 graphologues professionnels et par 51 psychologues n'ayant aucune compétence en graphologie et qui faisaient office de témoins.

Leurs conclusions sont accablantes. Lorsque le texte manuscrit est porteur d'un sens susceptible de don-

ner des informations sur le scripteur, la validité des diagnostics de personnalité réalisés par les graphologues est faible (entre 0,153 et 0,177) et leurs résultats ne sont pas meilleurs que ceux obtenus par les psychologues non graphologues... Et, lorsqu'ils ont affaire à des textes neutres du genre «ma voiture est plus petite que le jardin de mon oncle mais elle est plus grande que le chapeau de mon neveu», la validité de leur diagnostic est pratiquement réduite à néant...

Ce résultat peu flatteur corrobore les propres constatations de Mme Bruchon-Schweitzer. Sur 26 études, réalisées principalement dans les pays anglo-saxons⁽¹⁰⁾ et visant à établir un lien entre certains indices de l'écriture et divers traits de la personnalité, cinq seulement ont abouti à des relations significatives. De plus, sur les quatre seules études d'évaluation réalisées à ce jour dans le domaine professionnel (ce qui est bien peu !), trois montrent sans aucune ambiguïté que les inférences tirées de l'analyse de l'écriture n'ont aucune validité prédictive. La seule étude qui montre un lien positif souffre malheureusement du biais méthodologique déjà évoqué : les graphologues disposaient de certaines données biographiques sur les scripteurs...



Le "symbolisme de l'espace"

D'après les auteurs du *Manuel de graphologie* dont il est extrait (voir note 5, p. 71), le schéma ci-contre est «nécessairement primitif et succinct». En clair, l'espace graphique est divisé en quatre zones. Comme nous écrivons de la gauche vers la droite, les graphologues en déduisent, par analogie, que la partie gauche de l'axe horizontal symbolise le passé et la droite, l'avenir. Bref, une écriture qui penche à gauche révèle une personnalité attachée à ses souvenirs... A contrario, une écriture inclinée à droite trahit un besoin de se projeter dans le futur. La suite est du même tonneau : la partie haute symbolise «l'idéalisme», «le ciel» et la partie basse «le matérialisme», l'«instinct» et «la vie sexuelle» : le paradis et l'enfer, en quelque sorte !

Enfin, comme pour enfoncer définitivement le clou, l'oratrice cite la grande classification des méthodes de recrutement réalisée en 1989 par Ivan Robertson et Mike Smith, chercheurs à l'université de Manchester (Royaume-Uni) et signale au Tribunal que ce travail, qui fait référence, a été publié dans un récent numéro de *Science & Vie* (9). Mme Bruchon-Schweitzer rappelle pour mémoire que, sur les douze méthodes de sélection de candidats à l'embauche classées par les deux chercheurs anglais, en procédant là aussi par métá-analyse (10), la graphologie arrive en dernière position avec un coefficient moyen de validité nul...

« Si je comprends bien, intervient le président, la graphologie, qui, d'après votre propre enquête, est la deuxième méthode de recrutement utilisée en France, est donc aussi celle qui est la moins valide ? D'autre part, les travaux que vous venez de citer étant publics, les recruteurs ne peuvent donc plus prétendre ignorer qu'il existe, au jour d'aujourd'hui, d'autres méthodes d'évaluation de candidats à l'embauche dont l'objectivité est mieux établie ? »

Après avoir répondu affirmativement à ces deux questions – ce qui, de toute évidence, va peser très lourd sur le verdict et l'issue du procès –, Mme Bruchon-Schweitzer termine sa déposition en concluant que « l'écriture n'a pas révélé les secrets qu'elle paraissait receler. La graphologie repose sur un édifice d'hypothèses qui n'ont jamais été démontrées. Il y a un décalage étonnant entre les affirmations des graphologues et leur incapacité à fournir des preuves scientifiques à l'appui de leur pratique, laquelle s'apparente, pour le moment, d'avantage à un art qu'à une science, même humaine ! » Mme Bruchon-Schweitzer signale en outre que les graphologues, qui se prétendent scientifiques, n'ont curieusement jamais pu, ou voulu, s'intégrer dans cette communauté pourtant vaste. Elle en veut pour preuve que la majorité des travaux qu'elle vient de présenter ont été effectués par des chercheurs en psychologie et non par des graphologues praticiens...

Puis, se tournant vers Mme Laplume, elle lui lance cet appel : « Que les graphologues apportent la preuve de ce qu'ils affirment. Si les résultats qu'ils obtiennent sont significatifs, indiscutables, je serai la première à les faire connaître ! » Applaudissements et sifflets dans la salle, une partie de l'assistance se lève...

(9) La métá-analyse est une méthode statistique qui a été vulgarisée en 1982 par deux chercheurs américains, John Hunter et Franck Schmidt. Elle permet de faire une synthèse quantitative de données provenant d'études différentes et portant sur le même thème.

(10) Les chercheurs israéliens ont travaillé sur une partie d'entre elles.

(11) Voir note 1, p. 68.

(12) Voir note 8, p. 75.

Y a presque deux
reçu reçue
impossible
st. J'étais
et que tout va bien

« Tempérament lymphatique hippocratique »



« Sentiment introverti »



« Tempérament nerveux hippocratique »

Une psychologie naïve et dépassée

Les graphologues se réfèrent encore aux types psychologiques d'Hippocrate et de Galien (Antiquité grecque et romaine) ! Ainsi qu'aux vieilles théories du psychologue René Le Senne. Au début du siècle, ce dernier a proposé une classification des personnalités selon huit types de caractères (nervieux, sentimental, colérique, passionné, flegmatique, etc.) qui est tombée en désuétude dans les milieux scientifiques. Mais apparemment pas chez les graphologues qui en font encore grand usage (voir également p. 79)...

«Justement !» répond Mme Laplume en élevant la voix pour tenter de couvrir le brouhaha que les rappels à l'ordre du président ont du mal à faire cesser. «Justement ! Une de nos quatre associations, la Fédération nationale des graphologues professionnels (FNGP, voir encadré p. 70), s'apprête à procéder dans les deux ans à venir à une première grande enquête d'évaluation de la graphologie auprès de 500 entreprises qui ont fait appel à notre savoir-faire...»

«Il serait effectivement temps d'y penser !» interrompt sèchement le président. «Comment une discipline comme la vôtre, qui se prétend scientifique, a-t-elle pu s'exercer pendant plus d'un siècle sans qu'apparemment personne dans ses rangs ne songe à tester sa validité ? Or, vous n'êtes certainement pas sans ignorer que, contrairement aux doctrines fondées sur le dogme, les théories scientifiques sont, pour reprendre une citation du physicien Etienne Klein, "des théories ouvertes qui courrent le risque intellectuel de leur transformation" (13) et que c'est bien de la "soumission permanente de leur discours à l'analyse critique qu'elles tirent leur originalité". D'après ce que j'ai pu entendre jusqu'à présent, je n'ai pas vraiment l'impression que ce souci soit la principale préoccupation des graphologues...»

«Détrompez-vous ! intervient l'avocat de Mme Laplume, la profession représentée par ma cliente n'a

pas attendu la tenue de ce procès pour procéder, tout de même, à un certain nombre d'études de vérification sérieuses.»

Malheureusement pour la défense, ces fameuses études ne font que desservir un peu plus la cause des graphologues en démontrant au Tribunal que ces derniers n'ont pas la plus élémentaire notion de statistique, c'est-à-dire de ce que peut être une variable, un intervalle de confiance ou un échantillon représentatif. L'assistance apprend ainsi que les participants aux récents Entretiens de graphologie, qui se sont tenus à Paris les 22 et 23 janvier dernier, ont eu «la primeur d'une étude de vérification de diagnostics graphologiques en aveugle sur... quatre écritures» ! Certes, le test réalisé par les journalistes de l'émission *E=M6* portait sur un échantillon de même taille, mais ses résultats n'avaient qu'un rôle d'illustration et n'étaient pas destinés à être présentés à un colloque "scientifique" (14).

Dans une autre étude publiée dans le *Manuel de graphologie* (15) utilisé par les étudiants de l'école de la SFDG, on lit, sous la plume de graphologues aussi renommées que Jacqueline Peugeot (présidente de cette association fondée en 1871 par Jean-Hippolyte Michon lui-même), Arlette Lombard (vice-présidente) et Madeleine de Noblens (membre du conseil d'administration), que «les concepts de la statistique ne sont pas

sans embûches» et que cette «discipline mathématique doit être maniée avec respect»... mais qu'«elle n'est cependant que le bon sens réduit au calcul» !

(13) *Libération* du 27 septembre 1991. Spécialiste de physique quantique, Etienne Klein est par ailleurs auteur d'un livre passionnant intitulé *Conversations avec le sphinx. Les paradoxes en physique*, publié chez Albin Michel en 1991. Il vient également de sortir aux éditions Fayard, avec Bernard d'Espagnat, un second ouvrage, *Regards sur la matière. Des quantas et des choses* (309 p., 145 F).

(14) Malgré leur nom, qui fait très sérieux, ces Entretiens de graphologie étaient d'un niveau extrêmement bas. Pour ne pas dire plus... Cette réunion était copilotée par la SFDG et, ce qui est plus surprenant, par l'Expansion scientifique française, société d'éditions médicales qui organise, par ailleurs, les fameux Entretiens de Bichat et les Journées internationales de cardiologie...

(15) Voir note 5, p. 71.

3617 CODE "GRAPHO"

Incroyable mais vrai : des graphologues "diplômés" – et sacrément gonflés ! – proposent d'effectuer, par minitel interposé, «l'analyse de votre écriture en direct» ainsi que celle de votre signature, tout en vous indiquant «les écritures à éviter» !

Question : comment peut-on transmettre un exemplaire de son écriture manuscrite – sans parler de sa signature ! – au

moyen du clavier à touches d'un minitel ?

Nos "télématiciens" de génie ont su magnifiquement contourner l'obstacle : c'est au chaland de décrire lui-même son écriture en répondant à une série de douze questions à l'intérieur desquelles il doit choisir entre deux et cinq options. Exemples : la marge droite est-elle "grande" ou "petite" ? L'écriture est-elle

"appuyée", "spasmodique", "légère", ou "plate" ? etc. A aucun moment, la signification de ces qualificatifs n'est précisée (sur quoi se baser pour dire qu'une marge est "grande" ou "petite" ?), sauf au moyen d'un vague dessin qui apparaît à l'écran. Jules Crépieux-Jamin (voir article), qui était sûrement un honnête homme, doit se retourner dans sa tombe !

Les conclusions de l'examen sont dans l'ensemble très laudatives et suffisamment vagues pour s'appliquer à tout le monde. Mais, au lieu d'effectuer un bilan graphologique global, le programme livre ses interprétations en reprenant une à une chacune des douze grandes questions...

A 3,42 F la minute, cela fait cher le portrait !



«Y a-t-il un statisticien dans la salle ?» interroge le président, à la fois amusé et surpris par ce qu'il vient d'entendre. Un autre passage de cette étude intitulée "Réflexion à partir de l'observation de signatures d'un groupe homogène", et qui, comme le titre le laisse d'ailleurs entendre, ne démontre strictement rien, donne au magistrat une nouvelle occasion de sourire. Le groupe, très homogène en effet, est constitué de 125 étudiantes de l'école de la SFDG dont la signature est analysée sous toutes les coutures : situation dans la page, soulignement, similitude et distance par rapport au texte qui précède, etc. S'agissant de ce dernier critère, le Tribunal apprend que «56 % seulement des signatures des étudiantes sont placées à une distance que le graphologue qui a réalisé l'étude a considérée comme normale. 5 % sont plus près que la normale, 35 % plus loin que la normale». Très intéressant ! Sauf que, plus loin, les auteurs précisent que «la caractéristique "loin du texte" n'est encore définie dans cette étude que par référence à une distance "normale" qui n'est pas explicitée». Après un bref silence, une partie de l'assistance est prise d'un fou-rire irrésistible. Lequel s'amplifie avec la lecture de ce dernier extrait : «Ce résultat remarquable [sic] montrerait que les étudiantes [de l'échantillon] constituent une population sans doute authentique et cherchant à s'affirmer (...) mais souvent incertaine d'elle-même, de ses choix, et doutant de sa réussite.»

«Je constate que les étudiantes en graphologie ne sont pas épargnées, elles non plus, par les élucubrations de leurs propres enseignants !» fait remarquer l'avocat de Bernard B. dans la confusion générale.

Le calme rétabli, le président se tourne à nouveau vers Jeanne Laplume et lui demande de lui expliquer sur quel type de raisonnement les graphologues se basent pour affirmer, par exemple, que «la signature loin du texte montre l'incertitude et la crainte de l'engagement» ou, comme il l'a lu dans d'autres ouvrages de graphologie, que la pression sur le papier renseigne sur l'«énergie générale» du sujet, ou encore que la ponctuation est révélatrice de son intégration sociale. «Mais, c'est une question de bon sens !» répond l'intéressée, visiblement agacée par l'œil goguenard du président, avant d'asséner, en citant un passage de l'introduction du fameux *Manuel de graphologie*, rédigée par Jacqueline Peugeot en personne, que «la graphologie (...) s'appuie sur une technique d'observation rigoureuse et des interprétations à base de raisonnements analogiques fondés sur l'expressivité directe du geste graphique et le symbolisme archétypique [sic] des formes et de l'espace que l'on retrouve dans toutes les civilisations» (voir illustration p. 76).

Puis, devant l'air interrogateur du président, qui



«Actif exubérant de Le Senne»



«Flegmatique de Le Senne»



«Sensation extraverti»

n'ignore pas que la pensée analogique est tout sauf un mode de raisonnement scientifique (sans parler du symbolisme !) : «Cela ne vous paraît donc pas évident que quelqu'un dont l'écriture présente des défauts de ponctuation éprouve des difficultés à respecter les règles sociales ?»

«Non, j'attends que vous me le démontriez !» répond le magistrat. Je crois savoir que le bon sens ou l'évidence que vous invoquez à tout propos ne sont pas non plus des vertus scientifiques : si l'humanité en était restée à ces notions, elle croirait encore que la

Terre est plate. N'est-il pas en effet insensé d'imaginer, de prime abord, que la Terre puisse être ronde ?

«Vous oubliez, Monsieur le président, que de grandes personnalités du monde scientifique soutiennent la graphologie» intervient l'avocat de Jeanne Laplume en citant les noms de Jean Dausset, prix Nobel de médecine, et d'Yves Coppens, paléontologue et professeur au Collège de France, tous deux membres d'honneur de la Société française de graphologie...

Coup de théâtre : la déposition de ces témoins prestigieux va-t-elle relancer le procès ? Malheureusement pour la défense, Jean Dausset, victime d'un emploi du temps surchargé, s'est excusé auprès du président de ne pouvoir se rendre à l'audience. Cet éminent professeur de médecine, qui est l'un des artisans du programme français de recherche sur le génome humain⁽¹⁶⁾, a néanmoins fait parvenir au tribunal une lettre dont il est fait lecture : «Il est évident pour tous que lorsque l'on reçoit une lettre manuscrite, il s'en dégage immédiatement une impression concernant la personne qui l'a écrite, impression qui peut ultérieurement, quoique rarement, [NDLR-mention rajoutée dans la marge] s'avérer complètement fausse lorsque l'on connaît mieux la personne. Est-ce à dire qu'il s'agit d'une science ? Je ne m'avancerai pas à répondre à cette question.»

Les précautions du professeur Dausset provoquent un vif sentiment d'abattement sur le banc des accusés. D'autant qu'Yves Coppens, également très pris par ses nombreuses activités, n'a pu venir, à son tour, témoigner devant le tribunal. Mais le célèbre paléontologue a tout de même déclaré au président, qu'il a joint par téléphone à la veille de l'ouverture du procès, que si «l'écriture peut révéler certains traits de la personnalité», les graphologues font preuve, en revanche, d'un «enthousiasme excessif». Selon lui, «la lecture qui est faite des écritures manuscrites dépasse souvent ce que ces dernières peuvent réellement révéler». Enfin, Yves Coppens a expliqué qu'il n'était pas gra-

phologue et que les responsables de la SFDG l'ont inscrit sur la liste de leurs membres d'honneur pour le remercier d'avoir bien voulu, il y a de cela quelques années, leur donner une conférence dont le contenu n'avait, au demeurant, rien à voir avec la graphologie ! «Ce fut d'ailleurs mon unique rencontre avec eux», a-t-il souligné» (murmures dans l'assistance).

Comme pour tourner un peu plus le couteau dans la plaie, l'avocat de Bernard B. confirme qu'il n'est pas nécessaire d'être expert en graphologie pour faire partie de cette fameuse liste qui est publiée dans l'"ours" de la revue *la Graphologie* éditée par la SFDG. Ainsi, Mme Jacqueline de Romilly, écrivain et membre de l'Académie française, lui a expliqué, au téléphone elle aussi, qu'"elle ne connaît rien à la graphologie" et qu'elle avait accepté de devenir membre de cette société «uniquement pour faire plaisir» aux personnes qui l'avaient contactée dans cette intention (nouveaux murmures dans l'assistance).

A bout d'arguments devant cette nouvelle flèche décochée par l'accusation, Mme Laplume sort sa dernière cartouche, celle que tous les graphologues utilisent lorsqu'on les pousse au fond de leurs retranchements : «Monsieur le président, notre façon de procéder ne vous convainc peut-être pas, mais il n'empêche que la grande majorité des gens se reconnaissent dans les portraits que nous faisons d'eux. Je peux vous fournir à ce propos des centaines – que dis-je ! – des milliers de témoignages. Et si Bernard B. a été si irrité par le portrait que j'ai fait de lui, c'est bien parce que son écriture lui a révélé des aspects cachés de sa personne qu'il refuse d'admettre»... Sifflements et quolibets dans la salle.

Bernard B. ne se départit pas du calme dont il a su faire preuve depuis le début du procès. Avide lecteur de revues scientifiques, il présente à la cour les conclusions d'une étonnante enquête réalisée voilà une trentaine d'années aux Etats-Unis par le psychologue Ross Stagner, et qui vient d'être à nouveau pu-

bliée dans un récent article du *New Scientist*⁽¹⁷⁾. Désireux de tester ce que les gens étaient prêts à croire ou à ne pas croire sur ce qu'on pouvait leur "révéler" sur eux-mêmes, ce psychologue a fait passer à 68 directeurs du personnel d'entreprises américaines un test de personnalité en bonne et due forme. Mais au lieu d'envoyer aux intéressés les véritables résultats, il fit parvenir à cha-

LE CABINET-CONSEIL DU PAUVRE

Le succès rencontré par la graphologie en France dans dans le domaine du recrutement s'explique pour trois grandes raisons : ce n'est pas cher (de 600 à 1500 F selon la prestation), c'est facile à mettre en œuvre (une lettre manuscrite suffit) et les candidats se présentent (pour l'instant) facilement au jeu. Alors pourquoi chercher midi à quatorze heures ? Si les grandes entreprises en sont très friandes, les PME en font, elles aussi, une grande consomma-

tion. Ces dernières, qui n'ont souvent pas les moyens de se payer les services d'un grand cabinet, n'hésitent pas à confier à un graphologue la maîtrise d'un recrutement complet. «Les graphologues jouent fréquemment le rôle de cabinet-conseil du pauvre», explique-t-on au ministère du Travail.

Sur le plan psychologique, la graphologie apporte au recruteur une sorte de caution pseudo-scientifique : s'il se trompe – ce qui peut toujours arriver – il

pourra se réfugier derrière l'analyse graphologique : «La peur de l'erreur est terrible dans les entreprises», confie Philippe Lévy, vice-président de la Chambre syndicale nationale des conseils en recrutement. «Il est très difficile de faire le tour de quelqu'un en quelques heures : au bout d'un moment il n'y a plus que le flair qui compte. L'analyse graphologique n'est qu'un mauvais polaroid, une photo floue, mais c'est mieux que rien...»

Goethe le clairvoyant

Souvent cité par les graphologues, le grand poète allemand ne se faisait pourtant guère d'illusions sur l'avenir de leur discipline : «Que l'écriture ait des rapports avec le caractère et l'intelligence humaine, il n'existe pas l'ombre d'un doute à ce sujet (...). Cependant, on rencontrera là plutôt une affaire de sentiment qu'une science claire.» Deux siècles après, il semble que les graphologues n'aient toujours pas bien compris la portée de cette phrase !

Sur d'eux le même portrait-robot contenant treize formules identiques à celles qu'on peut typiquement lire dans les comptes rendus d'analyses graphologiques ou... les horoscopes : «Vous avez besoin des autres et vous aimez que l'on vous admire» ; «vous avez tendance à être critique vis-à-vis de vous-même» ; «vous faites preuve de temps en temps de petites faiblesses de caractère, mais vous êtes généralement capable de les dominer», etc. Puis Ross Stagner a demandé à ses «cobayes» de juger le degré de ressemblance qu'ils trouvaient entre chacune de ces conclusions (supposées être issues du vrai test !) et ce qu'ils savaient d'eux-mêmes. Les réponses provoquent étonnement et rires dans la salle : plus du tiers des sujets ont trouvé que ce portrait imaginaire était, dans l'ensemble, «étonnamment précis», et 40 % l'ont jugé «plutôt bon» - soit plus de 70 % de réponses positives ! En revanche pratiquement personne n'a jugé, comme cela aurait normalement dû être le cas, que ce profil était «presque entièrement faux»... Autre révélation étonnante de cette enquête, les formules qui donnent au sujet une image positive de lui-même sont plébiscitées. En revanche, les estimations moins valorisantes, du genre «votre accomplissement sexuel vous a posé des problèmes» sont jugées peu ressemblantes par les trois quarts des sondés... On se demande bien pourquoi !

La graphologie apparaissant, à ce stade du processus, de moins en moins pertinente pour juger la personnalité de gens que l'on peut qualifier de "normaux", le président demande s'il est possible, à défaut, de l'utiliser pour déceler des troubles d'ordre neurologique ou psychiatrique.

Peu d'études ont été réalisées dans ces deux domaines et les résultats présentés au Tribunal sont plutôt décourageants. Le professeur Georges Serrati, neurologue au CHU de Marseille et ancien président de la Société française de neurologie, poursuit actuellement des recherches en vue d'identifier les mécanismes cérébraux de l'écriture. Mais, appelé à témoigner à la barre, il explique que les aphasies et surtout la maladie de Parkinson sont pour l'instant les seules affections du système nerveux qui donnent

(16) Voir *Science & Vie* n° 902, p. 30.

(17) "Hooked on horoscopes", *New Scientist*, 26 janvier 1991, p. 33.



des profils d'écriture assez facilement identifiables ; la seconde se caractérisant notamment par la petitesse des signes (micrographie).

Dans le domaine psychiatrique, Roger Perron, psychologue et directeur de recherches au CNRS, a essayé, il y a près de quarante ans, sur la base d'un protocole expérimental sérieux, de voir si, à certaines maladies mentales (hystérie, schizophrénie, paranoïa, épilepsie, etc.) correspondait un profil d'écriture particulier et s'il était possible d'utiliser le manuscrit d'un patient comme outil d'aide au diagnostic. «Les résultats n'ont malheureusement pas été à la hauteur de nos espérances, sauf pour l'épilepsie, et encore, sur un groupe de malades pas suffisamment représentatif ! Si bien que ces travaux sont tombés en désuétude», explique Roger Perron devant le Tribunal. «En revanche, les études que j'ai menées, à la même époque, avec Mme Hélène de Gobineau [NDLR - une graphologue animée d'un véritable esprit scientifique !] sur les conditions d'acquisition de l'écriture chez l'enfant ont eu des prolongements importants. Elles ont en effet permis de mettre au point, grâce à l'élaboration d'une échelle de graphomotricité établie sur une population extrêmement large, une méthode efficace de rééducation de la dysgraphie infantile. Mais il s'agit de graphométrie et non de graphologie : le but ici n'est pas de «lire» la personnalité des enfants dans leur écriture mais bien d'aider ces derniers à acquérir une meilleure maîtrise de leur graphisme (16).»

Invité par le président à donner son opinion sur

La validation scientifique de la graphologie relève de la mission impossible

la pertinence scientifique de la graphologie, Roger Perron constate, avec regret, que cette discipline «repose sur des notions psychologiques très naïves et dépassées», et qu'«elle n'a guère évolué, sur le plan théorique, depuis l'époque de son fondateur». Les graphologues continuent souvent de se référer à des typologies millénaires comme celles de Galien ou d'Hippocrate, lequel considérait que l'humanité se divise en quatre tempéraments : sanguin, nerveux, bilieux, lymphatique, correspondant aux quatre éléments naturels, l'air, le feu, la terre et l'eau ! Ils se réfèrent aussi à la caractérologie du psychologue René Le Senne qui est aujourd'hui dépassée (voir légende p. 77).

«De toute façon, poursuit Roger Perron, citant l'un de ses ouvrages⁽¹⁹⁾, le seul fait de vouloir classer les personnalités en types ou en caractères exclusifs est contestable. Car face à la rigidité de ces grandes classifications s'impose l'infine variété des personnes.» Aujourd'hui, les psychologues ont dans l'ensemble abandonné cette conception purement descriptive de la personnalité pour une approche plus fonctionnelle, fondée non plus sur des types mais sur des modèles définis à partir de combinaisons de variables.

«Mais, si la graphologie n'est pas une science, pensez-vous qu'elle puisse le devenir un jour ?» interroge le président.

«Je pense, poursuit Roger Perron, qu'on ne pourra jamais, vu l'extraordinaire complexité du psychisme humain, tirer de l'étude d'une écriture manuscrite des informations pertinentes sur la personnalité d'un individu. Celle-ci peut, tout au plus, dégager une impression ; tout comme l'intonation de la voix d'une personne à qui l'on parle ou la manière qu'a celle-ci de se comporter. Mais il ne s'agit que d'une impression ! Pour le reste, l'ambition de la graphologie me paraît démesurée...»

«Il y a deux siècles, Goethe disait exactement la même chose !» renchérit l'avocat de Bernard B. qui cite un extrait d'une lettre envoyée par le célèbre poète allemand à Lavater, fondateur de la physiognomonie⁽²⁰⁾ et passionné de graphologie : «Que l'écriture ait des rapports avec le caractère et l'intelligence humaine et qu'elle puisse donner au moins un pressentiment de la manière de sentir ou d'opérer, il n'existe pas l'ombre d'un doute à ce sujet (...). Cependant, on rencontrerait là plutôt une affaire de sentiment qu'une science claire. On pourrait bien, par cette méthode, réussir dans quelques cas iso-

lés ; mais vouloir faire de la réunion du tout une certaine méthode, cela réussirait difficilement à qui que ce soit.»

Le coup de grâce est apporté par cette phrase d'autant plus assassine pour la défense qu'elle émane de Maurice Delamain, illustre graphologue et ancien directeur de la revue la *Graphologie*⁽²¹⁾ : «Une génération ne suffirait pas pour valider statistiquement le sens de toutes les espèces graphiques classées par Crépieux-Jamin». En outre, «cette évaluation, une fois terminée, devrait être aussitôt recommandée», compte tenu de l'évolution naturelle de l'écriture au cours du temps. En clair, nous n'écrivons plus comme nos parents (qui se soucie encore de faire des «pleins» et des «déliés» ?) et, dans vingt ans, l'écriture de nos enfants aura encore évolué par rapport à la nôtre. Or, vingt ans, ce n'est pas trop – vu l'énorme travail que cela représente ! – pour valider, de façon rigoureuse, toutes les inférences tirées, au plan psychologique, de l'analyse de l'écriture actuelle... «En définitive, l'entreprise relève de la mission impossible !» conclut l'avocat de Bernard B.

Le verdict est sans ambiguïté : «Le tribunal jugeant que la validité scientifique de la graphologie n'est pas établie à ce jour, estime que l'entreprise X, a utilisé pour évaluer la candidature de Bernard B. une méthode non conforme aux exigences de la loi du 1^{er} janvier 1993 et la condamne donc à dédommager ce dernier du préjudice qu'elle lui a fait subir.»

En élevant la voix pour tenter de couvrir les cris et le tonnerre d'applaudissements qui s'ensuivent, Jeanne Laplume assure, devant les micros des journalistes, que les graphologues feront appel de ce jugement «scandaleux» et «partial».

Nous sommes prêts à parier que ces derniers auront, en effet, prochainement l'occasion d'aller de nouveau défendre leur cause devant un tribunal. Mais cette fois, il ne s'agira plus de fiction ! Les graphologues auront affaire à de vrais juges et à de vrais plaignants qui n'auront pas manqué de s'inspirer de l'exemple courageux de Bernard B. *Science & Vie* s'engage d'ores et déjà à suivre et à relater ces débats qui promettent d'être passionnants.

Marc Mennessier

(18) Des recherches sérieuses se poursuivent sur ce thème sous la responsabilité de Marie-Alice Du Pasquier, psychologue, au centre hospitalier Sainte-Anne à Paris.

(19) *Genèse de la personne*, Roger Perron, PUF, 1985, 256 p.

(20) La physiognomonie est l'ancêtre de la morphopsychologie (voir note 2, p. 68). La double passion de Lavater pour cette discipline – totalement infondée elle aussi – et pour la graphologie témoigne de l'existence d'un lien de parenté troublant entre ces deux fausses sciences.

(21) Cette citation est extraite de l'introduction du livre *l'Analyse des écritures* d'Alfred Tajan et de Guy Delage, Le Seuil, 1972, 233 p.

DECOUVREZ LE PANORAMA DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE ET ABONNEZ-VOUS DES AUJOURD'HUI A L'UNE DE CES DEUX FORMULES :

- ▲ Tous les mois, SCIENCE & VIE vous informe parfaitement sur les derniers développements de la recherche, dans tous les domaines scientifiques. SCIENCE & VIE, c'est le magazine d'information scientifique de référence.
- ▲ Tous les deux mois, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE vous font vivre l'Histoire des sciences comme on ne vous l'a jamais racontée. En 1993, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE évoquent les pères fondateurs de la science moderne : NEWTON, LAVOISIER, MENDEL, EINSTEIN, MAXWELL et ARCHIMEDE.
- ▲ Tous les trois mois, LES HORS SERIE de SCIENCE & VIE traitent de façon exhaustive un grand sujet de notre temps. Chaque numéro HORS SERIE permet de faire le tour complet d'une question d'actualité scientifique.

FORMULE N° 1

ABONNEMENT D'UN AN AU PANORAMA DE LA SCIENCE

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS
DE SCIENCE & VIE (*)

333 F seulement
au lieu de 444 F (**)

FORMULE N° 2

ABONNEMENT D'UN AN AU MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS DE SCIENCE & VIE (*)
4 N°s HORS SERIE de SCIENCE & VIE

398 F seulement
au lieu de 544 F (**)



BULLETIN D'ABONNEMENT PRIVILÉGIÉ

à compléter et à retourner avec votre règlement libellé à l'ordre de SCIENCE & VIE-Bred, sous enveloppe affranchie à :
SCIENCE & VIE - Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.

OUI, je m'abonne pour un tarif privilégié au PANORAMA DE LA SCIENCE
et je choisis la formule suivante :

CBWY **FORMULE N°1 : PANORAMA DE LA SCIENCE** (18 N°s)
333 F seulement au lieu de 444 F (**) / **111 F** d'économie

CBWY **FORMULE N°2 : MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE** (22 N°s)
398 F seulement au lieu de 544 F (**) / **149 F** d'économie

Nom Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

(*) Les CAHIERS DE SCIENCE & VIE sont des numéros spéciaux de SCIENCE & VIE

(**) prix de vente chez votre marchand de journaux

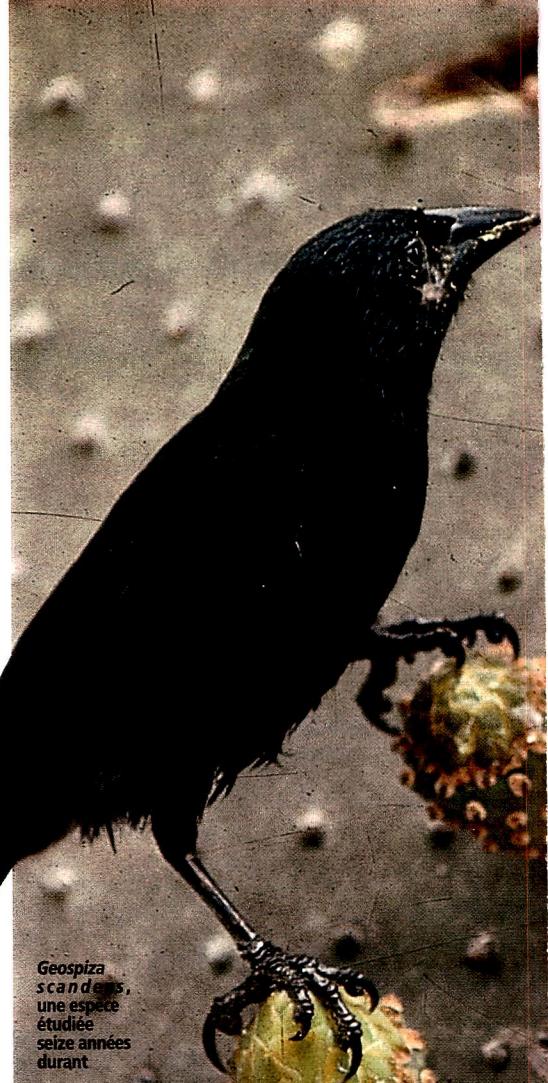
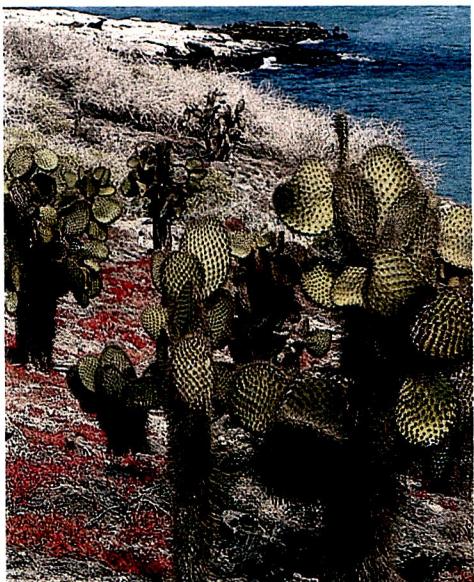
Offres valables jusqu'à fin 1993, conformes aux recommandations de la CNIL et réservées à la France métropolitaine. Autres lieux de résidence : Nous consulter au 46 49 47 08. RCS Paris B 572 134 773

PAR THIERRY PILORGE

PINSONS DE DARWIN : NON À LA XÉNOPHOBIE !

Jadis étudiés par Darwin, les pinsons des Galápagos ont développé des stratégies de survie qui leur permettent de résister aux pires sécheresses. La moindre pluie déclenche chez eux une démographie galopante. Et ils maintiennent leur diversité génétique en s'accouplant avec des étrangers.

Cactus
Opuntia
typiques
de la
flore des
Galápagos



*Geospiza
scandens*,
une espèce
étudiée
seize années
durant

Des 97 espèces d'oiseaux dont on a recensé l'extinction sur la planète depuis l'an 1600, 87 n'étaient présentes que sur des îles. Aujourd'hui, les activités humaines menacent un bien plus grand nombre d'espèces, dont 39 % vivent sur des îles. Mais les pinsons des Galápagos, eux, semblent se moquer des siècles et des inquiétudes des écologistes.

A 1 000 km environ à l'ouest du continent sud-américain, l'archipel des Galápagos est situé presque exactement sur l'équateur. Il connaît, en fait, une saison humide et une saison sèche, mais avec des fluctuations annuelles considérables et imprévisibles. Certaines années, en effet, le courant pacifique équatorial chaud El Niño provoque, pendant l'été austral, des remontées d'eau chaude. Il en résulte, entre autres, des pluies diluviales. Ce phénomène se produisit notamment en 1983 et 1987. D'autres années, c'est la sécheresse qui sévit : entre mai 1987 et février 1990, par exemple, il tomba 5 mm d'eau en tout et pour tout.



Les Galápagos, un modèle pour les écologistes

Pendant seize ans, Peter et Rosemary Grant ont suivi deux populations de pinsons des Galápagos, *Geospiza scandens* (photo ci-dessus) et *G. fortis*. L'archipel des Galápagos, avec son climat alternant sécheresses prolongées et pluies diluviales, offre une situation idéale pour étudier l'adaptation écologique et génétique des espèces à leur environnement.

Quelle "stratégie démographique", quelle combinaison de paramètres de survie et de reproduction permet donc aux espèces qui y habitent de faire face à un tel environnement ? Deux chercheurs américains ont tenté d'élucider la question en suivant deux populations de pinsons vivant sur Daphne Major, une île volcanique de 40 hectares. Peter et Rosemary Grant, de l'université de Princeton, ont pu suivre, grâce à un système de bagues colorées, quatre générations entières de pinsons, depuis la naissance des jeunes

jusqu'à la mort du dernier oiseau. Exercice rarement réalisable dans la nature. Il s'agit de deux espèces granivores, parmi les treize espèces de pinsons que comptent les Galápagos : le pinson des cactus, *Geospiza scandens*, et le moyen pinson terrestre, *Geospiza fortis* (1).

En général, les espèces qui vivent longtemps ne produisent qu'un petit nombre de descendants ; c'est le cas des éléphants et des baleines, chez qui la gestation dure deux ans - et il est rare qu'une femelle engendre à nouveau tout de suite après avoir mis bas. Quant aux espèces qui se reproduisent... comme des lapins, elles ne font pas de vieux os : c'est le cas de nombreux insectes, rongeurs, etc.

Mais nos pinsons n'entrent dans aucune de ces deux grandes catégories. Ils font preuve d'une étonnante souplesse démographique. Tout d'abord, ils ont une longévité maximale impor-



Bartolomé, une des îles principales de l'archipel

tante pour de petits oiseaux : 14 ans pour *G. fortis*, et 15 ans pour *G. scandens*, alors que les pinsons des zones tempérées dépassent rarement 10 ans. Et surtout, ils se reproduisent peu ou pas du tout les années sèches, quitte à se rattraper dès qu'il pleut. La ponte peut commencer une semaine à peine après le retour des pluies. Lorsque la saison humide se prolonge, comme en 1983, les femelles en profitent pour produire jusqu'à sept pontes (au lieu de deux ou trois d'habitude). Mieux encore, les pinsons peuvent alors avancer l'âge de la reproduction. Les oiseaux nés en début de saison réussissent à se reproduire dès l'âge de 3 mois, contre 1 an en temps normal. Ainsi, quand les conditions le permettent, les populations croissent et se multiplient à toute allure, renflouant leurs effectifs.

Dans les années difficiles, le taux de survie, comme la reproduction, est lié au stock de

(1) P.R. Grant et B.R. Grant, 1992, *Ecology*, vol. 73 (3), p. 766-784.

graines disponibles. Ainsi, la disette de 1976 causa une hécatombe pendant l'année et demie qui suivit : 85 % des *G. fortis* et 66 % des *G. scandens* moururent. La sécheresse prolongée de 1987 à 1990 fut beaucoup moins meurrière. Plus de 28 % des jeunes *G. fortis* nés en 1987 étaient encore vivants en 1990, et 53 % des adultes nés entre 1981 et 1984. *G. scandens* survécut encore mieux. Explication : l'abondante production de graines en 1987, due aux fortes pluies provoquées par El Niño.

Bien armés pour résister aux aléas du climat, les pinsons des Galápagos se défendent aussi vaillamment contre le risque de "dérive génétique". En effet, toute population isolée de petite taille voit rapidement son patrimoine génétique s'appauvrir, par suite de croisements consanguins de plus en plus fréquents. Certains gènes deviennent ainsi prépondérants, tandis que d'autres tendent à disparaître. Des tares associées aux gènes dominants risquent ainsi de s'étendre un peu plus à chaque génération, causant la dégénérescence ou la mort des individus porteurs et, finalement, l'extinction de la population entière. Seuls des mutations ou des

apports de gènes extérieurs peuvent compenser cette dérive et permettent le maintien de la diversité génétique.

Celle-ci permet aussi de mieux résister à des contraintes écologiques variées. Chez nos pinsons, cette diversité s'exprime notamment dans la taille et la forme du bec des différents individus d'une même population ; cette variabilité se répercute sur la taille des graines consommées (*voir encadré ci-contre*). Selon les années, humides ou sèches, les graines disponibles sont plus ou moins grosses, favorisant tantôt les gros becs, tantôt les becs fins. Toutefois, au terme des seize ans de l'étude, la proportion des uns et des autres n'avait, au total, pas été sensiblement modifiée.

Toute population isolée connaît une perte de variabilité génétique. Celle-ci a été évaluée pour les deux espèces de pinsons : elle est comprise entre 0,8 % et 1,4 % par génération. Chez ces espèces, dont l'intervalle entre les générations est, en moyenne (compte tenu des périodes de sécheresse), d'à peu près cinq ans, cela signifie qu'en cent ans seulement, c'est-à-dire au bout de vingt générations, elles auraient déjà perdu 15 % à 25 % de leur richesse génétique initiale.

Le remède ? Un apport de

gènes extérieurs, par hybride

ridation. En fait, un seul "immigrant" par génération suffit à compenser les effets de la dérive génétique. Ces immigrants sont soit des individus appartenant à des espèces proches habitant la même île ou des îles voisines, soit des individus de la même espèce provenant d'îles voisines. En moyenne, les années favorables à la reproduction, près de 1 % des adultes des deux espèces citées s'accouplent entre eux, engendrant des descendants parfaitement viables et fertiles. L'hybridation se produit à une fréquence trois fois plus élevée avec une troisième espèce, le petit pinson terrestre *G. fuliginosa*.

Enfin, pendant la durée de l'étude, au moins cinq *G. fortis* immigrants ont convolé avec des autochtones. Si bien qu'au total,

L'ESPÈCE, UN CONCEPT QUI ÉVOLUE

D'Aristote à Linné et Cuvier, jusqu'au début du XIX^e siècle, la notion d'espèce reposait sur des critères morphologiques : les individus, animaux ou végétaux, qui se ressemblaient plus entre eux qu'aux membres d'un autre groupe, appartenaient à la même espèce. Avec une telle définition, mâle et femelle ou larve et adulte d'une même espèce avaient vite fait d'appartenir à des espèces différentes.

Au début des années quarante, Ernst Mayr a proposé une définition que l'on a cru – pour quelque temps – universelle. Selon lui, une espèce est «un groupe de populations naturelles interfécondes qui sont reproductivement isolées d'autres groupes semblables». Autrement dit, il y a espèce si, et seulement si, deux adultes de sexes opposés sont capables d'engendrer une descendance viable, capable de procréer à son tour. Or, cette définition ne s'applique pas aux pinsons des Galápagos, puisque des adultes appartenant à des es-

pèces différentes peuvent avoir une progéniture commune. On sait aussi que certains mullets, hybrides de l'âne et du cheval, sont capables de se reproduire. Pierre-Henri Gouyon, professeur à Paris XI, estime qu'il faut utiliser aujourd'hui, pour définir l'espèce, deux notions supplémentaires : celle de niche écologique et celle de "gène diagnostic".

Selon ce point de vue, il ne peut y avoir d'espèce sans niche écologique correspondante. Et inversement : dans un cas douteux, l'existence d'une niche écologique plaide en faveur de celle d'une espèce distincte. Ensuite, toute espèce suppose l'existence de gènes qui n'appartiennent qu'à elle. La présence, chez une espèce, de certains gènes – ou son absence chez l'autre (par exemple, un gène commandant la synthèse d'une enzyme indispensable à la digestion des fleurs de cactus) – permet de trancher entre deux espèces potentielles.

T.P. et A.V.

UNE GRANDE VARIÉTÉ DE CARACTÈRES

Aux yeux des spécialistes de l'évolution, les pinsons des Galápagos constituent, depuis Darwin, un magnifique exemple de "radiation adaptative". Ils illustrent, en effet, la théorie selon laquelle la colonisation des îles s'est faite à partir d'un ancêtre unique, arrivé du continent porté par un radeau ou une île flottante (bloc de terre maintenue par de la végétation). Les treize espèces de pinsons de l'archipel se seraient ensuite différenciées à la faveur de l'isolement, du nombre et de la diversité des îles. Elles se sont tellement singularisées qu'on les regroupe dans une sous-famille particulière, propre aux îles Galápagos et Cocos : les Géospizidés.

Répartis en trois genres, ils sont tous sensiblement de la même taille (20 à 30 g). Les pinsons terrestres, du genre *Geospiza*, opèrent au sol.

Leur gros bec leur permet de s'attaquer à des graines de toutes tailles et aux fleurs du "cactus à raquettes" (*Opuntia*). Le genre *Camarhynchus*, de son côté, regroupe six espèces de pinsons dits "des arbres" parce c'est là qu'ils glanent leur nourriture. Ils ont



Geospiza magnirostris casse les graines grâce à son gros bec 1. *Camarhynchus pallidus* 2 se nourrit d'insectes, qu'il déloge des crevasses des arbres à l'aide d'un "outil", une épine de cactus.

le bec plus étroit. L'une de ces espèces est végétarienne tandis que les autres sont insecti-

voires. Parmi celles-ci, le pinson-pic, *Camarhynchus pallidus*, a mis au point une technique très personnelle : pour sonder les fentes et les crevasses des arbres et en déloger les insectes, il s'aide de ramifications ou d'épines de cactus. Le troisième genre se réduit à une seule espèce, le pinson fauvette *Certhidea olivacea*, que l'on rencontre à peu près partout sur l'archipel.

Un chercheur britannique,

Certhidea olivacea 3 se trouve pratiquement partout. *Camarhynchus parvulus* 4 est un pinson des arbres.

David Lack, a montré, en 1947, que les dimensions du bec d'une espèce donnée varient aussi d'une île à une autre, sans doute selon les différences d'environnement entre les îles, y compris la présence éventuelle d'autres espèces. Si bien que, en fin de compte, les représentants d'une espèce sur une île donnée ressemblent parfois plus, à certains égards, à ceux d'une espèce vivant sur une autre île qu'à des congénères du même territoire. La définition de l'espèce prend encore du plomb dans l'aile (voir encadré page ci-contre).



sur l'île Daphne Major, la fréquence élevée des hybridations contrebalance largement la perte potentielle de variabilité génétique.

Les spécialistes de la conservation des espèces peuvent en tirer un enseignement : dans certaines circonstances, il semble que l'hybridation soit tout aussi nécessaire que les croisements entre

individus de la même population. Or, la fragmentation des habitats due aux activités humaines crée aussi des "îlots" ; la circulation des animaux et les possibilités de rencontre entre espèces voisines s'en trouvent restreintes d'autant. Une menace supplémentaire sur des espèces qui n'en avaient vraiment pas besoin. **Thierry Pilorge**



PAR ANNE VENDEUIL

LE PUZZLE DES GALÁPAGOS

La découverte d'îles englouties entre les Galápagos et l'Amérique du Sud nous met sur la piste d'une solution à ce paradoxe embarrassant : certaines espèces vivant sur cet archipel, et nulle part ailleurs, sont plus anciennes que l'archipel lui-même.

