

SCIENCE & VIE

MENSUEL - N° 898

JUILLET 1992

● Examens :
les injustices
des notes

● Révélations
médicales
à Tchernobyl

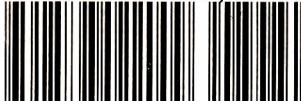
● L'explosion
démographique
des chiens
français

LA FRANCE
ENTRE
INONDATIONS
ET SÉCHERESSE

160 FB - 6,50 FS - \$ 1 an 3,75 - 750 Piastres - 625 Esc - 3000 Dinar - 5500 L - 4,75 \$ US NYC - RD 1595 F CFA - 1035 CFP