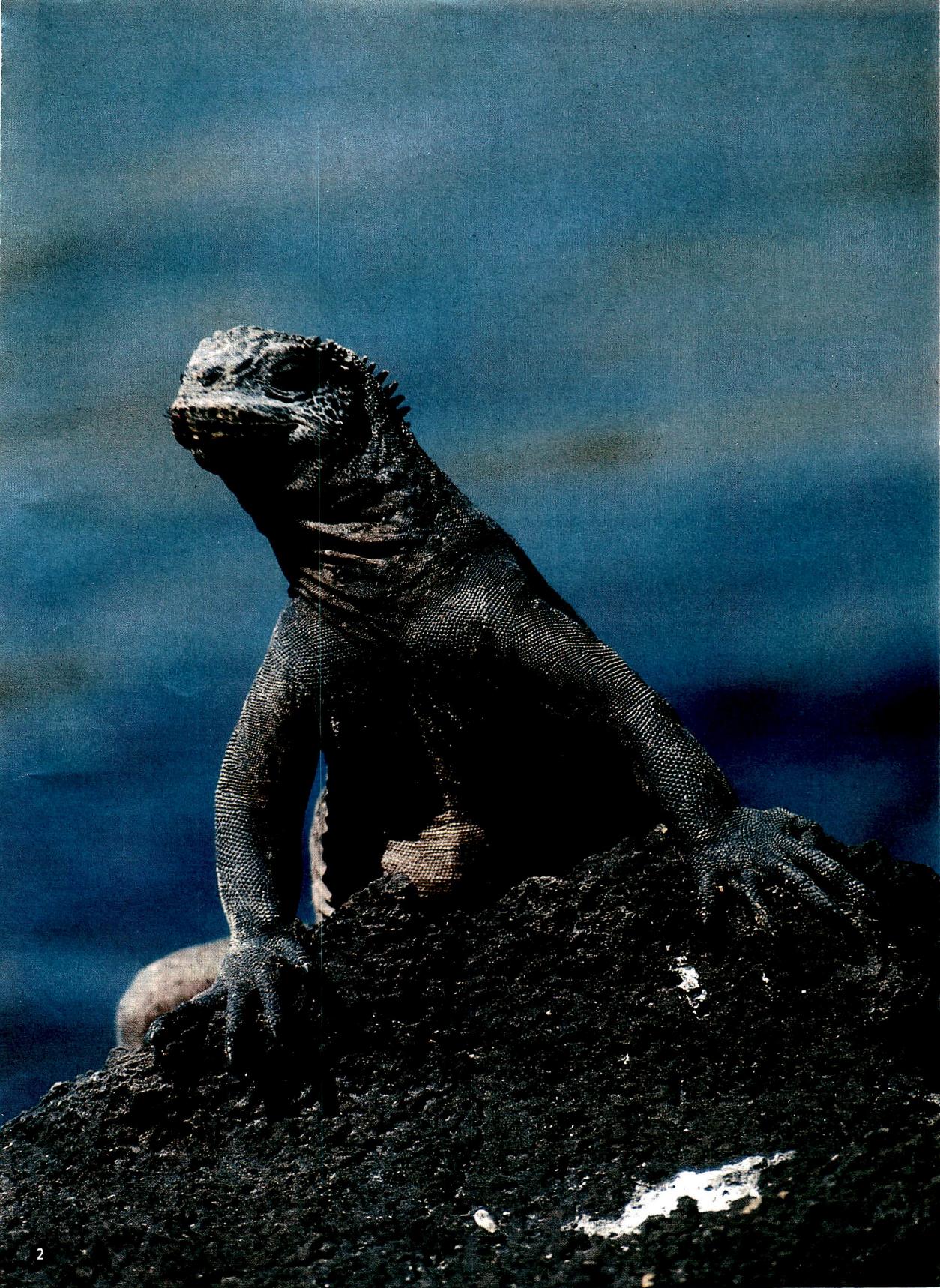
Dans le sillage de Darwin, les Galápagos sont devenues de véritables laboratoires vivants pour l'étude de l'évolution. Un grand nombre d'espèces n'existent en effet que sur ces îles ; on ne les trouve nulle part ailleurs dans le monde, pas même à l'état de fossiles. On parle d'espèces "endémiques". Or, des analyses génétiques (voir encadré p. 90) ont suggéré, voilà une dizaine d'années, que deux espèces d'iguanes, l'une terrestre (*Conolophus subcristatus*), l'autre marine (*Amblyrhynchus cristatus*), ont divergé d'un ancêtre commun à une époque où les îles actuelles... n'existaient pas !

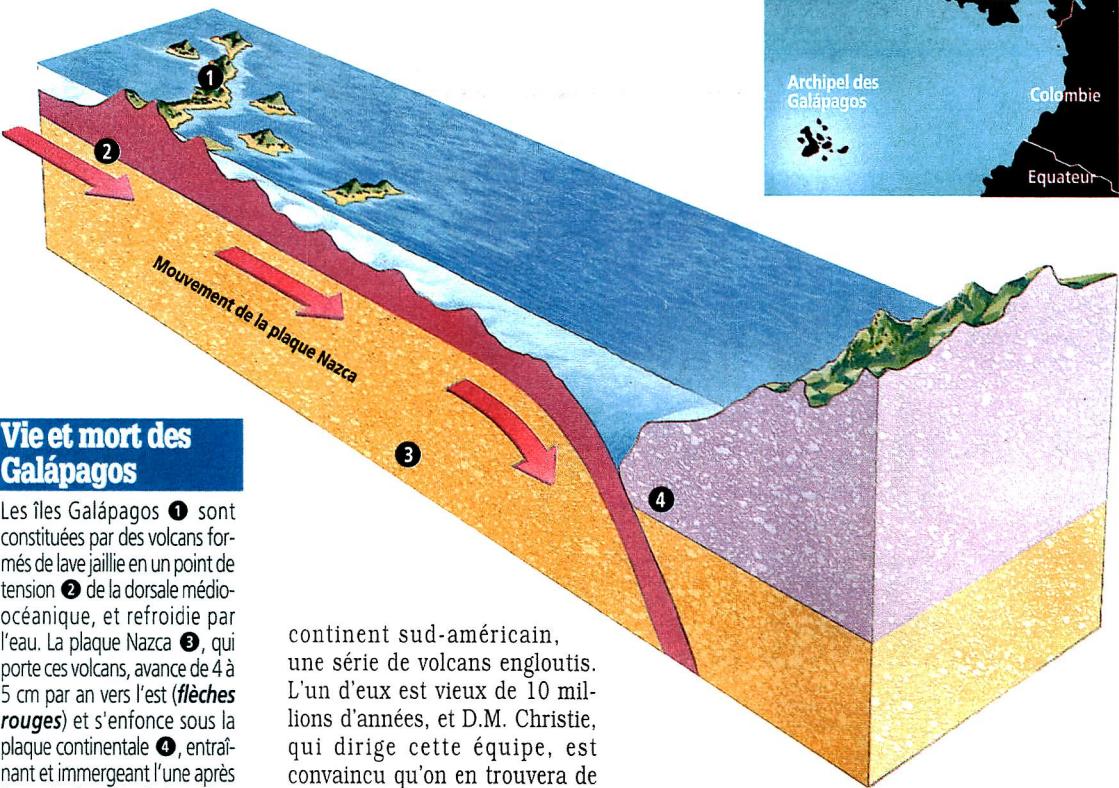
Cet archipel volcanique (qui fait partie de l'Équateur) a moins de trois millions d'années, d'après des géologues et certains paléontologues, qui se basent sur l'analyse de dépôts fossiles marins. Les plus anciens fossiles qu'on y trouve ont moins de deux millions d'années. Or, les deux espèces d'iguanes auraient divergé voilà plus de 15 millions d'années – peut-être 20 millions. En 1983, Jeff Wyles et Vincent Sarich, biologistes à l'université de Berkeley, en Californie, proposèrent une explication hardie : les îles actuelles ont succédé à des îles plus anciennes, aujourd'hui englouties. Or, une équipe d'océanographes et de géologues de l'université d'Oregon vient de confirmer l'hypothèse : on trouve, en effet, reliant les Galápagos actuelles au

Tombés du ciel ?

L'iguane terrestre 1 et l'iguane marin 2 des Galápagos ont divergé d'un ancêtre commun à une époque où ces îles... n'existaient pas ! Comment est-ce possible ?







Vie et mort des Galápagos

Les îles Galápagos 1 sont constituées par des volcans formés de lave jaillie en un point de tension 2 de la dorsale médio-océanique, et refroidie par l'eau. La plaque Nazca 3, qui porte ces volcans, avance de 4 à 5 cm par an vers l'est (**flèches rouges**) et s'enfonce sous la plaque continentale 4, entraînant et immergeant l'une après l'autre les îles de la chaîne volcanique ainsi créée.

continent sud-américain, une série de volcans engloutis. L'un d'eux est vieux de 10 millions d'années, et D.M. Christie, qui dirige cette équipe, est convaincu qu'on en trouvera de plus anciens encore – jusqu'à 80 ou 90 millions d'années. Ces monts volcaniques gisent aujourd'hui à grande profondeur, jusqu'à - 2 500 m.

La preuve qu'ils furent jadis des îles est donnée par la présence sur leurs flancs de galets basaltiques arrondis, semblables à ceux que l'érosion marine forme sur les plages.

Cette découverte s'inscrit logiquement dans ce que nous savons du mouvement des plaques continentales dans cette région du globe. Les Galápagos reposent sur la plaque Nazca, qui se déplace et entraîne les îles vers l'est – donc vers l'Amérique du Sud. Les volcans qui forment ces îles sont des cônes de lave refroidie, érigés sur des zones de fracture de la croûte terrestre – en l'occurrence, la faille Carnegie, qui relie la zone des

Galápagos au continent. La plaque Nazca glisse peu à peu sous la plaque de l'Amérique du Sud (*voir dessin ci-dessus*), entraînant avec elle les volcans qui se retrouvent immersés. Le mont englouti le plus ancien retrouvé par l'équipe de D.M. Christie est aussi le plus proche du continent (700 km), ce qui confirme cette hypothèse.

On peut donc aujourd'hui imaginer que les ancêtres des animaux qui peuplent les Galápagos ont vécu sur des îles plus anciennes. Au cours des âges, les espèces venues du continent sur des radeaux naturels (troncs d'arbres enchevêtrés, etc.) seraient passées d'île en île tout en poursuivant leur évolution. Comme alternative à l'hypothèse des radeaux, plus ou moins convaincante, certains scientifiques

suggèrent aussi qu'il fut un temps – au Miocène – où la chaîne volcanique des Galápagos était si élevée qu'elle formait un pont continu jusqu'au continent.

Récemment, on a découvert un fossile "iguanoïde" dans une île des Caraïbes. Il pourrait bien, lui aussi, descendre de ce stock d'iguanes autrefois répandus en Amérique centrale – ancêtres des iguanes des Galápagos.

Anne Vendeuil

L'HORLOGE GÉNÉTIQUE

Pour évaluer le degré de parenté entre deux espèces proches, on utilise de plus en plus fréquemment l'analyse génétique. On évalue ainsi les différences entre leurs ADN (patrimoine génétique) : soit en comparant directement les fragments d'ADN homologues chez les deux espèces, soit en comparant les produits

du métabolisme (les protéines). Ces différences proviennent des mutations qui se sont produites au fil du temps dans le génome de l'ancêtre commun : plus le nombre de ces mutations est grand, plus le temps écoulé depuis la séparation d'avec cet ancêtre est long. Malheureusement, cette "horloge moléculaire" n'est pas ré-

gulière. L'examen des fossiles montre, en effet, qu'il y a des périodes où l'évolution s'accélère et des périodes de stagnation. Pour tout arranger, les différentes parties du génome n'évoluent pas toutes au même rythme. Les datations ainsi obtenues sont donc souvent très approximatives, et actuellement contestées.

ECHOS DE L'INDUSTRIE

TRAVAUX PUBLICS

Le pont de Normandie met son tablier

Avec ses 2 150 mètres de long, le pont de Normandie pourrait relier l'Arc de Triomphe à la place de la Concorde.

Fin 1994 ou début 1995, il permettra à quelque 6 000 véhicules de franchir chaque jour l'estuaire de la Seine entre Honfleur et le Havre. A l'horizon 2000, lorsque la connection autoroutière avec le tunnel sous la Manche sera terminée, le trafic devrait atteindre 8 000 véhicules par jour (1).

Ce ne sera pas le pont le plus long du monde, ni même le plus cher (2 milliards de francs, frais financiers inclus). Mais les 856 mètres de sa travée centrale, soutenue par des haubans d'acier dont le plus long mesure 450 mètres, en feront un ouvrage hors du commun.

Au programme, cette année : l'achèvement de la construction des éléments en béton et la pose des premiers tronçons du tablier métallique. Deux grues de 220 mètres de haut, spécialement conçues pour l'occasion, surplombent aujourd'hui le chantier. Elles vont permettre de porter à 215 mètres la hauteur des deux pylônes sur lesquels seront fixés les haubans. Haubans dont chaque toron pourra être remplacé individuellement, ce qui simplifiera considérablement leur entretien.

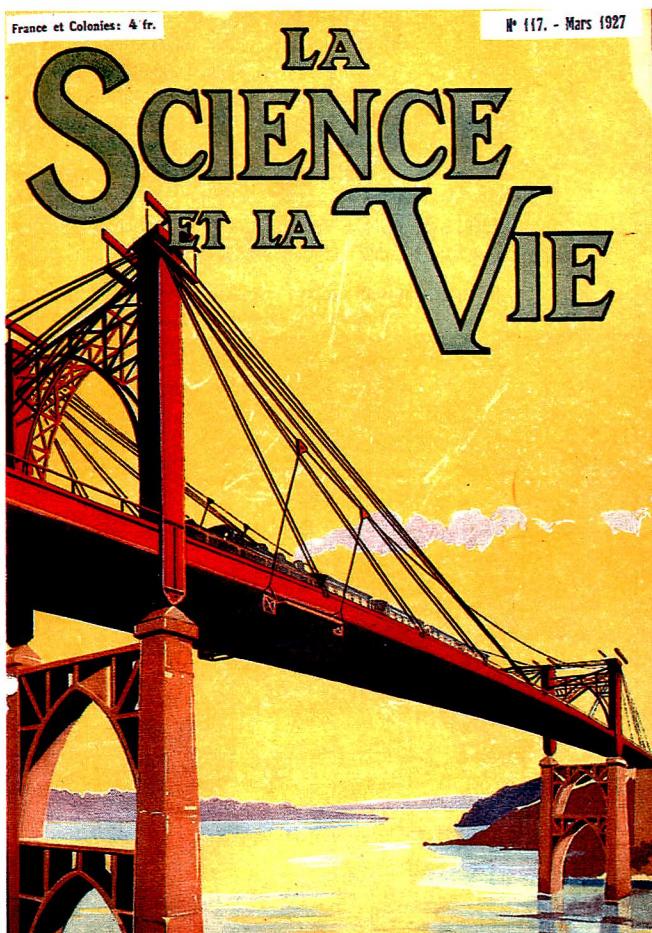
Aujourd'hui, pas de grand projet d'infrastructure sans un volet "environnement". Le

pont de Normandie ne fait pas exception à la règle même si, selon ses promoteurs, son impact sur l'écosystème de l'estuaire sera "mineur".

Au titre des diverses "mesures compensatoires" arrêtées, d'un montant global d'une dizaine de millions de francs, il est prévu l'implantation sur les berges de deux troupeaux de chevaux de Camargue.

En effet, le pont amplifie légèrement la sédimentation naturelle constatée dans l'estuaire. Ce phénomène et l'avancée de la végétation qui en résulte menacent les rives marécageuses, qui abritent de nombreuses espèces d'oiseaux. Vingt-deux hectares de vasières ont donc été récemment recréées, dont les chevaux assureront l'entretien en y limitant la progression de la végétation.

(1) Le péage sera de 30 francs pour les véhicules de tourisme (18 francs pour les abonnés).



En mars 1927 (voir ci-dessus), nous célébrions les cent ans du pont suspendu, une invention française ! Le premier ouvrage de ce type fut en effet réalisé sur le Rhône, à Tournon, par l'ingénieur Marc Séguin. A gauche, le pont de Normandie en cours de construction.

MICROÉLECTRONIQUE

Guerre éclair dans les mémoires "flash"

Des puces électroniques dont le contenu ne s'efface pas quand le courant est coupé s'apprêtent à rayer de la carte les supports magnétiques. L'industrie des semi-conducteurs prépare l'assaut.

Tout utilisateur d'ordinateur apprend très vite, à ses dépens, que sa machine possède deux types de mémoire. D'une part, une mémoire vive, espace de travail dans lequel l'ordinateur stocke les données du programme en cours d'exécution. Une brève interruption de l'alimentation électrique suffit à volatiliser ces informations, enregistrées sous forme de potentiels électriques dans des puces électroniques. Il s'agit des fameuses mémoires DRAM, reines de la microélectronique, dont le contenu s'efface dès que le courant est coupé (de ces mémoires, on dit qu'elles sont "volatiles").

D'autre part, des mémoires

de masse – disquettes, disques durs, disques optiques – sur lesquelles on prend soin de copier, avant de "fermer" son ordinateur ou son logiciel, le résultat de son travail. Sous peine de le voir disparaître à jamais. Magnétiques, voire magnéto-optiques, ces dispositifs de stockage sont aussi peu vulnérables aux sautes de courant qu'une classique cassette audio. En contrepartie, ils font appel à une mécanique fragile, lente, encombrante et gourmande en énergie (comparée à un circuit intégré).

Ces mémoires de masse sont aujourd'hui menacées par une nouvelle famille de puces capables de stocker, sans recourir

Intégrées dans un support en plastique, les mémoires flash peuvent remplacer une disquette.

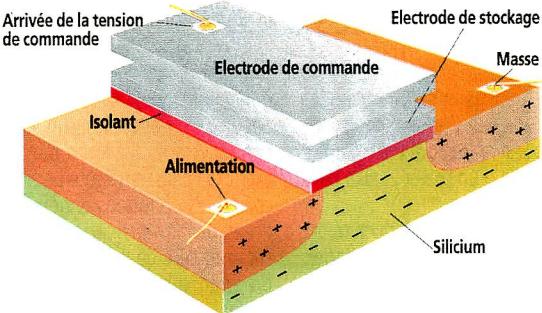


au moindre élément mécanique, l'information de façon permanente : les mémoires "flash". "Flash", car le contenu de ces circuits peut être modifié le temps d'un éclair. Un net progrès : s'il existait déjà des circuits électroniques de mémoire non volatile, ceux-ci étaient soit non reprogrammables (les ROM, ou *Read Only Memory*), soit "lentement" reprogrammables (les EPROM) via un long processus de réécriture difficilement compatible avec une utilisation comme mémoire de masse. "Flash" aussi, la vitesse de lecture de ces nouvelles puces. Il faut moins d'une milliseconde pour transférer un fichier de 10 000 caractères d'une mémoire flash à la mémoire centrale de l'ordinateur, contre 50 millisecondes dans le cas d'un disque dur.

Les mémoires flash ont été inventées par Toshiba au milieu des années quatre-vingts. C'est l'Américain Intel qui en est actuellement le plus gros producteur, avec environ 65 % du marché. Chers et de faible capacité, ces composants n'étaient pas à l'origine en mesure de concurrencer les disquettes et autres disques durs. Ils sont donc restés dans l'ombre. Aujourd'hui, les données sont radicalement différentes. Toshiba, qui cherche à regagner le terrain perdu sur Intel, s'apprête ainsi à commercialiser des mémoires flash d'une capacité de 16 millions de bits, autant que les mémoires DRAM les plus récentes (auxquelles les "flash" pourraient bientôt ravir le titre de "locomotives technologiques" de la microélectronique).

Une vingtaine de ces puces suffiront à remplacer un petit disque dur pour micro-ordinateur, en général d'une capacité de 40 mégaoctets, soit 320 millions de bits (la mesure de la mémoire de masse se fait en caractères, chacun codé sur huit bits, c'est-à-dire un octet). Comme le prix d'un tel disque est d'environ 3 000 francs, il faudra aux fabricants de mémoires flash vendre leurs composants quelque 150 francs pièce (contre 600 francs au moment de leur apparition) pour détrôner les supports magnétiques. Avec des productions en grandes séries, il n'y a là, à terme, rien d'impossible. Au pire, il suffira d'attendre quelques mois la prochaine génération de circuits flash, d'une capacité quadruple (64 millions de bits), pour que les dispositifs de stockage magnétiques soient rayés de la carte. Sentant le vent tourner, le fabricant de disques magnétiques Conner s'est associé l'an dernier avec son compatriote Intel pour mettre au point des disques "flash", qui n'ont plus de disque que le nom.

Ce seul créneau des mémoires magnétiques en informatique est déjà une belle proie pour l'industrie des semi-conducteurs. D'autant que l'essor du matériel portable, pour lequel les mémoires flash, légères et sobres, sont taillées sur mesure, leur offre un formidable tremplin. Mais il y a mieux : les progrès considérables réalisés dans la compression des informations numériques, tant dans le domaine de la voix que de l'image, ouvrent aux mémoires flash d'autres marchés tout aussi



Une cellule de mémoire flash n'est rien d'autre qu'un transistor. Un transistor un peu particulier toutefois, dans lequel une électrode de stockage est prise en sandwich entre le substrat de silicium et l'électrode de commande. Lorsqu'une tension électrique est appliquée sur cette dernière, des électrons franchissent la barrière d'isolant par "effet tunnel" pour rejoindre l'électrode de stockage. Résultat : un "bit" d'information est mis en mémoire. Lorsque la tension électrique redouble, la couche d'isolant empêche les électrons de quitter la zone de stockage. Ainsi, même lorsque l'alimentation électrique est coupée, la cellule de mémoire flash conserve son information.

considérables : la photo électronique, les répondeurs téléphoniques voire, à terme, les magnétophones. D'ici l'an 2000, les ventes des mémoires flash, qui n'atteignent aujourd'hui que 130 millions de dollars, pourraient dépasser celles des mémoires DRAM, estimées à plus de 35 milliards de dollars en 1991 !

Soudain devenu palpable, cet eldorado a provoqué ces derniers mois une cascade d'alliances comme l'industrie de la microélectronique n'en avait jamais connue, du moins en aussi peu de temps. Les accords nippo-américains autour des technologies "flash", en particulier, se sont multipliés : Sharp-Intel, Toshiba-IBM, Fujitsu-AMD, NMB Semi-

■ Des grenouilles contre le cancer.

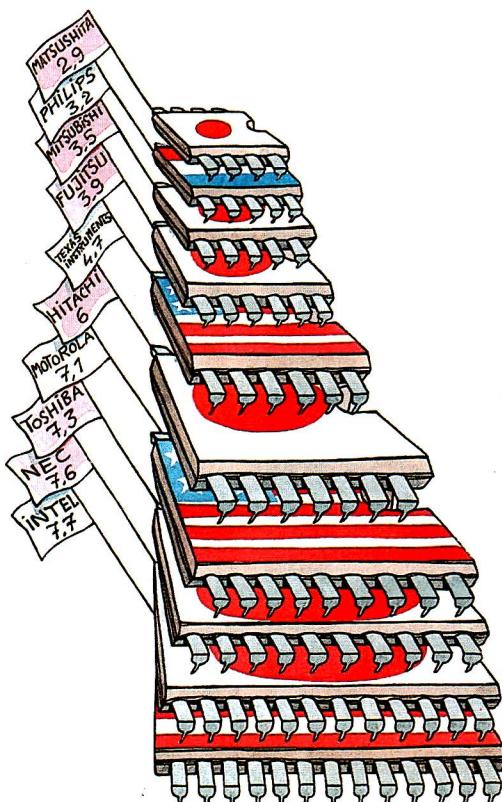
En 1987, le petit laboratoire américain Magainin Pharmaceuticals découvrait une famille d'antibiotiques naturels parmi les substances sécrétées par la peau de certaines grenouilles (voir *Science & Vie* n° 904, p. 89). L'industriel s'est aperçu récemment que ces mêmes produits étaient également actifs contre les cellules cancéreuses. Un accord vient d'être conclu avec le géant de la pharmacie Sandoz en vue de la production et de la commercialisation de produits anticancéreux dérivés de ces substances naturelles.

■ **Record électrique** : avec 67 900 mégawatts (MW), la France a connu en janvier dernier un nouveau record de consommation électrique intérieure. Le précédent, qui datait de février 1991, était de 67 800 MW. EDF estime que ses capacités de production lui permettraient de faire face à une consommation de 75 000 MW.

MICROÉLECTRONIQUE

Les puces américaines redressent la tête

Surprise ! Le numéro un mondial des semi-conducteurs n'est plus un Japonais mais un Américain. Dopé par ses ventes de microprocesseurs, Intel vient en effet de ravir à NEC la plus haute marche du podium. L'inventeur de l'"ordinateur sur une puce" n'était encore que dixième en 1986. Faut-il voir là la fin de la suprématie japonaise sur le marché des composants électroniques ? Ce serait prématûr : selon la société d'études de marché Dataquest, les industriels nippons, même s'ils ont perdu 4 points l'an dernier, sont toujours leaders avec 42,8 % des ventes mondiales, contre 41,1 % aux Américains. Ils ont avant tout souffert du ralentissement de l'économie japonaise et de la morosité du marché des circuits mémoire, leur spécialité.



AUTOMOBILE

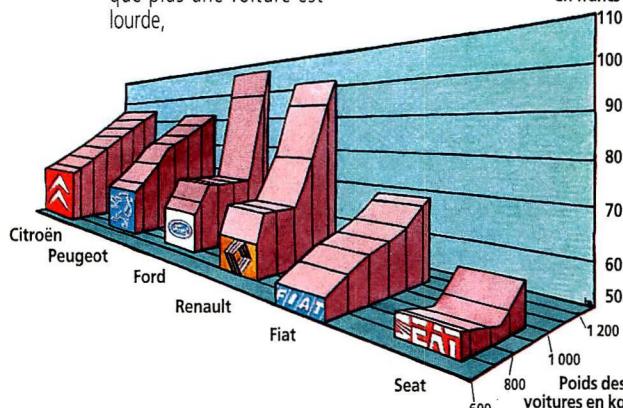
De la difficulté d'alléger les véhicules... légers

Les automobiles sont lourdes. Trop lourdes : en moyenne, plus de 900 kg, et plus de 800 kg pour un "petit" modèle comme la Renault Clio. Plus légères, elles consommeraient moins de carburant et coûteraient moins cher à l'achat. On constate en effet que plus une voiture est lourde,

plus son prix au kilo est élevé (voir graphique ci-dessous).

Cette loi ne vaut cependant que pour les véhicules fabriqués avec des matériaux conventionnels. En remplaçant l'acier par de l'aluminium et des matériaux composites, on pourrait

Prix du kg en francs



obtenir un allégement de 20 à 25 %, estime-t-on chez Renault, où l'on planche sur la question depuis 1991 dans le cadre d'un projet Euréka baptisé Mosaic.

Mais hélas, l'aluminium est trois fois plus cher que l'acier. Le surcoût peut-il être compensé par les bénéfices liés à l'allégement des véhicules ? Passons-les en revue.

Tout d'abord, la consommation du véhicule baisserait. Parallèlement, les émissions polluantes seraient réduites. Ensuite, ce matériau inoxydable éliminerait les problèmes de corrosion. Il serait en outre particulièrement bien adapté au recyclage.

Reste alors à poser l'équation globale de cette mue, en tenant compte à la fois du prix de revient du véhicule et de

son coût écologique du "berceau à la tombe", c'est-à-dire depuis sa production jusqu'à son recyclage. Il faudra par exemple comparer – côté berceau – les pollutions engendrées par la fabrication de l'acier et celle de l'aluminium, ou encore mesurer – côté tombe, au sens propre ! – le surcoût (social celui-là) dû à la moins grande résistance du véhicule en cas de choc (1).

En attendant, la chasse au poids restera un exercice de style sans véritable enjeu. Renault ne prévoit d'ailleurs pas de production en grandes séries de véhicules "allégés" en aluminium et composites avant dix ou quinze ans.

(1) La question se discute : certains essais en laboratoire ont montré que l'aluminium absorbe 50 % de plus d'énergie par kilo que l'acier.

POLITIQUE

Les nouveaux timoniers de la recherche

Le premier s'appelle John Gibbons. C'est le conseiller pour la science et la technologie du nouveau président des Etats-Unis, Bill Clinton. On le dit plutôt favorable, comme son patron, à la mise en œuvre d'une véritable "politique technologique", notamment

à un soutien sur fonds fédéraux de la recherche technologique de pointe. Sept milliards de dollars pourraient être soustraits aux crédits de la recherche militaire afin d'être affectés à la recherche "civile". John Gibbons était précédemment directeur du puis-

sant Office of Technology Assessment (OTA), le bureau d'évaluation des choix scientifiques et technologiques du Congrès américain.

Le second est Antonio Ruberti, ancien ministre de la Recherche en Italie, qui vient de remplacer à Bruxelles Filippo

Maria Pandolfi à la direction de la recherche communautaire. Le nouveau patron de la DG XII (la direction générale en charge des sciences et de la technologie) n'hérite cependant que d'une partie des responsabilités de son prédécesseur, puisque la recherche européenne en informatique et en télécommunications (près de 40 % des crédits alloués au "programme-cadre" de recherche) dépend désormais du commissaire à l'Industrie, l'Allemand Martin Bangemann. Même déchargé de ce secteur sensible, Antonio Ruberti aura fort à faire : la recherche européenne traverse aujourd'hui des turbulences qui rendent sa gestion fort délicate (voir *Science & Vie* n° 903, p. 82).



Antonio Ruberti (à gauche) est le nouveau "monsieur sciences et technologies" de Bruxelles. John Gibbons (ci-dessus, entre Albert Gore et Bill Clinton) est le conseiller scientifique de la Maison Blanche.



NUCLÉAIRE

Le déchet le plus cher du monde

Huit millions de francs le kilo ! C'est le cours – officieux – du plutonium si l'on se base sur la dernière transaction en date : l'achat en décembre dernier par les Etats-Unis de 40 kilos de ce vilain métal gris et radioactif à la Russie, au prix de 57,3 millions de dollars (environ 315 millions de francs). Destiné à la NASA, ce plutonium 238, qui n'est pas de qualité "militaire" (il ne peut pas être utilisé pour fabriquer des bombes), servira à alimenter en énergie divers engins spatiaux ainsi qu'à mener une série d'expérimentations sur la radioactivité dans l'espace.

A ce prix, on peut s'amuser à évaluer à quelque 12 milliards de francs la cargaison (une tonne et demie) du navire japonais *Akatsuki Maru*, dont la

croisière inaugurale n'est pas passée inaperçue (!). On peut aussi calculer que des surgénérateurs comme Superphénix, que l'on songe à transformer en incinérateur de plutonium, feraient alors partir en fumée de 24 à 80 milliards de francs chaque année. Explication : 1 000 tonnes de combustible irradié, contenant 1 % de plutonium, sont déchargées chaque année des centrales nucléaires françaises. Pour diverses raisons, seules 300 tonnes de ces déchets sont actuellement retraitées à l'usine Cogema de La Hague, où l'on en extrait les 3 tonnes de plutonium qu'elles recèlent. Soit, à notre cours officieux, 24 milliards de francs. Si tout le plutonium (10 tonnes) était extrait et "brûlé", le chiffre at-

teindrait 80 milliards de francs.

Mais il ne s'agit que d'un jeu. Car le plutonium n'a en réalité pas de prix. D'une part, son commerce est rigoureusement interdit (le "deal" américano-russe est sans précédent). Il n'y a donc pas de marché. D'autre part, si les Américains acceptent de payer le plutonium 8 millions de francs le kilo, c'est parce qu'ils ne disposent plus chez eux d'installations leur permettant de le produire à un coût moindre. Et que la qualité de plutonium offerte par les Russes convient très bien à l'usage que la NASA compte en faire.

Pour tous les autres, à l'exception d'éventuels terroristes nucléaires, la question n'est pas : «Comment s'en procurer ?», mais plutôt : «Comment s'en débarrasser ?». D'ici 2010, par



Poubelle ou coffre-fort ?
A Cherbourg, un fût de plutonium avant son départ.

exemple, les Japonais pourraient avoir accumulé 80 à 90 tonnes de cet encombrant métal. Au niveau mondial, on estime que la quantité de plutonium contenu dans les combustibles irradiés atteindra 1 500 tonnes en l'an 2000.

(1) Voir *Science & Vie* n° 903, p. 98.

ENVIRONNEMENT

Pourquoi les marées noires sont inévitables

Les pays d'Europe de l'Ouest importent 10 millions de barils de pétrole... chaque jour ! Pas étonnant, dans ces conditions, que nos côtes subissent régulièrement d'importantes marées noires. Au lendemain de l'échouage du pétrolier *Braer* sur les îles Shetland, en janvier dernier, le secrétaire général de la Chambre internationale de navigation déclarait, avec un certain aplomb, mais beaucoup de bon sens : «Il faut savoir faire la part des choses entre notre soif de pétrole et le niveau de pollution que nous sommes prêts à endurer.» Manière de dire qu'aussi longtemps que des millions de tonnes de pétrole circuleront sur les mers, il nous faudra accepter que des

marées noires se produisent.

Certains se consoleront en examinant la courbe ci-dessous qui montre que le nombre de pollutions accidentelles dues aux tankers s'est considérablement réduit durant ces vingt dernières années (!). D'autres s'inquiéteront en constatant qu'un palier semble être atteint.

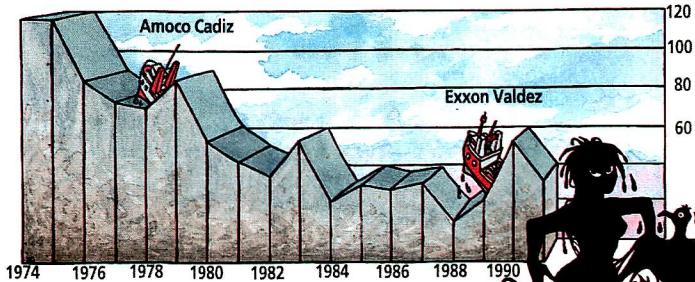
Aujourd'hui, le pétrole compte pour 40 % de la consommation énergétique de la planète. Tant pis pour les oiseaux des Shetland ?

(1) Voir notre article p. 104 sur les efforts entrepris pour rendre les pétroliers plus sûrs.



Oiseau mazouté des Shetland. Le cliché pourra bientôt resservir...

Nombre de marées noires de plus de 50 barils dues à des pétroliers



À L'ÉPREUVE DU MARCHÉ

ROBOTIQUE : LE JAPON SONNE LA RETRAITE

Un robot, ça va. Trois robots... Les industriels japonais découvrent les méfaits de la "surautomatisation".

Les responsables de la gestion et des techniques de production industrielle ont une nouvelle coqueluche. Un système à la fois flexible, intégré, intelligent, auto-dépannable et relativement peu onéreux : l'homme. Et, surtout, ils ont beaucoup moins d'illusions sur les capacités et les performances de l'arsenal technologique déployé à grands sons de trompe durant les années quatre-vingts : ateliers flexibles, Computer Integrated Manufacturing (CIM, c'est-à-dire l'intégration informatique de tous les "lots" de la productique), vision par ordina-

teur généralisée, etc.

Les ingénieurs ont rêvé d'une usine "communicante" et "souple", dans laquelle ordinateurs, robots et machines à commande numérique échangent instantanément leurs données. Une usine où les bureaux d'étude, les lignes de fabrication, les services de maintenance, de gestion de production, voire de marketing, communiqueraient via un grand réseau informatique (les ingénieurs comme les physiciens courrent après une "grande unification"). Tout cela pour atteindre trois objectifs : une intervention humaine réduite

– et comme bien peu l'ont prévu, il faut le reconnaître –, le rêve d'ingénieur s'est brisé sur le mur de la réalité économique et sociale, et même du simple bon sens.

La lente dégradation du climat économique n'est pas étrangère à ce retour de flamme. Désormais, avant de robotiser, on compte. Exemple : hier, un constructeur automobile japonais devait dépenser environ 300 000 francs pour remplacer un ouvrier par un robot. Cela lui coûte aujourd'hui 900 000 francs, plus du double d'un salaire annuel (le seuil au-delà duquel l'automatisation n'est pas jugée rentable au Japon). Les ateliers "flexibles" sont aussi dans le collimateur. En novembre, Fuji Xerox a démantelé une installation qui était pourtant, depuis dix ans, une des vitrines technologiques de la production flexible sur l'Archipel. Raison invoquée : l'automatisation est très rentable tant que le produit fabriqué n'a pas à être modifié. Mais une seule modification, même mineure, amène à reprogrammer tout le système, à un prix prohibitif. La flexibilité, c'est beau mais c'est cher.

Autre problème : dans un environnement trop robotisé, les "ressources humaines" sont démotivées. En clair : les gens s'ennuient. Et quittent l'entreprise. Ce qui, au Japon, ne réjouit pas nécessairement leur patron : l'empire du Soleil-Levant souffre d'un manque chronique de main-d'œuvre, et les entreprises nippones cherchent à réduire autant que possible le "turn-over". La si-

tuation de l'emploi est hélas bien différente en France, où l'on ne quitte pas une entreprise sur un coup de spleen. Il n'empêche : la démotivation se paie aussi par des baisses de qualité et de rendement.

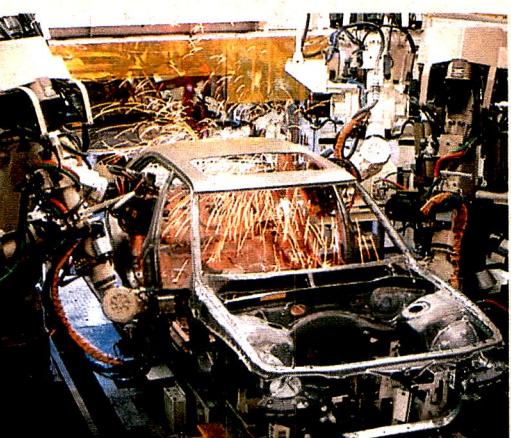
Pour regonfler le moral de ses troupes, Toyota a doté sa dernière usine (ouverte en janvier dernier) de lignes de production auxiliaires, moins automatisées que les autres, sur lesquelles «chaque ouvrier peut exploiter au mieux ses compétences» («y compris les femmes», souligne la presse japonaise, apparemment bouleversée par tant de sollicitude). Les lignes plus robotisées sont équipées de postes de travail "réglables" : les manettes de commande des automates peuvent, par exemple, être ajustées en fonction de la taille de leurs opérateurs. C'est peu et c'est pourtant beaucoup. Cela montre que les entreprises commencent à comprendre que, robots ou pas, la clé de voûte de la productivité est un ensemble à deux bras, deux jambes et une tête. L'homme répond assez bien au signalement.

E.L.

L'industrie japonaise tente de faire cohabiter l'homme et le robot.

au maximum, la possibilité de reconfigurer en un clin d'œil l'appareil de production en fonction de la demande (la "flexibilité") et, enfin, l'avènement du "zéro-tout" (zéro-délai, zéro-défaut, zéro-stock, etc.). Comme c'était prévisible

■ L'homme et/ou le robot. En janvier dernier s'est tenu à Paris un colloque-bilan sur les actions de recherche menées en France sur la robotique et la productique. Parmi les thèmes de réflexion : «Comment passer d'un système centré sur la technique à un système où l'homme ait toute sa place ?» Le seul énoncé de la question était déjà un début de réponse...



Du lait contre les microbes

Débit de l'eau, débit de «lait», même combat, si l'on considère que le lait est composé à 87 % d'eau. Pourtant, avec les 13 % restant (4 % de matières grasses, 3,5 % de protéines, 5 % de lactose et 0,5 % de minéraux et de vitamines), il y a encore de quoi ouvrir, au choix, une crèmerie, une droguerie ou... une pharmacie.

Les "composants" du lait trouvent en effet une multitude de débouchés dans les domaines les plus variés et les plus inattendus⁽¹⁾. Les caséines (famille de protéines) sont, par exemple, utilisées pour la fabrication de colles, de plâtres et de ciments, de papiers glacés ou encore de boutons (faits de galalithe, une matière plastique obtenue à partir de caséine par un traitement au formol). Le lactose, lui, est exploité par l'industrie des plastiques ainsi que par la pharmacie, qui en tire des excipients pour ses comprimés et pilules.

Le fractionnement du lait

offre à la pharmacie bien mieux que des excipients. Ainsi, deux protéines du lait, la lactoferrine et la lactopéroxidase, commencent à être exploitées pour leurs propriétés antimicrobiennes. La société Bio Serae, dans l'Aveyron, a récemment breveté un produit à base de lactopéroxidase, baptisé Serazyme, capable de tuer des bactéries qui, comme les salmonelles, contaminent la nourriture. Ce produit pourra être soit directement incorporé aux aliments, soit utilisé en pulvérisation ou trempage pour la nourriture gardée à l'air libre comme la viande. Des tests ont également montré que le produit est actif contre une autre bactérie, la tristement célèbre *Listeria*.

Ces deux protéines antimicrobiennes vont d'ailleurs trouver bientôt des débouchés en santé humaine et concurrencer des antibiotiques. Des comprimés contre les maux de gorge devraient être mis sur le marché d'ici l'été prochain.

Egalement "dans le tuyau", une crème anti-acné, des collyres, un antiseptique à usage gynécologique, et un traitement contre les infections digestives... Les animaux ne sont pas oubliés, avec le "doggyfri" pour l'hygiène dentaire des chiens !

A mi-chemin entre thérapeutique et alimentaire, le laboratoire de technologie laitière de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) à Rennes, dirigé par Jean-Louis Maubois, et la société Sopharga, filiale de Roussel-Uclaf, ont développé conjointement un aliment pour malades hospitalisés, composé de protéines laitières prédigérées. Le Reabilan – c'est son nom – était destiné à l'origine aux personnes opérées ou souffrant d'affections du tube digestif, incapables d'effectuer une digestion normale. Mais il s'avère être aussi très utile pour certaines maladies induisant des malnutritions, comme le sida. Si le Reabilan permet aux malades affaiblis de

reprendre du poids, il n'a en revanche aucune influence sur la déficience immunitaire.

La société EIBET Bio-Inova, à Palaiseau, s'intéresse, elle, aux nucléotides (composants élémentaires des acides nucléiques comme l'ADN), présents en très faible quantité dans le lait, et qui se sont révélés capables de stimuler le système immunitaire de la souris. Enfin, des chercheurs de différents laboratoires ont isolé des fragments de caséines actifs contre l'hypertension ou les thromboses. D'autres parties de ces molécules présentent une action immunostimulante, ou des propriétés identiques à celles des opiacés (antalgique, antidiarrhée). Comme d'autres substances naturelles d'origine animale telles que la peau de grenouille⁽²⁾ et le venin de serpent, le lait est un véritable réservoir de molécules pharmaceutiques.

François Boissier

(1) Voir *Science & Vie* n° 903, p. 86.

(2) Voir l'écho de la page 93.

■ Encore un phare orphelin : le phare du Bishop Rock, îlot situé au large des îles Scilly (au sud-est de l'Angleterre), est à son tour victime de l'automatisation. Ses six gardiens, qui se relayaient par équipes de trois, ont perdu leur emploi au profit d'un système informatique de contrôle d'un coût de 4 millions de francs. Le Bishop est bien connu des navigateurs. Sa grande tour – elle ressemble en fait au "fou" des échecs ("bishop" en anglais, d'où son nom) – salue les marins qui s'apprêtent à traverser l'Atlantique. Le salut sera désormais moins chaleureux. Seuls trois phares anglais sont encore habités. Ils seront automatisés d'ici 1997.

AUDIOVISUEL

TVHD : l'Asie gagnée par le numérique

Le problème n'est plus de «savoir si la télévision va devenir numérique, mais quand.» Cette phrase serait anodine si elle n'avait été écrite (le 11 janvier dernier) dans le *Nikkei Weekly*, le premier journal économique japonais. Après l'Europe, le Japon s'interroge en effet sur l'opportunité de perséverer sur la voie des systèmes analogiques⁽¹⁾. L'Archipel avait pourtant été à deux doigts de remporter la mise avec son standard Muse à la fin des années quatre-vingts. Aujourd'hui, ses industriels

sentent le vent tourner. NEC et Toshiba travaillent sur des équipements de diffusion numérique annoncés comme «prochainement disponibles». Ces matériels seront d'abord destinés à la transmission d'images télévisées entre sites de reportage et stations de télédiffusion. Canon, lui, a mis au point des équipements de compression d'images déjà utilisés par deux chaînes japonaises, Nippon Television Network et Fuji Television, pour tester la diffusion de programmes numériques par satellite.

En face, en Corée, le groupe Samsung vient de s'allier avec l'Américain General Instruments, le pionnier de la télévision numérique, pour développer et produire des téléviseurs haute définition. A Taïwan, on n'attend plus que la décision – probablement prise avant la fin de l'année – de la FCC (Federal Communications Commission) américaine sur la future norme de TVHD du pays pour se lancer à son tour sur la voie du numérique.

(1) Voir *Science & Vie* n° 905, p. 85.

LE GAZ, AVENIR DU PÉTROLE

Le gaz naturel, la moins polluante des sources d'énergie fossiles, a le vent en poupe. Les pays pétroliers du Moyen-Orient, qui ont jusqu'alors négligé cette ressource au profit de l'or noir, se lancent aujourd'hui dans des travaux herculéens pour s'affirmer sur un marché susceptible de rattraper celui du pétrole d'ici 2010.

Bienvenu sur Das Island ! Ses plages, son golf, sa chaleur... Mais, avant même que l'hélicoptère ne se pose, le visiteur comprend que ce bout de terre émergeant à peine des eaux du golfe Persique, à 180 km au nord-ouest d'Abou Dhabi, a peu de chances d'héberger un club de vacances. Il lui suffit de voir se dessiner à l'horizon le profil des énormes installations industrielles qui s'entassent sur les 2,5 km² de cet îlot des Emirats arabes unis. Puis de distinguer les pétroliers et méthaniers mouillant au large, venus tenter un gaz et un pétrole provenant des immenses champs off-shore survolés en cours de route⁽¹⁾. Aperçu avant l'atterrissement, le minuscule parcours de golf révèle sa nudité : pas un seul brin d'herbe, on y joue

Destination : Tokyo

Cinq méthaniers font en permanence la navette entre l'île de Das et la baie de Tokyo : un périple de plus de 20 000 km (voir photo page ci-contre). Tout le gaz liquéfié sur l'île est en effet destiné à la Tokyo Electric Power Company.



sur le sable. A l'arrivée, distribution générale de masques à gaz. Nul n'est à l'abri d'une soudaine bouffée du très toxique hydrogène sulfureux. Quant à la chaleur... plus de 50 °C à l'ombre en été !

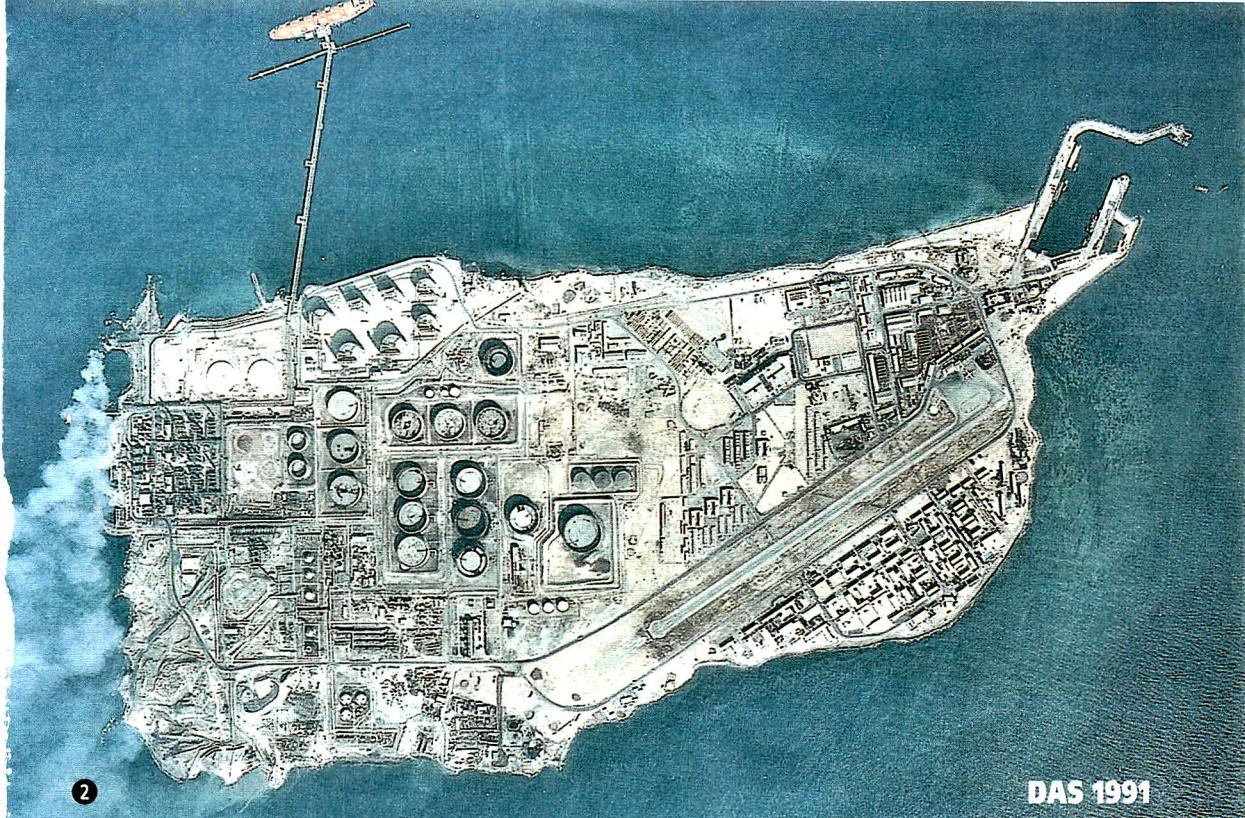
Plus de 7 000 hommes, de 41 nationalités différentes, travaillent actuellement sur Das Island, à raison de six jours et demi par semaine. Dans un seul but : étancher la soif d'énergie de la région de Tokyo... à plusieurs milliers de kilomètres de là. Depuis 1977, en effet, les deux usines de liquéfaction de gaz installées à Das produisent chaque année 2,5 millions de tonnes de GNL (gaz naturel liquéfié) – l'équivalent énergétique de 3 millions de tonnes de pétrole brut – pour les seuls besoins de la Tokyo Electric Power Company (TEPCO), la plus grande compagnie privée d'électricité du monde⁽²⁾. Pourquoi liquéfier ce gaz ? D'une part, parce qu'il serait trop onéreux de construire un gazoduc entre le Golfe et l'Archipel. D'autre part, parce qu'un litre de GNL équivaut à 600 litres de gaz à la pression atmosphérique. D'où une économie importante dans le transport.

S'il y a aujourd'hui tant de monde sur l'île de Das, c'est qu'une troisième installation de liquéfaction y est en cours de construction. D'un coût de 1,2 milliard de dollars, ce sera la plus grande jamais réalisée. Ce nouveau "train" – terme consacré pour ce genre

(1) C'est Jacques-Yves Cousteau qui, dans les années cinquante, a effectué à bord de la *Calypso* les premières campagnes de prospection au large d'Abou Dhabi.

(2) Les trois quarts de la production mondiale de GNL servent à générer de l'électricité (le reste est utilisé par l'industrie).





2

DAS 1991

d'usine - permettra de doubler, dès 1994, la production de GNL de l'île. Toujours pour les besoins de TEPCO et de ses 23 millions d'abonnés. «*Fuelling the rising sun*» (alimenter en énergie le Soleil-Levant), telle est la devise affichée d'ADGAS (Abu Dhabi Gas Liquefaction Co.), l'opérateur des installations de l'île.

L'effervescence qui règne sur Das va gagner d'ici à l'an 2000 plusieurs autres pays du Golfe. Le Qatar et le sultanat d'Oman ont, eux aussi, d'énormes projets d'exploitation et de liquéfaction de gaz. Le premier dispose du plus grand gisement off-shore du monde (5 000 milliards de mètres cubes, soit deux cents ans de consommation française). A partir de 1997, dans le cadre du projet Qatargas, il vendra chaque année de 4 à 6 millions de tonnes de GNL à un autre électricien japonais, la société Chubu. Plusieurs autres projets d'exploitation du gisement géant - on pourrait en tirer 3 milliards de tonnes de GNL, de quoi satisfaire la consommation mondiale de GNL pendant plus de cinquante ans ! - sont aujourd'hui à l'étude. Oman, lui, devrait commencer à exporter, en 1999, 5 millions de tonnes de GNL vers l'Asie du Sud-Est et peut-être l'Europe.

Après l'Algérie, l'Indonésie et la Russie, le Moyen-Orient s'apprête donc à connaître un grand boom gazier. Si la région possède 30 % des réserves de gaz de la planète (voir

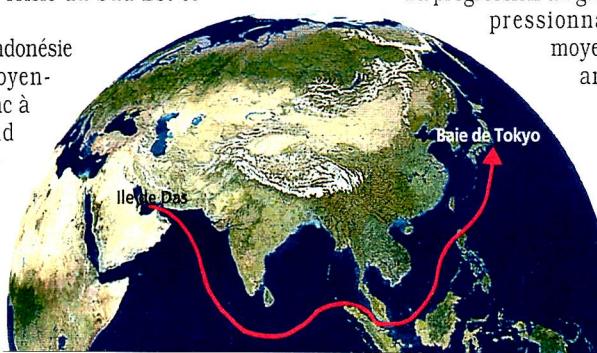
De l'effet du gaz sur une île du Golfe

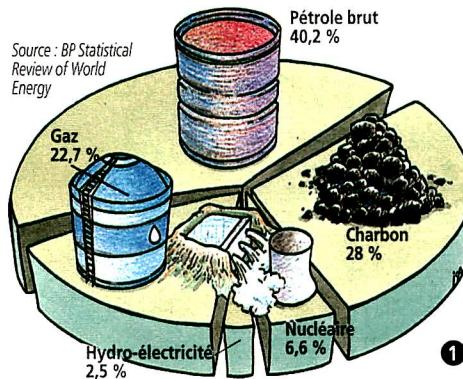
Das Island, petite île du Golfe située au large d'Abou Dhabi, n'abritait jusque dans les années cinquante qu'un petit village de pêcheurs ①. Depuis, Das est devenue une gigantesque "usine à gaz" ② où travaillent 7 000 personnes de plus de 40 nationalités différentes. La plus grosse unité mondiale de liquéfaction de gaz y est en cours de construction.

graphique p. 101), elle ne les a encore que très peu exploitées. En raison de la priorité donnée au pétrole, le gaz naturel, composé pour l'essentiel de méthane (CH_4), était jusqu'ici un "déchet" tout juste bon à être brûlé en torchère. Aujourd'hui, c'est l'énergie qui monte. Il est abondant, mieux réparti sur le globe que l'or noir et surtout moins polluant que les autres énergies fossiles (voir encadré p. 100). S'il ne représente, à l'heure actuelle, qu'un peu moins du quart de l'énergie consommée sur la planète, le gaz voit sa part croître inexorablement. Ces vingt dernières années, sa consommation mondiale a doublé, alors que celle de l'"huile" a stagné après le second choc pétrolier (1979).

La progression du gaz liquéfié est plus impressionnante encore : en moyenne + 17 % chaque année depuis 1972 !

D'ici 2010, près de 70 milliards de dollars vont être investis à travers le monde dans des nou-





veaux projets de GNL. 2010, c'est précisément l'année où, si l'on extrapole les évolutions observées depuis deux décennies, la consommation de gaz pourrait rattraper celle du pétrole... On comprend mieux, dès lors, pourquoi le Moyen-Orient a engagé cet effort de diversification aussi vaste que coûteux : 15 milliards de dollars au bas mot.

Nous voici arrivés, masqué à gaz en bandoulière, au pied des deux colonnes cryogéniques qui dominent le nord de l'île. Celles-ci sont alimentées par onze flux de gaz de qualités différentes – ce qui ne va pas sans poser quelques problèmes techniques – apportés par gazoduc des champs off-shore environnants. Le gaz est d'abord comprimé, puis débarrassé du dioxyde de carbone, de l'hydrogène sulfureux et de la vapeur d'eau qu'il contient. Désormais "doux" et "sec", il est refroidi pour être fractionné : à -6 °C, le butane se liquéfie et est récupéré. A -45 °C, c'est au tour du propane. Le gaz restant (du méthane et un peu d'éthane)

est envoyé dans un échangeur cryogénique, à l'intérieur duquel le gaz circule dans un serpentin (d'un diamètre de 1 cm et d'une longueur de plus de 800 kilomètres !) baignant dans un liquide réfrigérant (mélange d'azote, de méthane, d'éthane et de propane).

De ce bain plus que glacial, le gaz sort à l'état liquide, à la température de -162 °C, pour être stocké dans des cuves spéciales d'une capacité totale de 240 000 m³. A de telles températures, l'usage de matériaux inoxydables, comme l'aluminium et l'inox, s'impose. Ce qui explique en partie le coût élevé d'un train de liquéfaction : plus de deux fois celui de l'usine de puces électroniques la plus sophistiquée.

Au large, le *Golar Freeze*, l'un des cinq méthaniers qui font la navette entre Das et la baie de Tokyo, attend son prochain chargement. Il repartira dans quelques heures pour quinze jours de mer. La nouvelle unité de liquéfaction nécessitera quatre nouveaux méthaniers d'une capacité unitaire de 130 000 m³ (à 250 millions de dollars pièce !), en cours de construction au Japon. Chacun aura à son bord une quantité d'énergie équivalente à 75 bombes d'Hiroshima, commente-t-on à Das à l'intention du visiteur en quête de chiffres... pourvu qu'il ne soit pas japonais.

Comparé au pétrole, le gaz, c'est vraiment un autre monde. Le pétrole ne pose pas de problème particulier de stockage. Une fois produit, il peut être livré tel quel en n'importe quel point du globe, au gré du marché. Le prix à payer pour faire faire un tour du monde à un

LE PLUS "PROPRE"

Aucune source d'énergie n'est propre. Les énergies fossiles (pétrole, charbon et gaz) accroissent l'effet de serre en rejetant du carbone dans l'atmosphère lors de leur combustion. Sans parler des pluies acides dues aux émissions de SO₂, des rejets de suies, des marées noires, etc. Le nucléaire n'a rien à se reprocher de ce côté-là, mais la gestion de ses déchets radioactifs pose problème (sans parler des accidents, toujours possibles). Même l'hydro-électricité n'est pas exempt de reproches : la construction d'un grand barrage bouleverse l'environnement.

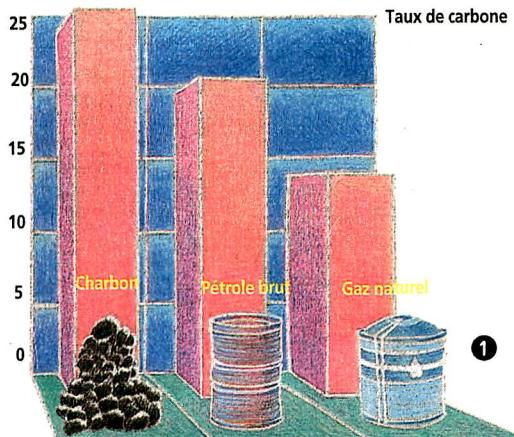
Vu ses atouts, le gaz est sous-utilisé. Sa combustion ne produit ni dioxyde de soufre, ni poussières. Il permet, en outre,

de réduire les émissions de gaz carbonique de 45 % par rapport au charbon, et de 30 % par rapport au pétrole ①. Enfin, il émet beaucoup moins d'oxydes d'azote ②.

Grâce aux turbines à cycle combiné ①, le gaz peut produire de l'électricité avec une grande efficacité : plus de 50 % de son énergie thermique est convertie en énergie électrique (contre 40 % pour les meilleures centrales à charbon). C'est aussi un carburant automobile très séduisant. Sa combustion est plus "propre" que celle de l'essence ou du gazole, et sa production engendre moins de déchets et de sous-produits que celle des carburants pétroliers. Dans *Energies nouvelles pour l'automobile* ②, Jean Orselli, di-

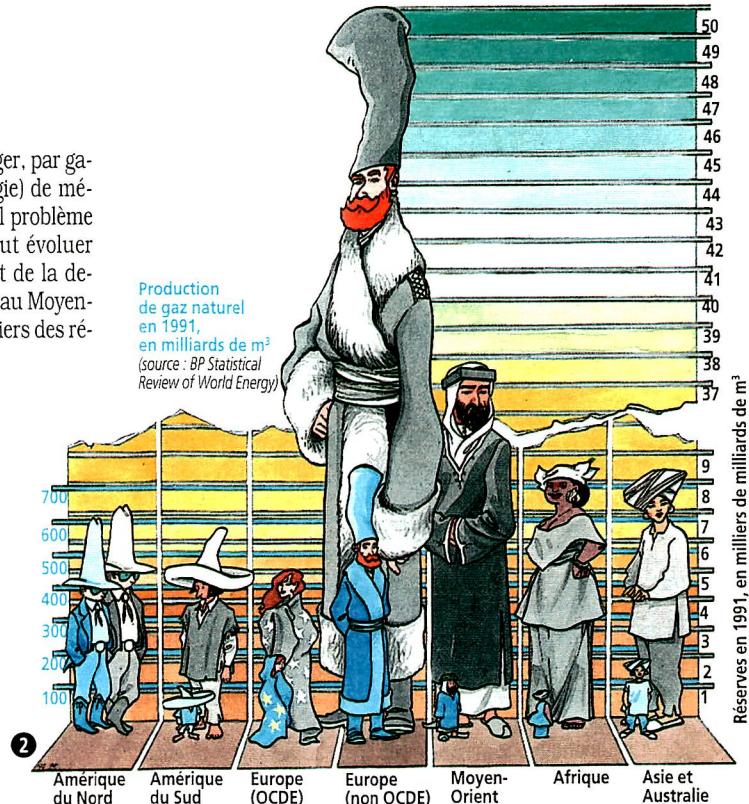
recteur de la recherche au ministère des Transports, a calculé que la compression du gaz (nécessaire à son utilisation comme carburant), opération peu gourmande en énergie, induit des émissions de dioxyde de carbone correspondant à 6 à 12 % de

celles produites par sa combustion. Tandis que les carburants pétroliers, eux, réclament pour leur production (raffinage, etc.), une énergie beaucoup plus importante, occasionnant ainsi, avant même leur combustion dans les moteurs, l'équivalent



baril de pétrole ne suffirait pas à faire voyager, par gazoduc, une quantité équivalente (en énergie) de méthane entre la Norvège et l'Allemagne. Seul problème (de taille) du pétrole : le prix du baril peut évoluer considérablement en fonction de l'offre et de la demande... ainsi que de la situation politique au Moyen-Orient, dont le sous-sol renferme les deux tiers des réserves mondiales d'or noir.

Le marché du gaz, et particulièrement celui du GNL, répond à une autre logique. Tout d'abord, un grand projet gazier réclame un investissement colossal. Il en coûtera, par exemple, 9 milliards de dollars au sultanat d'Oman pour mettre en place l'infrastructure nécessaire à l'exploitation et à la commercialisation de son gaz. Une somme que l'on peut grossièrement diviser en trois parties égales : 3 milliards pour la mise en production des champs (forage, etc.), 3 milliards pour la partie liquéfaction et 3 milliards pour une flotte de sept méthaniers. A ce prix-là, il est impératif d'avoir signé des contrats au long cours avant même d'avoir foré le premier puits. Ceux qui lient ADGAS et la TEPCO, d'une part, et Qatargas et Chubu, d'autre part, ont, par exemple, une durée de vingt-cinq ans. La signature d'un contrat gazier, c'est la mise en route, pour un voyage d'un



Une ressource peu exploitée

Le gaz naturel fournit au monde un peu moins du quart de son énergie ①. La Russie et le Moyen-Orient détiennent près de 90 % des réserves prouvées. Les pays du Golfe n'ont, jusqu'à maintenant, que très peu exploité leurs ressources ②.

DES COMBUSTIBLES FOSSILES

de 27 à 38 % des émissions de gaz carbonique "finales".

Autre argument en faveur d'une exploitation plus intensive du gaz naturel : longtemps considéré comme un sous-produit peu intéressant de la production pétrolière, le gaz était

tout bonnement "torché" sur les champs d'hydrocarbures (environ 200 milliards de m³ en 1973). Ce gâchis tend à se réduire mais, en 1989, 98 milliards de m³ étaient encore brûlés en pure perte, soit l'équivalent de 90 millions de

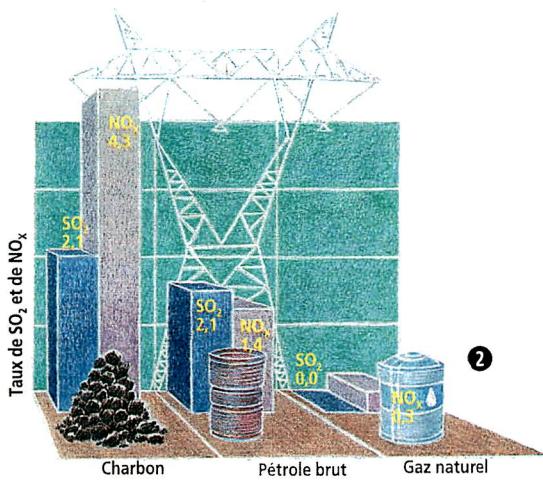
tep (tonne équivalent pétrole) ! Développer l'utilisation du gaz, c'est en quelque sorte valoriser un déchet...

Côté face, le gaz naturel présente cependant un inconvénient majeur : il est composé pour l'essentiel de méthane. Or, s'il est imbrûlé, ce gaz est plus redoutable encore en matière d'effet de serre que le dioxyde de carbone ; à quantités égales et en ne tenant compte que de son action directe sur l'atmosphère, le méthane a un "pouvoir d'effet de serre" dix fois supérieur à celui du CO₂. Il importe donc de réduire au maximum les rejets accidentels. On estime toutefois que les fuites de gaz naturel lors de sa production et de son transport sont inférieures à 0,1 %

des quantités commercialisées. Au total, 5 % seulement des émissions de méthane seraient dues aux activités gazières (imputables en grande partie aux fuites des gazoducs russes), le reste provenant des cultures, des décharges et... de la digestion des troupeaux. Les dégâts sont donc limités. Mais il ne faudrait pas qu'une utilisation accrue du gaz se traduise par une augmentation proportionnelle des rejets de méthane.

(1) Classiquement, la détente due à la combustion du méthane fait tourner une turbine. Celle-ci entraîne un alternateur, qui produit de l'électricité. Dans les turbines à cycle combiné, les gaz chauds issus de cette combustion sont réutilisés pour produire de la vapeur, qui, à son tour, entraîne une seconde turbine. D'où un rendement accru.

(2) Editions Paradigme, 1992.





quart de siècle, d'un gigantesque "train". Qu'un wagon déraille, et c'est la catastrophe. Imaginez un méthanière restant en rade (suite, par exemple, à un différent avec le client) avec à son bord 135 000 m³ d'un liquide devant être maintenu à - 162 °C...

Si les investissements et les risques sont énormes, les profits du gaz sont à l'avenant. Selon les experts, l'industrie du GNL serait même la plus rentable de toutes⁽³⁾. Pas étonnant dans ces conditions que les grandes compagnies pétrolières occidentales se battent pour décrocher des participations dans les sociétés qui vont produire et commercialiser le gaz du Moyen-Orient. D'autant que la soif de GNL du Japon (premier importateur mondial), de la Corée et de Taiwan ne cesse de grandir. On évalue à au moins 15 millions de tonnes par an cette demande supplémentaire à l'horizon 2005. Comme les réserves de gaz proches de ces pays, notamment celles de l'Indonésie

Du gaz au liquide

Le méthane, qui constitue l'essentiel du gaz naturel, doit être refroidi à - 162 °C pour être liquéfié. Une usine de liquéfaction coûte 1 milliard de dollars !

sie, actuellement premier producteur mondial de GNL, sont en décroissance rapide, l'Extrême-Orient va de plus en plus faire appel aux ressources du Moyen-Orient, estime-t-on chez Total.

Le pétrolier français, qui est déjà le partenaire

d'ADGAS aux côtés de BP, va être associé avec Shell et le Portugais Partex au projet gazier du sultanat d'Oman. Total vient, en outre, de décrocher une participation dans le projet Qatargas et sera l'opérateur des installations de production des usines de liquéfaction du Qatar. L'énorme gisement off-shore de ce pays suscite bien des convoitises : Mobil a réussi, en décembre, à décrocher la direction d'un second projet d'exploitation de ce réservoir. Et il y a de nombreux autres prétendants au gaz qatari, parmi lesquels le Français Elf, associé au Japonais Sumitomo.

L'hélicoptère s'élève peu à peu au-dessus de Das, de son golfe et de son gaz, pour regagner Abou Dhabi.

Il est salué au loin par les torchères du nord de l'île, aux côtés desquelles une cheminée crache une fumée jaunâtre. C'est le soufre extrait du gaz avant sa liquéfaction. Quand le vent est mal orienté, les îliens voient la vie en jaune. ADGAS a toutefois prévu de récupérer ce soufre pour le commercialiser. D'ici quelques mois. Il n'est pas certain, cependant, que les milliers d'ouvriers pakistanais et indiens qui triment sur l'île - certains y passent jusqu'à deux ans d'affilée avant de retourner au pays - préteront attention à ce "supplément de confort". Pas plus, d'ailleurs, que les abonnés japonais de la TEPCO, qui seraient bien surpris de découvrir cet envers du décor, ce côté face de leurs prises de courant.

Edouard Launet

(3) *The Economist* du 19 décembre 1992.

DU MÉTHANE À L'HYDROGÈNE

Au rythme de consommation actuel, les réserves mondiales de gaz (124 000 milliards de m³, soit l'équivalent de 110 milliards de tonnes de pétrole) devraient nous permettre de "tenir" encore 60 environ. Ce chiffre n'est toutefois pas à prendre, si l'on peut dire, au pied de la lettre. Démonstration : en 1991, la planète a consommé un peu plus de 2 000 milliards de m³ de gaz naturel. Or, dans le même temps, ses réserves de gaz ont augmenté de 4 600 milliards de m³, du fait de la découverte de nouveaux gisements (principalement en Russie). Comme on disposait, fin 1991, de 2 600 milliards de m³ de plus qu'en début d'année, il est tentant d'en induire que l'espérance de vie de nos réserves gazières est passée à un peu plus de 61 ans. C'est faux, car simultanément la consommation de gaz a progressé de 3,2 %. Il faut donc refaire les projections.

De fait, en raison d'un relatif équilibre entre les nouvelles découvertes et la croissance de

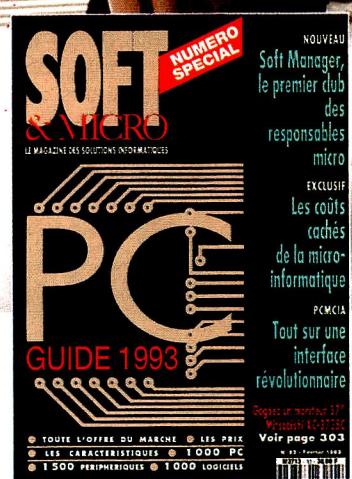
la consommation, les réserves de gaz se maintiennent depuis dix ans aux alentours de 60 années de consommation (contre environ 40 ans pour le pétrole). Et, comme il reste beaucoup de gaz à découvrir, cela peut encore durer longtemps. Certes, ces réserves se tariront un jour ; c'est le propre des énergies fossiles. Mais, estime Christopher Flavin, vice-président pour la recherche au Worldwatch Institute de Washington (un organisme spécialisé dans la collecte des chiffres sur l'environnement), l'arsenal technologique conçu pour exploiter le gaz naturel (dispositifs de stockage, gazoducs, turbines à gaz, etc.) n'aura pas été déployé en vain⁽¹⁾. Car il permettra une transition douce vers l'énergie de l'avenir : un autre gaz, l'hydrogène. Une énergie propre et renouvelable s'il en est : la combustion de l'hydrogène ne produit que de l'eau. Et ce gaz peut être obtenu par simple électrolyse de l'eau, en recourant à l'énergie solaire.

Pour une région comme le Moyen-Orient, qui ne manque pas de soleil, le passage du gaz naturel à l'hydrogène se ferait naturellement puisque l'on pourrait, pendant une période de transition, produire le second à partir du premier. Certaines installations pourraient ainsi resservir, et l'expérience acquise en matière de liquéfaction du gaz, être mise à profit. Avec l'hydrogène, il faut toutefois descendre à - 240 °C (contre - 162 °C pour le gaz naturel). Ce qui coûte fort cher.

Aujourd'hui, le coût de l'hydrogène produit par électrolyse est cinq fois supérieur à celui du gaz naturel. L'avenir de l'hydrogène solaire dépendra en grande partie des progrès techniques - procédés de production, de liquéfaction et de stockage - qui permettront de le rendre plus économique. En attendant, le Moyen-Orient, s'il est optimiste, a à une raison supplémentaire de mettre les gaz sur le gaz.

(1) "The bridge to clean energy", revue *World Watch* de juillet-août 1992.

L'informatisation de ma société, c'est mon affaire.



Je lis SOFT & MICRO et je m'y retrouve.

LA SOLUTION MICRO POUR L'ENTREPRISE

PAR DIDIER DUBRANA

PÉTROLIERS VERTS CONTRE MARÉES NOIRES

La nouvelle génération de pétroliers qui sort des chantiers navals est dite "écologique". Un moyen comme un autre d'accélérer le remplacement d'une flotte mondiale qui prend l'eau de toute part.

En moins de deux mois, quatre pétroliers ont provoqué trois marées noires : l'*Aegean Sea* à l'entrée du port espagnol de La Corogne (3 décembre 1992), le *Braer* au sud des îles Shetland (5 janvier 1993), et enfin l'incroyable collision du *Maersk Navigator* et du *Sanko Honour* au large de Sumatra, en Indonésie (21 janvier 1993). Cette série noire rappelle que parmi les 7 000 pétroliers sillonnant les routes maritimes du globe, certains sont de véritables bombes flottantes chargées de 300 000 tonnes de pétrole. Tels les super-tankers de plus de 300 m de long du type VLCC (Very Large Crude Carrier).

Les marées noires ne sont pas un hasard et encore moins une fatalité, mais, comme aime à le rappeler Fabrice Théobald, délégué général à la Chambre syndicale des constructeurs de navires, «la sécurité à 100 % n'existe pas». Pourtant, les constructeurs de navires rêvent d'un "pétrolier écologique", un bateau qui pourrait retenir le maximum de pétrole dans ses citernes en cas d'accident.

Pour les Américains, la "solution miracle" repose sur la fabrication de bateaux munis d'une double coque. Ainsi, un an après la marée noire

de l'*Exxon Valdez* en Alaska, le Congrès américain a adopté en 1990 une série de règles antipollution consignées dans le "Oil Pollution Act". Parmi les nombreuses dispositions visant à réduire les risques de pollution liés au transport maritime des hydrocarbures, ce texte de loi impose que «tous les pétroliers neufs entrant dans un port américain soient construits avec une double coque». Ce dispositif est une sorte d'enveloppe latérale et horizontale de 2 mètres d'épaisseur, ménageant un espace entre la coque et les citernes. En cas d'échouage ou d'abordage, ce bouclier peut donc encaisser une partie du choc (voir dessin p. 106).

Dans un premier temps, la décision unilatérale américaine prit de court l'OMI (Organisation maritime internationale), qui joue d'ordinaire le rôle d'"ONU de la mer" et fixe les règles de sécurité maritime aux 137 pays adhérents. Puis, en janvier 1991, un consortium européen de cinq chantiers navals (¹) proposa une alternative au double-coque : le pétrolier à pont intermédiaire (ou *mid-deck*), qui répond au nom de code "EEE".

Ce bateau «européen, économique, écologique» est construit de telle manière que, lors d'une avarie, le pétrole est maintenu à l'intérieur par la pression hydrostatique de l'eau de mer. Les flancs du "EEE" sont également protégés, en cas d'abordage, par des ballasts de 5 m d'épaisseur (voir dessin p. 107).

Double-coque ou pont intermédiaire, lequel est le plus écologique ? Pour mettre tout le monde d'accord, l'OMI avalisa au printemps

Le "podium" des pavillons les plus dangereux

Trois ans de contrôles (1989-1991) sur près de 30 000 bateaux accostant dans les différents ports de la CEE ont permis d'établir ce sinistre classement, où viennent en tête les pétroliers battant pavillon de

St-Vincent et Grenadines (18,03 % des contrevenants).

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%

Liban : 10,84%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

et Grenadines : 18,03%

St-Vincent et Grenadines : 18,03%

Honduras : 16,71%

Malte : 14,35%

Egypte : 10,18%

Chypre : 7,50%

Inde : 9%

Panama : 6,53%

Roumanie : 16,83%



APRÈS LE 6 JUILLET 1993, on ne construira plus de pétrolier comme le *Braer*, responsable de la marée noire qui vient d'affliger les Shetland

dernier (6 mars 1992) les deux concepts, américain et européen, dans le cadre d'une nouvelle réglementation internationale (13 F), qui stipule que «tout navire construit après le 6 juillet 1993 devra être du type double-coque ou pont intermédiaire». Fin du premier round. Mais début du second, avec la naissance d'une bataille commerciale américano-européenne dans laquelle le japonais Mitsubishi (2) pourrait venir jouer les trouble-fête en proposant une variante nippone du concept de pont intermédiaire «EEE».

L'enjeu économique est de taille, car le secteur de la construction navale est en plein marasme, comme en témoigne la récente faillite de Boelwerf, le principal chantier naval belge. La construction de «pétroliers verts» pourrait donc redonner un second souffle au marché. Et ce d'autant plus rapidement

que la flotte pétrolière mondiale est plutôt âgée : 62 % des tankers dépassent les 15 ans, et les trois quarts d'entre eux ont plus de 10 ans. Conséquence : les constructeurs européens affûtent leurs arguments pour convaincre les acheteurs.

La première attaque porte sur la faiblesse du double-coque en cas d'échouage. Michel Garquet, architecte naval aux Chantiers de l'Atlantique de Saint-Nazaire ne manque pas de rappeler que «si l'accident de l'*Exxon Valdez* est bien à l'origine de la décision américaine imposant le double-coque, il y a pourtant 95 % de chances que ce bateau ait provoqué la même marée noire avec un système de double coque». En effet, la profondeur de l'entaille du rocher dans l'*Exxon* était de 4,5 m, alors que l'épaisseur imposée aux doubles-coques atteint au maximum 2,5 m d'épaisseur. «En revanche, le système «EEE» aurait évité la marée noire», poursuit-il.

Deuxième critique : l'abordage par un bateau circulant à 3 nœuds peut éventrer un double-coque, alors qu'il faut plus que doubler cette vitesse (7,5 nœuds) pour endommager le «EEE»,

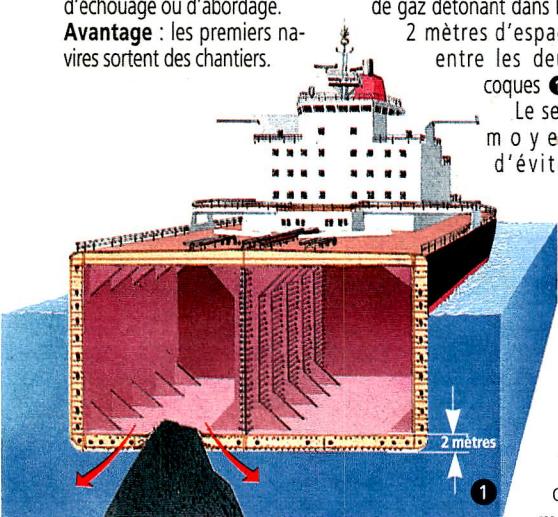
(1) Chantiers de l'Atlantique (France), Howaldtswerke Deutsche Werft et Bremer Vulkan (Allemagne), Astilleros Espanoles (Espagne), Financantieri (Italie).

(2) Mitsubishi fait partie des sept grands constructeurs japonais de navires (Ishikawajima-Harima, Mitsui, Sumitomo, Nipponkōkan, HitachiZosen, Kawasaki) qui, avec 43 % de la production mondiale, font du Japon le premier constructeur de navires du monde.

LE DOUBLE-COQUE AMÉRICAIN, UNE BOMBE FLOTTANTE

Le principe du double-coque repose sur un "boudin" d'air de 2 mètres d'épaisseur, qui protège le navire en cas d'échouage ou d'abordage.

Avantage : les premiers navires sortent des chantiers.



par ses ballasts. Enfin, selon Jean-Paul Péron, ingénieur à la sous-direction de la Sécurité des navires du secrétariat d'Etat à la Mer, «de vieillissement des doubles-coques les transformera en bombes flottantes». En effet, avec l'âge, des fissures apparaissent inévitablement au fond des citernes qui peuvent alors laisser échapper du pétrole dans l'espace libre de la coque. L'hydrocarbure s'évapore en créant des poches de butane ou de propane qui n'attendent qu'une étincelle pour exploser. Cette accumulation de gaz est d'autant plus insidieuse que cette partie du navire n'est pas ventilée et, de surcroît, elle est pratiquement inaccessible aux visites de sécurité (*voir dessin ci-dessus*).

A quoi les Américains rétorquent qu'ils ont trouvé la parade : ils abaiscent de 21 à 11 % la concentration en oxygène de l'air dans l'intervalle de la double coque en y injectant des gaz inertes (azote ou gaz carbonique).

En fait, l'option américaine semble avoir d'ores et déjà pris une bonne avance commerciale. C'est ainsi que les chantiers navals danois d'Odense viennent de sortir, en janvier dernier, le premier pétrolier double-coque (un VLCC de 280 000 t), et le Japonais HitachiZosen le second, en février. Le "EEE", lui, attend toujours les commandes.

Les pétroliers écologiques régleront-ils le problème des marées noires ? Pas dans l'immédiat, car c'est plutôt la vétusté de la flotte internationale qui est aujourd'hui en cause. La quantité de pétrole perdue par naufrage a augmenté de 45 % en trois

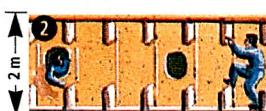
Inconvénients :

- Ce navire pourrait devenir une véritable bombe flottante en raison de l'accumulation de gaz détonant dans les 2 mètres d'espace entre les deux coques ①.

Le seul moyen d'éviter

l'explosion consiste à abaisser le taux d'oxygène de l'air dans cette partie du navire en y injectant des gaz inertes (gaz carbonique ou azote). Il devient donc impossible d'accéder à cette partie du bateau sans masque respiratoire.

- L'enchevêtrement d'éléments métalliques – lisse et vaillant ② – assurant la rigidité de la coque amoindrit la ventilation du fond du navire et rend difficile l'entretien de cette partie.



ans (1988 à 1991). «Et même si un vieux navire n'est pas automatiquement dangereux, il faut reconnaître que plus des trois quarts (82 %) du tonnage perdu provenaient, en 1991, de navires âgés de 15 ans et plus, alors que ceux-ci représentent un peu moins de la moitié (44 %) du tonnage mondial», précise Fabrice Théobald, déjà cité.

Les océans sont un vaste Far-West où des bateaux battant pa-

villeurs roumain, maltais, indien, chypriote, etc. bafouent chaque jour les règles internationales de sécurité. Pourtant, ces navires sont soumis aux contrôles de sécurité conduits par des sociétés de classification qui délivrent des certificats de conformité. Mais les certificats de complaisance vont bon train. Sur le banc des accusés, la Panama Bureau of Shipping, pour ne citer qu'elle, une société de classification accusée d'être un véritable organisme de vente de certificats de conformité. Les grandes sociétés de classification tel le Bureau Veritas ou la Lloyd's Register of Shipping en appellent à l'arbitrage de l'OMI pour tenter de remettre de l'ordre dans cette profession qui perd un certain crédit aux yeux des assureurs de bateaux. L'Association internationale des sociétés de classification (AISC), pour sa part, ne reconnaît que onze sociétés (*) sur les quarante opérant dans le monde!

Quant aux constructeurs de navires, ils demandent que l'Europe publie "la liste de la honte" des 525 bateaux retenus au port par les contrôleurs du Mémorandum de Paris en 1991 (*voir graphique p. 104*). Cet organisme international, auquel adhèrent 14 pays européens (*), est chargé de contrôler la sécurité des bateaux accostant dans les ports européens. Mais cette liste reste pour l'instant secrète, malgré les dangers que font courir ces navires à l'environnement et aux hommes. Car – on a tendance à l'oublier – les naufrages se traduisent souvent en pertes humaines : plus d'un millier de morts en 1991.

Cependant, lors de la réunion extraordinaire de la Commission des communautés européennes le 25 janvier dernier, les ministres de l'Environnement, des Transports et de la Mer des Douze ont dé-

"EEE", LA MARÉE NOIRE INTERDITE PAR LA MER

Ici, c'est la pression de l'eau de mer qui empêche le pétrole de s'écouler par l'entaille de la coque ①. Pour que cette pression soit suffisante, le pont intermédiaire est placé à 6 m de hauteur, ce qui permet d'obtenir une pression hydrostatique ($P = \rho gh$, où h est la hauteur entre le fond du bateau et le pont intermédiaire, ρ est la densité du pétrole et g la gravité) dans le bateau, inférieure à celle de l'eau de mer ($P' = \rho' gH$), qui dépend, elle, de la hauteur du tirant d'eau du navire (H), mais aussi de la densité (ρ') de l'eau de mer qui est supérieure à celle du pétrole.

Dans le cas d'un échouage qui percerait également le pont intermédiaire, la pression de l'eau de mer ② ferait remonter le pétrole vers le haut, où il pourra être évacué dans les ballasts par une pompe ③ ou un système de valve.

Avantages :

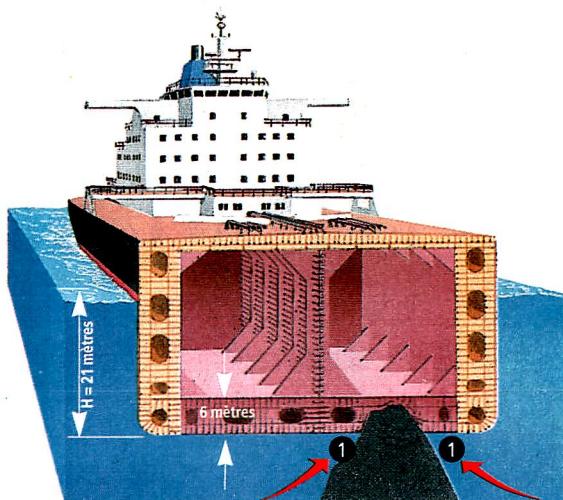
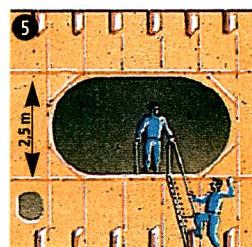
- Ce navire est le plus résistant à l'abordage (5 m de ballast ④ au lieu de 2 m pour le double-coque) et le moins vulnérable à l'échouage.
- Il est transformable en double-coque (pour pouvoir être autorisé à accéder aux ports américains) en vidant les

citernes inférieures.

- L'épaisseur des ballasts facilite les inspections de sécurité et l'entretien du navire ⑤.

Inconvénients :

- Aucun bateau de ce type n'est encore construit.
- Pour être en mesure d'aborder les ports américains, ce navire perdra jusqu'à 20 % de sa

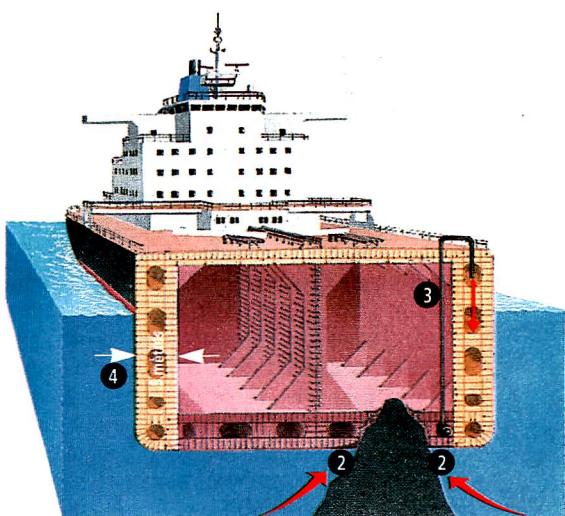


capacité de transport.

Le "mid-deck" japonais (non illustré ici) fonctionne selon le même principe que le "EEE", à la différence que son pont intermédiaire est deux fois plus élevé, placé à mi-hauteur de la coque (11 à 14 m).

Avantages : voir le "EEE".

Inconvénient : il n'est pas transformable en double-coque, à moins de perdre 50 % de sa capacité de transport à cause de la grande hauteur du pont intermédiaire.



cidé de mettre en place des règles de navigation plus rigoureuses que celles en vigueur. Chaque Etat de la Communauté publierait à l'avenir, comme les constructeurs le demandent, la liste noire des bateaux à risque interpellés dans les ports européens pour non-conformité aux règles de sécurité. Le secrétaire d'Etat à la Mer français, Charles Josselin, a demandé que «les pays d'Europe se mettent d'accord pour dresser une liste des sociétés de classification autorisées à agréer les navires». Enfin, les Douze définiront des "zones d'intérêt écologique

majeur" au large desquelles la navigation serait placée sous haute surveillance, voire interdite. Une partie de ces propositions, qui devrait être votée dès le printemps prochain, n'aurait jamais vu le jour sans l'accident du *Braer* dans les îles Shetland. Il en va ainsi de la réglementation internationale maritime, qui progresse à sauts de puce à chaque fois qu'une marée noire plus spectaculaire que les autres vient souiller nos continents.

Reste qu'à force de présenter les pétroliers comme les "pollueurs en titre" des océans, on tend à oublier que les rejets terrestres issus des raffineries ou d'autres industries polluent trois fois plus les océans que toutes les marées noires du monde réunies.

(3) Les onze sociétés de classification reconnues par l'Association internationale des sociétés de classification sont : American Bureau of Shipping, Bureau Veritas, Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd's Nippon Kaiji Kyokai, Polish Register of Shipping, Registro Italiano Navale, Russian Register, China Classification Society, Korea Register of Shipping.

(4) Les membres du Mémorandum de Paris sont : l'Allemagne, la Belgique, le Danemark, l'Espagne, la Finlande, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Italie, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni et la Suède.

Didier Dubrana

PAR DIDIER GOUT

LES CARGOS TGV SERONT JAPONAIS

Ils fonceront à 92 km/h sur 900 km de mer agitée, avec 1 000 tonnes de cargaison à bord. C'est le nouveau défi de la construction navale japonaise. Les premiers prototypes sont attendus en 1994.

Les Japonais sont bien partis pour gagner la bataille des "Jumbos des mers" et accentuer leur mainmise sur la construction navale mondiale. Le ministère japonais des Transports a lancé, en 1989, un ambitieux programme de recherche pour fabriquer des cargos capables de filer 50 noeuds (92 km/heure), trois fois plus rapides que les navires de commerce actuels.

Ces bateaux sont baptisés TSL (pour Techno-Superliner), et les deux premiers prototypes, le TSL-A et le TSL-F, sont attendus pour 1994. Avec une capacité de transport de 1 000 tonnes de marchandises et une autonomie de 500 miles marins (900 kilomètres), ils ne visent pas les traversées transatlantiques, mais sont conçus pour être les concurrents directs des camions au Japon même. En effet, ils ne seront pas confrontés à la saturation routière, fréquente tout au long de l'axe nord-sud de l'Archipel. Ce seront aussi des concurrents pour les avions sur des distances courtes, pour le transport de pièces industrielles et de produits à haute valeur ajoutée, aussi bien dans l'Archipel - où les usines sont pour la plupart en bord de mer en raison de la prédominance des montagnes à l'intérieur des terres - qu'à destination des proches pays d'Asie.

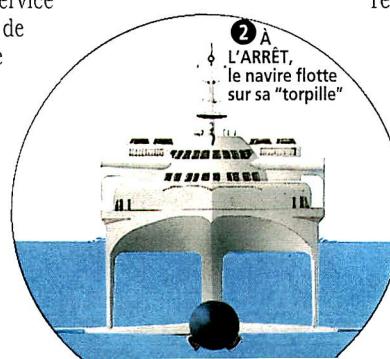
Une utopie, ces cargos TGV ? «Les Japonais sont en train de réussir leur pari», annonce Philippe Marchand, chef du service navires, pêche et aquaculture de l'Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (IFREMER). Philippe Marchand a conduit, en juin dernier, au Japon, une mission d'observation du projet TSL dans le cadre du programme MENTOR

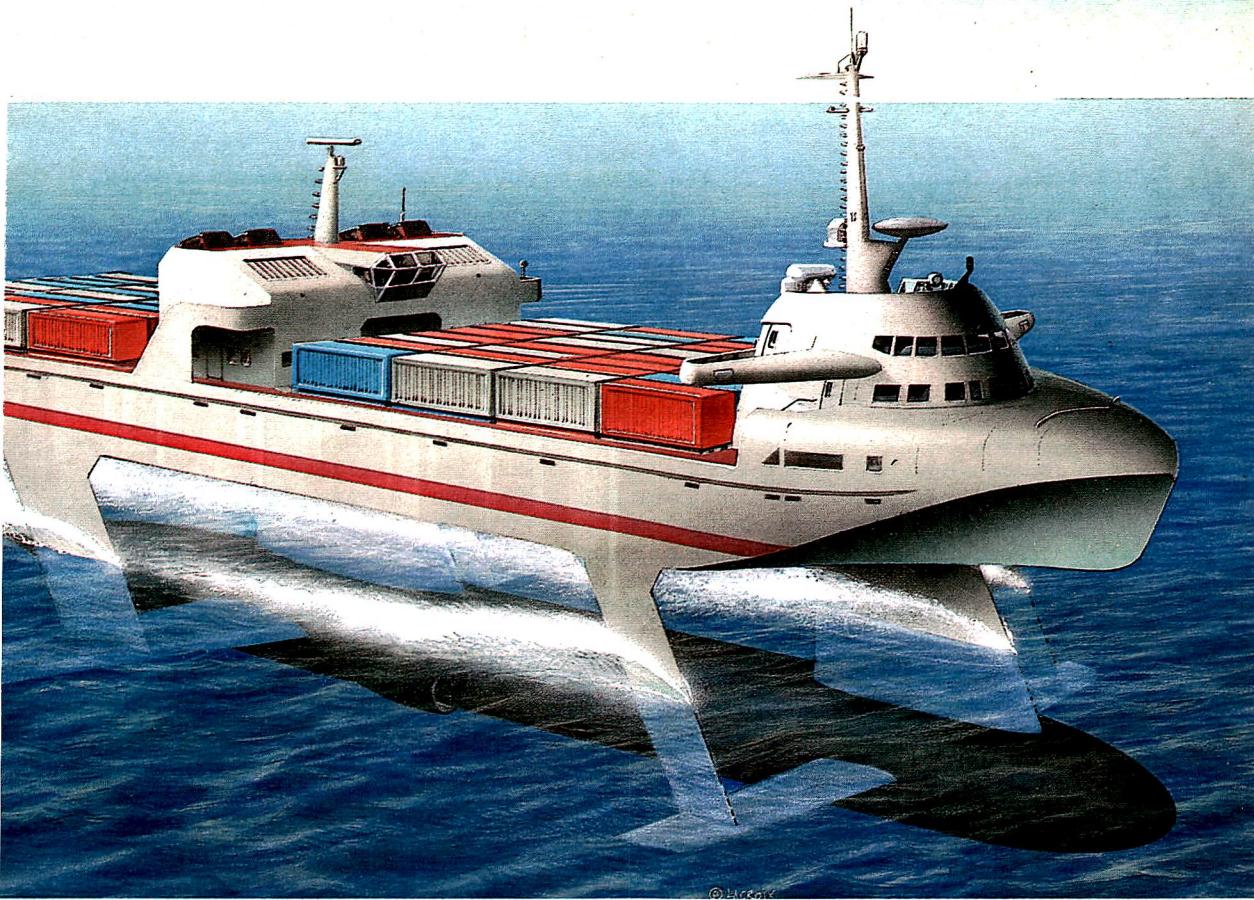
(*Modèle exploratoire de navire de transport océanique rapide*), qui vise à définir les meilleures solutions d'un "navire TGV" en France. Il en est rentré convaincu de la volonté des Japonais de réussir à mettre en service, avant la fin du siècle, les premiers cargos à grande vitesse.

Au cours de sa visite des chantiers navals de Kawasaki et de Mitsubishi, Philippe Marchand a pu observer certaines pièces critiques des futurs TSL à l'échelle 1/2, voir tourner des pilotes de simulation, et découvrir des laboratoires de recherche et leurs bassins d'essais, notamment celui du Pr Myata, du département d'architecture navale de l'université de Tokyo.

Tout confirme que les Japonais ne bluffent pas, que les Techno-Superliners ne constituent pas une des opérations d'intoxication sur leurs ambitions technologiques dont ils sont coutumiers. Il s'agit d'une course en avant tout à fait réelle pour accentuer leur domination incontestable de la construction navale. Ils détiennent même 45 % de la production mondiale des navires civils, suivis de près par les Coréens avec 30 %. La France assure pour sa part 2 % de cette production, soit trois fois moins que l'Allemagne réunifiée et deux fois moins que l'Italie.

La course à la très grande vitesse de leurs cargos du futur est parfaitement organisée ! Les





© LAGEN

objectifs des TSL, leur financement comme les techniques privilégiées sont précisément définis. En comparaison, le programme français de navire rapide MENTOR, qui n'est, lui, qu'exploratoire, table sur une vitesse équivalente, mais sur une autonomie de 300 miles nautiques (560 km). Et, surtout, il ne s'agit pas d'un cargo rapide. MENTOR fera, en effet, du transport de passagers. Il devra accueillir 500 personnes et 100 voitures, soit une charge utile de 250 t, quatre fois plus faible que celle des "Jumbos des mers" japonais.

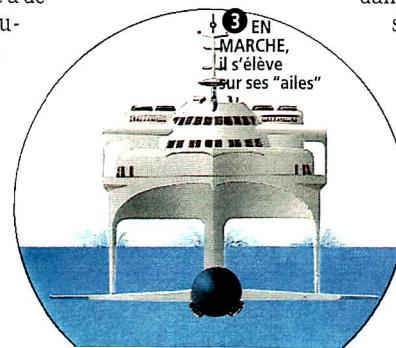
Mais, pour le Japon, première puissance industrielle maritime, la très grande vitesse est un objectif vital : elle est destinée à décongestionner les liaisons routières entre le Nord-Est et le Sud-Ouest de l'Archipel, afin de maintenir, voire d'accroître les performances économiques des entreprises à l'intérieur même du pays. Dans ce but, les cargos TGV pratiqueront

TSL-F, un nouvel hybride des mers

A l'arrêt, le tout dernier cargo à grande vitesse ① étudié par les Japonais flotte en bonne partie grâce à sa coque à l'allure de sous-marin ②. En marche, l'écoulement de l'eau sur les "ailes" du navire crée une portance (comme sur un avion) qui soulève sa coque hors de l'eau ③, ce qui permet d'augmenter la vitesse et de réduire la traînée. Comme il navigue hors de l'eau, le TSL-F ne craint pas les mers difficiles.

des aller et retour quotidiens sur deux voies maritimes : celle de 500 miles qui relie la capitale Tokyo à l'île de Hokkaido, au nord, où l'état de la mer est fréquemment difficile avec des creux quelquefois supérieurs à six mètres, et celle entre Tokyo et l'île de Kyushu, au sud, longue aussi de 500 miles.

Pour gagner ce pari, les cargos TGV japonais disposeront d'un atout : le coût élevé (deux fois plus cher qu'en France) du transport routier dans l'Archipel. Il résulte de plusieurs facteurs : des péages généralisés et de montants élevés car la construction des routes est là-bas plus coûteuse qu'ailleurs, vu l'omniprésence des montagnes ; des camions dont la charge à l'essieu est inférieure à celle des



véhicules européens ; une pénurie de chauffeurs routiers. Une comparaison illustre les performances recherchées. Ces TSL seraient capables de parcourir l'équivalent d'un aller et retour Paris-Marseille (par l'autoroute) en vingt-quatre heures. Ils pourront également relier en une journée les proches voisins du Japon.

C'est là le second objectif des TSL : améliorer les échanges avec ce qui est de plus en plus considéré par le Japon comme son hinterland, les dragons économiques de l'Asie, à forte croissance. La Corée sera à moins d'une demi-journée de mer par TSL. La Chine, à partir du port de Shanghai, ainsi que Taiwan, avec une escale pour refaire le plein de carburant, seront joignables en une journée. Les TSL livreront des pièces détachées aux usines nippones délocalisées dans ces zones à main-d'œuvre bon marché. En retour, ils rapporteront d'autres produits industriels, ou périssables tels que les fruits et légumes...

Le programme financier des cargos TGV est également bien bouclé. Le projet représentera une dépense de 650 MF. Le ministère japonais des Transports donne chaque année 20 à 30 MF depuis 1989. Ce qui fera une aide de 150 MF pour les six années de ce programme, qui s'achèvera en 1994 par la construction des deux prototypes. En comparaison, l'étude française de navire rapide MENTOR - confiée par trois ministères, pas un de moins, la Recherche, la Mer et l'Industrie, à l'IFREMER, aux Chantiers de l'Atlantique et à la Compagnie générale maritime (CGM) - n'a touché que trois millions de francs pour étudier et comparer les principales solutions envisageables. Une obole ! Les chantiers navals nippons mettront, pour leur part, l'équivalent de 450 millions de francs. Leur participation passe même de 60 % à 85 % avec la phase de réalisation des prototypes, qui débute cette année. Comme quoi, les sept grands constructeurs japonais collaborant à ce projet ne s'engagent pas à la légère.

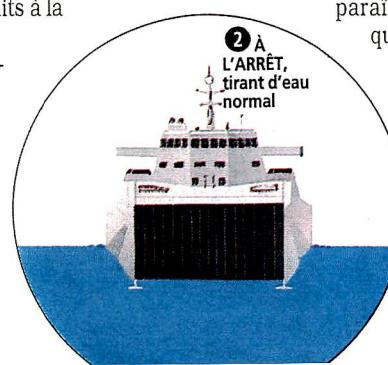
Les solutions techniques retenues montrent la détermination des Japonais à laisser sur place leurs concurrents, en mettant à profit leur expérience, tout en n'hésitant pas à innover. Deux prototypes de bateaux seront construits à la fin du programme.

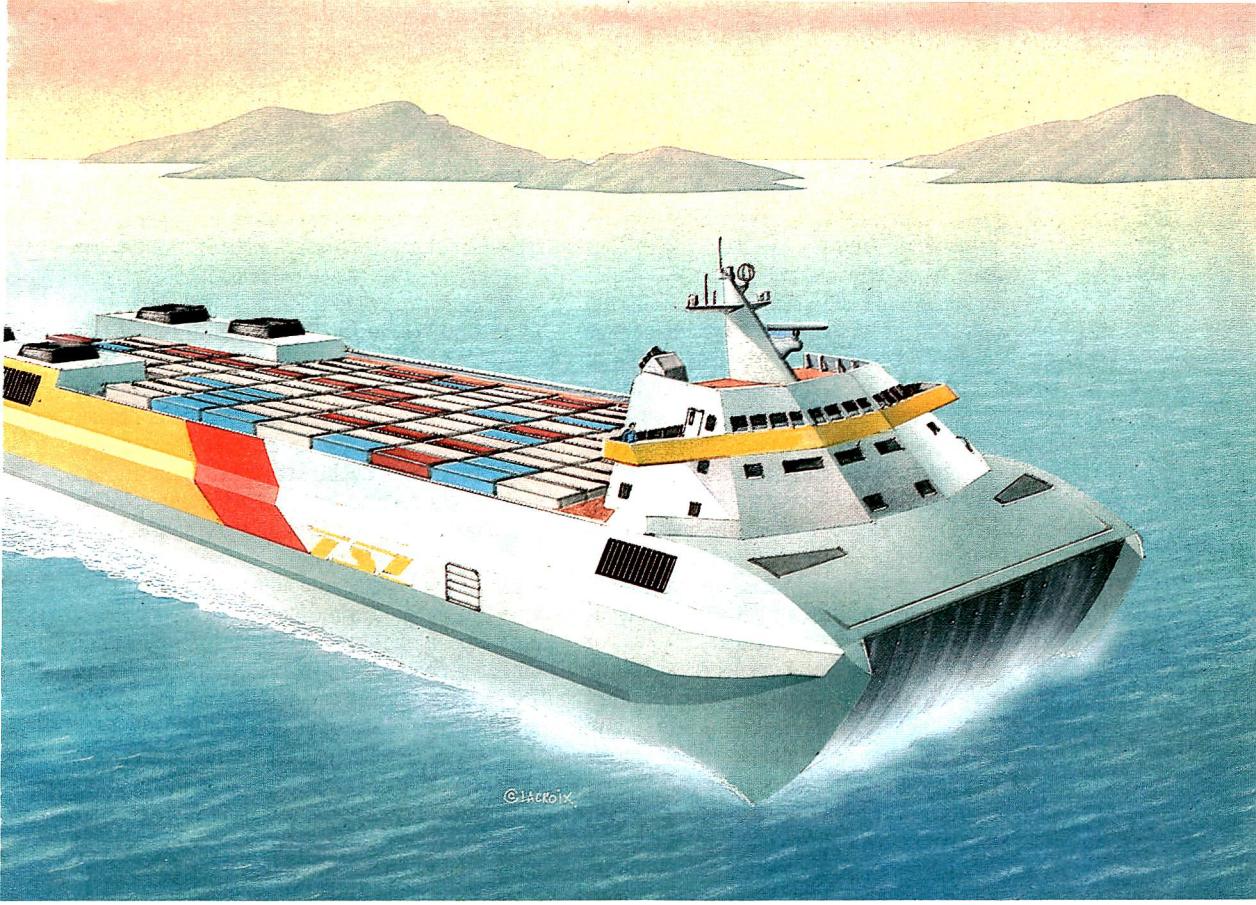
L'un, le TSL-A, dont un prototype de 70 m vient d'être mis en chantier, sera le plus grand navire à effet de surface (NES) du monde. Une fois achevée sa construction - qui associe Mitsui et Mitsubishi -, il battra le

NES français *Agnès 200*, construit par les Constructions mécaniques de Normandie (CMN) pour les besoins de la Marine nationale, qui détient la palme mondiale des NES avec une longueur de 51 m. Cela, en attendant le TSL-A définitif, dont la construction est prévue en 1995 et la mise en service en 1998, et qui mesurera, lui, 127 m pour un déplacement de 3 000 t. Ce géant sera propulsé par quatre turbines à gaz de 25 000 ch chacune et soulevé en sustentation grâce à quatre Diesel de 4300 ch entraînant quatre énormes ventilateurs.

Le principe des NES commence à être connu dans la construction navale. Il consiste à projeter de l'air entre les deux coques rigides d'un catamaran grâce à d'énormes ventilateurs. Cet air forme un coussin gonflable limité sur les côtés par les deux coques du navire, et à la proue et à la poupe par deux jupes souples. Ce coussin va diminuer le tirant d'eau du bateau, c'est-à-dire l'enfoncement dans l'eau de ses coques, en les soulevant, sans toutefois qu'elles ne quittent le contact de l'eau. Ce tirant d'eau passe ainsi de 2,30 m à 1 m pour l'*Agnès 200*. Il devient ainsi possible de diminuer le volume d'eau déplacé par le navire et d'atteindre les grandes vitesses recherchées. Avec une supériorité indéniable sur les aéroglyseurs de type Hovercraft.

Car les NES sont nés à la suite des aéroglyseurs. Ces derniers (qu'il ne faut pas confondre avec les hydroglyseurs, qui glissent sur l'eau grâce à des skis) sont à propulsion aérienne. Les aéroglyseurs, en effet, survolent l'eau grâce à un coussin d'air injecté sous des jupes qui font tout le tour de leur coque. Mais les aéroglyseurs deviennent ingouvernables si le coussin d'air disparaît, car ils ne peuvent naviguer que la coque totalement hors de l'eau. Ils sont, de plus, très sensibles au vent, avec le risque de devenir de véritables sponges sous l'effet d'une rafale. Les aéroglyseurs ont trouvé des applications essentiellement militaires, avec quelques dé-





bouchés civils. Ainsi, le *Princess Ann*, qui est le plus gros aéroglissoir du monde avec un poids total de 300 t, emmène 400 passagers et 60 voitures à 50 noeuds de moyenne à travers la Manche.

Le NES continuera, lui, à naviguer grâce à la flottabilité de ces deux coques même si le coussin d'air vient à disparaître. Cet avantage explique que les NES, navires hybrides, à la fois catamarans et aéroglissoirs, aient aujourd'hui pignon sur mer, avec 2 à 3 % de la production actuelle de navires rapides. Quelques-uns sont en exploitation, notamment en Grèce, pour relier les îles des Cyclades au Pirée, le port d'Athènes, où ils sont deux fois plus rapides (mais aussi deux fois plus chers pour la clientèle) que les ferries. On en rencontre aussi dans les fjords norvégiens et en Méditerranée.

En France, le NES *Agnès 200* de la Marine nationale a prouvé l'été dernier, en Manche, qu'il pouvait assurer des liaisons régulières une fois aménagé en trans-

TSL-A, un coussin d'air pour aller plus vite

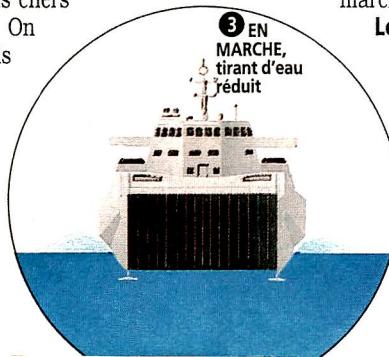
Sur ce type de navire ①, de puissants ventilateurs injectent de l'air dans l'espace compris entre les deux coques du navire et ses deux jupes avant et arrière. Moins immergé ③ qu'un bateau classique ②, le bâtiment bénéficie ainsi d'une traînée réduite et peut donc atteindre des vitesses (92 km/h) inaccessibles à des navires ordinaires. Mais il craint les creux de plus de quatre mètres, qui créent des fuites dans le coussin d'air.

port de passagers. Il a même démontré, le 6 novembre dernier, que l'objectif de 50 noeuds est du domaine du possible, en surfant à 43,6 noeuds (soit 78 km/heure) sur mer plate.

Mais les NES en service dans le monde ne naviguent pas dans la même catégorie que le TSL-A japonais. *Agnès 200* a un déplacement de 250 t, et les autres NES, Norcat norvégiens et Corsair allemands, se limitent aussi à moins de 300 t. Et

aucun n'est conçu pour le transport de marchandises.

Les Japonais veulent passer à la catégorie au-dessus, en construisant de véritables cargos NES à effet de surface. C'est là la différence ! Le déplacement visé, 3 000 t pour une charge de 1 000 t, est plus de dix fois supérieur à celui des



autres NES. Il entraînera des contraintes terribles pour les matériaux utilisés. Les Japonais en sont conscients. Ils espèrent néanmoins que des alliages d'aluminium seront suffisamment légers et résistants pour que la coque supporte les coups de boutoir qu'elle subira à ces vitesses. Jean-Paul Bertrand, architecte de l'*Agnès 200* à la Direction des constructions navales (DCN), s'interroge sur cette solution. «Les alliages d'aluminium qui ont à la fois une faible résistance au feu (demandant une importante isolation, synonyme d'augmentation de poids), et une tenue en fatigue moyenne sont-ils assez performants en comparaison des composites ?» Gageons que les Japonais, qui ont la réputation de n'écartier aucune solution, étudient certainement aussi l'emploi de composites.

Les 3 000 t de déplacement impliquent aussi une pression continue à l'arrachage sur les jupes (celles d'*Agnès 200* ne tiennent ainsi que 600 heures avant de devoir être changées). Les Japonais testent dans ce but plusieurs matériaux, des caoutchoucs, des plastiques. Les jupes constituent en effet un des points faibles des NES. «Celles du TSL-A seront comparables à un grand rideau de théâtre de 8 m de haut sur 25 de large», décrit Philippe Marchand. Un rideau qui heurtera les embruns à 90 km/heure ! Est-ce possible sans casse ? Philippe Marchand et les ingénieurs de la DCN estiment que oui.

Le second point faible de ces navires est leur confort. A partir d'une certaine hauteur de vague (environ deux mètres), les passagers des NES en service actuellement subissent fréquemment le mal de mer. Les Japonais prévoient quatre ailerons stabilisateurs sous la coque pour contrôler ses mouvements. Pilotés par ordinateurs, ils réduiront le tangage et le roulis. La longueur du navire sera aussi un indéniable facteur d'amélioration du confort, dans la mesure où il sera sensiblement plus long que la houle excitatrice. Le troisième point faible, lié au second, concerne les performances des NES. Celles-ci diminuent fortement dans les mers très agitées, à partir de creux de quatre mètres. La réponse sera, là, pragmatique. Il semble que le TSL-A sera utilisé sur la liaison sud du Japon, où la mer est sensiblement moins forte qu'au nord. Sage décision !

«Imaginez la "boutonnière" dans la coque si, déséquilibrées par une série de vagues, les 3 000 t d'un Techno-Superliner heurtaient à 50 noeuds un caillou», prévient Michel Garguet, architecte naval, détaché à la direction commerciale des

Chantiers de l'Atlantique. Mais les Japonais ne désespèrent pas de réussir à mettre en service des cargos rapides sur les mers plus difficiles qui prédominent entre Tokyo et l'île de Hokkaido.

Le second TSL, le TSL-F, dont Kawasaki est responsable à 70 %, et auquel collaborent NKK, Nippon Kokan, IHI, Ishikawajima Harima, Sumitomo et Hitachi, doit supporter les conditions de mer les plus difficiles, notamment ces creux de six mètres que l'on rencontre parfois à ces latitudes.

Pour cela, ils n'ont pas recouru à une solution technique déjà développée ailleurs, comme pour le TSL-A, mais ils ont été beaucoup plus audacieux. Ils ont imaginé un tout nouveau type de navire. Des maquettes tournent déjà, et le premier prototype attendu pour 1994 mesurera 15 m de long. On pourrait croire que ces maquettes du TSL-F sont montées sur des skis comme les hydroglisseurs classiques. En réalité, sous les "jambes" de ce navire, et cachée par la mer, une énorme torpille de la taille d'un sous-marin assure la moitié de la flottabilité.

Le TSL-F est donc un tout nouvel hybride des mers ! Il combine les avantages des Swaths (les Small Waterplane Aera Twin Hull, inventés par la firme Mitsui, leader mondial pour leur fabrication) avec ceux des hydrofoils. Comme les Swaths – qui sont dotés de deux coques sous-marinées portant totalement la plate-forme du navire par l'intermédiaire de bras verticaux effilés –, le TSL-F bénéficiera d'un confort remarquable dans les mers les plus démontées. En effet, les coques porteuses étant sous l'eau, elles sont beaucoup moins sensibles à l'état de la mer. Mais, à la différence des Swaths, le TSL-F n'a qu'une coque sous-marine, éliminant ainsi un de leurs inconvénients, à savoir la difficulté d'atteindre de grandes vitesses avec deux coques à tirer sous l'eau.

Le TSL-F fait appel à deux longues ailes horizontales d'une quarantaine de mètres d'envergure, associées à une coque de sous-marin. Celles-ci permettront au TSL-F de glisser à des vitesses qui semblent impossible pour les Swaths. «La moitié de la portance proviendra de la coque centrale, et l'autre moitié des ailes. C'est audacieux mais compliqué au niveau des structures», explique Philippe Marchand. La construction fera largement appel aux aciers spéciaux pour que cela tienne.

Ce navire sera également compliqué à piloter. Sur ses ailes, des ailerons sont prévus afin que la plate-forme soit maintenue à l'horizontale et éviter qu'elle ne plonge comme un sous-marin ou ne décolle comme un poisson volant. Comme dans les avions, des capteurs d'accélération et des cap-

Le TSL-F, un cargo qui tient à la fois du sous-marin et de l'avion

teurs d'attitude fourniront les consignes de pilotage, avec un rafraîchissement des informations tous les vingtèmes de seconde.

Ce Jumbo des mers aux ailes de géant verra-t-il le jour ? Pour relever ce défi, Kawasaki bénéficie de son savoir-faire dans le domaine des sous-marins militaires et dans celui des hydroglisseurs de deuxième génération – les hydroptères, dont les plans porteurs demeurent en permanence immersés, développés à la suite des hydroglisseurs et capables d'affronter des mers plus difficiles. Kawasaki a construit onze de ces hydroptères, baptisés Jetfoils, grâce à une licence Boeing. Ceux-ci naviguent sur les côtes du Japon à des vitesses de croisière de 42 nœuds (75 km/heure). Mais les Jetfoils sont limités à des tonnages de 110 t, et leur consommation est élevée.

Le saut technique du TSL-F soulève néanmoins un certain scepticisme. Cette solution présente un inconvénient majeur : le tirant d'eau du navire définitif sera de 14 m, en raison de la présence du flotteur immergé, un long cigare de 85 m de long et de 6 m de diamètre. Ces 14 m de tirant d'eau (pour 70 m de long, un déplacement de 4 000 t pour 1 000 t de charge utile et 200 000 ch de puissance installée) demanderont un aménagement des infrastructures portuaires japonaises, où le tirant d'eau est souvent inférieur, notamment à Tokyo. La direction des ports du Japon se dit prête à participer aux financements de ces terminaux. Elle en a les moyens : son budget annuel d'investissement est approximativement celui des routes françaises. 40 milliards de francs !

Ces projets japonais ne sont-ils pas un peu trop démesurés ? Les Japonais ne sont pas des "bleus" dans le domaine des bolides des mers. Avec 230 navires rapides en service – 16 catamarans, 21 hydroglisseurs, 6 navires à coussin d'air et 186 mono-coques –, filant entre 30 et 35 nœuds (de 54 à 63 km/heure), contre moins d'une dizaine en France, ils sont les mieux armés pour dominer demain la construction des Jumbos des mers.

L'Europe peut et doit réagir à cette menace. Elle dispose d'un marché intérieur potentiel en termes de cabotage. L'amélioration des liaisons de port à port entre les pays européens (qui demeurent sous-développées) permettrait de désaturer plusieurs



Les Français poursuivront-ils leurs efforts dans le domaine des navires rapides ? Ci-dessus, l'Agnès 200 de la Marine nationale.

liaisons autoroutières. C'était un des points soulignés par le rapport Carrère lors du débat Transports 2002, qui s'est tenu l'année dernière à l'initiative du ministre des Transports, Paul Quilès.

Les débouchés du transport rapide de marchandises sur l'eau sont en effet multiples : les trajets nord-sud le long de l'Italie ; les trajets est-ouest, comme celui entre Barcelone et Rome, qui éviteraient la congestion des voies intérieures qui devient telle qu'on envisage de doubler l'autoroute actuelle ; les trajets entre les ports du Nord de la France et ceux des pays de l'Europe du Nord...

Un second point justifie une réaction européenne : la technologie des TSL met en œuvre des techniques plus proches de l'aéronautique que de la construction navale, en particulier quand il s'agit de contrôler en permanence des plans porteurs. La maîtrise de ces techniques permettra de faire subsister une industrie navale européenne orientée vers la production de navires sophistiqués.

Il est pourtant permis de douter que l'Europe réagisse à temps à cette menace. A la différence du secteur aéronautique, la coopération européenne dans la construction navale est quasiment inexistante. «Les entreprises commencent pourtant à se regrouper», note Fabrice Théobald, délégué général de la Chambre syndicale des constructeurs de navires. Ainsi, au mois de novembre dernier, cinq chantiers – ceux de l'Atlantique (France), Astilleros Espanoles (Espagne), Fincantieri (Italie), Bremer Vulkan et HDV (Allemagne) – ont formé un groupement d'intérêt économique pour bâtir un pétrolier économique et écologique beaucoup plus sûr que les pétroliers actuels (voir notre article p. 104). Alors, pourquoi ne pas créer aussi une telle association pour lancer un cargo TGV des mers européen ?

Didier Gout

PAR GÉRARD MORICE

LES SAINT-BERNARD DE L'INNOVATION



Améliorer le confort des blessés est le premier souci des concepteurs de ce traîneau.

Ils sont trois gendarmes, à Chamonix, à avoir pensé que le matériel de secours ne pouvait rester ce qu'il était : inadapté, inefficace, parfois dangereux. Sans argent, sur leur temps libre, ils ont mis en place une "cellule-innovation". Et innové.

Le TPG, "traîneau polyvalent de gendarmerie", est plus qu'une invention : c'est un ensemble d'inventions réunies sur un seul matériel. Fabriqué en fibres de carbone, Kevlar et mousse pour la coque, aluminium traité et anodisé pour les parties métalliques et les accessoires, il ne pèse que 16 kg. Il se replie sur lui-même, ce qui permet de l'acheminer sur les lieux de l'accident "à la main", comme une valise, mais il peut tout aussi bien être porté à dos d'homme grâce à l'adjonction d'un harnais.

Un système de câbles et de mousquetons permet à un hélicoptère de récupérer traîneau et blessé, un autre de les hisser le long d'une paroi rocheuse à pic. Si un blessé doit être descendu sur le TPG par piste, ce traîneau, bien calé sur ses deux patins arrière, glisse en neige profonde aussi bien que dure – et même sur les plaques d'herbe ! – et il reste stable quelle que soit la pente, suivant toujours la courbe exacte du skieur, même – les essais sont là pour en témoigner – s'il va à 90 km/h. Auparavant, il était courant que les traîneaux "chassent", tout l'équilibre de ces simples bouts de bois réunis par un morceau

de tissu reposant sur les seuls bras des secouristes.

Le TPG est aussi le premier traîneau conçu en pensant au confort et à la prise en charge médicale du blessé sur les lieux mêmes de l'accident, bien avant l'arrivée à l'hôpital. Son plancher rigide permet d'effectuer des massages cardiaques. Cette même rigidité évite d'infliger au blessé des traumatismes supplémentaires, fréquents avec les traîneaux de toile et qui, selon l'expression d'un sauveteur, "fusillent" ceux qui sont atteints à la colonne vertébrale lorsqu'ils passent sur des surfaces dures et saillantes, blocs de glace, branchages, cailloux.

Alors que les brancards classiques disposent, pour attacher le blessé, de sangles toujours placées aux mêmes endroits et fortement serrées – ce qui est fort douloureux et peut même aggraver les blessures –, on trouve sur le TPG un corset à lattes semi-rigides, réglables, répartissant la pression sur toute la surface de la poitrine. Deux sangles souples, l'un abdominal et l'autre ventral, évitent ensuite les chocs au blessé. Deux dernières sangles maintiennent les jambes, et trois tringles mobiles permettent d'immobiliser les blessures (voir photo ci-dessus).

Une capote abrite la tête du blessé des gerbes de neige envoyées par les skis du sauveteur et une toile plastique recouvre son corps. Elle est constituée de quatre parties assemblées par du Velcro. Ainsi, en soulevant l'une d'elles, on peut intervenir localement, sans exposer le reste du corps au froid et aux intempéries. A cette toile, on peut du reste ajouter un molleton qui

DEUX AUTRES INVENTIONS DES "GENDARMES BRICOLEURS"

● Un appareil à décoller les victimes de la glace.

Lorsqu'une personne tombe dans une crevasse, la chaleur de son corps fait fondre neige et glace autour d'elle. Mais la glace se reforme aussitôt, emprisonnant littéralement l'accidenté, le plaquant sur les parois ou au fond de la crevasse. Il devient alors pratiquement impossible de l'en extraire sans le blesser à nouveau. La solution ? Chauffer du glycol à 40/50 °C (pas question d'as-

phyxier la personne bloquée dans un endroit pratiquement clos avec un produit chimique). L'appareil à "déglacer" est un simple réservoir de 8 litres dont le contenu, du glycol, est chauffé par une simple résistance. Un gaz propulseur permet l'aspersion des parois de la crevasse autour de la victime.

● Un boudin gonflable pour protéger les personnes tombées dans les crevasses

des effets pervers des secours. Il se présente

sous la forme de quatre sections orientables à volonté autour de la victime. On le gonfle jusqu'à ce qu'il se bloque contre les parois. La personne en détresse se trouve ainsi à l'abri de chocs ou de blessures supplémentaires, qui risquent fort d'être causés par les blocs de glace ou les matériaux qui tombent inévitablement lors des opérations de secours. Ce boudin est aujourd'hui couramment utilisé par tous les secouristes.

protège du froid jusqu'à - 15 °C. Une poche transparente, placée en évidence sur la toile de protection, permet enfin d'insérer les indications nécessaires au suivi médical du blessé (observations des sauveteurs, opérations et injections éventuellement déjà pratiquées, etc.).

Le TPG est destiné à être systématiquement utilisé pour le secours en haute montagne sur tout le territoire national, ainsi qu'en Italie et en Suisse.

Ce traîneau constitue la plus belle réussite des gendarmes du Peloton de gendarmerie de haute montagne (PGHM) de Chamonix, celle dont ils sont les plus fiers. La plus complexe aussi : il leur a fallu plusieurs années pour la mettre au point, dont deux consacrées à des essais en conditions réelles. Elle a ensuite été "affinée" par le Groupeement d'études et de recherches de la Gendarmerie nationale (GERE), à Rosny-sous-Bois.

Les gendarmes de Chamonix pensent pouvoir faire mieux encore. «C'est comme pour une voiture, disent-ils, on n'a jamais fini, un nouveau modèle améliore le précédent, on peut toujours perfectionner.» Ils ne nous en diront pas plus. Ils cherchent des industriels pour les épauler dans leurs recherches.

Avec 32 gendarmes seulement, le PGHM de Chamonix effectue chaque année plus de 500 opérations de secours en montagne au profit d'un millier de personnes. Soit, à lui seul, 60 % du total des interventions de secours de ce type en France.

A la gendarmerie, non loin de l'enclos des chiens d'avalanche et de la station météo, se trouve un petit atelier aménagé dans une cave. Un établi et le matériel banal de tout bricoleur. Trois gendarmes volontaires s'y ferment quand ils ont une idée et un peu de temps : Roger Emin, Pierre Foussurier et Jackie Paillé. Aucun n'a reçu de formation technique. Ils ont démarré sur leurs propres deniers, ont fabriqué eux-mêmes leur établi et utilisent leurs outils personnels. Car cette "cellule innovation" est un service informel, presque officieux... Elle ne figure dans aucun organigramme. En

sept ans, nos gendarmes bricoleurs ont mis au point, outre le TPG, une bonne dizaine d'inventions originales (voir encadré ci-contre). Lesquelles ne sont couvertes par aucun brevet, aucune protection. Personne ne touche la moindre redevance. Ni les gendarmes, ni le PGHM, ni la Gendarmerie nationale. Mieux, lorsqu'une entreprise décide de fabriquer pour les gendarmes une innovation issue du PGHM, ils la paient généralement à plein tarif.

«Tant mieux si nous sommes copiés, dit l'un d'eux, au moins cela fera avancer les choses. Nous serons contents lorsque nous verrons nos innovations sur les catalogues des industriels, à la disposition de tous les secouristes.» C'est une tradition de la montagne : chaque année se tient entre la France, la Suisse et l'Italie "la triangulaire du secours", une réunion où chacun expose librement ses idées et ses projets, afin qu'ils soient repris et améliorés par les autres, sans revendication de paternité.

Gérard Morice

Un traîneau tout terrain

En toute sécurité, le blessé peut aussi bien être hissé le long d'une paroi à pic qu'hélicoptére ou descendu à skis.



PAR RENAUD DE LA TAILLE

LE LAITON AU PRIX DE L'OR

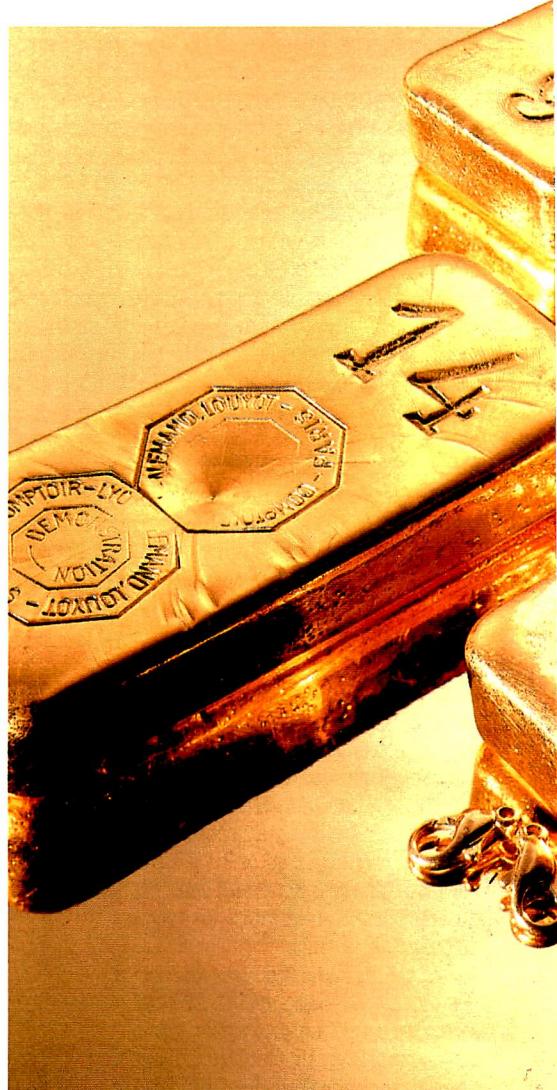


Les Français, qui étaient habitués à l'or 18 carats, vont se retrouver avec du 14 ou même du 9 carats. Directives européennes obligent : les métaux précieux ont changé de statut depuis janvier 1993. Sous le vocable magique d'or massif, on nous vendra désormais un alliage à base de cuivre.

Le bronze n'est pas du cuivre, pas plus que l'acier n'est du fer ni le duralumin de l'aluminium : entre un corps pur et un alliage, la métallurgie fait la différence, et une règle tacite veut qu'on ne donne pas le même nom à un élément et à un mélange. Mais, chose curieuse, cette règle s'efface quand il s'agit des métaux dits précieux : sous le même nom d'or, on peut trouver du métal pur ou de simples alliages de ce métal.

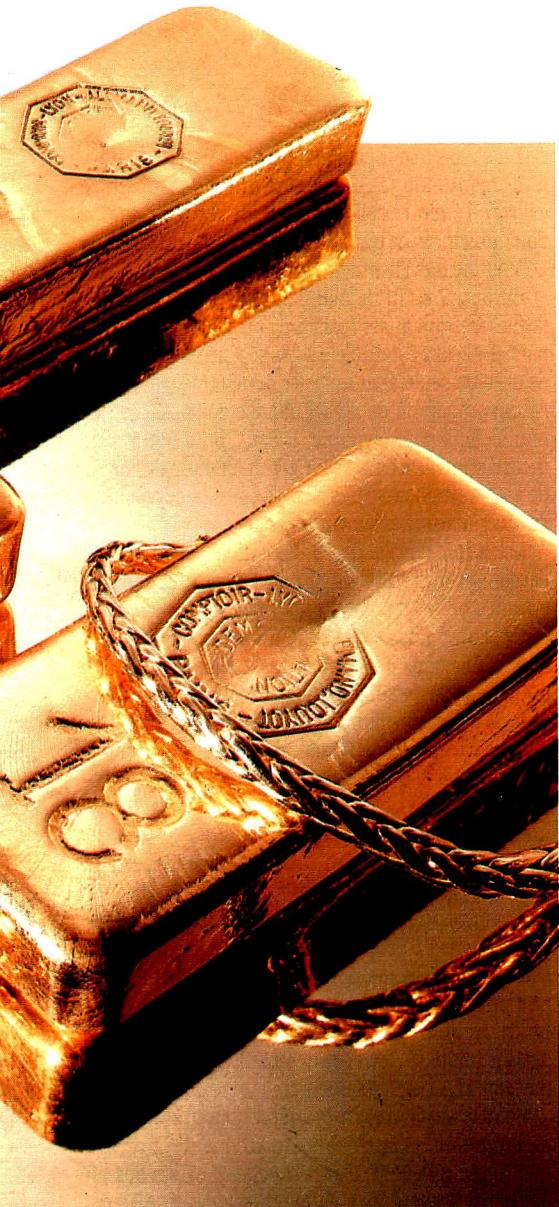
C'est d'ailleurs vrai aussi pour le platine et l'argent, mais pas pour le rhénium ou l'iridium qui sont pourtant bien plus rares, mais ne servent ni à faire des monnaies, ni à faire des bijoux : le commerce a ses raisons que la métallurgie ne connaît point. Du coup, on peut trouver des alliages très divers sous le nom d'or ; qui plus est, ces alliages renferment plus ou moins d'or et, avec les règles communautaires issues de l'Acte unique européen, ils vont en contenir de moins en moins.

Mais cela, il n'y a que ceux qui s'intéressent de près à la bijouterie pour le savoir. Du fait qu'on a désigné par le même mot le métal et les alliages, la plupart des gens pensent très sincèrement qu'une alliance en or est bien en or, au même titre qu'un fil de cuivre à usage électrique est bien en cuivre. Mieux encore, comme ces alliances sont présentées, selon les goûts de l'acheteur, en or jaune, en or blanc ou en or rose, beaucoup croient que l'or a plusieurs couleurs.



En réalité, il n'y a pas plus d'or blanc qu'il n'y a de politicien blanc comme neige dans une affaire de fausses factures. Pour commencer, l'or est un corps simple, c'est-à-dire constitué d'atomes tous identiques (nous négligerons les isotopes, et d'ailleurs, l'or n'a pas d'isotopes naturels) ; il fait partie de la centaine d'éléments dont sont constitués tous les matériaux possibles et imaginables, au même titre que l'oxygène, le carbone, le nickel ou l'argon.

Par nature, l'or est jaune. Cela tient à ce que la lumière blanche avec laquelle on l'éclaire est faite de toutes les teintes de l'arc-en-ciel, mais que ce métal ne réfléchit bien que les couleurs allant du vert au rouge en passant par le jaune. Son facteur de réflexion est là supérieur à 90 %, alors qu'il tombe à



moins de 50 % en deçà du vert, c'est-à-dire vers le bleu et le violet. De la lumière blanche, l'or nous renvoie surtout la composante jaune à laquelle, de surcroît, l'œil est particulièrement sensible.

Le facteur de réflexion dépend donc de la longueur d'onde du rayonnement reçu ; cela est vrai pour tous les métaux, mais de manière beaucoup moins marquée, sauf pour le cuivre qui réfléchit très bien le jaune-orangé et plutôt mal le vert et le bleu. L'or et le cuivre sont les deux seuls métaux qui aient, à la première réflexion, une teinte colorée caractéristique. Tous les autres vont du blanc pur – argent, aluminium – à un blanc plus ou moins sombre – fer, chrome et autres.

Dernier point à noter : le facteur de réflexion d'un corps pur dépend de ses atomes et de leur arrangement au sein de la maille cristalline. C'est donc une constante propre à un élément donné, ce qui revient à dire qu'un métal a une teinte et une seule. A la lumière du jour, et aussi à celle des ampoules ou des bougies, l'or – numéro atomique 79, masse atomique 197,2 – est un métal d'un jaune éclatant.

Ce qu'on appelle or rose ou or blanc n'est pas de l'or, mais un alliage renfermant de l'or. Du moment où l'on mélange deux métaux, on trouve dans le produit final deux atomes différents rangés selon une maille cristalline qui peut être différente elle aussi. Le facteur de réflexion selon les longueurs d'onde est donc fatallement modifié, et la teinte de

Entre la pépite native et le lingot poinçonné, il y a la fonderie

Là, on ajoute à l'or un volume plus ou moins important de métal ordinaire. Dans le lingot marqué d'un 9, pour 9 carats, il n'y a plus qu'un volume de métal précieux pour quatre volumes de cuivre, argent, nickel ou autre : le terme de laiton ou de bronze conviendrait mieux à cet alliage que celui d'or.



l'alliage résultant varie entre celle du métal le plus coloré et celle du métal le plus blanc. Qui plus est, il suffit d'une mince proportion de l'un pour changer complètement la couleur de l'autre.

C'est ainsi qu'il suffit de 12 % de zinc allié à 88 % de cuivre pour avoir un tombac (laiton) blanc comme l'argent ; mais, avec 34 % de zinc, 64 % de cuivre et 3 % d'étain, on a un laiton doré qui simule très bien l'or : la couleur d'un alliage est régie par la nature des atomes et leur arrangement, et non par la seule proportion des éléments. En ce qui concerne l'or, le nickel et le palladium le blanchissent très facilement et il suffit d'en mettre de 20 % à 25 % pour avoir un alliage blanc. Dans l'autre sens, certains alliages (sans nickel, bien sûr) ayant seulement 35 % d'or en gardent la teinte jaune caractéristique tout en conservant une bonne résistance à l'oxydation.

Inutile de dire que cette formule avait séduit les marchands depuis fort longtemps car elle permettait de vendre au prix fort un mélange ne renfermant qu'un peu plus d'un tiers du métal précieux. Par chance, cette combinaison était interdite en France : un alliage ne pouvait être vendu légalement sous le nom d'or (ce qui était déjà abusif) que s'il en renfermait au moins 75 %. Mais cette règle n'était pas générale en Europe, et certains pays appelaient or un mélange n'en contenant même pas la moitié.

Nous l'avons dit, l'idée n'est pas récente. De tout temps, l'or a séduit le monde pour trois raisons : il a une couleur qui rappelle le Soleil, il est inoxydable, et il est lourd. De surcroît il est rare, ce qui ajoutait encore à l'intérêt qu'on lui portait. Le cuivre, sauf peut-être au tout début de l'âge du bronze, n'a jamais suscité la même passion

malgré sa belle couleur orangée car il est non seulement très courant, mais surtout facilement oxydé.

L'or est, de tous les métaux, le plus électronegatif ; sans entrer

dans le détail de la corrosion électrolytique, cela revient à dire qu'il est pratiquement insensible aux agents oxydants. En particulier, l'oxygène de l'air ou de l'eau est sans effet sur lui et il ne ternit jamais dans les conditions ordinaires.

Mais ce n'est pas pour autant un métal inaltérable comme l'iridium : l'or est très facilement attaqué par un mélange d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique. On découvrit dès l'Antiquité que l'or s'alliait facilement au cuivre, à l'argent et aux alliages habituels du cuivre – bronze (cuivre, étain) et laiton (cuivre, zinc). De tels alliages s'avéraient fort intéressants pour trois

raisons : ils étaient plus durs que l'or natif qui est relativement mou (sa dureté est intermédiaire entre celle de l'étain et celle du zinc), ils restaient inoxydables même avec une faible proportion d'or, enfin, ils permettaient évidemment des bénéfices intéressants.

En fait, il suffit de peu d'or pour faire un alliage jaune presque aussi résistant à l'oxydation que l'or massif – le cas est d'ailleurs assez général : avec 17 % de chrome seulement un acier devient inoxydable ; la même proportion de nickel dans le cuivre donne un mallechort peu oxydable. Il était donc tentant de mettre le moins d'or possible et le maximum de cuivre, de zinc, d'étain et autres. Par chance, la supercherie se repérait assez aisément au poids.

L'or a une densité de 19,3 quand le cuivre, l'étain, l'argent et autres oscillent entre 6,5 et 10,5. A des époques où le sens tactile était développé, on savait repérer au poids ce qui était en or massif de ce qui était moulé dans un alliage à basse teneur. En cas de doute, une pesée suivie d'une mesure de volume donnait la réponse – la méthode avait été inventée en l'an 250 avant Jésus-Christ par Archimède, dans le but de savoir si la couronne du roi Hiéron de Syracuse ne contenait pas un fort pourcentage d'argent (bon marché) au détriment de l'or.

C'est en réfléchissant au moyen de déceler la fraude qu'il découvrit la loi fondamentale de l'hydrostatique, dite principe d'Archimède (en fait, le premier pas de ce qu'on appelle aujourd'hui police scientifique). De ce point de vue, falsifier l'or est peu commode : les métaux lourds (platine, rhénium, iridium, osmium) sont non seulement plus denses, mais surtout beaucoup plus rares, et donc nettement plus chers encore.

Seul le tungstène a la même densité, mais sa métallurgie réclame des installations d'un niveau technique très élevé. En revanche, il existe des alliages de tungstène, comme l'Inernet ou le Denal de Cime Bocuze S.A., qui ont la même densité (de 16 à 18,5) que les alliages d'or et sont faciles à travailler : ce sont les seuls qui permettraient de simuler l'or pour ce qui est du poids.

La fraude sur les métaux précieux remonte donc à l'Antiquité, et, dès le Moyen Age, des édits royaux vinrent réglementer la teneur des alliages. Puis, peu à peu, on vit apparaître des poinçons qui garantissaient cette teneur, ou titre. Mais très vite s'installa la coutume de ne pas donner ce titre de manière trop parlante, genre alliage à 3/4 d'or ou à 75 % d'or ; pas plus qu'on ne spécifiait si ces proportions étaient en masse ou en volume – un alliage à 75 % en masse, soit 750 g d'or pour 250 g de cuivre, n'est plus qu'un alliage à 58 % en volume (39 cm³ d'or pour 28 cm³ de cuivre).

Certes, en métallurgie, les proportions d'alliage



Tout objet en or marqué de cet aigle est garanti comme un alliage renfermant, en masse, au moins 75% d'or pur.



L'anneau aux trois ors

L'alliance de Cartier illustre les trois teintes majeures des alliages d'or. En fait, comme le montre ce nuancier du Comptoir Lyon-Allemand, la variété de couleurs est bien plus grande que le titre de l'alliage (chaque rectangle présente une nuance donnée en mat et en poli).

sont toujours en masse car, s'il est facile de peser des lingots, il est le plus souvent peu commode d'en mesurer le volume ; par ailleurs, le client d'une acierie se soucie peu de savoir quelle grosseur représente le cube de nickel dans un acier inox austénitique. Quand il s'agit d'un métal précieux, on peut être curieux de savoir la taille de la pépite d'or à partir de laquelle on a fait une grosse médaille.

Toujours est-il que pour l'or, une habitude un peu ésotérique a été prise pour désigner les proportions en masse : le carat. Contrairement aux carats qui servent à peser les saphirs et les diamants et valent 0,2 g, le carat des orfèvres est une unité sans dimension, un genre de pourcentage, mais pas sur 100, justement, sur 24. L'or à 18 carats, que beaucoup prennent pour de l'or fin, du métal pur, est un alliage à 18/24, soit trois quarts d'or pour un quart de métal commun.

Les fabricants allèguent souvent la nécessité de durcir l'or pour justifier ces 25 % de métal ordinaire. Il n'en est rien évidemment, et c'est d'ailleurs le World Gold Council (une organisation internationale de l'or) qui a présenté un alliage à 99 % ayant la dureté requise en bijouterie – ce qui confirme ce que nous a dit un ingénieur travaillant dans la métallurgie des alliages spéciaux : il suffit de 1 % à 2 % d'un élément ajouté pour modifier complètement les propriétés d'un métal.

Notons que le carat ne vaut – ou plutôt, ne valait – que pour l'or ; les alliages de platine et d'argent, eux aussi soumis à la garantie légale, sont exprimés en millièmes, du type argent 800/1 000 ou platine 950/1 000. Pour ce qui est de l'or, en France, nul



n'avait le droit de commercialiser un alliage inférieur à 18 carats, soit 750/1 000 ; rien n'interdisait, bien sûr, de mettre sur le marché un titre plus élevé.

De fait, il y a en réalité trois titres légaux en France : l'or premier titre à 22 carats (916/1 000), le second à 20 carats (840/1 000) et le troisième à 18 carats. Comme on le voit, le 18 carats n'est donc pas le top niveau, mais le bas de gamme. Tout alliage d'or mis sur le marché doit obligatoirement être au moins à 750/1 000 et passer par l'un des dix-huit bureaux de la Garantie qui vérifiera la teneur et apposera un poinçon – une tête d'aigle assortie du chiffre 1, 2 ou 3 pour indiquer le titre ; les petites pièces ne portent que la tête d'aigle sans numéro de titre.

A part en France, cette garantie d'Etat n'existe que dans une minorité de pays, dont l'Angleterre. Elle n'existe pas, par exemple, en Italie et en Allemagne – mais, bien entendu, la loi sanctionne le délit de fraude sur la nature de la marchandise.

Dans les pays d'Europe où n'existe pas d'obligation légale sur un pourcentage minimum, on trouve en abondance des bijoux en 9 et en 14 carats. A 14 carats, l'or fait encore un peu plus de la moitié de l'alliage en masse (58,5 %) ; mais, en volume, il n'en reste plus que 40 %, contre 60 % de métal ordinaire genre

cuivre ou nickel. A 9 carats on tombe plus bas encore : en masse, il n'y a plus que 37,5 % d'or, et en volume il n'en reste que 22 % : un verre de métal précieux pour quatre verres de métal commun.

En vertu de l'Acte unique européen, signé en 1986, la libre circulation des marchandises et des biens devait être assurée à partir de janvier 1993. Cela revient à dire que tôt ou tard, mais de manière inéluctable, les Italiens ou les Allemands devront pouvoir vendre sur le marché français des bijoux en alliage d'or 9 et 14 carats ; du même coup, la réglementation française doit être complètement modifiée pour permettre la mise en vente, et la fabrication, des alliages d'or à ce titre.

Pour le moment, c'est encore l'ancienne réglementation qui prévaut, mais de nombreuses réunions ont déjà eu lieu pour préparer le régime futur. La France et l'Angleterre tiennent à leur garantie d'Etat, alors que l'Allemagne et l'Italie préfèrent une réglementation plus souple.

Par décision collégiale, un projet a été adopté au cours de l'été 1992. Celui-ci prévoit qu'il y aura quatre titres pour l'or dans la CEE : la notation en carats est abandonnée et sur la pièce vendue devra figurer le titre de l'alliage en millièmes : 375, 585, 750 ou 916 – ce qui correspond dans l'ancienne désignation à 9, 14, 18 ou 22 carats. Les métaux ajoutés à l'or restent libres, et, outre l'argent, souvent présent, on retrouvera donc le cuivre pour lui donner une teinte rose, le nickel ou le palladium pour lui donner l'apparence du platine (en théorie, car en pratique, l'or dit



Dès l'époque romaine, l'or était travaillé avec talent

Mais certains artisans tentaient déjà de mettre dans l'alliage plus de cuivre ou d'argent qu'il n'aurait fallu : c'est en cherchant comment déceler cette fraude qu'Archimède découvrit les lois de l'hydrostatique.

plomb (11,35) plaqué or pourra singer une pièce d'or 375 de même taille. Même à 585/1 000, il aurait mieux valu parler d'alliage. En voulant maintenir une limite légale à 3/4 d'or, l'Etat français s'avérait plus respectueux de l'acheteur que les pays voisins. En fin de compte, la réglementation européenne aboutira à faire passer du laiton pour de l'or massif.

blanc ressemble tout autant à du nickel...), de l'argent en plus forte proportion pour avoir un alliage jaune-vert, et un mélange de cuivre, argent ou autres pour conserver une couleur jaune aussi proche que possible de celle de l'or pur.

En revanche, la directive européenne qui régira le commerce de l'or au sein de la Communauté n'a pas encore fixé de règles relatives à une éventuelle garantie légale.

Pour l'instant, ce qui est vendu en France sous le nom d'or doit toujours être au titre légal contrôlé minimum de 750/1 000. Les fabricants qui avaient préparé tout un lot de bijoux en 375 ou 585 ne peuvent le commercialiser que sous le nom de plaqué or avec le poinçon du plaqué.

A vrai dire, les services officiels hésitent à donner légalement le nom d'or à des alliages qui n'en renferment même pas la moitié. On les comprend : pour un métallurgiste honnête, un tel alliage n'est qu'un laiton ou un bronze, à la rigueur un maillechort s'il y a beaucoup de nickel. De plus, la densité des alliages 750, qui va de 15 à 16, reste encore à un niveau qui dépasse largement celui des métaux communs.

Avec 37,5 % d'or seulement, la densité tombe à 11 ou 12, et une rondelle de

Renaud de La Taille

**PHOTO, VIDEO, TV, SON, CE N'EST PAS DE LA SCIENCE FICTION.
C'EST DANS SCIENCE & VIE HIGH-TECH.**

PROFITEZ DE CETTE OFFRE SPECIALE D'ABONNEMENT



**Image, son, vidéo,
Quelles sont aujourd'hui les grandes
mutations technologiques?
Comment vont-elles évoluer?
Et dans quels domaines ?
SCIENCE & VIE HIGH TECH vous
présente les toutes dernières
innovations et vous dit ce que seront
les images et le son de demain.
La révolution technologique galope
les produits se multiplient et se
périment vite. Disque, téléphone, fax,
photo, radio, télé ...
SCIENCE & VIE HIGH TECH vous
éclaire utilement au moment du choix
de votre nouvel équipement.**

1 AN

**ECONOMISEZ 22F
4 NUMÉROS TRIMESTRIELS**

98F

**SEULEMENT
au lieu de 120F***

2 ANS

**ECONOMISEZ 54F
8 NUMÉROS TRIMESTRIELS**

186F

**SEULEMENT
au lieu de 240F***

* prix de vente chez votre marchand de journaux

BULLETIN D'ABONNEMENT

à retourner sous enveloppe affranchie avec votre règlement à SCIENCE & VIE HIGH TECH

1, rue du Colonel Pierre Avia 75 503 PARIS CEDEX 15

OUI

**Je m'abonne pour 1 AN / 4 numéros
à SCIENCE & VIE HIGH TECH
au prix de 98F au lieu de 120F***

OUI

**Je m'abonne pour 2 ANS / 8 numéros
à SCIENCE & VIE HIGH TECH
au prix de 186F au lieu de 240F***

COCHEZ LA CASE DE VOTRE CHOIX

**. Ci-joint mon règlement par chèque
à l'ordre de SCIENCE & VIE HIGH TECH-BRED**

NOM _____

PRENOM _____

ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____

**OFFRE VALABLE JUSQU'À FIN 1993 ET RESERVÉE À LA FRANCE MÉTROPOLITaine
RC PARIS B 572 134 773**

Etranger: nous consulter

**Vous disposez d'un droit d'accès et de rectification pour toute information vous
concernant sur tout fichier à usage commercial conformément à la législation en
vigueur.**

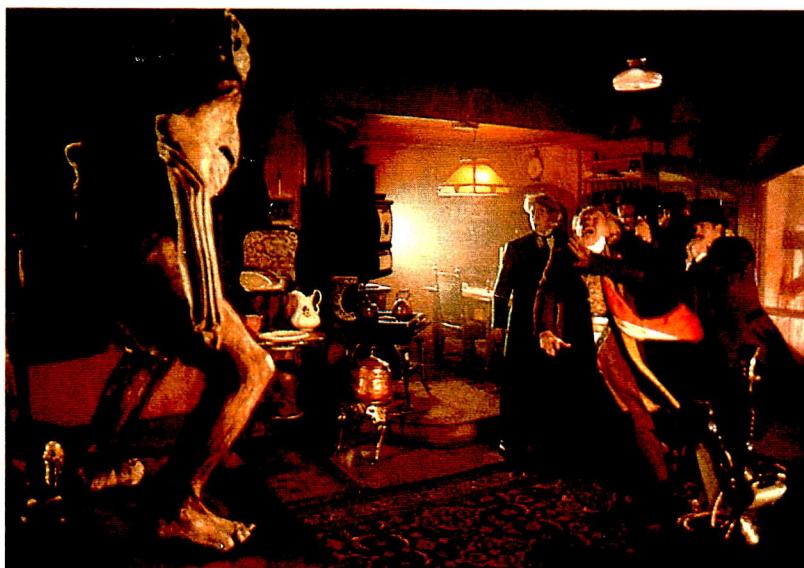
SV 905

PAR HENRI-PIERRE PENEL

DRACULA A LES DENTS PLEINES DE PIXELS

Le Cinéon, très performant mais cher, offre, comme dans Dracula, des images de synthèse plus vraies que nature.

La vidéo haute définition, pour les truquages, possède aussi des atouts. Deux filières en pleine extension...

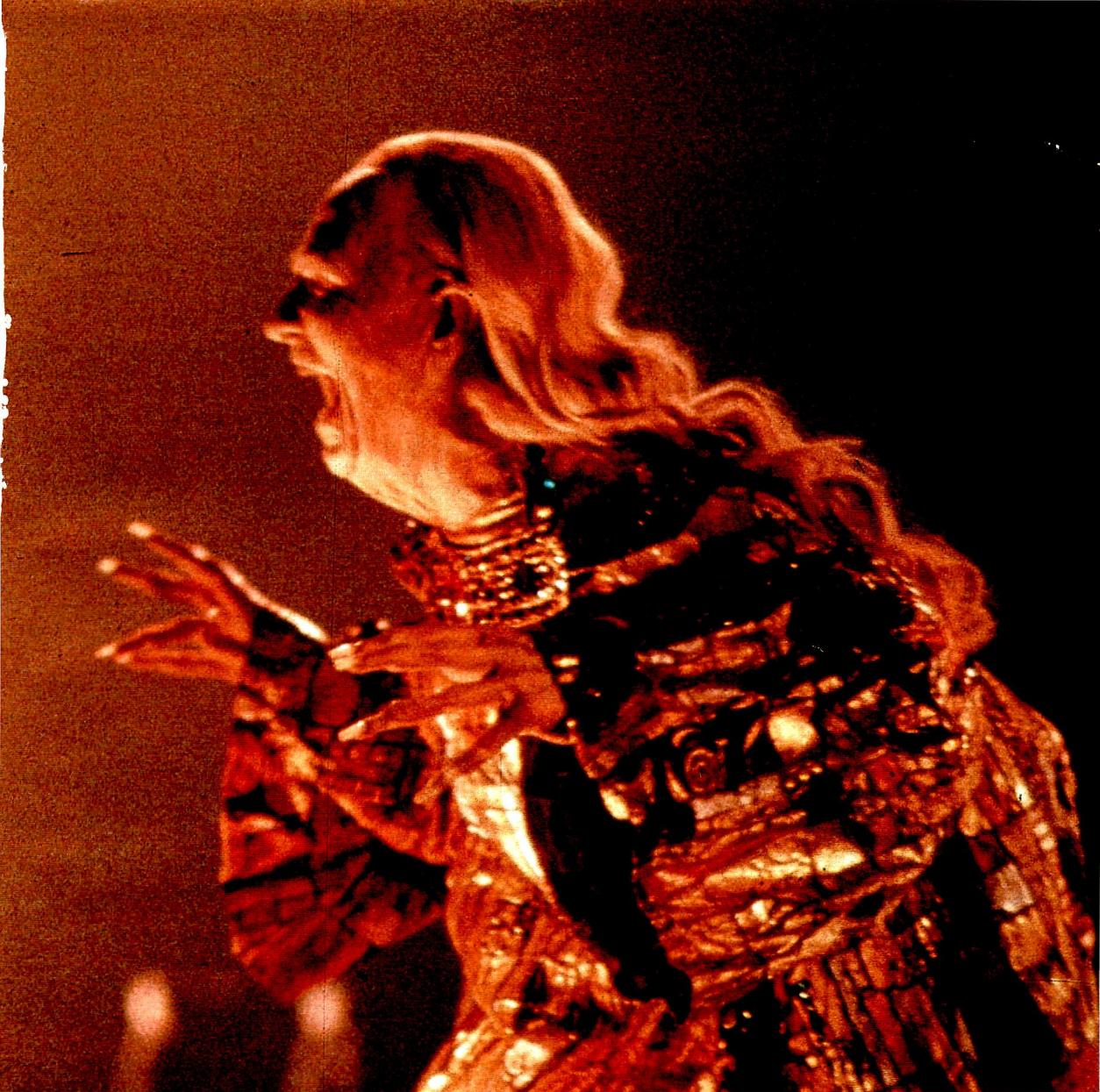


Le passage par une "phase électronique" lors de la réalisation d'un film devient une pratique courante dès que celui-ci comporte des effets spéciaux. Si la pellicule argentique constitue le support par excellence pour la diffusion en salle, elle est, en revanche, beaucoup moins bien adaptée au tournage que la bande magnétique. Le problème majeur réside dans le temps de développement : il faut attendre l'arrivée des "rushes" pour pouvoir juger de la qualité de la prise de vues. Tandis que la vidéo offre des images immédiatement disponibles, et permet donc de "corriger le tir" au fur et à mesure du tournage. C'est particulièrement appréciable pour la réalisation des effets spéciaux, où la pellicule doit subir un grand nombre de manipulations avant d'aboutir au résultat final.

Les effets spéciaux en tournage traditionnel.

Lorsqu'on filme sur pellicule, il est délicat de jongler avec bonheur entre les différentes sources d'images. Il faut travailler par masquage, opération durant laquelle une pellicule est soumise à plusieurs expositions successives. On en masque à chaque fois la ou les zones où seront incrustés les éléments du truquage. Ces manipulations sont gourmandes en pellicule et extrêmement délicates à réaliser. Toute erreur de calage des masques rend le montage visible et donc inexploitable.

Autre difficulté : faire évoluer des personnages ou des objets réels dans une maquette réalisée en modèle réduit. La focale de la caméra ("macro") employée lors du tournage de ce décor est différente de celle utilisée pour filmer les personnages. Il est diffi-



cile, dans ces conditions, de respecter les lois de la perspective. Là encore, la seule manière de contrôler la crédibilité du truquage est de visionner chaque séquence. Avec une pellicule, la perte de temps, et donc d'argent, est considérable. Tandis qu'en vidéo, l'incrustation électronique est visionnée lors de la prise de vues, en temps réel, grâce aux moniteurs de contrôle. De plus, elle permet d'éviter la génération de copies multiples, opération qui dégrade la qualité de l'image d'origine.

C'est là tout l'intérêt de la vidéo haute définition, qui, à qualité presque équivalente, offre une meilleure souplesse d'utilisation que le film. Sans autoriser, toutefois, des truquages d'une aussi grande finesse d'image, comme souhaitent en réa-

Ici, rien n'existe

Dans la mémoire du Cinéon ont pris vie les monstres imaginés par Francis Coppola dans *Dracula*. Palette graphique et incrustateurs électroniques ont remplacé la traditionnelle trousse de la maquilleuse.

liser les producteurs de films à grand spectacle. **Le Cinéon, monstre de la technologie de pointe.**

Avec ce procédé, Kodak propose un moyen, à ce jour le plus puissant, de réaliser des truquages encore inimaginables il y a quelques années. Il a été utilisé pour la réalisation des effets spéciaux de films comme *Terminator 2* et, plus récemment, *Dracula*. On filme en 35 mm ; on traite par informatique ; et on reporte, de nouveau, sur pellicule (voir dessins page 124). Il ne s'agit pas réellement

de vidéo, dans le sens où le traitement ne s'effectue plus en temps réel, mais image par image après numérisation du négatif.

● La numérisation est obtenue à partir de trois matrices CCD, d'une technologie comparable à celle des capteurs d'image utilisés sur les caméscopes

mais offrant une bien meilleure résolution. Chaque matrice est composée de la bagatelle de 4 millions de pixels et correspond à une couleur fondamentale (rouge, vert et bleu). L'image obtenue possède une résolution réelle de 2 880 lignes de 3 800 points chacune (soit deux fois celle de la TVHD), comparable à celle du négatif au grain le plus fin proposé par Kodak (le film EXR 5245). Chaque point d'image est ensuite converti en trois groupes de 10 bits chacun – un groupe par couleur fondamentale – afin d'obtenir un parfait respect de l'échelle colorimétrique de l'original.

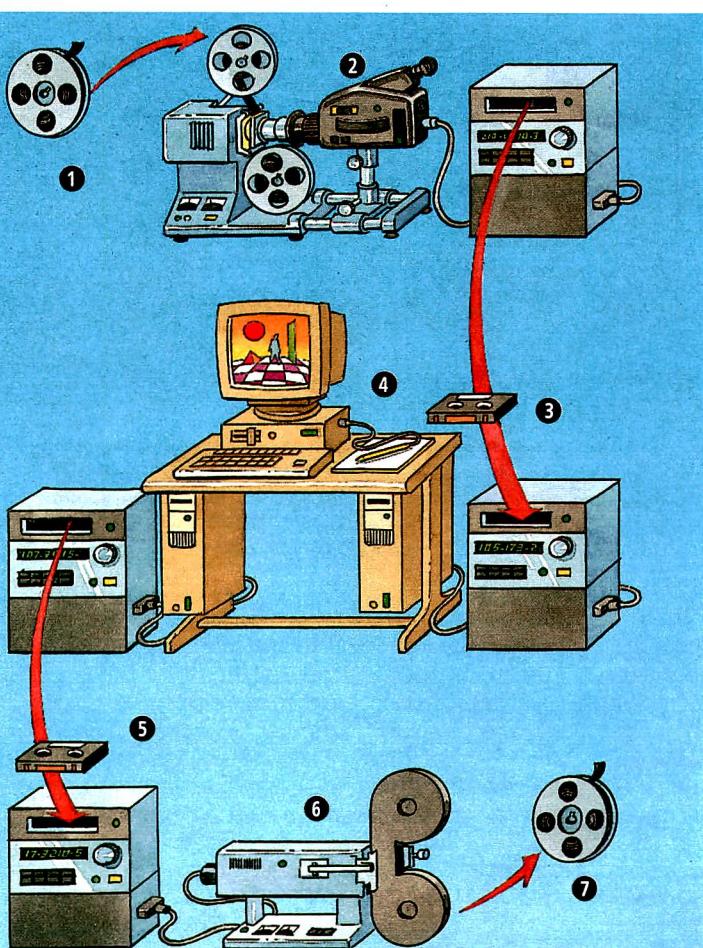
La cadence de numérisation des images sur le Cinéon est, actuellement, d'une image par seconde. Le flot de données issu de cette conversion est mémorisé, toujours sous forme numérique, sur une cartouche contenant une bande magnétique comparable à celles utilisées en informatique.

● Les données ainsi archivées sont ensuite travaillées sur un pupitre informatisé de traitement d'images. Les possibilités offertes par cet équipement sont extrêmement nombreuses. L'insertion d'images de synthèse, le détourage et les incrustations sont réalisables avec une remarquable finesse. Il peut également s'agir de la restauration d'un film ancien. Les effets du vieillissement sont traités vue par vue grâce à un logiciel comparable à ceux utilisés pour la retouche de photos. Le Cinéon se prête aussi parfaitement à la "colorisation", grâce à la souplesse d'utilisation de sa palette graphique. Les modifications ainsi apportées au film d'origine sont mémorisées, également sous forme numérique, sur une seconde cartouche.

● A la phase finale, un film est "flashé". Pour cela, les données sont transmises à un appareil fonctionnant à la manière d'une imprimante laser dont le papier serait remplacé par une pellicule vierge. Le film est impressionné par trois lasers infrarouges : un

Le Cinéon, maquilleur numérique

De la restauration de films anciens aux effets spéciaux les plus spectaculaires en passant par la colorisation, les possibilités du Cinéon sont énormes. Il ne s'agit plus de vidéo à proprement parler, puisque le traitement des images s'effectue à faible cadence. En premier lieu, le film source 1 (un négatif le plus souvent) est numérisé. Pour cela, un appareil, tenant tant du télécinéma que du scanner 2, convertit chaque image, à raison d'une par seconde, en une série de données numériques. Sa résolution atteint deux fois celle de la vidéo haute définition. Les données issues de cette opération sont ensuite mémorisées sur une cartouche numérique 3. Les images sont traitées (par incrustation, détourage, etc.) sur un pupitre informatisé 4, puis mémorisées sur une seconde cartouche 5. Son contenu est ensuite transféré sur pellicule par une imprimante laser 6. La qualité du film issu de ce traitement 7 est identique à celle de l'original.



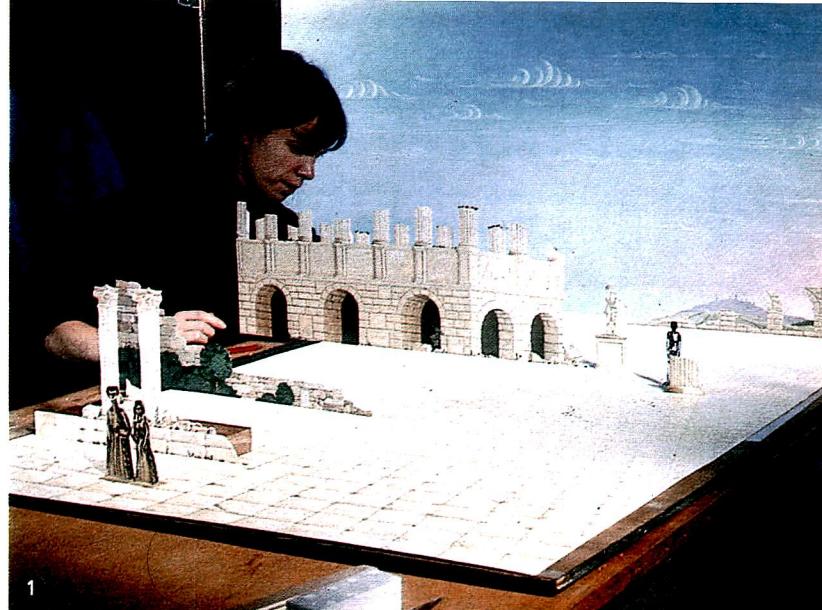
Décors, trucages et vidéo

Pour la réalisation des décors du film *le Portrait authentique*, tourné en vidéo haute définition, Jean-Luc Piacentino a utilisé des maquettes aux dimensions extrêmement réduites ①. La mise en place des acteurs dans ce monde illiputien s'effectue par incrustation vidéo. Un "découpeur électronique" repère la silhouette des personnages. Pour que cette opération soit possible, les acteurs sont filmés sur un fond bleu ②, couleur que "reconnait" l'appareil. Cependant, en vidéo haute définition, il n'existe pas encore, du moins sous les normes françaises, d'appareil permettant de transférer les ombres. Afin de résoudre ce problème, certains éléments du décor, essentiellement le sol et les objets les plus proches des personnages, ont été reconstitués et filmés grandeur nature. Ainsi seront incrustés, en bloc, acteurs et ombres. Seul point délicat du subterfuge : faire coïncider les perspectives du décor réel et celles de la maquette. Pour faciliter ce "calage", et réaliser une première approximation, des figurines sont placées dans le décor. Cela permet d'ajuster focale et position de la caméra. L'illusion est alors parfaite, comme on le voit sur le moniteur vidéo ③.

par couleur de base. La qualité du film issu du traitement est identique à celle d'un original.

Cependant, le Cinéon est une machine d'exception. Il n'en existe d'ailleurs qu'un seul exemplaire. **La vidéo haute définition** offre des possibilités plus modestes. Mais, nettement moins chère, elle est appelée à se développer rapidement. Avant le Cinéon, d'ailleurs, la vidéo haute définition permettait déjà de réaliser des effets spéciaux au cinéma. Dans ce cas, le traitement ne s'appliquait souvent qu'à une zone limitée de l'image, sur laquelle on concentrerait toute la résolution de la vidéo : cela conduisait, localement, à une résolution identique à celle du reste de l'image argentique.

Le format 16/9 aujourd'hui adopté par la vidéo est identique à celui de la majorité des films diffu-



sés en 35 mm. De plus, sa résolution, contrairement aux idées reçues, donne une sensation de confort visuel comparable. Si, dans l'absolu, il est vrai que le nombre de points de l'image élémentaire reste inférieur, le "rendu" définitif est souvent plus fidèle dans la restitution des couleurs. Contraire-

ment au film, où les contrastes sont figés, il est possible, en vidéo, d'ajuster électroniquement ces derniers afin de les adapter au mieux à la lumière recherchée. L'image vidéo semble ainsi mieux définie qu'elle ne l'est en réalité.

Mais la vidéo haute définition, tout juste sortie de sa phase expérimentale, souffre encore de l'incohérence de sa chaîne de production. L'idéal est de travailler en tout numérique : tournage, montage, trucage, etc. Or, s'il existe des magnétoscopes numériques en vidéo conventionnelle, ils brillent encore par leur absence pour la haute définition européenne⁽¹⁾. Thomson a donc recouru à une astuce. En vidéo haute définition, le nombre de lignes est deux fois plus élevé qu'en vidéo traditionnelle, mais la cadence des images est identique. Le "truc"

consiste à couper en deux, électroniquement, l'image filmée haute définition, puis à effectuer l'enregistrement sur deux magnétoscopes numériques synchronisés. Si bien que l'enregistrement numérique effectué par chaque appareil peut être visionné en vidéo standard. Le travail de montage, opération pendant laquelle la qualité technique

des images reste d'une importance secondaire, peut ainsi être effectué sur une régie conventionnelle à partir de l'une des deux bandes. Dans une seconde phase, par l'intermédiaire des signaux de synchronisation, la seconde sera automatiquement réajustée de manière à retrouver toutes les informations de la vidéo haute définition.

Pour les incrustations ou les trucages, il est impératif de travailler directement en haute résolution si l'on souhaite juger immédiatement de leur qualité. Dans ce domaine, le parc de matériel est encore relativement peu important et, surtout, très jeune. Ainsi, Thomson propose un produit complet incluant mélangeur, correcteur de couleurs, mémoire d'image, banc-titre en haute résolution, palette graphique et table de montage. Mais son utilisation est encore laborieuse en raison des réglages nombreux et fréquents qu'il nécessite.

Sony est encore le seul à proposer une chaîne de production cohérente et d'excellente qualité. Le fait que celle-ci exploite le procédé Muse ne constitue pas un obstacle à son utilisation en Europe. Car la différence dans le nombre de lignes et la cadence des images⁽²⁾ est sans importance dès lors que le tournage se termine par un couchage de l'image sur du film. Et si le support final reste la vidéo, il est maintenant parfaitement possible de réaliser un transcodage sans dégradation visible

de la qualité d'origine. Les vrais obstacles sont d'ordre financier et politique. Tourner en haute définition coûte cher, et peu de cinéastes se lancent dans cette aventure. Les plus hardis sont souvent les plus jeunes, mais les plus jeunes sont rarement les plus riches. Ils ont besoin de subventions. Or, il est impératif, pour pouvoir y prétendre, d'utiliser du matériel aux normes européennes... ce qui exclut le matériel Sony.

Néanmoins, des productions intégralement tournées en vidéo HD et utilisant ses possibilités de traitement d'image apparaissent. L'une des œuvres les plus convaincantes, primée au 1^{er} Festival européen de la télévision haute définition de Bergame, est *le Portrait authentique*, d'un jeune cinéaste français, Jean-Luc Piacentino⁽³⁾. Il s'agit d'une suite, en forme de clin d'œil, de séquences historiques retraçant la génèse et l'évolution des techniques du portrait. Cette œuvre fait massivement appel à l'incrustation d'images. Ce procédé a permis de travailler sur des décors en modèle réduit, d'une grande liberté plastique, à mi-chemin des gravures de nos livres de contes et de l'image onirique. La réalisation à l'échelle réelle de tels décors aurait, par ailleurs, été trop coûteuse. Seuls certains éléments, du sol en particulier, placés en avant-plan, ont été réalisés grandeur nature : on a alors filmé les comédiens avec leur ombre portée, et incrusté l'ensemble. En effet, s'il existe, en vidéo conventionnelle, des découpeurs électroniques capable de réaliser d'emblée l'incrustation des objets et de l'ombre qui leur est associée, de tels appareils n'existent pas encore en vidéo haute définition.

Les principes utilisés pour l'incrustation en vidéo haute définition sont tout à fait identiques à ceux auxquels recourt le cinéma. Le décor est filmé par une caméra, tandis qu'une autre enregistre les éléments destinés à l'incrustation, personnages entre autres, devant un fond bleu. Cette couleur est reconnue par le dispositif d'incrustation électronique, qui détouche les éléments cadrés par la seconde caméra et les intègre dans l'image provenant de la première. Détourage et incrustation se font ainsi automatiquement et en temps réel.

C'est la souplesse de ce procédé qui étendra l'usage de la vidéo haute définition au cinéma, nous la rendant ainsi familière bien avant qu'elle ne devienne monnaie courante sur nos petits écrans.

Henri-Pierre Penel

(1) Sony propose des magnétoscopes numériques, et BTS (association de Bosch et de Philips) en présente un prototype.

(2) 1 125 lignes et 60 trames/seconde pour Muse, le procédé japonais ; 1 250 lignes et 50 trames/seconde pour le procédé européen.

(3) Coproduit par les Films La Luciole, France 2 et l'INA.

La vidéo haute définition envahit le grand écran avant le petit

CARREFOUR DE L'INNOVATION

TELECOMMUNICATIONS

France Telecom pense aux handicapés

Célesta est un nouveau poste téléphonique, à larges touches galbées avec de gros chiffres, destiné aux personnes ayant des problèmes de vision ou de préhension. Ce poste, qui coûte 720 F, possède par ailleurs toutes les facilités qu'offre un téléphone moderne : composition d'un numéro sans décrocher le combiné, écoute amplifiée par haut-parleur réglable, dix numéros en mémoire pour les appels d'urgence, rappel du dernier numéro composé, etc.

France Telecom vient aussi de mettre sur le marché deux produits pour les personnes malentendantes. D'abord, un boîtier amplificateur de son, dispositif amovible pour tous les postes, qui permet d'augmenter le niveau d'écoute de 15 à 18 db (230 F). Ensuite, un écouteur supplémentaire, s'adaptant également à tous les postes, et apportant une écoute plus confortable et une meilleure compréhension de l'interlocuteur (120 F).

Enfin, France Telecom a mis au point un boîtier qui introduit la fonction "dialogue" sur les minitels 1B, 2 et 12 (3 millions de minitels en service), et est doté de fonctions complémentaires : répertoire et répondeur télématique. Grand comme un paquet de cigarettes, facile à transporter, ce

boîtier permet de dialoguer en alternance par écrit. Actuellement testé par des utilisateurs,



il sera bientôt disponible dans sa forme définitive et remplacera l'actuel minitel Dialogue.

A signaler enfin, la mise en service d'un numéro vert télématique, le 36 05 14 13, à l'usage des handicapés de l'ouïe et de la parole. Il s'agit d'un serveur spécifique,

comportant une boîte aux lettres pour déposer des messages : demandes par écrit de renseignements, d'abonnement, de facturation, etc.

Les messages sont alors aiguillés vers les services concernés, qui répondent à la clientèle directement par écrit, via le minitel. Il n'y a pas de clé réservant ce numéro aux handicapés ; mais on ne voit pas bien, compte tenu de sa lourdeur d'utilisation, qui pourrait s'amuser à l'utiliser pour le plaisir...

MINITEL

Auto-diagnostic

Votre voiture renâcle à démarrer, elle tousse, elle crache une pollution anormale ? Pas de panique. Garez-la et remontez chez vous interroger votre minitel, sur le 36 15 APEX, rubrique "Diagnostic automobile". Quatre-vingts pannes – c'est effrayant ! –, y sont répertoriées en six rubriques ; et le serveur vous indiquera certainement celle dont souffre votre véhicule. Ces six rubriques sont les difficultés au démarrage, les anomalies en roulant, les pannes électriques, les problèmes de freinage, de boîte de vitesses et de tenue de route.

Ce système de diagnostic au-

tomobile ne se contente heureusement pas d'identifier ce qui ne va pas. Il fournit aussi, pour chaque incident, la solution à mettre en œuvre pour ne pas laisser votre voiture dans son triste état. Car il suffit souvent d'un petit rien pour repartir des quatre roues – c'est rassurant ! Et si vous ne pouvez soigner vous-même votre véhicule, vous pourrez au moins dire clairement au garagiste ce qui ne va pas. Vous aurez sans doute

ainsi la chance d'être dépanné plus rapidement...

La rubrique "Diagnostic automobile" vient compléter un large éventail de services déjà proposés par APEX : le fichier national des voitures de collaborateurs, les petites annonces, le prix des véhicules neufs, les centres agréés pour le contrôle technique, le crédit automobile, le répertoire des essais, etc.

3615 APEX
3615 APEX
3615 APEX
3615 APEX



INFORMATIQUE MEDICALE

3 000 médicaments dans un ordinateur de poche

Le VMT (vade-mecum thérapeutique) devrait se tailler un joli succès. Son ambition : remplacer (ou presque), dans la serviette du médecin qui part en visite, à la fois le lourd dictionnaire

Vidal et un précis de pharmacologie clinique... Le tout dans un boîtier de dimensions modestes (65 mm x 138 mm x 18 mm) muni d'un lecteur associé à un clavier, et dont les entrailles cachent une

carte à puce. Sa base de données répertorie les doses, les classes thérapeutiques, les indications et les contre-indications de 3 000 médicaments.



Et, surtout, le VMT recherche les interactions pharmacologiques possibles entre plusieurs substances. Car, dès qu'une ordonnance contient plus de deux médicaments, une fois sur deux, il se produit entre eux une interaction dans l'organisme du patient.

Sous l'écran, six paramètres permanents attirent d'emblée l'attention sur les enfants, les femmes enceintes ou allaitantes, les insuffisants rénaux ou hépatiques et les cardiaques. Quatre touches servent à se déplacer dans la base de données ; quatre autres donnent immédiatement la réponse aux questions les plus usuelles : contre-indications, posologie, précautions d'emploi, effets indésirables.

Lorsque l'on compose les noms des médicaments au clavier, l'aide-mémoire affiche aussitôt les principales interactions, les points à surveiller, les antagonismes. Notons que le VMT n'intéresse pas seulement les médecins.

Source-Développement, qui a mis au point le VMT, réactualise chaque année sa carte à puce amovible (médicaments retirés du marché, nouvelles molécules, etc.). Le lecteur et sa carte coûtent 2 240 F ; la carte réactualisée, 260 F. Jean-Michel Bader

ANNIVERSAIRE

Il y a quarante ans, Lafuma crée le mobilier de camping

Pour les montagnards, randonneurs et adeptes du camping, la référence, c'est Lafuma. «Un nom qui a quelque chose de magique», selon l'Agence nationale de valorisation de la recherche...

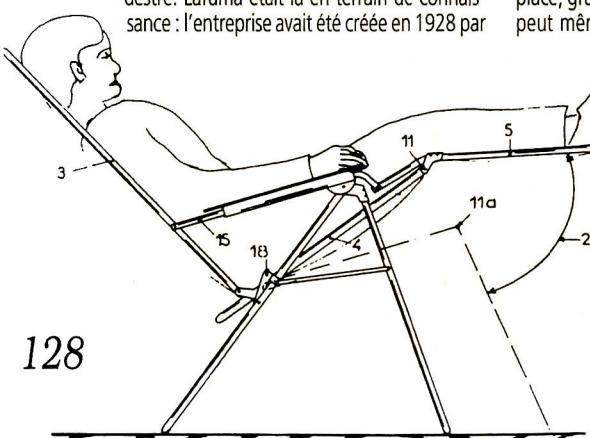
Dans les années cinquante, un vaste marché est en train d'éclater, celui du camping motorisé, qui naît de la démocratisation de la voiture : elle permet de transporter le matériel. Dès 1953, il y a quarante ans, Lafuma investit ce créneau en "inventant" la fabrication en grande série du mobilier de camping. Sièges et tables pliantes à armature métallique, d'abord, puis, plus tard, chaises longues et fauteuils de relaxation (**dessin ci-dessous**), pour le marché encore plus vaste du plein air et des loisirs (maisons à la campagne, résidences secondaires...).

L'entreprise avait réalisé son premier grand "coup" – l'invention du sac à dos à armature métallique – en suivant déjà un phénomène social : les premiers congés payés, en 1936, qui susciteront l'avènement du camping pédestre. Lafuma était là en terrain de connaissance : l'entreprise avait été créée en 1928 par

trois frères, Victor, Gabriel et Alfred, pour fabriquer des sacs ménagers, des musettes et des sacs tyroliens. L'idée de départ : récupérer les chutes de cuir des tanneries locales (dans la Drôme) pour confectionner des sacs en patchwork.

Aujourd'hui encore, Lafuma est le leader français du sac à dos, mais aussi, et c'est nouveau, du sac d'écolier. Ce dernier sauva, en 1992, une entreprise qui s'était endormie sur ses lauriers et dont l'esprit d'innovation s'était quelque peu assoupi. Lafuma apporta alors à sa production une innovation de taille : la fabrication des sacs en matière plastique avec un moule, par thermoformage, ce qui permet de produire un sac toutes les trente secondes.

En mobilier de plein air aussi, on a "réveillé" cet esprit de création pour en faire à nouveau la règle d'or. La preuve : le nouveau fauteuil "Pop-up". Un bien curieux fauteuil qui se porte à l'épaule (en bandoulière !), ultra-léger et à ouverture instantanée, comme un parapluie. Plié, il occupe si peu de place, grâce à sa conception en faisceau, qu'il peut même se fixer sur un sac à dos. On le "trimballe" en randonnée, à la plage... Il peut également servir de fauteuil d'appoint, car il est, en plus, confortable. Sa structure en aluminium reçoit une toile porteuse en Airlon, un matériau qui résiste aux intempéries et aux ultraviolets. Cette toile amovible existe en plusieurs coloris. On peut la changer à volonté pour varier les plaisirs...



Optoélectronique : on estime que le marché de la fibre optique pour le transport de différents types d'informations (son, image, etc.) est en progression de 20 % par an en France.

INFORMATIQUE

Un répertoire international d'experts

Pour permettre les contacts entre des personnes travaillant dans le même domaine, le Programme intergouvernemental d'informatique de l'UNESCO (PII) vient de publier un répertoire international des experts spécialisés en informatique. Ce répertoire (en anglais) présente, pays par pays, le profil de 154 experts, sélectionnés parmi les 600 qui ont répondu à un questionnaire préalable.

L'objectif, d'après les auteurs du document, est «d'encourager un courant d'entraide et de solidarité agissante entre chercheurs, enseignants et étudiants en informatique. Les modalités de cette coopération sont nombreuses, à chacun de faire preuve d'imagination et de sens pratique».

Ce répertoire contient un index des domaines professionnels (intelligence artificielle, utilisation de l'ordinateur dans le domaine de l'éducation, circuits intégrés, etc.). Il coûte 40 dollars, 60 sous forme de disquette, et peut être commandé auprès du secrétariat PII : UNESCO/CII/PII, 1 rue Miollis, 75015 Paris. Fax : 1 45 66 91 33.

ACOUSTIQUE

Voir avec les sons



Ce microscope acoustique permet de contrôler des échantillons industriels sans les détruire.

La Société française d'acoustique, qui coordonne l'ensemble des activités de la recherche française en ce domaine, vient de décerner le prix Chavasse (le Goncourt de l'acoustique) à Bertrand Nongaillard, un chercheur qui a réussi à faire de la microscopie acoustique un instrument industriel.

Bertrand Nongaillard a commencé ses recherches en tant qu'étudiant au laboratoire d'opto-acousto-électronique de l'université de Valenciennes, alors seule au monde, à part celle de Stanford, aux Etats-

Unis, à s'intéresser à la microscopie acoustique. Une "drôle" d'idée, qui consistait à «voir avec les sons» à l'intérieur d'un objet opaque, sans le détruire, là où un microscope optique ou électronique restait aveugle. Appliquée au contrôle industriel non destructif, la microscopie acoustique détecte et visualise les plus minuscules défauts (quelques dizaines de microns) dans les matériaux modernes, en particulier dans les céramiques ou les alliages spéciaux utilisés dans le domaine aéronautique et spatial.

Bertrand Nongaillard a réalisé

un prototype de microscope acoustique, et décidé, pour le transfert industriel de son invention, de créer une PME.

Après une recherche de partenaires aussi laborieuse qu'infructueuse, il a fini par s'associer à des collègues universitaires, et il a créé la société Bio-sonic. Celle-ci travaille aujourd'hui avec toutes les grosses firmes industrielles de technologies de pointe, et a déjà favorisé le développement de matériaux nouveaux, dont l'utilisation restait en partie freinée par l'absence de moyen de contrôle.

LOGICIELS

La physique sur Macintosh

Fun Physics et *Interactive Physics* sont deux logiciels pour découvrir la physique en jouant. *Fun Physics* aborde essentiellement les notions de base, et ses graphismes restent relativement grossiers. *Interactive Physics*, en revanche, est très élaboré, et produit des images réalistes de phénomènes complexes. Son champ

d'application couvre aussi bien les lois de l'attraction universelle que celles de l'électrostatique ou de la mécanique.

Ces deux logiciels sont de véritables tableaux noirs électroniques, sur lesquels il suffit de tracer un pendule, une piste de ski ou n'importe quelle autre représentation d'un comportement dynamique. Lorsque

les conditions de départ sont bien définies, les logiciels génèrent une simulation du mouvement fidèle aux lois fondamentales de la physique.

L'équipement de base nécessaire à l'exploitation de ces logiciels est relativement modeste : un Macintosh Plus équipé de 1 Mo de mémoire vive suffit pour *Fun Physics*. *In-*

teractive Physics, un peu plus gourmand, requiert 2 Mo de mémoire vive.

Ces deux logiciels sont commercialisés, avec disquettes et fascicule d'utilisation, par la Société BR Publishing, 3 rue des Quatre-Cheminées, 92514 Boulogne-Billancourt. Tél. : 1 47 61 00 11.

Henri-Pierre Penel



ASTRONOMIE

Le big bang sur minitel

Même le ciel, les planètes, les étoiles et les galaxies à portée de minitel, c'est la gageure tenue par Big bang, ce nouveau service du 36 15. Big bang présente trois grandes rubriques, traitées par des journalistes spécialisés.

Flashes et actualités : des informations, quotidiennement mises à jour, sur notre planète,

le système solaire et l'Univers, avec, pour ceux qui veulent aller plus loin, un lexique de 1 000 mots, une sélection des livres du mois, des ouvrages pour enfants et la présentation d'une bibliothèque de base.

La contemplation du ciel est le second grand pôle d'attraction de Big bang. On y trouve des cartes célestes, les

constellations et les rendez-vous du ciel.

Enfin, un agenda pratique annonce les stages et manifestations organisés dans les trois mois par les clubs d'astronomie, les observatoires, les musées et les magasins de matériel astronomique. On trouve même des tests de connaissances et des petites annonces.

LABORATOIRES

Un pilote de fromagerie

Ce que, dans l'industrie, on nomme un "pilote" est une mini-usine à très faible production mais fonctionnant exactement de la même manière que la future usine grandeur nature.

Cela permet toutes sortes de mises au point avant de se lancer "en grand" ; car, si minuscule soit-il, un prototype artisanal reste toujours plus près de la théorie que de la pratique industrielle. Nombreux sont les problèmes, inconcevables au stade du prototype, qui ne se manifestent qu'à la fabrication réelle.

L'industrie fromagère – qui exige pourtant une maîtrise parfaite de l'ensemble du cycle de fabrication – n'utilisait pas encore de pilote. Cette industrie pourra dèsormais se mettre à l'abri des surprises

de la production en grandes séries. La station de recherche en technologies et analyses laitières de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) vient en effet de mettre en service une mini-fromagerie pilote pouvant tester lait et fromage.

Cet outil permet de contrôler rigoureusement, à partir de faibles volumes de lait, toutes les étapes de fabrication, de pressage et d'affinage des fromages. L'atelier lui-même est automatisé : des capteurs contrôlent et prennent en charge la régulation de la quasi-totalité des opérations et l'ensemble des données est traité par ordinateur.

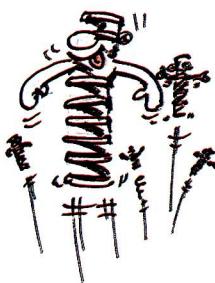
La mini-fromagerie a déjà servi à différentes études sur la flore d'affinage et la qualité de différents laits. Elle a même permis de mieux définir, stabiliser et organiser la production de fromages qui vont bientôt apparaître sur le marché.



■ **La sécurité routière appelle les entreprises à se mobiliser** pour mettre en place une politique de prévention. Les accidents de la circulation représentent les deux tiers des accidents du travail et ils coûtent, bon an mal an, près de 12 milliards de francs. Un accident de la circulation sur deux survient lors de trajets domicile/travail et de déplacements professionnels. Bref, l'insécurité routière est la cause de 6,5 millions de journées de travail perdues, soit l'équivalent de près de 30 000 emplois pendant un an.

■ **La première station-service héliothermique**, fonctionnant entièrement à l'énergie solaire, vient d'être inaugurée dans le Sud de l'Allemagne, dans la petite ville de Memmigen. Puisqu'il s'agit de respecter l'environnement, cette station-service, entièrement informatisée, est dédiée aux véhicules à propulsion électrique. Des cellules photovoltaïques disposées sur le toit transforment la lumière en courant électrique, déversé dans des "pompes" auxquelles on recharge les batteries des voitures.

■ **Désirée et Tontine Vitro** (des mâles, malgré leur nom) sont les deux premiers chevreaux nés par fécondation *in vitro*. Cette première, réalisée par l'Institut national de la recherche agronomique, est importante car les techniques de fécondation *in vitro* doivent être adaptées à chaque espèce et sont plus ou moins faciles selon les mammifères. Celle du lapin remonte ainsi à 1954. Autre intérêt de cet événement : l'espèce caprine a été choisie par les chercheurs de l'INRA comme modèle pour l'amélioration de la qualité du lait.



LITERIE

125 millions de ressorts dans un matelas !

La firme britannique Diploma Beds vient de créer le Diploma Cloud, un matelas pour dormeurs de luxe contenant plus de 125 millions de ressorts microscopiques !

En fait, la fonction "ressort" de ce matelas de rêve est assurée par de minuscules fibres de Dacron percées de petits conduits. Associés aux espaces microscopiques entre les fibres, ces conduits permettent aux excédents de chaleur et d'humidité de circuler librement dans tout le matelas. L'utilisateur bénéficie ainsi d'un "microclimat" très sain, surtout si le matelas est disposé sur un sommier de lattes à claire-voie.

Avantage supplémentaire : ce matelas ne produit pas de poussière comme le font les matelas ordinaires. Les personnes souffrant d'allergies apprécieront.

Enfin, le Diploma Cloud est conforme aux normes (rigoureuses) de prévention des incendies et il est entièrement recyclable. La société Diploma Beds (Wesley Way, Benton Square Industrial Estate, Newcastle-Upon-Tyne, NE12 9TA) cherche des agents en France. Contact : Nigel Cooper, tél. : 19 44 91 266 3812.

ULM

L'entreprise de tous les records

Record du monde de vitesse en circuit fermé avec 137 km/h ; record du monde d'altitude avec 7 000 m ; record de distance en circuit fermé sans ravitaillement avec 1 044 km : le fabricant français d'ULM (ultralégers motorisés), Cosmos, accumule les trophées.

Cosmos détient aussi la première place mondiale des fabricants d'ULM, avec 500 appareils par an fabriqués de A à Z par ses 14 employés. Elle fournit notamment une trentaine d'écoles françaises d'ULM et exporte dans 25 pays.

A l'origine de l'entreprise et toujours à sa tête depuis 1981, Renaud Guy. Amoureux de delta et de vol libre, il s'est un jour pris de passion pour les ULM au point d'en construire. Ses engins, toujours plus performants et simples, sont donc de plus en plus accessibles au grand public.

L'entreprise a décollé en 1984 à la suite d'une innovation – une première mondiale : la mise au point d'un système



de remorquage par ULM des ailes delta et, aujourd'hui, des planeurs. La difficulté rencontrée était le suivante : l'hélice de l'ULM est placée à l'arrière de l'appareil, là où il fallait éga-

lement installer le câble de traction. La solution trouvée par Cosmos fut de faire passer ce câble dans le moyeu de l'hélice, à la façon des mitrailleuses des vieux "coucous" militaires.

DÉTERGENTS

Rhône-Poulenc récompense ses propres chercheurs

Le numéro un de la chimie française vient de tenir ses XV^e Journées scientifiques, et de remettre, à cette occasion, un prix de l'innovation aux chercheurs de son laboratoire "Intermédiaires organiques et minéraux". C'est la mise au point d'un granulé blanc de carbonate de sodium et de polysilicate de sodium, composant majeur d'une nouvelle génération de lessives, qui a été primée cette année.

L'action conjuguée de ces

deux constituants renforcerait considérablement l'efficacité des lessives et contribuerait de manière significative à la protection de l'environnement. En effet, la structure physico-chimique des deux constituants de ce minéral soluble lui conférerait des propriétés complémentaires. Le nouveau granulé améliorerait le lavage en éliminant le calcium et le magnésium dans l'eau et en empêchant la redéposition des saillances en suspension. Il

respecterait ainsi l'environnement de plusieurs manières : en limitant les dépôts minéraux (de calcium et de magnésium) ; en réduisant la quantité de lessive nécessaire (puisque celle-ci serait plus efficace) ; et en réduisant dans les rivières et les lacs les phénomènes d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération des constituants organiques provoquant une désoxygénéation de l'eau préjudiciable à la faune et à la flore aquatiques.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés 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" clo *Science & Vie*, 1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75015 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

LA TABLE QUI SE TRANSFORME EN LIT

Quoi ?

Un meuble peut en cacher un autre : la preuve, cette table basse qui se déplie pour se transformer en lit.

Comment ?

Inutile de le décrire, quand nos trois photos sont si parlantes. Il reste juste à préciser que la transformation d'un meuble en l'autre s'effectue en quelques secondes et sans aucun effort. Et que, table ou lit, le meuble reste en équilibre dans la fonction choisie ; aucun verrouillage n'est nécessaire.

Marché

La table-lit trouve sa place dans bien des cadres de vie : studio, chambre d'enfant pour accueillir une baby-sitter ou un copain de passage, appartement exigu à la montagne ou à la mer, lieu de travail même, pour les gardiens



et veilleurs de nuit, ou encore locaux des comités d'entreprise en cas de malaise d'un employé.

Pour qui ?

L'inventeur, qui dispose d'un brevet européen et de protection pour les Etats-Unis et le Canada, cherche un industriel pour fabriquer et diffuser ce meuble en France et à l'étranger.

Comment passer dans cette rubrique :

Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à "Des marchés à saisir" un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin, faites preuve de patience et de tolérance ; nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.

MOTO : FOURCHES TÉLESCOPIQUES PLUS SÛRES ET PLUS CONFORTABLES

Quoi ?

Cet appareil permet de régler la souplesse des fourches télescopiques des motos en jouant sur la pression d'air. Ce réglage s'effectue instantanément et automatiquement, par une simple pression sur la membrane d'un appareil qui fait office de pompe, et se place sur le guidon. On peut agir sur cette membrane même lorsque

l'on roule, en fonction des variations du terrain.

Ce dispositif augmente ainsi considérablement non seulement le confort du motard, mais aussi sa sécurité : la possibilité de changer à tout moment la dureté de la fourche évite les effets de

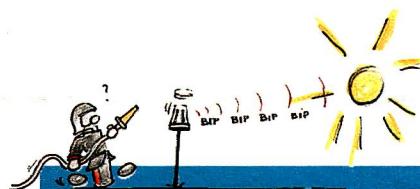
plongée au freinage et de délestage à l'accélération.

Pour qui ?

L'inventeur cherche soit un constructeur, soit un importateur de motos qui voudrait améliorer la qualité des fourches sans avoir recours aux procédés sophistiqués et coûteux de la compétition.

Un distributeur d'accessoires pour moto pourrait également être intéressé, dans la mesure où l'appareil se fixe sans aucun autre modification.





INCENDIES

Un détecteur de flammes à distance

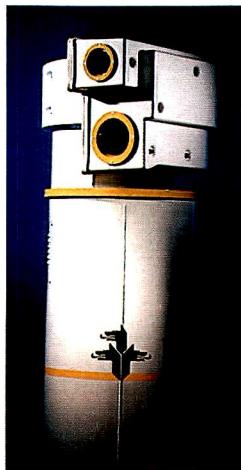
Ce qui ressemble à un curieux petit robot est, en fait, un détecteur d'incendie à longue distance. En utilisant le principe de la détection infrarouge, le LDD est capable de localiser précisément un feu de 3 à 5 m² à 2 km de distance, et de transmettre l'alarme au poste de surveillance, ainsi que l'image de la zone en danger.

On le place en hauteur par rapport à la zone à surveiller. La partie inférieure est fixe ; elle sert d'axe de rotation à la partie supérieure qui pivote de façon continue, dans les deux sens, sur 360 degrés. Cette partie mobile contient le système optique, dont le cœur est un détecteur infrarouge constitué de huit capteurs. Une caméra vidéo joue ces capteurs : elle permet de visualiser, d'estimer et de localiser à distance les événements décelés par le détecteur. Tout ce bloc optique de détection et de visualisation est inclinable dans le sens de la hauteur afin de le diriger vers la zone à protéger. Il est relié à un ordinateur et à un écran vidéo qui permettent la surveillance et la commande à distance de l'appareil.

Le LDD est essentiellement destiné à la surveillance des

zones sensibles : forêts, sites industriels, zones militaires, pour que l'on puisse éteindre les incendies dans l'œuf, en déployant immédiatement tous les moyens de lutte contre les flammes. Afin d'éviter les alertes intempestives, les coordonnées de tout point chaud connu peuvent être exclues de la surveillance : il suffit de les mémoriser dans le LDD.

En cas d'alarme (celle-ci, pour éviter des déclenchements dus à des phénomènes fugitifs, n'est transmise que si trois révolutions successives de l'appareil ont confirmé la



présence d'un feu), le détecteur stoppe sa rotation, s'oriente dans la direction du danger et la caméra transmet l'image à l'écran vidéo de l'ordinateur. L'appareil passe alors du fonctionnement automatique au mode manuel : l'opérateur le fait évoluer selon ses désirs. Le LDD peut lui-même être protégé contre l'incendie et le sabotage par l'adjonction de capteurs dans sa partie inférieure.

Pour tout renseignement : Cerberus Guinard, ZI, 617 rue Fourny, BP 20, 78531 Buc Cedex. Tél. : 1 30 84 66 00.

OPTIQUE

Vision nocturne : les lunettes venues du froid

Cela ressemble à un nom de code : E1 PN 63. En fait, c'en était bien un, il y a quelques mois seulement. Il désigne des lunettes de vision nocturne

perméant, par

ou des douanes sur les appareils de vision nocturne.

Les lunettes E1 PN 63, l'équivalent de celles actuellement en service dans les armées françaises, permettent à chacun de déceler la pro-

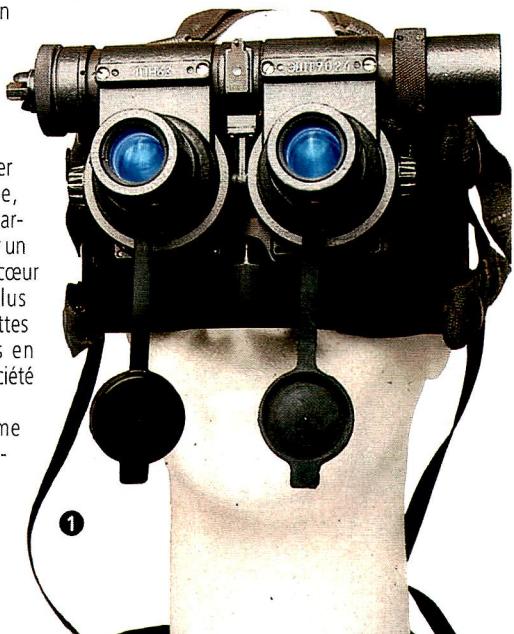
gression lointaine le relief : les Baïgish 6 – baïgish signifiant "hibou" en langue tatare (photo 2). Néanmoins moins chères (8 570 F), elles permettent de distinguer une silhouette humaine jusqu'à 250 mètres...



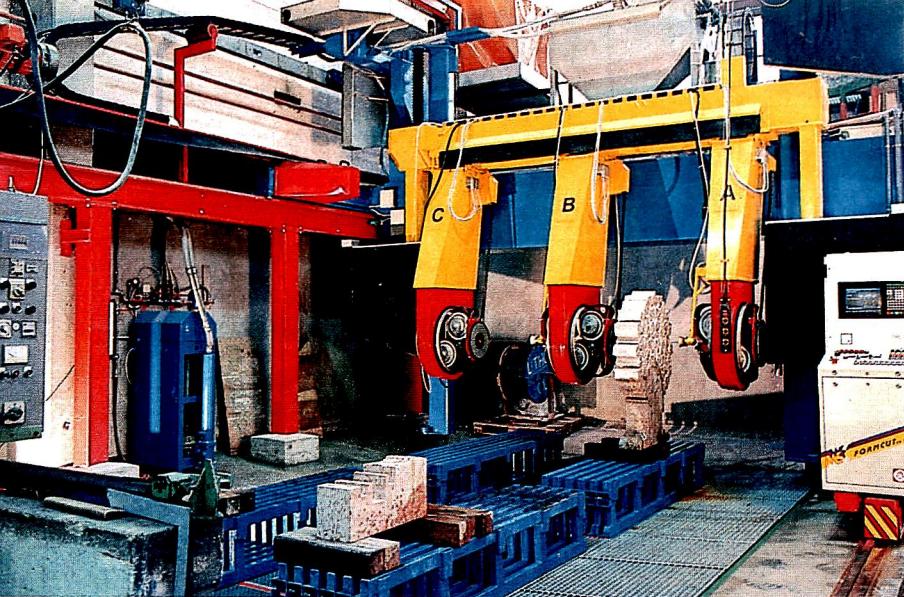
s té -
réoscopie, de
voir les reliefs
(photo 1). Un produit de la
high-tech russe, jusqu'ici inter-
dit à l'exportation.

d'un feu de
forêt, d'ins-
pecter un bâ-
timent ou un
pont, d'effectuer
une randonnée,
barrer une embar-
cation ou piloter un
hélicoptère au cœur
de la nuit la plus
noire. Ces lunettes
sont diffusées en
France par la société
Teknair.

La même firme
propose des ju-
melles qui gros-
sissent mais ne
donnent pas



■ Discotech, un nouveau chargeur de disques compacts, est piloté par Macintosh. Il a deux lecteurs, pour réaliser des enchainements parfaits, et stocke et manipule jusqu'à 400 disques, soit quatre fois plus que les chargeurs les plus puissants connus à ce jour. Pour les stations de radio, les "nights", les hôtels, ou pour son propre plaisir. Contact : Roger Amar, Logram, 23 rue Pierre-Brossolette, 78350 Jouy-en-Josas. Tél. : 1 39 46 75 60.



CONSTRUCTION

Le robot qui cisèle les pierres

Un des derniers bastions de ce qui était, depuis des millénaires, un talent et une technique purement manuels, s'exerçant directement sur la matière, tombe aujourd'hui. Une entreprise autrichienne de maçonnerie de Salzbourg, la firme Steinform Technik, vient en effet, après dix ans de recherches, de mettre au

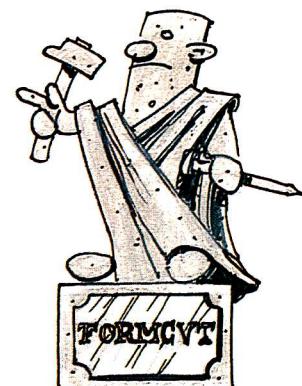
point et de breveter une scie à pierre commandée directement par ordinateur.

Formcut est le premier instrument au monde avec lequel on peut scier, avec la plus grande précision, des blocs de pierre d'une épaisseur allant jusqu'à 1,20 m. La machine reproduit les contours, formes et courbes dessinés à la main

directement sur un écran informatique graphique. Un traiteur lit les esquisses et les mémore. Il peut ensuite piloter la scie, la commande par micro-ordinateur garantissant la fidélité de la reproduction, sur la pierre, des formes tracées sur l'écran. Le programme informatique choisit même la vitesse de découpe

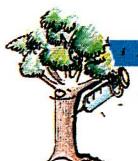
optimale, selon la taille et la dureté des pierres travaillées, et selon la complexité des sculptures à y inscrire.

Plus les formes sont compliquées, plus l'utilisation de Formcut est, bien sûr, rentable. Ce nouveau procédé de sciage peut être utilisé pour façonner des ornements, des plaques de façade concaves ou convexes, des profils en pierre naturelle massive pour la construction ou la restauration des monuments, etc.



PROTOTYPE

Soigner les arbres par injections directes



L'idée est simple et, expérimentalement, elle fonctionne : au lieu de traiter toute une forêt qui n'en a pas forcément besoin, pourquoi ne pas agir sélectivement sur les seuls arbres qui nécessitent véritablement herbicides, pesticides ou aliments nutritifs ?

Pour cela, il suffit d'un marteau spécial et d'un petit tube en plastique contenant, sous forme de poudre, le principe actif à injecter. L'extrémité du marteau est dotée d'une pointe d'acier qui permet, d'un vigoureux coup sur l'arbre, d'extraire une cheville de bois. Dans la cavité ainsi créée, on introduit à la main le tube en plastique. Il ne reste qu'à briser les parois latérales du bouchon avec le marteau pour libérer les produits chimiques : véhiculés par la sève, ils traitent l'arbre tout entier.

La méthode peut s'employer pour toutes sortes d'essences : frênes, ormes, chênes,

saules, aubépines, trembles, etc. Elle présente le double avantage d'être directe, donc plus efficace, et de remplacer les pulvérisations de produits chimiques dans l'atmosphère et sur tous les autres arbres.

Quatre tubes par arbre et par an pourraient, estime-t-on, remplacer vingt séries de pulvérisations aériennes au-dessus d'un verger. Cette méthode de traitement sélectif des arbres est actuellement affinée par la firme suédoise qui l'a imaginée, la FIC, Forestry Injection Company.



■ **Un masque anesthésique pour bébé** a valu à une inventrice suédoise d'être primée lors d'un concours organisé d'abord à l'échelon national, puis au niveau international. Le dispositif utilise le réflexe de succion des enfants (qui a un effet calmant), et il assure une adhésion étroite au visage, empêchant ainsi les gaz de s'échapper dans la salle d'opération. Mme Marika Dahlstrand sait de quoi elle parle : elle est infirmière anesthésiste.

Les lecteurs qui souhaitent obtenir des informations supplémentaires sur un article paru dans le "Carrefour de l'innovation" sont priés de nous écrire (plutôt que de téléphoner). Merci.

Grâce à votre aide, cette nouvelle année en Bosnie ne sera pas aussi la dernière.

Avec Gérard d'Aboville et Solidarités, offrez l'équivalent d'un colis de vivres à une famille de la région de Sarajevo.

Grâce à la générosité de beaucoup d'entre vous, Gérard d'Aboville et Solidarités sont partis le 19 décembre avec des camions contenant des colis de produits alimentaires.

Mais, en Bosnie, la situation se dégrade, c'est pourquoi nous

continuons notre action avec le départ de nouveaux camions.

Un colis coûte 100 francs pour un poids de 10 kg. Il permettra l'alimentation d'une famille pendant une semaine. Joignez à votre don une carte ou une photo de votre

famille que nous ajouterons au colis. Grâce à votre don, nous remettrons votre ou vos colis nous-mêmes, à une famille dans le malheur, la guerre, le froid et la faim. Pour ces familles, 100 F c'est vital. Alors, ne les laissons pas seuls.



Oui, je souhaite offrir un « colis de Solidarité » en Bosnie à une famille dans le malheur.

Je verse, par chèque bancaire ou CCP (23.117.71 A Paris) à l'ordre de
« Solidarités - colis Bosnie. »

La somme de 100 F 200 F 300 F Autre...

Je recevrai un certificat de déductibilité fiscale et une lettre m'informant du colis offert.

Nom Prénom

Adresse

A retourner à : Solidarités - colis Bosnie. 19, rue Davel - 75013 Paris.
Tél. 45.88.33.22. Documentation sur simple demande

DES PUBLICITAIRES ONT COLLABORÉ À CET APPEL. TOUS ONT TRAVAILLÉ BÉNÉVOLEMENT. LE SUPPORT A OFFERT L'ESPACE.

LES OBJETS DU MOIS



1
**TÉLÉVISEUR SENSIBLE
À LA LUMIÈRE AMBIANTE**
7 000 F



2
**RADIOTÉLÉPHONE
DE POCHE**
11 900 F

1 En pleine lumière, notamment celle du jour, l'image de la télévision perd en contraste et en vivacité des couleurs. Le téléviseur Telefunken S 298 AI possède un système d'intelligence artificielle associé à une cellule photosensible qui lui permet de corriger automatiquement l'image en fonction de la lumière ambiante. Ce téléviseur PAL/SECAM de 72 cm possède par ailleurs les caractéristiques des modèles perfectionnés Thomson/Telefunken : tube Black Super Planar, son stéréophonique avec effet "surround", amplificateur audio 2 x 20 W musicaux, réception câblée, 60 canaux mémorisables, deux prises Péritel. Poids : 35 kg.

2 La miniaturisation du radiotéléphone se poursuit. Le voici à 450 g avec le Carat d'Ascom, un modèle autonome alimenté par une batterie rechargeable. Ses fonctions s'affichent sur un écran à cristaux liquides : annuaire de 150 numéros de correspondants avec recherche automatique, entre-

gistre d'appels avec mémoire pour 20 numéros, bloc-note, code d'accès confidentiel, haut-parleur, indication de la durée des communications, etc. Quelques options supplémentaires permettent de le brancher sur l'allum-cigare d'un véhicule ou de téléphoner en "mains libres" grâce à un microphone. Fonctionne sur le réseau Radiocom 2 000.

3 Sélectionner les divers plans pour le montage d'un programme vidéo, ajuster leur durée, assurer les transitions, c'est ce qu'effectue automatiquement le magnétoscope JVC HR-D 990 MS, sous contrôle d'un micro-ordinateur incorporé. Il suffit de programmer les points de coupe de début et de fin de chaque plan. Huit plans peuvent être programmés de la sorte. Après quoi, on appuie sur la commande d'exécution : l'appareil réalise la copie sur un second magnétoscope. D'autres fonctions de montage sont disponibles : insertion d'images et doublage audio. Sur l'écran du téléviseur, les diverses opérations s'affichent sous forme d'un

menu. Le HR-D 990 MS est un modèle VHS PAL/SECAM, avec une résolution horizontale de 240 lignes et un son hi-fi stéréophonique. Il est compatible avec les réseaux câblés. Il permet, bien entendu, la programmation d'enregistrements TV. (Nous avons présenté un autre magnétoscope pour montage automatique dans notre numéro 903, décembre 1992, p. 155).

4 Le magnétoscope SLV 825 de Sony est au standard PAL/SECAM lecture NTSC ; il peut donc recevoir tous les enregistrements européens et lire les cassettes à la norme américaine NTSC. Doté du son hi-fi stéréo, il comporte quatre têtes de lecture et d'enregistrement avec système d'alignement numérique automatique et stabilisateur de bande pour une meilleure restitution de l'image. Un mécanisme nouveau permet de rembobiner rapidement la bande. La programmation s'effectue à partir d'une télécommande infrarouge. Une fonction "edit monitor" permet de visualiser à l'écran simultanément l'image de la source vidéo et celle de la bande qui en est issue ; elle autorise aussi le pilotage du caméscope à partir du magnétoscope, permet l'assemblage et l'insertion de séquences, ainsi que le doublage du son.

3
MAGNÉTOSCOPE POUR MONTAGE AUTOMATIQUE
6 500 F



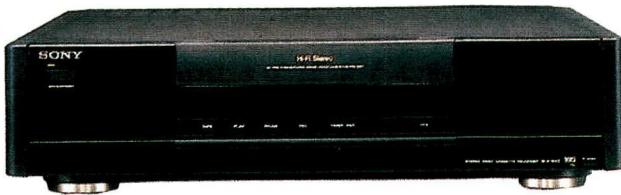
5
CAMÉSCOPE DE VOYAGE
À VISEUR COULEUR

7 790 F



4
MAGNÉTOSCOPE
MULTISTANDARD

9 000 F



5 D'un poids de moins de 800 g et d'un encombrement réduit (10 x 10 x 17 cm environ), le caméscope Fujix 8FF-122 SW est particulièrement bien adapté aux prises de vues sur le vif, notamment en voyage ou en vacances. Au format 8 mm et au standard PAL, il est équipé d'un capteur de 320 000 pixels, d'un zoom motorisé 1,6/4,5-54 mm et d'un viseur couleur à cristaux liquides. L'automatisme (débrayable) couvre la mise au point, la balance des blancs et l'exposition. Le caméscope est livré avec une télécommande. Il en existe aussi une version avec viseur noir et blanc et sans télécommande (modèle 8FF-120 SW, au prix de 6 990 F).

Le temps de charge est de 80 min pour une batterie de 6 V/1 800 mAh, de 90 min pour un modèle de 7,2 V/1 800 mAh, et 120 min pour un accu de 9 V/1 800 mAh.

7 En intégrant dans un seul appareil, le RR 3000 CD, un poste de radio, un lecteur de disques compacts et un magnétophone à double cassette, Grundig a d'abord voulu proposer au grand public un système simple de copie éliminant manipulations et accessoires. Ainsi ce combiné assure-t-il, automatiquement, la copie d'une cassette sur l'autre ou d'un disque compact sur une cassette. Le Grundig RR 3000 CD permet, en outre, de recevoir toutes les gammes radio, PO, GO, FM et OC.

6
DÉCHARGEUR-CHARGEUR
D'ACCUS

425 F



7
UN COMBINÉ
COPIANT
DISQUES
ET CASSETTES

1 500 F



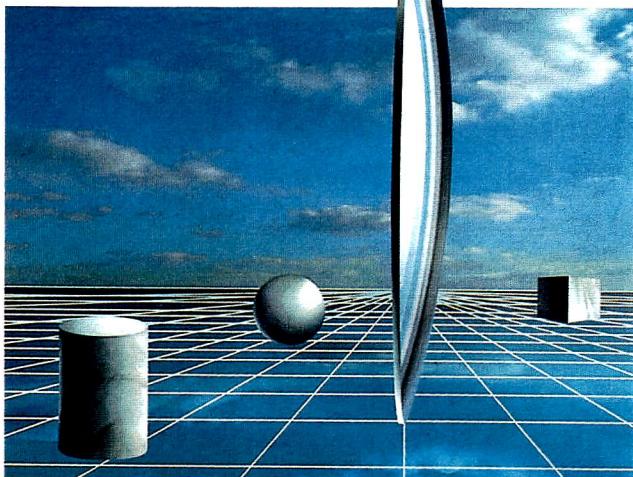
6 Conçu par la firme JCN pour la recharge des batteries de caméscope, le MV-28 Vitan permet la charge automatique des accumulateurs au cadmium de 6 à 9 V à partir d'une voiture (12 V) ou du secteur (220 V). L'intérêt de cet accessoire réside dans le fait qu'il décharge complètement l'accumulateur au préalable, afin d'éliminer toute charge résiduelle. Cette opération permet d'augmenter sensiblement la capacité, la tenue à la charge et la durée de vie des batteries. Le



**9
DES JUMELLES
SANS
MISE AU POINT**

500 F

**10
VERRE MINCE
POUR LUNETTES FORTES**



8 Aux porteurs de lentilles de contact qui souhaitent une hygiène parfaite, Essilor propose le système Rythmic. Cet ensemble comporte six lentilles (trois paires) dans des étuis séparés et un flacon de solution d'entretien (au lieu de plusieurs produits jusqu'ici) pour trente jours. Le porteur entretient ses lentilles quotidiennement et les change, ainsi que l'étui, au minimum tous les mois. Le renouvellement de l'étui élimine la source majeure de contamination. Ces lentilles souples, bicourbes (très arrondies), sont moulées à sec dans une matière plastique hydrophile à 73 %. Ce haut degré d'hydrophilie permet une bonne oxygénation des tissus oculaires et une meilleure tolérance. Il permet aussi l'élimination plus rapide des germes par la sécrétion spontanée de larmes, donc moins de dépôts, d'où une plus grande transparence.

**8
LENTILLES
DE CONTACT
RENOUVE-
LABLES**

590 F pour
trois mois



9 Compacité et simplicité sont les principales caractéristiques des jumelles Fix Focus Vivitar 5 x 21. Pesant à peine 140 g et mesurant 10 cm de longueur, elles ne comportent aucune mise au point ; celle-ci est en effet réglée en permanence de 7 m à l'infini. Pour le reste, les qualités de ces jumelles sont celles de modèles de spectacle ou de vacances : grossissement cinq fois et coefficient de luminosité 17,6. Le traitement antireflet des surfaces optiques améliore le contraste et la clarté des images.

10 Jusqu'ici, les lunettes corrigent fortement la vision utilisant des verres épais, peu esthétiques et lourds. Un inconvénient que vient de réduire Corning France, avec le verre 1,9 à "haut indice", très fin. Ce verre convient à tous les types de correction, et on peut lui faire subir un traitement antireflet multicouche.

11 La plupart des surfeurs sur neige le savent : c'est l'inclinaison du pied vers la pente qui favorise une augmentation de la vitesse en descente. Ce qui a conduit la société Emery à créer Modul RX, une fixation de ski inclinable. Contrairement aux modèles existants, montés à plat, auxquels il fallait ajouter des plaques (en métal ou en plastique)

pour hausser le talon, Modul RX est doté d'un système de butée basculant. Le talon peut ainsi être surélevé grâce à un simple tour de vis. C'est l'utilisateur qui détermine lui-même, en fonction de critères tels que poids, taille et niveau de pratique du ski, l'angle qu'il préfère adopter face à la pente. De plus, ces fixations sont de 200 à 300 g plus légères que les autres.

12 La robotique s'installe dans la couture familiale, avec la machine à coudre portable Pfaff 1475 CD (50 x 15 x 45 cm, 10 kg environ), connectée à un ordinateur compatible PC doté d'un logiciel graphique. L'utilisateur peut faire exécuter par la machine des dessins sur des vêtements. La souris permet de dessiner n'importe quel motif à l'écran et, grâce au logiciel, de lui faire subir tous les traitements désirés. Mémorisé par la machine à coudre pendant un an, il peut être reproduit ultérieurement, même sans la connexion PC. Les 481 points de couture et broderie également stockés dans la mémoire de la machine peuvent être modifiés à volonté. Celle-ci possède 30 programmes (droit-fil, zig-zag, boutonnières, point de nouage, etc.), 8 possibilités de couture multidirectionnelle (le tissu avance dans huit directions différentes sans intervention manuelle), des maxi-

12
**MACHINE À COUDRE
 ASSISTÉE PAR ORDINATEUR**
 15 000 F environ + logiciel 1 500 F



11
**FIXATION POUR
 SURF DES NEIGES**
 620 F



motifs programmés dans une bibliothèque électronique, des monogrammes, 5 alphabets et 4 séries de chiffres. Pour tout cela, il suffit de disposer d'un compatible PC avec une mémoire de 640 ko, un disque dur et un système d'exploitation MS-DOS 3.0 ou plus récent. Cette machine sera bientôt compatible Macintosh.

d'un véhicule et non sur le toit. Il permet d'accrocher jusqu'à deux vélos (35 kg), 18 kg de bagages ou des skis. Composé d'une structure métallique adaptable à fixer sur le hayon arrière ou sur le coffre, il convient à tout type de véhicule. Le Rackcombi, en acier recouvert de vinyle pour ne pas endommager la peinture du véhicule, pèse 4,5 kg.

13 Plus discrets qu'un casque anti-bruit, les bouchons d'oreille Pura-Fit 7700, de Moldex-Metric, sont, d'après le fabricant, tout aussi efficaces. Fabriqués en mousse de polyuréthane, ils sont souples, confortables et se conforment à tous les conduits auditifs. Leur indice d'affaiblissement du bruit est de 34 dB, c'est-à-dire qu'ils conviennent à une utilisation professionnelle (chantiers, etc.).

13
**BOUCHONS
 ANTI-BRUIT**
 273 F la boîte de
 20 paires



14 Moins encombrant qu'une galerie, le Rack-combi, distribué par Véleclair, est un porte-bagages qui se fixe à l'arrière

14
**UN PORTE-BAGAGES
 DE VOITURE**
 715 F





16
MINI-RADIATEUR
690 F



17
TABLE VITRÉE POUR LA CUISSON AU GAZ
2 590 F

15 Aux amateurs de haute fidélité, la firme Posso propose l'Expandable, un meuble de rangement pour disques compacts, en bois et métal, doté d'un butoir coulissant permettant le rangement de



15
MEUBLE MODULAIRE POUR COMPACTS
230 F

quarante à soixante boîtiers. Un bras en bois maintient les disques tant que leur nombre est inférieur à quarante. Les Expandables sont empilables, ce qui permet de constituer une discothèque modulable si l'on possède plus de soixante disques. Le même équipement peut recevoir cassettes audio ou vidéo.

capteur électronique. L'utilisateur programme sur un panneau tactile la température qu'il souhaite (huit niveaux et une ventilation). Le radiateur, doté d'un thermomètre, mesure la température ambiante et ne délivre que la puissance nécessaire pour maintenir la température programmée. Le réglage automatique réduit la consommation d'électricité au minimum. Enfin, le Céram Compact est doté d'un système "anti-basculement", qui l'empêche de tomber, et d'un fusible de sécurité. Il supporte l'humidité d'une salle de bain.

17 Crée par Thermor, la Glass Night est une table vitrée pour la cuisson au gaz. Fabriquée en verre trempé noir, elle est très résistante à la chaleur, aux chocs et aux lavages. Des grilles élargies assurent la stabilité des ustensiles de cuisson et évitent

tout risque de chute ; les brûleurs émaillés supportent le lavage en lave-vaisselle. Cette table s'utilise comme un modèle émaillé. Elle s'adapte à tout type de gaz et peut s'encastre dans un plan de travail.

18 Une vieille lanterne dénichée chez un brocanteur, une chaise de jardin oubliée dehors, une table métallique ou un portail soumis aux intempéries : la peinture antirouille Corona permet de rendre à ces objets oxydés tout leur éclat et de les protéger. Conçue pour être appliquée directement sur le métal, en deux couches, sur des fonds propres et secs, elle est prête à l'emploi.

▲ **Les échos de cette rubrique** ont été réalisés par Roger Bellone, Christine Mercier et Paule Sully.



GADGETS PAS BÊTES

CHRONOMÈTRE DE POIGNET POUR SKIEURS

890 F

Avec le Verteck-Ski, de la société

Orec, les skieurs disposent d'un instrument électronique (4 x 5,2 x 1,5 cm, 40 g) qui, fixé au poignet, leur permettra de connaître en temps réel à la fois leurs performances et les conditions dans lesquelles ils les ont établies. Sur son écran à cristaux liquides, il est possible d'afficher l'altitude, la dénivelée, la distance parcourue et la vitesse instantanée. Les données concernant jusqu'à 199 descentes sont mémorisées, permettant de connaître, pour chacune d'entre elles, sa durée et les vitesses maximale et moyenne. Le chronomètre permet de mesurer et de mémoriser 20 temps différents par descente. Verteck Ski comporte en outre un baromètre qui affiche la pression (de 914 à 1 118 millibars), la tendance (de + 67,75 à - 67,75 millibars) et la température, comprise entre - 20 °C et + 50 °C. Enfin, il contient une montre (heure et date), une alarme et un compte à rebours sur vingt-quatre heures.



BALADEUR LINGUISTIQUE

2 650 F

L'hémisphère droit de notre cerveau serait-il responsable, au moins en partie, des difficultés qu'on peut éprouver pour apprendre une langue étrangère ? Oui, d'après la société SMD qui vient de créer Intolang, un baladeur linguistique. Cet instrument (140 x 100 x 70 mm, 750 g) sépare les fréquences du message enregistré sur bande : grâce à un filtre, il ne restitue que les basses fréquences (50 à 330 Hz) à l'oreille gauche, alors qu'il envoie le message complet (50 à 8 000 Hz) à l'oreille droite. Ce qui a pour effet de faire travailler plus intensément l'hémisphère droit du cerveau. D'après SMD, le rythme et l'intonation d'une

langue sont ainsi mémorisés plus vite, et le temps d'apprentissage réduit de 30 % par rapport à un système classique.



ANTI-PIRATAGE TÉLÉPHONIQUE

490 F

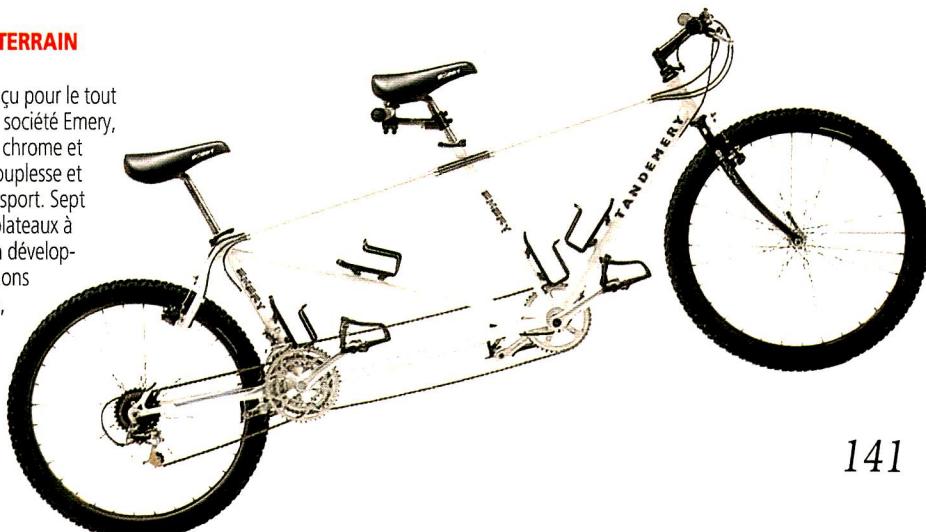
Tout possesseur d'un téléphone avec ou sans fil peut être victime de piratage. Un accessoire spécifique, Assurtel, élimine cet inconvénient. Ce simple boîtier (13 x 6 x 3 cm) dispose d'une prise gigogne à brancher entre la prise murale et la prise téléphonique (ou de télécopieur) : d'une part, il empêche l'utilisation d'une ligne téléphonique hors du domicile en bloquant la numérotation ; d'autre part, il interdit l'usage du téléphone au domicile. Un interrupteur sélectionne l'une ou l'autre de ces fonctions. Enfin, il est doté d'une alarme qui informe le propriétaire de toute tentative de piratage.



UN TANDEM TOUT TERRAIN

12 500 F

Voici le premier tandem conçu pour le tout terrain. Le Tandemery, de la société Emery, comporte un cadre en alliage chrome et acier qui confère au vélo la souplesse et la résistance nécessaires à ce sport. Sept pignons à l'arrière et trois plateaux à l'avant permettent vingt et un développements différents. Les pignons comportent une chape courte, ce qui assure une meilleure transmission des vitesses. Ils ont été surélevés, ce qui facilite le passage dans des terrains rocheux ou sur un gué.



SCIENCE & JEUX

PHYSIQUE AMUSANTE

Le fil à ne pas couper la glace

Le zéro de nos thermomètres, on le sait, correspond à la température de congélation de l'eau, qui est la même, bien sûr, que celle de la fusion de la glace. Mais on oublie souvent de dire que cela n'est vrai qu'à la pression atmosphérique normale. Modifier la pression va nous permettre de passer à travers la glace sans la couper.

Grace au toucher, qui concerne toute la peau et pas seulement le bout des doigts, tout animal, y compris l'homme, fait très bien la différence entre le chaud et le froid. Mais, chez les hommes, il y a des esprits curieux, et ceux-là ont un jour voulu quantifier cette sensation, autrement dit attribuer un nombre à ce qui est chaud et un autre à ce qui est froid. Et, bien sûr, cela impliquait de mettre une suite croissante de chiffres entre les deux.

Graduer une sensation qui va du très agréable au très douloureux aurait paru impossible si les variations de température ne s'accompagnaient d'un changement de volume des corps ; celui-ci est parfaitement mesurable, surtout avec les gaz ou les liquides dont le volume varie de manière très nette ; la chose est plus délicate à mettre en évidence avec les solides. Il restait seulement à trouver les deux nombres qui allaient marquer les deux bouts de l'échelle de mesure.

Par chance, la nature offre des modifications bien plus nettes que les écarts de volume : les changements d'état. Depuis toujours, et bien avant qu'on sache faire fondre le

beurre – qui restait à inventer – ou les métaux, on avait noté que, par grand froid, l'eau se transformait en glace : elle passait de l'état liquide à l'état solide. Et, après avoir découvert le feu, on s'aperçut aussi que l'eau disparaissait après avoir fait beaucoup de bulles quand on mettait la cruche sur des braises : cette fois, elle passait du liquide au gaz.

Ces deux repères – glace/eau et eau/vapeur – s'imposèrent donc de manière naturelle aux premiers chercheurs ; restait seulement à leur attribuer un nombre. Logiquement, on attribua le chiffre le plus haut, en l'occurrence 100, à la chaleur – puisque celle-ci vient du feu, qui ressemble au Soleil, et que celui-ci est en haut. Et le zéro fut donné à la glace qu'on voit par terre quand il gèle.

Cette division est due au Français Guillaume Amontons, le premier grand découvreur en matière de températures, qui, en 1683, construisit un thermomètre à air utilisant les points fixes de congélation et d'ébullition de l'eau. Mais c'est le Suédois Anders Celsius, physicien et astronome, qui imposera à partir de 1742

cette échelle centésimale à laquelle nous sommes habitués. Les Anglais, et à leur suite les Américains, se compliqueront la vie en donnant la valeur 32 à la glace fondante et la valeur 212 à l'eau bouillante (degrés Fahrenheit).

Notons que l'échelle thermométrique légale, de 0 à 100 degrés, utilise comme grandeur thermométrique non pas le volume d'un liquide, mais la pression d'une masse constante d'un gaz parfait maintenue à volume constant. Cela découle d'une découverte faite en 1676 par un autre physicien français, l'abbé Edme Mariotte : à température constante le produit de la pression d'une masse donnée de gaz par son volume est constant.

Si on diminue le volume, la pression augmente donc, ce qui est assez logique, et facile à vérifier avec un ballon et un manomètre. D'un autre côté, si on augmente la température, le gaz veut se dilater ; comme il ne le peut pas puisque son volume est constant, c'est la pression qui augmente. Il y a donc un lien étroit, et linéaire, entre la température, le volume occupé et la pression. Et c'est

pourquoi les 100 °C correspondent à l'ébullition de l'eau sous la pression atmosphérique normale, de 1 013,25 millibars – même chose pour le 0 °C de la congélation.

Dès qu'on change cette pression, la congélation aussi bien que l'ébullition ne se font plus à 0 ou 100 degrés. Le phénomène est utilisé à journée faite dans les Cocotte-Minute où l'eau reste liquide à 120 °C – mais la pression à l'intérieur est montée à près de 2 000 millibars. Inversement, en abaissant la pression dans une enceinte transparente, on voit l'eau bouillir à 50 °C ou même bien moins – précisons que ces températures de fusion ou d'ébullition sont des températures d'équilibre où coexistent les deux phases d'un corps ; par exemple, pour l'eau, liquide et vapeur à 100 °C sous 1 013 millibars.

Notons que de ces équations liant volume, pression et température se dégage une constante des gaz parfaits, dite coefficient de dilatation à volume constant, qui vaut 1/273,15. Son inverse – 273,15 – se retrouve alors, conséquence des mêmes équations, comme point de

départ de l'échelle des températures thermodynamiques dont les degrés sont notés K : c'est le zéro absolu – il n'y a pas de température inférieure à 0 K, soit $-273,15^{\circ}\text{C}$.

On montre de même en thermodynamique qu'il existe un point, dit point triple, où, pour une pression et une température données, un corps pur peut exister sous les trois états, solide, liquide et gazeux – par exemple, $0,01^{\circ}\text{C}$ et 6,1 millibars pour l'eau.

Toutefois, s'il est relativement facile de vérifier l'influence de la pression sur la température d'ébullition des liquides, il est moins commode de voir l'influence de cette même pression sur la température de fusion ; cela, parce que des variations considérables de la pression ne correspondent qu'à des déplacements très faibles de la température d'équilibre entre phase solide et phase liquide.

On peut cependant le vérifier avec l'eau de deux manières, l'une un peu difficile à mettre en œuvre, et l'autre très simple au contraire. La première consiste à remplir d'eau à 0°C un tube d'acier fermé par un boulon, qu'on met ensuite au congélateur. L'abaissement de température contracte l'acier et, au-dessous de 4°C , dilate l'eau, qui est de ce fait soumise à une forte pression.

Elle demeure alors liquide, même à -10°C ou -15°C , ce que l'on constate au son qu'une bille, mise au départ dans le tube, continue à donner en heurtant les parois. Mais, si on dévisse le boulon, ce qui annule la pression, l'eau cristallise immédiatement et l'on trouve la bille prise dans un cylindre de glace. Et si on revisse le bouchon, bien sûr sans changer la température, inférieure à 0°C , on fait repasser la glace à l'état liquide.

Ceux de nos lecteurs qui sont



Le fil traverse la glace... mais celle-ci se reforme aussitôt après.

adroits et un peu outillés pourront faire cette expérience, mais nous proposerons plutôt à ceux qui sont dépourvus d'un tour un montage plus facile : sur un bloc de glace reposant entre deux supports, on fait passer à cheval un fil d'acier tendu par deux poids. La température d'équilibre eau/glace étant abaissée par la pression, la glace fond en dessous du fil et celui-ci s'y enfonce.

Mais au-dessus de lui, l'eau de fusion n'est plus soumise à la pression et sa température de congélation remonte : de ce fait, elle se solidifie de nouveau. Le fil traverse donc lentement la glace sans la couper. Bien entendu, le fil et les poids doivent être eux aussi à une température inférieure à 0°C , faute de quoi il y a un apport de chaleur et il n'y aurait aucun mystère à couper de la glace avec un fil chaud.

La pression obtenue avec un fil tendu par deux poids étant bien inférieure à celle que donne un boulon bien serré, l'expérience ne marche qu'à quelques degrés en dessous de zéro – nous l'avons dit, une forte variation de pression ne fait bouger le point de fusion

que de quelques degrés ; c'est d'ailleurs pourquoi les températures de fusion sont indiquées sans faire mention de la pression, alors que l'indication de cette pression doit toujours accompagner les températures de vaporisation ou de sublimation.

Pour en revenir à notre expérience, son effet est d'autant plus net que le fil est fin et que les poids sont lourds ; le tout est de trouver le juste compromis entre la charge et la résistance du fil, faute de quoi celui-ci casse. Il existe du fil d'acier de 1 mm de diamètre capable de soutenir une masse de 150 kg, mais il est difficile à trouver hors des centres de recherche des usines sidérurgiques.

Le fil de tungstène donne des résultats du même ordre, mais il est également peu commode de s'en procurer en petite quantité – disons de 20 à 50 cm ; en revanche, on le trouve en rouleaux de plusieurs dizaines de mètres dont le prix est considérable. Nous nous sommes donc contentés d'un simple fil de laiton, mais ceux qui ont du fil d'acier pourront améliorer nettement le résultat.

Le montage lui-même est

d'une très grande simplicité : sur un socle, on dispose deux colonnes surmontées de deux supports destinés à immobiliser un parallélépipède de glace (photo ci-contre et figure 5). Celui-ci est obtenu très simplement à l'aide d'un moule adéquat rempli d'eau et mis au congélateur. Un fil métallique de faible diamètre est relié à deux masses pesantes, et disposé à cheval sur le bloc de glace. Il ne reste plus ensuite qu'à attendre.

Au sortir d'un congélateur, la température de la glace est d'environ -20°C , et la pression exercée par le fil est insuffisante pour modifier de manière conséquente cet état de congélation. Mais dans une pièce normalement chauffée, le bloc de glace remonte assez vite autour de -1 à -2°C , tout en restant parfaitement solide.

On observe alors que le fil commence une lente progression vers le bas ; au bout d'un "certain temps", il traverse complètement le bloc de glace sans le rompre. On peut alors remettre en place le fil et recommencer l'expérience, tant que le bloc, qui commence à dégeler, est suffisamment solide pour le supporter. La vitesse de traversée dépend de la température ambiante.

Dans un congélateur, nous l'avons dit, il ne se passerait pas grand-chose : à -20°C , la pression exercée par le fil est trop faible. Il faudrait des pressions colossales pour avoir de l'eau liquide à cette température. Dans un simple réfrigérateur, où il fait environ 2 ou 3°C , le phénomène se produit très lentement. En revanche, dans un appartement, il faut environ deux heures pour que la glace remonte autour de -2°C et que commence la progression du fil.

Lorsqu'il a traversé et qu'on le remet en place, la température de la glace avoisine 0°C et

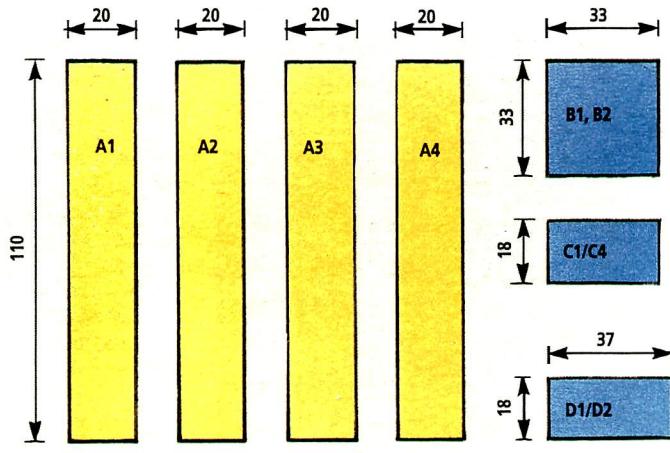


FIGURE 1

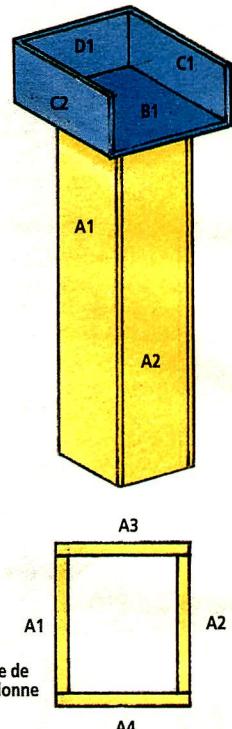


FIGURE 2

le passage ne demande plus qu'une quinzaine de minutes. Au troisième essai, c'est encore plus rapide. Mais dans les conditions de l'expérience, un quatrième essai est impossible car le bloc de glace, qui a commencé à fondre et à rétrécir, n'a plus la solidité suffisante pour supporter l'équipage.

Comme on peut s'en douter, le matériel nécessaire à cette expérience est des plus réduits :

- Polystyrène choc en feuilles de 1 et 2 mm d'épaisseur ; disponible, directement ou par correspondance, chez Adam Montparnasse, 11 bd Edgar-Quinet, 75014 Paris, ou chez Pierron, BP 609,

57206 Sarreguemines.

- Fil de laiton 6/10 (magasins de bricolage).
- Deux billes d'acier de 30 mm ; ces deux billes seront expédiées par les Ets Weber, 9 rue de Poitou, 75003 Paris, à tout lecteur qui en fera la demande accompagnée d'un chèque de 92 F TTC franco de port et d'emballage.

Le support et le moule sont réalisés selon la méthode Hobbystyrène de P. Courbier, qui utilise essentiellement le polystyrène choc en feuille. Le support est en polystyrène de 2 mm d'épaisseur, le moule en polystyrène de 1 mm d'épaisseur. Le support (figures 1 et

2) est composé des pièces suivantes : A1, A2, A3 et A4 (à tracer, marquer et découper en deux exemplaires, soit huit rectangles égaux) ; B1 et B2 ; C1, C2, C3 et C4 ; D1 et D2 ; et E.

Sur la pièce E, qui sert de socle, on tracera les emplacements de collage aux cotes précisées sur la figure 1. Ensuite, on assemblera par collage (colle Uhu-Plast) les deux colonnes en respectant la disposition indiquée figure 2. Elles seront ensuite collées sur le socle de telle façon que les deux réceptacles du sommet soient disposés en vis-à-vis (figure 5). Ces deux réceptacles sont destinés à recevoir et à im-

mobiliser les deux extrémités du bloc de glace.

Le moule à glace (figure 3) est constitué des pièces F1, F2, G, H1 et H2. Afin de faciliter le démoulage, il sera exécuté en polystyrène de 1 mm d'épaisseur. Les cinq pièces étant collées, on disposera sur les angles extérieurs du moule un ruban adhésif qui assurera l'étanchéité. On remplira alors le moule et on le mettra dans un congélateur - ou, à la rigueur, dans le freezer d'un réfrigérateur.

Après prise de la glace, il suffira de passer le moule sous l'eau du robinet et d'extraire le bloc en s'aidant des ongles :

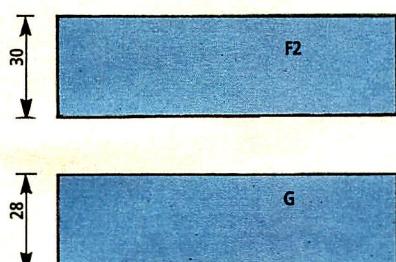
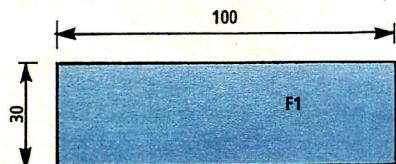


FIGURE 3

Anneau torsadé en fil de laiton 5/10

Billes en acier
 $d = 30$

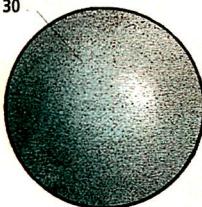


FIGURE 4

Fil de suspension



Disque en étain percé ($d = 10$)

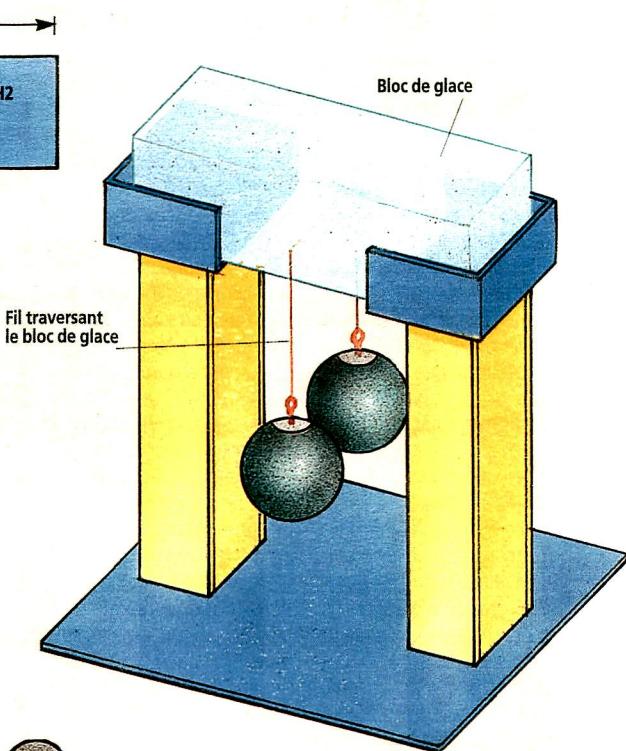


FIGURE 5

la chose est facile.

L'équipage (figure 4) est constitué d'un fil aux extrémités duquel sont attachées deux masses. La longueur qui sépare les deux masses doit être d'environ 100 mm. Le fil qui les réunit doit être le plus fin possible et les masses les plus lourdes : chacun pourra tester diverses combinaisons. Pour notre part, nous avons retenu pour des raisons esthétiques deux sphères en acier (110 g chacune), réunies par un fil de cuivre de 2/10.

La solidité du fil de cuivre laisse beaucoup à désirer – P. Courbier s'est

contenté de le récupérer sur un vieux transformateur – et lors des manipulations, il arrive qu'il se rompe : il ne reste plus alors qu'à le remplacer. Si l'on ne recherche pas particulièrement l'esthétique du dispositif, des poids en plomb destinés à lester les lignes de pêche conviendront, ainsi que de gros boulons en acier.

Nos deux sphères d'acier doivent être équipées comme indiqué figure 4. On commencera par découper deux disques dans de l'étain récupéré sur une bonne bouteille de vin – les ordinaires sont coiffées d'aluminium ou, pire, de plastique. On torsadera ensui-

te du fil de laiton de 5/10 pour former un anneau. Sa base sera passée dans le trou central du disque d'étain, puis écartée, et il ne restera plus qu'à former le disque et le fil sur la sphère, puis à les coller dessus (cyanocrylate).

Pour terminer, mentionnons une curieuse propriété de l'eau : c'est un des très rares corps purs qui soit moins dense à l'état solide qu'à l'état liquide – sa loi de dilatation et de changement d'état diffère totalement de celle de la plupart des corps. En effet, contrairement à la norme, de 0 °C à 4 °C elle ne se dilate pas mais se contracte : sa densité est maxi-

male à 4 °C, après quoi elle suit la loi habituelle de dilatation.

En second lieu, elle se dilate en passant à l'état solide, et la glace est donc plus légère que l'eau. En règle générale, le solide est plus lourd que le liquide dont il vient : un bout de plomb tombe au fond du plomb fondu, et cela vaut pour tous les métaux. Pour ce qui est de l'eau, son comportement anormal explique que les glaces de l'Arctique flottent sur la mer et que les étangs gèlent en surface en hiver – s'ils étaient en or, ils commencerait à geler par le fond...

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Un filtre séparateur

De plus en plus de chaînes haute fidélité sont proposées dans une version dite "bi-amplifiée". En fait, un amplificateur stéréophonique restitue les médiums et les aigus alors qu'un autre, monophonique, prend en charge les extrêmes graves. Cette configuration s'explique par le fait que les basses sont très gourmandes en puissance. Un amplificateur unique a donc du mal à assurer simultanément la restitution, sans distorsion, d'un coup de grosse caisse et de la voix d'un chanteur. Enfin, le fait que l'amplificateur de graves soit monophonique n'a que peu d'importance. En effet, si notre oreille localise parfaitement les sons de fréquence élevée, elle devient de moins en moins précise dès que cette fréquence diminue. Cela est lié, essentiellement, à la longueur d'onde des sons émis. Pour les graves, elle peut

atteindre plusieurs mètres. Dans ce cas, la distance séparant nos oreilles ne permet plus à notre cerveau de détecter un décalage de phase quantifiable, et rend donc impossible la localisation précise du point d'émission sonore.

Précisons que, pour que la bi-amplification soit efficace, il faut que l'amplificateur des graves ait une puissance suffisante pour assurer correctement son rôle. Une solution satisfaisante consiste à donner à l'amplificateur monophonique une puissance efficace égale au double de la somme des puissances efficaces des canaux de l'amplificateur des médiums et des aigus. Or, cela correspond justement à la puissance respective des amplificateurs que nous avons proposé de réaliser dans notre numéro 882, p.138. Le montage deux fois 60 W sera utilisé pour la restitution des mé-

diums et des aigus ; le monophonique 240 W, présenté le mois dernier, assurera la restitution des graves.

Ce mois-ci nous réaliserons donc un filtre séparateur de fréquences. Muni de deux entrées afin de restituer la stéréophonie, il disposera de trois sorties. Les deux premières correspondront aux canaux droite et gauche destinés à l'amplificateur 2 fois 60 W, la troisième sera exploitée par l'amplificateur 240 W. La fréquence de coupure de ce filtre, c'est-à-dire le seuil à partir duquel une fréquence sera aiguillée vers l'un ou l'autre des amplificateurs, se situe aux alentours de 500 Hz. Les fréquences inférieures à cette limite, quelque soit le canal dont elle provient, seront donc converties en un signal monophonique

alors que la stéréo sera respectée sur les autres.

En premier lieu, deux transistors nous permettront de passer en basse impédance afin d'effectuer plus simplement l'opération de filtrage et, surtout, de passage en monophonie sur la voie grave sans altérer le champ stéréophonique des voies aiguës. En sortie de ces premiers étages transistorisés, nous trouverons une série de filtres réalisés autour d'amplificateurs opérationnels. Il s'agira de deux filtres de type passe-haut et d'un filtre type passe-bas. Au total, quatre cellules-amplificateurs opérationnelles seront utilisées, le filtre passe-bas en requérant deux. Nous utiliserons un circuit du type LM 324 regroupant quatre éléments amplificateurs. La fréquence de coupure, en l'occurrence les 500 Hz, sera fixée par la valeur respective des résistances et des condensateurs câblés sur chaque amplificateur opérationnel.

Reste à alimenter notre filtre. Certes il est possible, en raison de sa faible consommation, de l'alimenter à l'aide de piles. Cependant, étant donné l'usage auquel il est destiné, il nous semble judicieux de le doter d'une alimentation secteur. Afin d'éviter les ronflements parasites, nous réalise-

COMPOSANTS DE L'ALIMENTATION

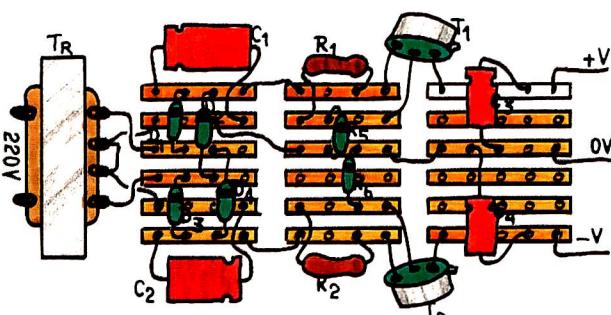
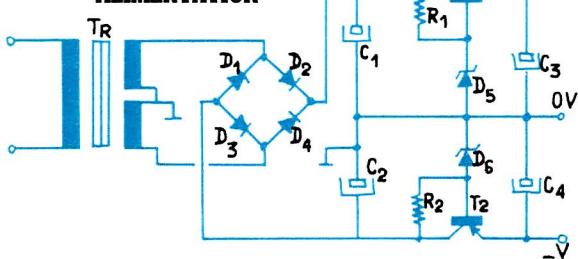


SCHÉMA ALIMENTATION



OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

- MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris. Tél. : 43 79 39 88.
- PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris. Tél. : 1 43 36 26 05
- TSM, 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville. Tél. : 1 34 13 37 52
- URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon, Suisse.
- Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

NOMENCLATURE DE L'ALIMENTATION

R1 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)
R2 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)
C1 = 470 microfarads 30 V	C2 = 470 microfarads 30 V
C3 = 22 microfarads 16 V	C4 = 22 microfarads 16 V
D1 = 1N 4001	D2 = 1N 4001
D3 = 1N 4001	D4 = 1N 4001
D5 = diode Zenner 8,2 V	D6 = diode Zenner 8,2 V
T1 = 2N 1711	T2 = 2N 2905
TR = transformateur 220 V-2 x 12 V / 5 VA	

COMPOSANTS DU FILTRE

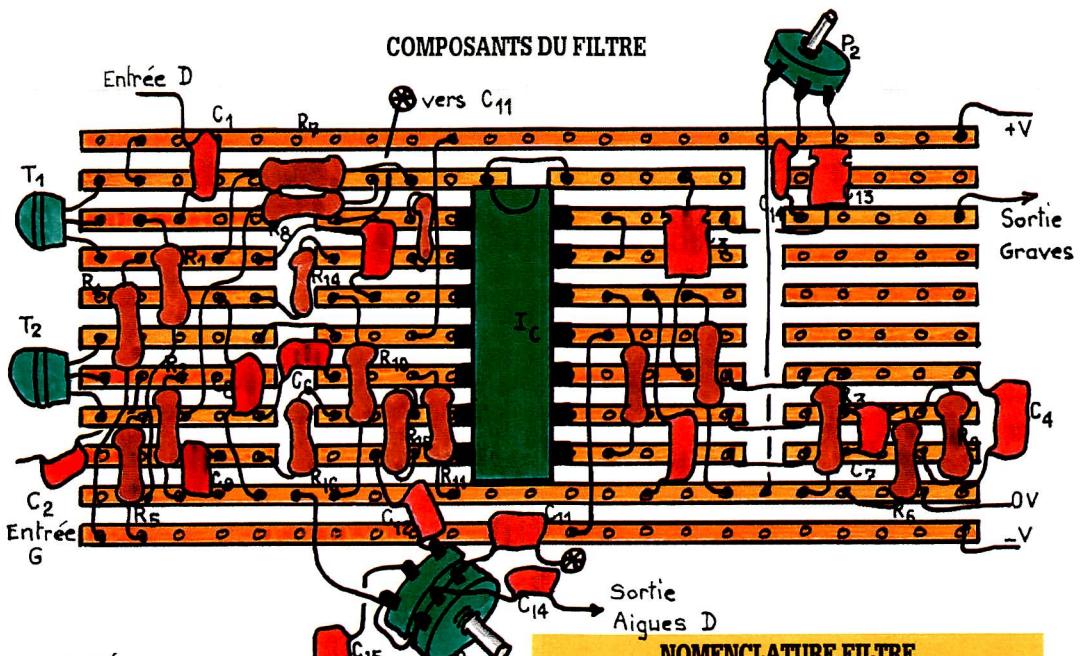
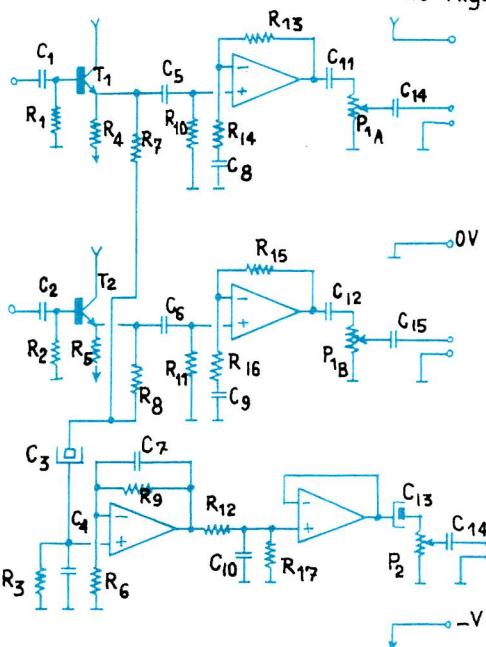


SCHÉMA DU FILTRE



NOMENCLATURE FILTRE

R1 = 47 kilohms	(jaune, violet, orange, or)
R2 = 47 kilohms	(jaune, violet, orange, or)
R3 = 100 kilohms	(brun, noir, jaune, or)
R4 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)
R5 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)
R6 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R7 = 10 kilohms	(brun, noir, orange, or)
R8 = 10 kilohms	(brun, noir, orange, or)
R9 = 47 kilohms	(jaune, violet, orange, or)
R10 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R11 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R12 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R13 = 47 kilohms	(jaune, violet, orange, or)
R14 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R15 = 47 kilohms	(jaune, violet, orange, or)
R16 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R17 = 100 kilohms	(brun, noir, jaune, or)

C1 = 1 microfarad	C2 = 1 microfarad
C3 = 4,7 microfarads	C4 = 68 nanofarads
C5 = 68 nanofarads	C6 = 68 nanofarads
C7 = 68 nanofarads	C8 = 68 nanofarads
C9 = 68 nanofarads	C10 = 68 nanofarads
C11 = 68 nanofarads	C12 = 68 nanofarads
C13 = 4,7 microfarads	C14 = 1 microfarad

T1 = 2N 3904 T2 = 2N 3904 IC = LM 324

P1 = potentiomètre double 4,7 kilohms

P2 = potentiomètre 22 kilohms

rons une petite alimentation stabilisée. Afin de faire fonctionner au mieux les amplificateurs opérationnels, elle sera de type symétrique, c'est-à-dire qu'elle délivrera deux tensions de valeurs égales, mais de polarités opposées par rapport au 0 volt.

Le câblage de ce filtre ne devra pas poser de problème

particulier à condition de bien respecter le brochage des divers composants. De même, il faudra prendre soin de couper l'ensemble des bandes conductrices de la plaquette sous le circuit intégré ainsi qu'aux emplacements mentionnés sur le schéma d'implantation des composants. Enfin il sera indispensable

d'utiliser du fil blindé pour effectuer le raccordement du module électronique vers les potentiomètres et les entrées ou sorties.

Pour habiller ce filtre séparateur nous avons choisi un boîtier métallique. Cela permet de blindé efficacement l'ensemble du montage. Si vous utilisez des fiches type RCA, la

mise à la masse de celui-ci s'effectue automatiquement lors de l'assemblage des fiches. En revanche, sur d'autres types de fiches, DIN notamment, la jonction électrique doit être effectuée en reliant électriquement le boîtier, à l'aide d'une cosse à souder, par exemple, au 0 volt. **Henri-Pierre Penel**

Etes-vous rapide en calcul mental ?

Nous vous proposons ce mois-ci un petit jeu qui vous permettra très probablement d'améliorer vos facultés de calcul mental. Son principe s'inspire du célèbre jeu *Tetris*. En fait, dans notre cas, des chiffres "tombent" du haut de l'écran, et il est possible de les déplacer, durant leur chute, vers la droite ou vers la gauche. Des empilements se forment progressivement. Une série de chiffres s'élimine dès que leur somme est égale à 10. Mais tant que ce nombre n'est pas exactement atteint, les chiffres restent affichés. Précisons qu'il s'agit d'une série de chiffres adjacents ; un "loupé" peut donc être rattrapé en consti-

tuant une nouvelle série immédiatement au-dessus. Tout comme dans *Tetris*, la partie s'achève dès que l'ordinateur ne dispose plus d'une place suffisante pour afficher les nouveaux chiffres en haut de l'écran. Ces quelques règles précisées, passons donc à l'écriture du programme.

Afin de disposer de caractères de grandes dimensions, nous demandons à l'ordinateur de passer en mode "affichage 40 colonnes". Cette opération est assurée par la ligne 80. Ensuite, nous créons un tableau de mémorisation destiné à recevoir les chiffres tirés, ainsi que leur position finale au sein de la grille de jeu.

Enfin, les variables nécessaires à l'exécution du jeu sont initialisées aux lignes 220 et 230.

L'écran de jeu s'affiche alors, et le programme attend qu'une touche soit frappée. Cette fonction est assurée par la boucle des lignes 460 et 470. Notons que, durant cette attente, nous faisons tirer à la machine des chiffres de manière aléatoire. En effet, sur les PC, la fonction RND n'est que pseudo-aléatoire. Si l'on n'utilise pas ce subterfuge, les séries de chiffres proposées sont toujours les mêmes. Mais dans notre cas, le point de départ de la séquence devient fonction du temps d'attente. On peut donc considérer le tirage

comme réellement aléatoire. Le déroulement de la partie est assuré par les lignes 730 à 870. Une boucle de temporisation est utilisée pour faire varier la vitesse de chute des chiffres en fonction du niveau de jeu. Elle occupe la ligne 770. La durée de cette boucle d'attente a été fixée de manière à obtenir des vitesses de chute "raisonnables" sur un ordinateur type 286. Cependant, si vous disposez d'une machine plus puissante, 386, voire 486, il vous faudra ajuster cette durée. Pour cela, il faudra agir au niveau de l'initialisation de la variable TEMPO en remplaçant 1 110 par 5 550 ou plus, en ligne 220, et modifier la valeur

```

10 REM ****
20 REM * *
30 REM * Mise en place des couleurs *
40 REM * et passage en mode 40 *
50 REM * caractères par ligne. *
60 REM * *
70 REM ****
80 SCREEN 7: COLOR 7, 7: CLS
90 CLEAR
100 REM ****
110 REM * *
120 REM * Mise en place du tableau de *
130 REM * mémorisation des chiffres *
140 REM * *
150 REM ****
160 DIM G(7, 15)
170 REM ****
180 REM * *
190 REM * initialisation des variables *
200 REM * *
210 REM ****
220 LET NIV = 0: LET TEMPO = 1110: LET SC = 0
230 LET NNIV = 0: LET FIN = 0: LET GRP = 0
240 REM ****
250 REM * *
260 REM * Mise en place de l'écran de *
270 REM * jeu et affichage commentaires *
280 REM * *
290 REM ****
300 COLOR 8, 7
310 FOR V = 5 TO 20
320 LOCATE V, 9: PRINT CHR$(221);
  STRING$(7, 32); CHR$(222)
330 NEXT V
340 LOCATE 21, 9: PRINT STRING$(9, CHR$(223))
350 COLOR 1, 7: LOCATE 5, 19: PRINT "Niveau:"
360 LOCATE 7, 19: PRINT "Score:"

370 LOCATE 9, 19: PRINT "Prochain:"
371 LOCATE 11, 19: PRINT "Blocs:"
380 LOCATE 23, 10: PRINT "Tapez une touche S.V.P."
390 REM ****
400 REM * *
410 REM * Attente de la frappe d'une *
420 REM * touche et tirage aléatoire *
430 REM * du chiffre de départ. *
440 REM * *
450 REM ****
460 LET CHF = INT(RND * 9) + 1
470 IF INKEY$ = "" THEN GOTO 460
480 LOCATE 23, 10: PRINT STRING$(23, 32)
490 REM ****
500 REM * *
510 REM * Début du jeu *
520 REM * *
530 REM ****
540 LET CHFP = INT(RND * 9) + 1
550 COLOR 15, 7
560 LOCATE 9, 28: PRINT CHFP
570 LOCATE 5, 28: PRINT NIV
580 LOCATE 7, 28: PRINT SC
585 LOCATE 11, 28: PRINT GRP
590 REM ****
600 REM * *
610 REM * fin du jeu *
620 REM * *
630 REM ****
640 IF FIN = 0 THEN GOTO 730
650 FOR V = 20 TO 5 STEP -1
660 LOCATE V, 10: PRINT STRING$(7, 48)
670 FOR T = 1 TO 50: NEXT T
680 NEXT V
690 LOCATE 22, 10: PRINT "Pour une autre partie"
700 LOCATE 23, 10: PRINT "Tapez espace. Merci."
710 IF INKEY$ = "" THEN GOTO 710

```

de sa décrémentation, ligne 1 340. Dans les deux cas, les valeurs optimales seront déterminées arbitrairement en fonction des résultats obtenus.

Trois sous-routines sont exploitées :

La première sous-routine assure le déplacement des chiffres. D'une part, elle prend en compte les touches frappées au clavier de manière à les déplacer horizontalement ; d'autre part, elle les fait "tomber" en vérifiant, avant chaque déplacement, qu'une case reste libre. Cette opération est effectuée par consultation, à la ligne 950, du contenu du tableau de mémorisation. De même, c'est cette sous-routine qui contrôle que la limite du tableau de jeu n'est pas atteinte.

La seconde sous-routine effectue le contrôle de la

somme d'une série de chiffres adjacents. Ici encore, ce calcul est effectué à partir des données contenues dans le tableau de mémorisation. Tant que le total reste inférieur à 10, le test de la ligne 1 190 vient piocher le chiffre suivant et relance le calcul. Si le total est supérieur à 10, la variable DSCT est remise à 0, et le calcul se poursuit pour les chiffres suivants.

Deux conditions permettent de sortir de cette sous-routine : soit l'analyse totale du contenu du tableau, soit la découverte d'un total effectivement égal à 10. Dans ce dernier cas, le programme est aiguillé vers la dernière sous-routine.

La troisième sous-routine a pour fonction d'éliminer simultanément du tableau de mémorisation et de l'écran les chiffres ayant donné un total

de 10. Elle travaille donc sur l'affichage et sur le contenu du tableau. De même, c'est au sein de cette sous-routine que sont modifiées les valeurs du score et du niveau.

Ce programme ne doit pas poser de problème particulier. N'utilisant que des instructions extrêmement "standard", il peut être exploité aussi bien sur GW Basic que sur Quick Basic. Dans ce dernier cas, il faut cependant s'abstenir de le compiler, sinon les boucles d'attente perdraient toute leur efficacité.

Son utilisation est également très simple. Après l'avoir intégralement recopié, il suffit de demander RUN, ou Exécution, pour que l'écran de jeu apparaisse. La frappe d'une touche provoque sa mise en route. Des chiffres compris entre 2 et 8 apparaissent donc en haut de la zone de jeu et commencent à descendre. Pour les déplacer horizontalement, il suffit d'utiliser les touches 4 et 6 du clavier numérique. La vitesse de chute des chiffres est commandée par l'ordinateur et il n'est pas directement possible de la modifier.

En revanche, au cours du déroulement du jeu et au fur et à mesure que vous montez en niveau, celle-ci augmente. Le score affiché est fonction des totaux réalisés. Un total de 10 obtenu avec 5 chiffres rapporte plus qu'une somme obtenue avec 4 et, *a fortiori*, 3 ou 2. De même, plus l'empilement formé par les chiffres concernés est haut dans la zone de jeu, plus il rapporte de points. Cela dit, il ne vous reste plus qu'à jouer !

Henri-Pierre Penel

```

720 GOTO 80
730 LET HC = 13: LET VC = 5
740 LET NCH = 0: COLOR 14, 7
750 GOSUB 940: IF FIN = 1 THEN GOTO 650
760 LOCATE VC, HC: PRINT CHR$(48 + CHF)
770 FOR T = 1 TO TEMPO: NEXT T
780 IF NCH = 0 THEN GOTO 750
790 LET G(HC - 9, VC - 5) = CHF
800 GOSUB 1130
810 LET CHF = CHFP
820 REM ****
830 REM *
840 REM *      Rebouclage du jeu
850 REM *
860 REM ****
870 GOTO 540
880 REM ****
890 REM *
900 REM *      Sous-routine de déplacement
910 REM *      des chiffres.
920 REM *
930 REM ****
940 IF VC = 20 THEN LET NCH = 1: RETURN
950 IF G(HC - 9, VC - 4) <> 0 THEN GOTO 1040
960 LOCATE VC, HC: PRINT "
970 LET K$ = INKEY$
980 IF K$ = "4" THEN LET HC = HC - 1: IF HC < 10
THEN LET HC = 10
990 IF K$ = "6" THEN LET HC = HC + 1: IF HC > 16
THEN LET HC = 16
1000 IF G(HC - 9, VC - 4) <> 0 AND K$ = "4"
THEN LET HC = HC + 1
1010 IF G(HC - 9, VC - 4) <> 0 AND K$ = "6"
THEN LET HC = HC - 1
1020 LET VC = VC + 1
1030 RETURN
1040 LET NCH = 1

```

```

1050 IF VC = 6 THEN LET FIN = 1
1060 RETURN
1070 REM ****
1080 REM *
1090 REM *      Sous-routine contrôle total
1100 REM *      d'une colonne de chiffres
1110 REM *
1120 REM ****
1130 LET CT = 15
1140 LET TCT = 0: LET DSCT = 0
1150 IF CT = 1 THEN RETURN
1160 LET TCT = TCT + G(HC - 9, CT - DSCT)
1170 IF TCT > 10 THEN LET CT = CT - 1: LET DSCT = 0:
LET TCT = 0: GOTO 1160
1180 IF TCT = 10 THEN GOSUB 1280: GOTO 1130
1190 IF TCT < 10 THEN LET DSCT = DSCT + 1
1200 IF CT - DSCT > 0 THEN GOTO 1160
1210 LET CT = CT - 1: LET TCT = 0: LET DSCT = 0:
GOTO 1150
1220 REM ****
1230 REM *
1240 REM *      Sous-routine d'élimination
1250 REM *      des totaux égaux à 10.
1260 REM *
1270 REM ****
1280 PRINT CHR$(7): LET GRP = GRP + 1
1290 FOR I = CT - DSCT TO CT
1300 LOCATE I + 5, HC: PRINT "
1310 LET SC = SC + (5 * I)
1320 LET G(HC - 9, I) = 0
1330 LET NNIV = NNIV + 1
1340 IF NNIV > 15 THEN LET NIV = NIV + 1:
LET TEMPO = TEMPO - 100: LET NNIV = 0
1350 IF NIV > 10 THEN LET NIV = 10
1360 IF TEMPO < 0 THEN LET TEMPO = 100
1370 NEXT I
1380 RETURN

```

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Des cartes pour lire les étoiles

La contemplation du ciel étoilé est l'un des premiers plaisirs de celui qui s'intéresse un peu à l'astronomie. Il faut cependant reconnaître que, pour le néophyte, la voûte céleste reste un fouillis d'étoiles, qui, certes, a du charme mais donne l'impression que toute exploration rationnelle est impossible. En fait, pour aller plus avant dans la découverte des astres, il faut connaître le découpage de base du ciel et ses grandes "autoroutes", autrement dit, les constellations. Voilà les véritables clés du ciel !

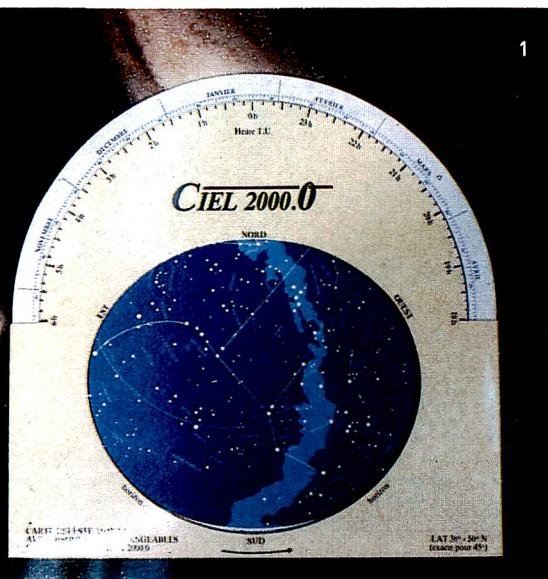
Les constellations ne sont qu'un "arrangement" commode des étoiles entre elles imaginé par l'homme. Les anciens, en les créant, y virent la représentation de dieux, d'animaux, d'objets. L'habitude s'est perpétuée du fait de son côté pratique, bien que les constellations n'aient pas d'existence physique à proprement parler. De nos jours, les

astronomes ont étendu ce système à l'ensemble du ciel, qui se trouve ainsi découpé en 88 secteurs, un peu comme le territoire national est découpé en départements.

Reste à apprendre à reconnaître les constellations... Le débutant a à sa disposition plusieurs outils pour lui faciliter la tâche.

La carte mobile est le plus connu et le plus ancien des "outils du ciel". C'est Hipparque, un siècle et demi avant notre ère, qui créa ce qu'on appelait alors l'astrolabe planisphérique. Il s'agit d'un disque, dont un côté porte une graduation sur laquelle se déplace une alidade (pour mesurer les hauteurs). L'autre face de l'astrolabe présente une projection stéréographique de la sphère céleste pour le lieu d'utilisation. La combinaison des deux faces permettait, la nuit, par l'observation des astres, de déterminer l'heure.

La carte mobile du ciel fut inventée 150 ans avant notre ère.



Les Grecs transmirent cet instrument aux Arabes, et ceux-ci aux Occidentaux. En Europe, il fut utilisé jusqu'au Moyen Age, puis tomba progressivement en désuétude.

Une bonne vingtaine de modèles différents sont proposés aux amateurs. Ils diffèrent les uns des autres par leur présentation ou par le matériau (carton, plastique) utilisé pour les réaliser, mais tous reposent sur le même principe. La carte se compose de la carte céleste proprement dite et d'une partie découpée, de forme ovale, qui permet de délimiter une zone de la carte céleste (photo ①). Ces deux disques sont mobiles par rotation l'un par rapport à l'autre. Chacun comporte une graduation, l'un avec les jours de l'année, l'autre avec les heures de la journée. Le principe d'utilisation est très simple : il suffit de faire tourner la partie mobile de façon à obtenir la coïncidence du jour et de l'heure d'observation ; la découpe ovale ne laisse alors apparaître que les étoiles visibles dans le ciel local à ce moment déterminé. C'est là la grosse différence avec une carte classique, dite murale, qui montre la totalité du ciel mais ne permet pas de savoir ce qui est visible à un instant particulier.

Une fois ce réglage effectué, une petite difficulté reste encore à surmonter : celle de la tenue de la carte. En effet, n'oublions pas que, de par la projection cartographique, on a représenté la voûte céleste, qu'on assimile à une demi-sphère, sur un plan et dans un ovale. Il en résulte une déformation des constellations sur les bords de la carte et, surtout, il reste à savoir comment

Le *Stellarscope* : une vraie carte du ciel dans une fausse longue-vue...



l'orienter. La règle en la matière est simple. Sur le bord de l'ovale, qui matérialise en fait l'horizon du lieu d'observation, sont indiquées les directions des quatre points cardinaux. La carte étant réglée à l'heure et à la date, on la tient verticalement devant soi en orientant vers le sol le point cardinal en direction duquel on regarde. Ainsi, si l'on veut observer les constellations situées côté sud, l'indication "sud" de la carte sera dirigée vers le sol. On a alors convenablement orienté notre outil. A ce stade, on peut, par analogie avec la carte, identifier les constellations visibles. Mais attention, n'oubliez pas que la carte représente la totalité de la voûte céleste visible à cet instant. Or, l'observateur ne voit pas, de par la limite de son champ de vision, la totalité du ciel. C'est *grosso modo* la moitié de la carte qui sert à un instant donné.

Quelques conseils pratiques supplémentaires : parmi les différentes cartes mobiles proposées, certaines sont simples, ne comportant que les principales étoiles et constellations. D'autres sont beaucoup plus précises et complètes, avec même un système de repérage en coordonnées. Si c'est votre tout premier contact avec le ciel, choisissez un modèle simple. Vous commencerez par reconnaître les principales constellations, les plus faciles à

observer, car elles sont constituées d'étoiles brillantes. Plus tard, en possession peut-être d'un instrument, vous prendrez une carte plus précise, avec un plus grand nombre de constellations et le repérage de position. Le débutant pourra commencer son apprentissage de la géographie céleste même si la transparence du ciel n'est pas parfaite et si quelques lumières éclairent ce dernier. En effet, ces conditions moyennes font que seules les étoiles les plus brillantes sont visibles : leur repérage est donc plus facile que dans un ciel constellé de milliers d'étoiles.

Autre conseil : l'observateur doit, bien entendu, y voir suffisamment pour lire la carte, mais, par ailleurs, l'éclairage ne doit pas être violent car l'éblouissement qui en résulte nuirait à la vision nocturne ; la solution idéale est d'utiliser une lampe de poche avec un filtre rouge.

Enfin, deux remarques. La première concerne l'heure qu'on affiche sur la carte. Il s'agit de l'heure du fuseau horaire dans lequel on se situe, mais celle-ci ne coïncide pas forcément avec l'heure légale en vigueur dans le pays. C'est, par exemple, le cas de la France, dont l'heure légale n'est jamais en coïncidence avec le fuseau. Ainsi, nous avançons d'une heure en hiver et de deux heures en été. L'heure à afficher sera donc celle de votre montre diminuée d'une ou deux heures. Cela s'applique à toutes les cartes mobiles comme aux autres systèmes décrits plus loin.

La deuxième remarque concerne l'endroit où l'on se trouve à la surface de la Terre, et selon lequel on ne voit pas la même portion de ciel. De fait, les cartes mobiles sont établies pour une latitude déterminée mais sont utilisables sans trop de problème dans une plage



Le *Nightstar*, un véritable planétarium de poche, représente les constellations sans déformation.

PRINCIPALES CARTES MOBILES

NOM	TAILLE	ZONE	COMMENTAIRES
Datociel	20x29 cm	45°	La plus simple
Miniciel	24x29,5 cm	45°	Avec carte des alignements
Datociel luxe	20x29 cm	45°	Version avec coordonnées
Planiciel	30x30 cm	45°	Très complet, idéal pour les scolaires
Cherche étoiles	20x20 cm	50°	Repère de coordonnées
Mini Cherche étoiles	12,5 cm	50°	En plastique, format de poche
Ciel 2000,0	25x27 cm	45°	Avec 6 disques interchangeables de difficultés croissantes
Planisphère du ciel	33 cm	40°	En plastique, étoiles lumineuses
Sirius	22x22 cm	47°	Très précise, livret détaillé, repère de coordonnées
Sirius GM	43x43 cm	47°	La plus belle et précise, nombreuses annexes
Planiciel Austral	30x30 cm	-45°	Version australie
Miniciel austral	24x29,5 cm	-20°	Zone Réunion, Maurice, etc.
Miniciel 20	24x29,5 cm	20°	Zone des Antilles
Autres systèmes			
Stellarscope	6x17 cm	60° à 20° et 20° à -60°	
Nightstar	21 cm	90° à -90°	Lumineux, bonne notice explicative, annexes
Nightstar Voyager	21 cm	90° à -90°	Version ultrapliante

de latitude de plus ou moins dix degrés. Il existe des cartes pour 47° N, 20° N, 20° S, 45° S. Un seul modèle, la carte Sirius grand modèle, peut être livré avec un horizon réalisé à la demande pour une latitude particulière.

Deux autres systèmes existent en dehors des cartes mobiles ; ils remplissent la même fonction mais de façon différente.

Le premier est le *Stellarscope* (photo 2). Sa forme générale est celle d'une longue-vue constituée de deux tubes de section polygonale. L'un des

tubes a douze facettes représentant les douze mois de l'année, avec des indications de cinq jours en cinq jours ; l'autre tube, de vingt-deux facettes, porte la graduation de vingt-quatre heures ainsi que les symboles E (est) et W (ouest). A l'intérieur du *Stellarscope* se trouvent une carte du ciel sur un film négatif et un diaphragme de forme ovale, qui représente l'horizon du lieu.

La carte céleste est "éclairée" par l'avant du *Stellarscope* où se trouve un dépoli. A l'autre bout de la "lunette", un oculaire permet l'observation.

L'utilisation de l'appareil est simple. En premier lieu, on fait tourner les deux tubes mobiles pour faire coïncider, comme sur une carte, l'heure et la date du lieu. Cette opération réalisée, on porte le *Stellarscope* à l'œil, en prenant soin de diriger les symboles E et W respectivement vers l'est et l'ouest.

La particularité du *Stellarscope* est d'être fourni avec deux cartes du ciel interchangeables, l'une pour l'hémisphère sud, l'autre pour le nord, et trois horizons établis pour différentes latitudes. Ainsi, l'appareil donne une

bonne représentation des constellations pour les tranches de latitude 60° N à 20° N et de 20° S à 60° S.

Enfin, dernier appareil pour "apprendre" le ciel : le *Nightstar* (photo 3). C'est un véritable planétarium de poche, et le seul système qui

donne une représentation exacte des constellations sans déformation, depuis le pôle Nord jusqu'au pôle Sud en passant par la zone équatoriale, là où les autres systèmes sont inopérants.

Le *Nightstar* se présente sous la forme d'un ballon de caout-

chouc qui serait dégonflé, et dont l'enveloppe pliée sur elle-même forme, en fait, une demi-sphère à double paroi. Les surfaces, interne et externe, sont imprimées en totalité avec le ciel des deux hémisphères. La demi-sphère en creux représente le ciel visible.

En faisant coulisser les deux parois l'une sur l'autre grâce au mince film d'huile qui les sépare, on arrive à régler l'appareil à la date et à l'heure au moyen de la réglette en carton livrée avec l'appareil. Le *Nightstar* nécessite un réglage supplémentaire : celui de la la-

1. Conjonction Lune-Mars, le 3 et le 31 en soirée.



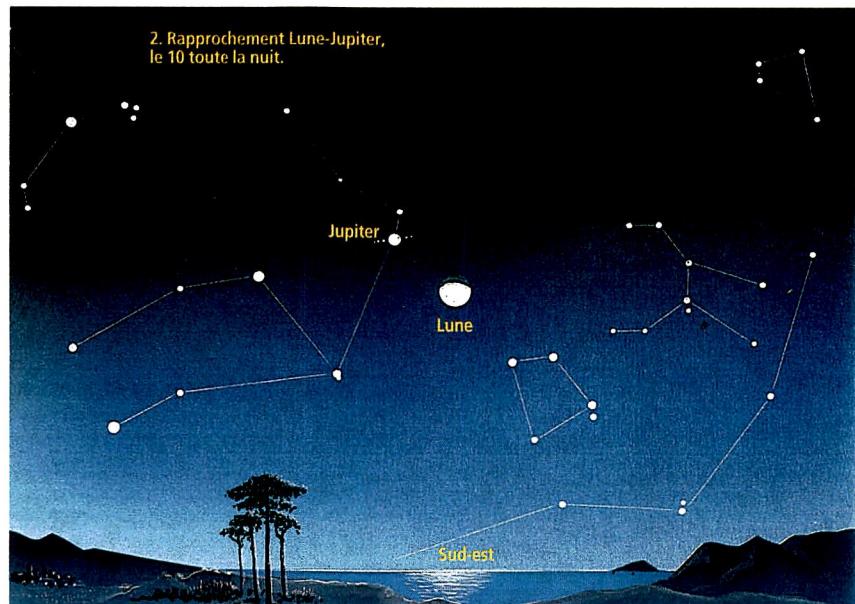
titude du lieu. On parvient facilement à obtenir ce réglage avec, là aussi, une règlette, et en faisant coulisser les parois. Suprême astuce : les étoiles sont phosphorescentes. Il suffit d'exposer le "bol" à la lumière avant l'observation pour ensuite, sans le secours d'une lampe, découvrir les constellations dans l'obscurité de la nuit. Extrêmement pédagogique et pratique, le *Nightstar* devient rapidement un jeu familial de lecture des étoiles. A noter qu'il existe une version "Voyager", encore plus souple, et qui trouve sa place dans le sac à dos de tous les grands voyageurs.

Les rendez-vous du mois. C'est Jupiter qui est la vedette du mois. La planète géante du système solaire atteint en effet le 30 mars son opposition au Soleil, c'est-à-dire qu'elle sera alors à l'opposé de l'astre du jour par rapport à la Terre et donc au plus près de nous. Cela se traduit par le fait qu'elle est visible toute la nuit et sous son diamètre maximal, 44,2 secondes d'arc cette année.

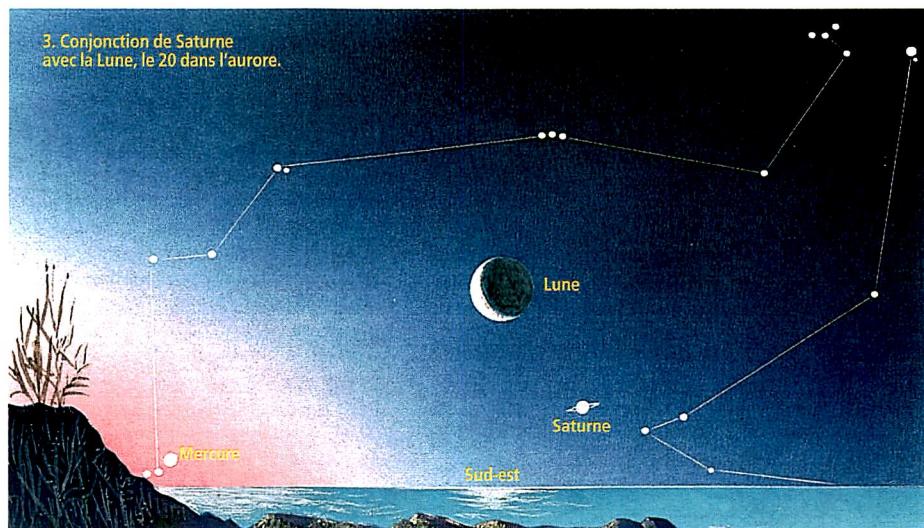
Brillante, Jupiter est facile à repérer. Pour ceux qui auraient encore un doute, sa conjonction avec la Lune dans la soirée du 10 enlèvera tout ambiguïté (figure 2). Les instruments les plus modestes montreront les fameuses bandes équatoriales. A partir de 10 centimètres de diamètre, c'est une foule de détails de la haute atmosphère jovienne qu'on pourra contempler. Bien entendu, on assistera presque chaque nuit à l'un des phénomènes des satellites galiléens, éclipse, passage, etc.

Mars, très haute dans le ciel, présente encore un diamètre suffisant pour dévoiler les zones sombres de sa surface. La planète rouge se situe dans les Gémeaux et brille dès la tombée de la nuit. Conjonction

2. Rapprochement Lune-Jupiter, le 10 toute la nuit.



3. Conjonction de Saturne avec la Lune, le 20 dans l'aurore.



avec la Lune, dans des conditions presque identiques, les 3 et 31 mars (figure 1).

Saturne émerge à peine des lueurs solaires. Les "fanas" des anneaux de Saturne s'adonneront de sa conjonction avec la Lune le 20, tout juste avant le lever du Soleil, pour la repérer dans les clartés de l'aurore (figure 3).

Vénus resplendit encore dans le crépuscule. Elle est

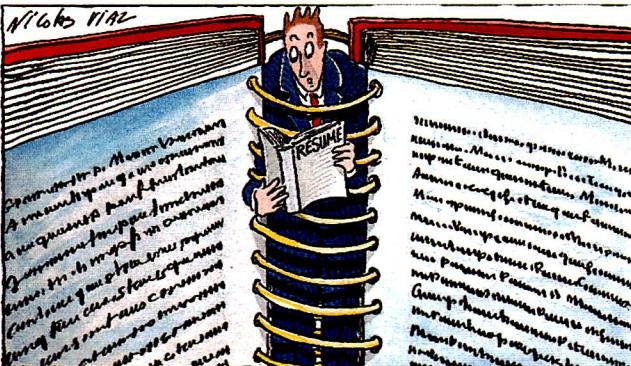
bien observable pendant deux heures après le coucher du Soleil.

Autres beaux spectacles célestes : un fin croissant de Lune à proximité des Pléiades dans la soirée du 27, et l'étoile double Gamma de la Vierge, dont les deux composantes, d'égale brillance (magnitude 3,6), sont à leur écartement maximal de 2,45 secondes d'arc. Cet écartement

Catalogue complet de cartes célestes et livres astronomiques gracieusement offert aux lecteurs de *Science & Vie* sur simple demande à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli, 75004 Paris.

va décroître rapidement puisqu'il ne sera plus que d'une seconde au début du siècle prochain ! **Yves Delaey**

LIVRES



"Les empêcheurs de danser en rond"

Synthélabo,
22 avenue Galilée,
92350 Le Plessis-Robinson.
De 40 à 94 F

Nous avons salué à sa naissance cette collection originale par le ton autant que la présentation (très élégante, beau papier, belle typographie), éditée par les laboratoires Delagrange et Synthélabo. Elle reprend avec bonheur une tradition d'avant-guerre, qui faisait que de grandes firmes, souvent pharmaceutiques, publiaient de belles éditions et de grands auteurs.

Eh bien, elle a bonne santé ! Douze titres pour l'année écoulée, dont nous n'avons pu parler à temps, faute de place. Tous sont consacrés au mental. Certains sont ambitieux, d'autres se réduisent à des exposés originaux sur des points spécifiques. Répondent à cette dernière définition *Mentalisation et Psychosomatique*, de Pierre Marty (comment les émotions réprimées déclenchent une excitation nerveuse

"parasite"), *l'Enveloppement humide thérapeutique*, de Thierry Albernhe (sur la technique qui consiste à emmailloter les psychotiques dans un drap mouillé froid – glaçant !), et *la Consultation psychosomatique*, de Sylvain Mimoun (les problèmes du médecin face au flou de l'interprétation psychosomatique).

Plus ambitieux, donc, sont d'autres ouvrages tels que *la Volonté de faire science*, d'Isabelle Stengers. C'est un tout petit livre impertinent d'un auteur qui a oublié d'être banal. On pourrait le résumer ainsi : la psychanalyse n'est pas une science, et alors ? Si l'on veut être plus nuancé, on dira que cet ouvrage dénonce l'eurocentrisme de la recherche actuelle sur le mental, qui, par exemple, néglige le fait que la blessure narcissique «n'atteint pas le chaman, le mystique ou le thaumaturge», dont les transes rituelles sont le plus souvent ramenées à des crises hystériques. A cela on rétorquera à Isabelle Stengers : et alors ? N'empêche qu'elle a raison de dénoncer l'hostilité de la science contemporaine à

l'égard de l'hypnose.

Une analyse de Freud, de Malcolm Macmillan, est un texte tellement complexe et abstrus que nous ne saurions en recommander la lecture au premier venu. Macmillan est un freudien contrarié – terme dont nous revendiquons ici l'entièreté de la paternité. Et mal informé. Il écrit ainsi : «En dehors du milieu psychanalytique, on ignore tout simplement à quel point la théorie freudienne a mal résisté aux attaques, venues pour la plupart des analystes eux-mêmes.» Que non ! Nous l'avons écrit ici même à l'intention des deux millions et demi de lecteurs que nous accorde le Centre d'études des rapports de publicité (CESP).

La réédition de *l'Automatisme mental*, de Gaëtan Gatien de Clérambault, illustre psychiatre du début de ce siècle, eût fortement gagné à être assortie d'un texte sur les idées de Pierre Janet à cet égard. Car c'est Janet qui, jusqu'ici, a le mieux perçu, après Clérambault, l'importance des automatismes mentaux. Mais, très opportunément, le directeur de collection a aussi publié une biographie de ce génie méconnu que fut Clérambault, *le Docteur Gaëtan Gatien de Clérambault*, par Elizabeth Renard. La thèse est ancienne, elle remonte à 1942, et elle était introuvable ; le travail est magistral et l'ensemble se lit comme un roman. Bravo à l'éditeur.

L'un des plus brillants de ces textes est *le Corps multiple et un*, de François Dagognet. C'est une critique épistémologique et historique sans charité des partis pris par la faute desquels science et religion ont refoulé à l'envi la réalité intrinsèque du corps, la religion la tenant en suspicion, la science ne considérant que l'esprit. «Mais on se méfiera des apologistes du corps, de sa vigueur,

de sa santé : ceux qui défendent celle-ci si ardemment sont-ils sûrs de n'en point manquer ?», écrit Dagognet, médecin et philosophe.

Tout de suite après, citons *le Corps et l'Esprit dans la philosophie de Spinoza*, de Robert Misrahi, «petit» chef-d'œuvre de critique de ce grand anti-dualiste que fut Spinoza (il refusa, en effet, l'opposition "classique" corps-esprit). Nous rendrons compte dans un prochain numéro de deux ouvrages qui méritent une attention particulière, *l'Homme de Vésale dans le monde de Copernic*, de Georges Canguilhem, et *le Juste Ton de la vie*, de Claude Morali. Gerald Messadié

Jacques Blamont Le Chiffre et le Songe Odile Jacob, 941 p., 240 F

Jacques Blamont est un esprit original, plus hétérodoxe que le laisseraient supposer ses fonctions de conseiller scientifique perpétuel de la présidence du Centre national d'études spatiales. C'est cette originalité qu'il met en œuvre dans ce qu'il appelle une «histoire des découvertes». On y apprend ainsi que les Mésopotamiens «connaissent le théorème de Pythagore, mille ans avant Pythagore», que «les connaissances des Egyptiens en astronomie étaient nulles» et que «les Grecs en savaient encore moins qu'eux».

La science est née à Alexandrie au III^e siècle avant J.-C., sous l'impulsion d'un prince : Ptolémée Sôter. «Pour la première fois se forme la tétrade sociale dont l'existence est nécessaire au progrès de notre interprétation de l'univers : le fellah qui trime, le percepteur armé qui en extrait la moelle, le souverain qui siphonne les fonds dans la direction du sa-

vant occupé à apprendre la nature, et donc à la maîtriser.» Tétrade qui conduit à un cinquième terme : la création (par le prince) d'une institution. En l'occurrence, la bibliothèque d'Alexandrie. «La suite de l'Histoire ne sera que la redécouverte à chaque époque de ce que Sôter a conçu, jusqu'à ce que notre siècle banalise cette profonde vision du plus riche des princes antiques.»

Bien sûr, ce n'est pas aussi simple. Pourquoi les Romains ont-il anesthésié la science ? Depuis l'exception de Ptolémée (I^{er} siècle), «nous ne voyons jusqu'à la Renaissance aucun auteur qui ait contribué au progrès». Pas même les Arabes, qui ordonnèrent la destruction des livres de la bibliothèque d'Alexandrie et dont les savants «se bornèrent à exposer et à résumer» les résultats obtenus par les Alexandrins.

La Renaissance elle-même réserve quelques surprises. Ainsi Copernic, non polonais mais «allemand éduqué dans les universités italiennes», loin d'accomplir la révolution aujourd'hui glorifiée, n'a fait que «compliquer Ptolémée», et «sa physique ne tient pas debout». «Il vit au Moyen Âge et raisonne en scolaistique.» Il ne faudrait pas davantage voir en Galilée le fondateur de la «science moderne». Le «jour J» de celle-ci (s'il en faut un) fut le 1^{er} mai 1564, quand un adolescent de 17 ans, le Danois Tycho Brahé, se mit en devoir de dresser une table de correction des observations astronomiques (faites à l'aide d'un bâton de Jacob). Grâce au roi Frédéric II du Danemark, nouveau Ptolémée Sôter, Tycho édifa son observatoire d'Uranie (l'institution) et entreprit d'établir la trajectoire de la Lune et des planètes à la minute d'arc près. C'est la conviction de Kepler qu'il y était bien arrivé qui permit au

physicien de découvrir et de décrire mathématiquement la trajectoire elliptique des planètes. Newton et Leibniz n'avaient qu'à suivre.

Pour Blamont, l'histoire de l'humanité connaît là sa révolution. Avant la découverte de la dynamique, «l'homme n'a pu agir sur la nature pendant trois millions d'années qu'au moyen de ses bras». Après la découverte, «il n'a mis que trois cents ans pour naviguer jusqu'aux confins du système solaire».

Athée, Blamont voit dans la science «la volonté, l'avenir, le destin» de l'homme. Pour lui, la science donne un sens à l'histoire, elle «coïncide avec l'essence de l'homme».

Nul angélisme cependant dans cette vision d'un progrès assujetti aux contingences de l'histoire. Aucune révérence particulière, non plus, à l'égard des institutions, pourtant si nécessaires : tant s'observe, dès le III^e siècle avant J.-C., «la tendance naturelle de tout organisme à laisser percoler jusqu'à sa tête les médiocres et les fruits secs».

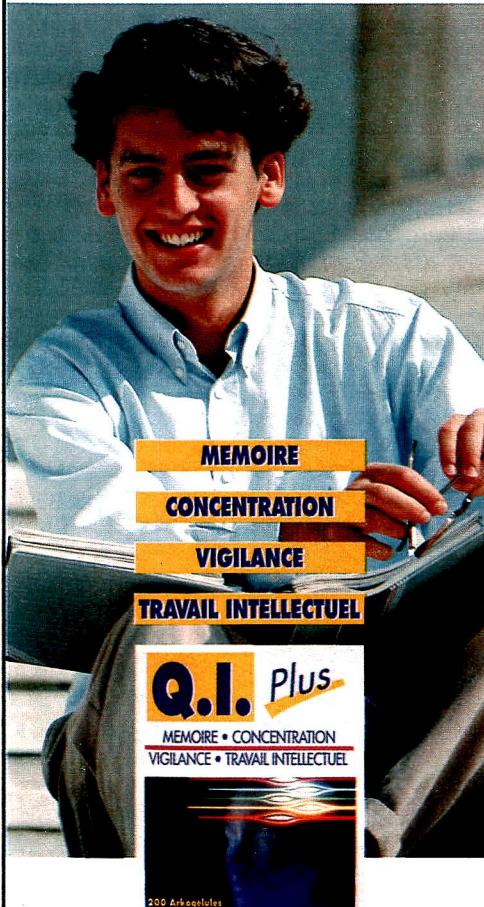
Olivier Postel-Vinay

Michel Beurdeley
Les Petits Métiers de la France d'autrefois
Solar, alb. n. & coul.
160 p., 200 F

Pour être vinaigrier, autrefois, il fallait de la science, c'est-à-dire du savoir, c'est-à-dire encore de l'expérience : quatre ans d'apprentissage et deux années de compagnonnage. C'est ainsi que Maille, vinaigrier et distilleur du Roy, avait inventé un vinaigre capable de «transformer en ingénues les femmes le plus mariées». On se demande comment... Et, surtout, qu'était donc une femme «très mariée».

Q.I. Plus

LA MEMOIRE INTELLIGENTE



Pour gagner sur l'angoisse de la feuille blanche,
 du trou de mémoire qui paralyse...

Q.I. Plus! met toutes les chances de réussite de votre côté.
Q.I. Plus vous apporte les éléments naturels indispensables pour une utilisation maximale de vos fonctions cérébrales:

- les phospholipides et les acides gras essentiels,
- le phosphore pour stimuler les fonctions nerveuses,
- la vitamine E et le bêta-carotène pour protéger le cerveau des radicaux libres.

Pour être performant:
 4 gélules par jour en période d'examens
 et au cours de l'année.

Q.I. Plus est vendu en pharmacie.

 **Arkopharma**

Laboratoires pharmaceutiques - 06511 Carros - France - Tél. 93 29 11 28

Guido Bucci / Nico / Photo 116 / S. J. / P02/93

Vinaigrer-moutardier est un métier qui est demeuré ; point celui de décrotteur. Car les rues étaient fangeuses et l'on s'y crottait. Outre qu'ils y rémédiaient – ils rafraîchissaient les chaussures souillées et les boucles d'argent –, les décrotteurs vous prêtaient aussi l'ombrelle s'il faisait trop chaud ou s'il pleuvait.

Plus singulier encore est le métier d'oublier, ou marchand d'oubliés. En principe, c'était bien le marchand de ces pâtisseries légères qu'on appelait oubliés, mais, en pratique, c'était aussi un amuseur, qui débitait des gaudrioles, et qu'on invitait donc chez soi pour égayer les repas. On oublia les oubliés, et les oubliés, devenus amuseurs et invités dans les foyers, se firent souvent voleurs. Les compères de Cartouche étaient ainsi des oubliés-malandrins. Le métier fut discrédité.

Le livre de Michel Beurdeley, qui est pétri de ce genre de détails, montre qu'on peut faire de la sociologie et de l'ethnologie sans ennuyer. Le vrai sérieux, d'ailleurs, n'est jamais grave.

G.M.

Jane Swiggart Le Mythe de la mauvaise mère

Robert Laffont, 298 p., 120 F

Cet ouvrage, traduit de l'américain, entend répondre aux attaques diffuses contre la réalité de l'instinct maternel, notamment celles du livre d'Elizabeth Badinter, dont nous avions rendu compte en son temps, *l'Amour maternel en plus*. Il dénonce certaines interprétations erronées de la psychanalyse et de l'anthropologie. Essentiellement constitué d'exemples, tous américains, qui illustrent la réalité de cet

instinct, il sera donc lu avec profit par ceux qui auraient été décontenancés par des allégations sans fondement.

Cela étant, on regrettera qu'il soit si typiquement américain, et qu'il soit bâti de manière exclusivement clinique sur des cas, désignés par des prénoms, Marion, Patrick, Janice. On finit en effet par se demander si l'auteur connaît bien tous les éléments de ces personnalités, dont l'histoire est résumée en quelques lignes. Ce n'est donc pas un ouvrage scientifique à proprement parler.

Celui-ci se fait attendre. L'anthropologie et l'éthologie ne manquent pourtant pas de données qui permettraient de faire justice à des paradoxes provocateurs qui ne reposent sur rien d'autre que l'intime conviction de certains et certaines, c'est-à-dire sur pas grand-chose.

G.M.

Sous la direction de Bruce Marshall Atlas du monde réel Sélection du Reader's Digest, 264 p., 299 F

Ce livre se veut guide et passeport pour l'avenir. En 450 cartes, schémas et photographies, il dresse l'état des lieux de la planète Terre. Un état peu brillant, qui ne laisse rien présager de bon pour le futur. Villes surpeuplées et bidonvilles, pollution et sida, drogue et flux migratoires de millions de personnes à la recherche d'un emploi, conflits en Europe, au Moyen-Orient, en Afrique, en Amérique du Sud, crise des pays de l'Est, éclatement du sous-continent indien, tel est, en effet, le monde d'aujourd'hui. Avec, en prime, l'épée de Damoclès d'une guerre nucléaire.

Rien ne sert de se voiler la face, les drames actuels et fu-

turs sont tous là, explicitement démontrés. En quatre cartes, c'est le désastre de la mer d'Aral : en 1960, le fleuve Amou Daria y déverse normalement ses eaux ; en 1976, le fleuve, totalement asséché, a disparu ; en 1987, la surface de la mer est réduite de moitié, et on prévoit qu'en l'an 2000 elle le sera des deux tiers.

Autre carte alarmante, celle du nombre et de la répartition des armes nucléaires. A côté des pays qui en sont dotés officiellement, comme les Etats-Unis, la Russie, la Chine, l'Angleterre et la France, on trouve l'Inde et la République sud-africaine qui sont supposées la détenir et la Libye, l'Argentine, l'Irak, l'Iran et le Pakistan qui pourront en disposer dans un proche avenir.

Seul chapitre rassurant, celui sur la Suisse, qui se classe parmi les pays les plus stables et les plus riches du monde, alors qu'il n'est guère favorisé par sa géographie, qu'il ne dispose pas de ressources naturelles importantes et qu'il n'a pas d'unité linguistique, religieuse ni même culturelle. Tout le secret de ce pays réside dans son aptitude à transformer ses handicaps en avantages, notamment en compensant son manque de matières premières par le développement d'une industrie de pointe, ou encore en équilibrant sa faiblesse stratégique par l'entretien d'une armée bien entraînée. Cette souplesse de judoka se retrouve au Japon, en Corée, à Taiwan, à Singapour, qui, à l'instar de la Suisse, figurent parmi les rares pays stables.

La seule chance pour la Terre de s'offrir un passeport pour l'avenir ne serait-elle pas de retenir ce qu'il y a de meilleur dans ces pays ?

Un livre sérieux et riche, mais un peu trop pessimiste.

Pierre Rossion

Jean-Marie Besson La Douleur

Odile Jacob, 268 p., 140 F

La douleur n'est pas seulement un signal d'alarme, comme le veut une idée répandue. Sinon, pourquoi souffre-t-on après un coup de soleil et non avant ? Pourquoi la douleur due à un cancer ne se manifeste-t-elle souvent que lorsqu'il est trop tard ? Non, la douleur, surtout la douleur chronique, celle qui nous empoisonne la vie, est une maladie comme une autre. Et c'est le devoir du médecin de la soulager. C'est en tout cas la thèse de Jean-Marie Besson.

Ce spécialiste de la douleur explique d'abord ce que sont "les douleurs", car il en est de plusieurs sortes ; puis leurs mécanismes physiologiques. Sans doute "décroche"-t-on parfois un peu devant certains termes ou certaines notions scientifiques complexes, qui mériteraient de plus amples explications. Mais l'intérêt principal du livre réside dans les chapitres sur les méthodes de neutralisation de la douleur. La neurochirurgie n'est certes pas une panacée, mais elle fut un temps le seul moyen disponible. Et on l'a beaucoup affinée. Mais la douleur est un phénomène trop complexe pour être résolu en intervenant à un endroit précis et un seul. La stimulation cérébrale devrait, à l'avenir, pouvoir remplacer la neurochirurgie et les médicaments lorsqu'ils sont inefficaces. Elle n'en est, toutefois, qu'au stade expérimental.

L'acupuncture ? Pour l'auteur, cette méthode ne peut en aucun cas être considérée comme scientifique : les méridiens n'existent pas, pas plus que les points. Et pourtant, ça marche, dans de nombreux cas au moins aussi bien que les techniques considérées, elles,

comme scientifiques. Quoi qu'il en soit, on est encore bien loin de comprendre les mécanismes sous-jacents à cette pratique millénaire. Il n'est d'ailleurs pas exclu que l'effet placebo y ait sa place.

Besson est particulièrement sensible à la douleur cancéreuse. A ses yeux, seule la morphine est actuellement en mesure de la soulager. Il s'emploie donc à vaincre la peur qui s'attache à l'usage de cette drogue. Utilisée à bon escient et de manière modérée, ses effets secondaires restent minimes, surtout comparés aux bienfaits qu'elle apporte.

On devrait bientôt parvenir à soulager toutes les douleurs, même les plus récalcitrantes, estime l'auteur. Il faut pour cela qu'elles soient reconnues comme de vraies maladies par les pouvoirs publics. Médecins

généralistes, spécialistes, psychologues et travailleurs sociaux doivent recevoir une formation adaptée. Enfin, il faut multiplier les centres spécialisés dans son traitement. Alors, peut-être arrivera-t-on à vivre sans douleur. **Thierry Pilorge**

Le Master Junior

Hachette, 562 p., 194 F

Cette encyclopédie est, en principe, destinée aux 10-14 ans. L'importance accordée à l'histoire, à la géographie et aux sciences, la présence de deux aide-mémoire en français et en mathématiques témoignent d'une volonté de s'adresser à un lectorat scolarisé. L'ouvrage intéressera néanmoins un public bien plus large. Car il traite aussi de la société, de la communication, de l'art, des sports et des

loisirs. On y parle de la CEE, des Kurdes et de la guerre du Golfe. Chaque sujet abordé est développé selon deux types d'approche : une première double page en fait un exposé structuré, ponctué de définitions et de schémas – ce que l'éditeur appelle la "lecture utile". La seconde de double page – la "lecture plaisir" – comporte des anecdotes, de petits sujets accrocheurs et un lexique spécialisé.

L'ensemble constitue un ouvrage de facture agréable doté d'une iconographie soignée et pertinente, riche en cartes, en tableaux et autres documents synthétiques. On notera un souci louable de trouver des représentations simples et parlantes : pour schématiser, par exemple, le transport des gaz de la respiration dans le sang, ou pour figurer l'importance relative des réserves de pétrole

dans le monde. La brièveté des textes laisse parfois le lecteur sur sa faim : s'il apprend que les bateaux du futur seront à propulseur électromagnétique, qu'ils seront silencieux, ne demanderont ni carburant, ni entretien, il n'en saura pas davantage. On peut aussi être déconcerté en voyant l'amani des Césars présentée sur la même double page comme excellente, mais aussi comme un champion auquel il est préférable de ne pas toucher. On regrettera de voir la forêt amazonienne improprement qualifiée de "poumon du monde" – elle consomme autant d'oxygène qu'elle en produit – ou la Terre menacée d'effet de serre. Notre planète y est en effet soumise depuis longtemps déjà : c'est l'augmentation de l'effet de serre qu'il faut redouter.

Isabelle Bourdial

E = M6

c'est un nouveau regard sur la science

AVEC **SCIENCE & VIE**



**Les dimanches 14 & 28 mars à 10H45,
et les mercredis 17 & 31 mars à 14H45**

Jean Artaut
Les aquariums : une passion
 Nathan, 163 p., 298 F

L'auteur, conseiller technique dans un mensuel spécialisé, a voulu offrir des réponses aux questions les plus courantes que se posent amateurs et professionnels de l'aquariophilie. Ses dix chapitres couvrent aussi bien les techniques de reproduction des poissons que l'aménagement du biotope, en passant par le problème des départs en vacances, quand les poissons doivent "se débrouiller" seuls.

Artaut révèle les ficelles du métier à l'aide d'exemples précis. D'une manière générale, pour un empoisonnement ou une maladie difficile à traiter dans un aquarium

d'eau de mer, il suggère de retirer un tiers de l'eau, et de la remplacer par de l'eau du robinet, ce qui fait chuter la densité à 1,016. Cela doit être complété par un traitement au cuivre. La nouvelle densité doit être maintenue deux à trois semaines. Puis, très progressivement, on remonte la densité à une valeur normale pour des poissons marins, soit autour de 1,022.

Le choix des matériaux du décor est plus important qu'on ne le croirait. Les aquariophiles d'eau douce se laissent aisément fasciner par le bois (racines, branches et même bambous). Et beaucoup y perdent leurs poissons. Un conseil : tant que vous n'avez pas une bonne expérience en aquariophilie, n'utilisez pas de bois, ne prenez pas de risque.

De nombreux schémas expli-

catifs permettent de fabriquer le matériel d'élevage. Un grand chapitre est consacré à l'équipement (éclairage, chauffage, diffuseurs). On y apprend à construire différents filtres à eau (filtre extérieur à exhausteur, filtre extérieur fermé à pompe électrique, etc.).

Le choix des poissons est dûment traité. Lorsqu'un poisson meurt vite, on décrète souvent qu'il est difficile à élever. S'il tient quelque temps, il passe pour facile. En fait, tous les poissons sont faciles lorsqu'on les fait vivre dans les conditions dont il a besoin. La survie des poissons dans l'aquarium est assujettie à six paramètres : nombre d'individus, d'espèces, espace, comportement, température, renouvellement de l'eau. Le choix du sexe est tout aussi important, bien qu'il réserve quelques surprises, comme c'est le cas pour l'*Amphiprion ocellaris* (poisson-clown) : «Tous les jeunes clowns sont des mâles non fonctionnels.» Mais quand on en fait vivre deux ensemble, l'un se transforme en femelle qui pond des œufs fécondés par l'autre clown ayant atteint la maturité sexuelle.

Didier Dubrana

– Vous voulez dire que ma connaissance initiatique a ri-coché ?

– Non, c'est que le sous-cycle de votre Bip-Bop n'a pas achevé sa structuration modelée, sans doute parce que vous apprenez le japonais.»

Specimen de la teneur : «Est-ce que Dix et Six font une égalité ? Point du tout [p. 125].»

Un peu cher, mais très, très divertissant.

G.M.

Trinh Xuan Thuan

Le Destin de l'Univers : le big bang, et après

Gallimard, coll. "Découvertes", 160 p., 80 F

Ce livre est un double événement. D'abord, parce que c'est le premier ouvrage de la collection "Découvertes" consacré exclusivement à un sujet scientifique. Après 150 titres qui vont de l'Egypte oubliée à Balzac, le big bang fait ainsi son entrée dans cette collection qui renouvelle, avec bonheur, le visage des livres de poche encyclopédiques.

Le Destin de l'Univers est aussi un événement parce que son auteur est Trinh Xuan Thuan. Cet astrophysicien d'origine vietnamienne est professeur à l'université de Virginie (Etats-Unis), où ses cours s'adressent en particulier à des littéraires : un public exigeant auquel il communique sa passion de l'astrophysique. Son talent d'écrivain s'est révélé en 1988 avec *la Mélodie secrète*, qui reste un modèle du genre.

Dominique Aubier
La Face cachée du cerveau
 Dervy, 377 p., 259 F

Nous recommandons vivement ce livre à tout neurophysiologiste qui se trouverait à court de lecture pour sa salle d'attente. C'est, en effet, le moyen le plus sûr d'ouvrir des dialogues aussi poétiques qu'inattendus avec sa clientèle.

«Docteur, j'ai l'impression que ma strie de Bechterew ne reçoit pas bien le futur.

– C'est que vous n'avez pas la tête dans la tête, Madame.

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas) Couverture : F. Gonin; p. 2-3 : P. Sittler/Rea - P. Wild/Jacana - W. Karel/Sygma - Gendarmerie Nationale - Secchi-Lecaque/Roussel Uclaf-CNRI - S. Fellerman/Cosmos - Rev/Sipa; p. 6/12 : Finzo; p. 15 : Studio X - Max Planck Gesellschaft; p. 17 : NASA; p. 19 : Inserm Unité 37; p. 20 : CERN; p. 22 23 : NASA/STSC; p. 26-27 : I. Corréa; p. 29 : M. Toscas/Galerie 27; p. 30-31 : Reyboz - T. Van Sant/Geosphere-Santa Monica/Science Photo Library/Cosmos; p. 32-33 : P. Charlesworth - L. Bruce-Ch. Watt; p. 34-35 : W. Volz/Bildberg/Cosmos - J.-F. Roussier/Sipa; p. 36-37 : S. Stammers/Science Photo Lib. - Ch. Heilmann - Pr. J.-J. Roussel/CNRI; p. 38-39 : CNRI - Franey Lily/Rapho - F. Durand/Sipa; p. 40-41 : Jacana - Gerster/Rapho - H. Glaouen/Rapho - Pr. Bourrec - P. Charlesworth - K. Bossemeyer/Bildberg; p. 43 : G. Davis/Sygma; p. 44 : D.R. - P. Rossion; p. 46-47 : Bossu - Tannenbaum/Sygma; p. 48-49 : P. Bon - Ch. Heilmann; p. 51 : P.-J. Griffiths/Magnum; p. 52 : Sygma; p. 54-55 : Ahava/Cosmos; p. 56-57 : M. Marie - L'Oréal; p. 58-59 : Laboratoires Fabre - L'Oréal; p. 60 : P. Corcuff/L'Oréal - L'Oréal; p. 62-63 : Estherderm - D.R. - Labo. de physico-chimie - pharmacotechnie et biopharmacie/Paris-sud - A. Moufli; p. 64 : Kharbine/Tapabor; p. 66-67 : C. Paris - Giry/Rea - D.R.; p. 69 : D.R.; p. 71 : P. Sittler/Rea; p. 73 : T. La Penna/Sipa; p. 74-75 : D.R. - Sipa - Roger-Viollet - ERU/Sipa - Giraudon - Lauros/Giraudon; p. 76-77 : D.R. - Avoine; p. 78-79 : E. Malemanche - D.R. - Avoine; p. 81 : Giraudon; p. 84-85 : G. Ziesler-M. Viard/Jacana - R. V. Forster/Studia X; p. 87 : F. Gohier-M. Castro-J. Brun-M. Moisnard/Jacana; p. 88-89 : G. Ziesler/Jacana - R. Taylor/Sygma; p. 90 : Reyboz; p. 91 : D.R.; p. 92-93 : D.R. - D. Galland - I. Python; p. 94-95 : I. Python - Sygma - Pitchal/Sipa - Wilkinson/Gamma - I. Python; p. 96 : Rea; p. 98-99 : D.R. - Total - T. Van Sant/SPL/Cosmos; p. 100-101 : I. Python; p. 102 : Total/Michel; p. 104-105 : Sipa - C. Lacroix; p. 106/11 : C. Lacroix; p. 113 : R. Fayolle; p. 114-115 : Gendarmerie Nationale; p. 116-117 : Giry/Clal/Rea - Comptoir Lyon Allemard Louyat/D.R. - P. Durand/Sygma; p. 118-119 : Comptoir Lyon Allemard Louyat/D.R. - P. Sittler/Rea; p. 120 : Roger-Viollet; p. 122-123 : Ipa/Stills Press - Coll. Christophe L.; p. 124-125 : A. Godio - Placentino - D.R.; p. 127/134 : D.R. - N. Papamiltades; p. 136/141 : D.R. - E. Malemanche; p. 143 : M. Toscas/Gal; 27 : p. 144-145 : M. Roux-Saget; p. 146-147 : M. Toscas - H.-P. Penel; p. 150-151 : Y. Delaey - D.R.; p. 152-153 : M. Roux-Saget; p. 154 : N. Vial; p. 160 : Finzo.

mise en page. On commence par le feuilleter, un peu comme un magazine. Ce n'est que dans un deuxième temps qu'on découvre le texte de Thuan. Il raconte, de façon simple et imagée, les grandes découvertes en astronomie, et retrace l'histoire de l'Univers depuis sa naissance, il y a quinze milliards d'années, dans le feu du big bang. Tout y est, jusqu'à cette extraordinaire photo du satellite COBE qui, l'an dernier, nous a révélé le visage de l'Univers nouveau-né.

Cela est écrit avec élégance et en des termes si "parlants" qu'ils assurent la compréhension immédiate. Exemple : «Une cuillerée de naine blanche pèse 1 tonne [p. 90].» Ou encore : «Si les galaxies sont les maisons de l'Univers, les groupes en sont les villages [p. 55].» Viennent ensuite les "villes" (amas de galaxies) et les "métropoles" : superamas qui «s'étendent à perte de vue sur des centaines de millions d'années-lumière et abritent quelques millions de milliards de soleils». Thuan a gardé intacte sa faculté d'étonnement devant les données scientifiques. Il est aussi l'un des rares écrivains qui sachent la faire partager au grand public.

Daniel Tarnowski

Jean Boulaine **Histoire de l'agronomie en France**

Tec et Doc Lavoisier,
392 p., 295 F

Les remous du monde agricole devant la construction de l'Europe et l'organisation du commerce mondial par certains technocrates coupés, parce qu'ignorants, de la réalité agricole, nous rappellent que la Terre, ses productions,

ses techniques et les hommes qui la travaillent ne sauraient plus longtemps être mé(e) connus.

L'agitation actuelle est plus que l'expression des lobbies du monde rural, que la défense d'intérêts purement corporatistes : elle est le rappel de données fondamentales que nous ne savons pas voir. A savoir que cette faible avance que nous avons acquise dans la course contre la faim depuis moins d'un demi-siècle risque d'être provisoire et que les revers de l'histoire peuvent, en quelques années, nous faire à nouveau connaître les pénuries, les disettes et la famine.

Pour le rappeler, pour l'éclairer historiquement et scientifiquement, il fallait une histoire de l'agronomie, que Jean Boulaine, membre de l'Académie d'agriculture, offre avec un savoir et un talent qui la rendent accessible à tous. Ce n'était pourtant pas là chose facile. Si l'agriculture fut, depuis dix mille ans, la grande industrie des hommes, les historiens s'en sont peu préoccupés, beaucoup plus intéressés par les guerres, les complots, les conquêtes, les faits d'armes et les tyrannies. Bref, par ce qui détruit plutôt que par la vie et par ce qui nourrit.

Jean Boulaine constate tout de suite l'indigence des témoignages : «Il ne s'agit pas d'une carence de l'information, mais aussi d'une attitude, sinon méprisante du moins marquée par le manque d'intérêt pour les questions relatives au monde agricole.»

Œuvre de longue haleine, cette histoire de l'agronomie française ne put ainsi être reconstituée que par un travail de recouplements de la "grande" histoire : «Le plus souvent, c'est au détour d'un récit, par quelques détails,

que nous savons comment nos ancêtres produisaient leur nourriture.» On ne connaît guère que les années de famine et leurs effets, alors que leurs causes, autres que climatiques, sont rarement évoquées.

Livre d'actualité, donc. Car, si les connaissances agricoles furent longtemps les plus répandues, peu à peu, grâce aux progrès de l'agronomie, elles ont, en grande partie, disparu du fonds culturel des citadins et des "intellectuels".

Tant et si bien que «l'ignorance de la plupart de nos contemporains en matière d'agronomie devient dangereuse et permet l'adhésion à toutes les utopies. On prêche le retour à des productions "naturelles", comme si la nourriture de 60 millions de Français pouvait être assurée

avec les techniques dont le résultat était, vers 1850, d'assurer à peine la subsistance de 35 millions de nos ancêtres et avec un niveau de vie misérable... L'abandon des engrangements chimiques réduirait la production de blé au sixième de ce qu'elle est actuellement, l'abandon des moteurs nous obligerait à nourrir 3 à 4 millions de chevaux et donc à diminuer les productions de substances pour les hommes... Des progrès importants ont été faits, mais ils ont été accompagnés d'un gaspillage effréné de surfaces parmi les meilleures et par le doublement de la population en deux siècles.»

Il devient donc nécessaire que les économistes et les politiques soient informés de ces réalités. Voilà qui est fait.

Gérard Morice



POURQUOI ACCEPTER D'ÊTRE CHAUVE ?

La chirurgie Esthétique vous permet par une technique sûre, efficace et indolore, **de retrouver définitivement vos vrais cheveux**.

Grâce à un progrès technique spectaculaire, les **MICROGREFFES** permettent de reconstituer la **ligne frontale de façon naturelle**.

Clinique du Rond-Point des Champs-Elysées
61, av. F.D. ROOSEVELT, 75008 PARIS
43.59.49.06 / 43.59.71.63
Sur Minitel : 3615 CLIFORM

Information gratuite et documentation sur demande

NOM

ADRESSE

SV 3.93

ECOUTER, VOIR

EXPOSITIONS & EVENEMENTS

● **Aménophis III, le pharaon-soleil.** A partir du 6 mars, au Grand-Palais, av. Franklin-Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 1 42 99 44 00.

● **III^e Festival international films & vidéos.** "Autour de la naissance", 200 films présentés du 12 au 13 mars. Centre Mercure, 445 bd Gambetta, 59200 Tourcoing. Tél. : 16 20 36 65 50.

● **VII^e Festival du film scientifique** : Plus de 50 films (biologie, environnement, ethnologie, physique, archéologie, etc.). Du 18 au 28 mars, MJIC, 10 rue d'Orcel, 69600 Oullins. Tél. : 16 78 51 04 24. Toutes les séances sont gratuites.

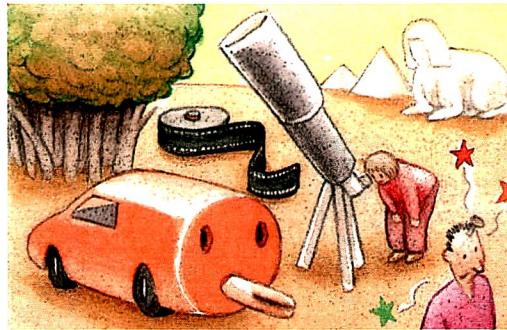
● **Et toujours Planète Terre**, jusqu'au 25 avril, au Palais de la découverte, salle 2, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 1 40 74 81 81, ou minitel 3615 Découverte.

● **Primavère, VII^e Salon de l'éologie et des alternatives.** Du 27 au 28 février, de 10 h à 20 h. Halle Tony Garnier, 20 place Antonin-Perrin, 69007 Lyon. Tél. : 78 27 38 99.

● **La douleur.** Jusqu'au 18 juillet, à la Cité des sciences et de l'industrie, 30 avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris. Tél. : 1 40 05 72 46, ou minitel 3615 Villette.

● **Les plantes de la découverte.** Comment créer de nouvelles variétés ? Comment conserver et renouveler le capital génétique végétal ? Comment améliorer leur utilisation industrielle ? Jusqu'au 14 mars à la Cité des sciences et de l'industrie, 30 avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris. Tél. : 1 40 05 80 00, ou minitel 3615 Villette.

● **Florissimo 93.** Exposition internationale de plantes et fleurs exotiques. Du 12 au 22 mars, au Parc des expositions, 3 bd de Champagne, 21 000 Dijon. Tél. : 16 80 74 86 50.



COLLOQUES & CONFERENCES

● **Les secrets des microalgues des eaux continentales**, par le Pr Alain Couté. Le 20 mars à 14 h 30, au Muséum national d'histoire naturelle, amphithéâtre de paléontologie, 2 rue Buffon, 75005 Paris. Tél. : 1 43 31 77 42 (de 14 h à 17 h).

● **Les hommes de Néandertal**, par Jean-Louis Heim, sous-directeur du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Le 17 mars à 20 h 30, au Centre culturel Le Rallye, 135 rue d'Antrain, 35000 Rennes. Tél. : 16 99 30 57 97.

● **Les vendredis de l'Institut océanographique** :
 - Les baleines de la Méditerranée occidentale, le 12 mars à 20 h 30.
 - Les plongées du Nautilus dans la fosse du Pérou, le 19 mars à 20 h 30.
 - Topeix Poséidon, l'arpenteur des océans, le 26 mars à 20 h 30.
 Institut océanographique, grand amphithéâtre, 195 rue Saint-Jacques, 75005 Paris. Tél. : 1 43 25 63 10.

● **Les samedis du Palais de la découverte** :

- Ordre ou désordre dans les matériaux ? le 6 mars à 15 h.
 - Traitement non chirurgical des calculs urinaires, le 13 mars à 15 h.
 - Les derniers dinosaures de France, le 20 mars à 15 h.
 - La voiture électrique, le 27 mars à 15 h.
 Palais de la découverte, avenue Franklin-Roosevelt, 75008 Paris. Tél. : 1 40 74 80 00.

● **L'échange des données informatisées** : quel impact sur le monde de la santé ? Séminaire

les 3 et 4 mars. Maison des centraisiens, 8 rue Jean-Goujon, 75008 Paris. Tél. : 1 40 76 64 62. Fax. : 1 40 76 63 62.

● **Des couleurs par millions**, par Françoise Viénot, maître de conférences au Muséum national d'histoire naturelle. Jeudi 18 mars à 17 h 30, à l'amphithéâtre Rouelle, 57 rue Cuvier, 75005 Paris. Tél. : 1 40 79 30 00.

● **Séances publiques de l'Institut de France** :
 Le vieillissement et ses maladies, par Ladislas Robert, directeur de recherche au CNRS. Le 22 mars à 15 h, à l'Institut de France, Grande Salle des séances, 23 quai de Conti, 75006 Paris. Tél. : 1 44 41 43 68.

● **A la conquête des grandes profondeurs marines**, par Lucien Laubier, conseiller pour la France auprès des Communautés européennes. Projection du film "Oasis sous la mer". Le 6 mars à 15 h. Conservatoire national des arts et métiers, 292 rue Saint-Martin, 75003 Paris. Tél. : 1 40 05 82 01.

À LA TÉLÉVISION

France 2 :

● **Envoyé Spécial science**. Le 4 mars à 20 h 50 : Police scientifique. L'étagage de Berre. Les météorites.

M6 :

● **E = M6**. Le dimanche à 10 h 30 et le mercredi à 15 h.
 - Le 14 mars : Course de sous-marin à propulsion humaine. Lamarck. Le démantèlement des armes nucléaires. Les rayons X.
 - Le 28 mars : Découverte de l'âge de bronze. Que faire des anciennes centrales nucléaires ? La télévision par satellite. Les pneus.

À LA RADIO

FRANCE-CULTURE :

● **Perspectives scientifiques**.

Du lundi au vendredi à 19 h 30.

- Le 1^{er} et 8 mars : Les recherches en informatique à l'INRIA, par Michèle Chouchan.

- Le 2 mars : L'ordre des varans, par Laurent Forge, avec Roland Vernet.

- Le 3 mars : Problèmes et efficacité de la logique, par Stéphane Deligeorges.

- Le 5 mars : Télescopes à lentilles gravitationnelles, par Jean Heidmann, avec Marie-Christine Willame.

- Le 9 mars : Choux sauvages, par Paule Chavasse.

- Les 10 et 17 mars : A propos de Gaétan Gatien de Clérambault, par Anita Castiel.

- Le 12 mars : Le grand annihilateur et l'antimatière, par Jean Heidmann, avec Jacques Paul, ingénieur au CEA, responsable du télescope spatial Sigma.

- Les 15, 22 et 29 mars : La réalité virtuelle, par Laure Delesalle.

- Les 19 et 26 mars : La grotte Cosquer, par Jacques Labeyrie, avec M. Clottes.

- Les 24, 31 mars et 7 avril : Petite histoire de la physique, par J.-L. Barreau.

● **La science et les hommes**.

Le mercredi de 9 h 05 à 10 h 30.

- Le 10 mars : Divergence, la prospective scientifique, par Emile Joël et Philippe Boulanger.

- Le 24 mars : Troisième volet de la série "Artistes et scientifiques", par Ruth Sheps et Marc Lachize Rey.

- Le 31 mars : A propos de la médecine, par Gilles Minot.

● **Les nuits magnétiques**.

Du mardi au vendredi à 22 h 40.

- Du 9 au 13 mars : La peur, par Marie-Louise Audiberti.

- Du 16 au 19 mars : Les infirmières, par Pierre François.

● **Archipel médecine**.

Un mardi sur deux à 20 h 30.

- Le 2 mars : Orphée ou réalité. Les expériences vécues près de la mort.

- Le 16 mars : La psychologie des enfants, l'après Dolto.

- Le 30 mars : La médecine des pauvres.

TSF - 89.9

● **Effervescience**, nouvelle rubrique quotidienne des sciences et des techniques, à 8 h 15.

NOUVELLE SÉRIE

DES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

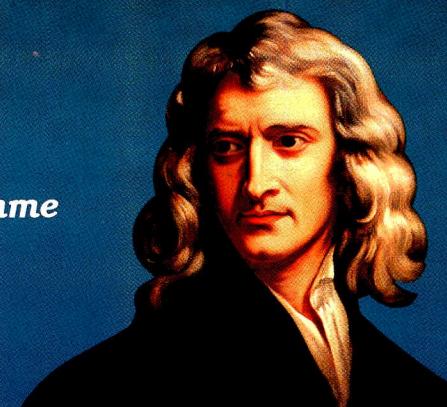
LES PÈRES FONDATEURS DE LA SCIENCE

ISSN 1157-4887

Newton



*Pour enfin
comprendre
la relation
entre une pomme
et la Lune...*



HORS SÉRIE - N°13 - M2281 - 13 - 32,00 F - RD
- 230 FB - 10 FS
- 850 Esc - 40 Dh
- 3 550 DT - SCAN 5.50



**A ceux qui lui demandaient de livrer
le secret de son génie, Isaac Newton
racontait une fable de pomme
et de lune. Pourquoi ?**

Les prochains Cahiers de Science & Vie
inaugurent avec Newton
une nouvelle série de six parutions
consacrée aux pères fondateurs de la science.
Lavoisier, Mendel, Einstein, Maxwell et Archimède
seront les acteurs de cette nouvelle collection
des Cahiers de Science & Vie.

NOUVELLE SÉRIE 93 DES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

• STANDING STONES, SCOTLAND •



*Monoliths, Ecosse.



ICI COMMENCENT LES TERRES DU CLAN CAMPBELL

TBWA DE PLAS POUR CLAN CAMPBELL - PHOTO SIMON MARSDEN

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE. CONSOMMEZ AVEC MODERATION.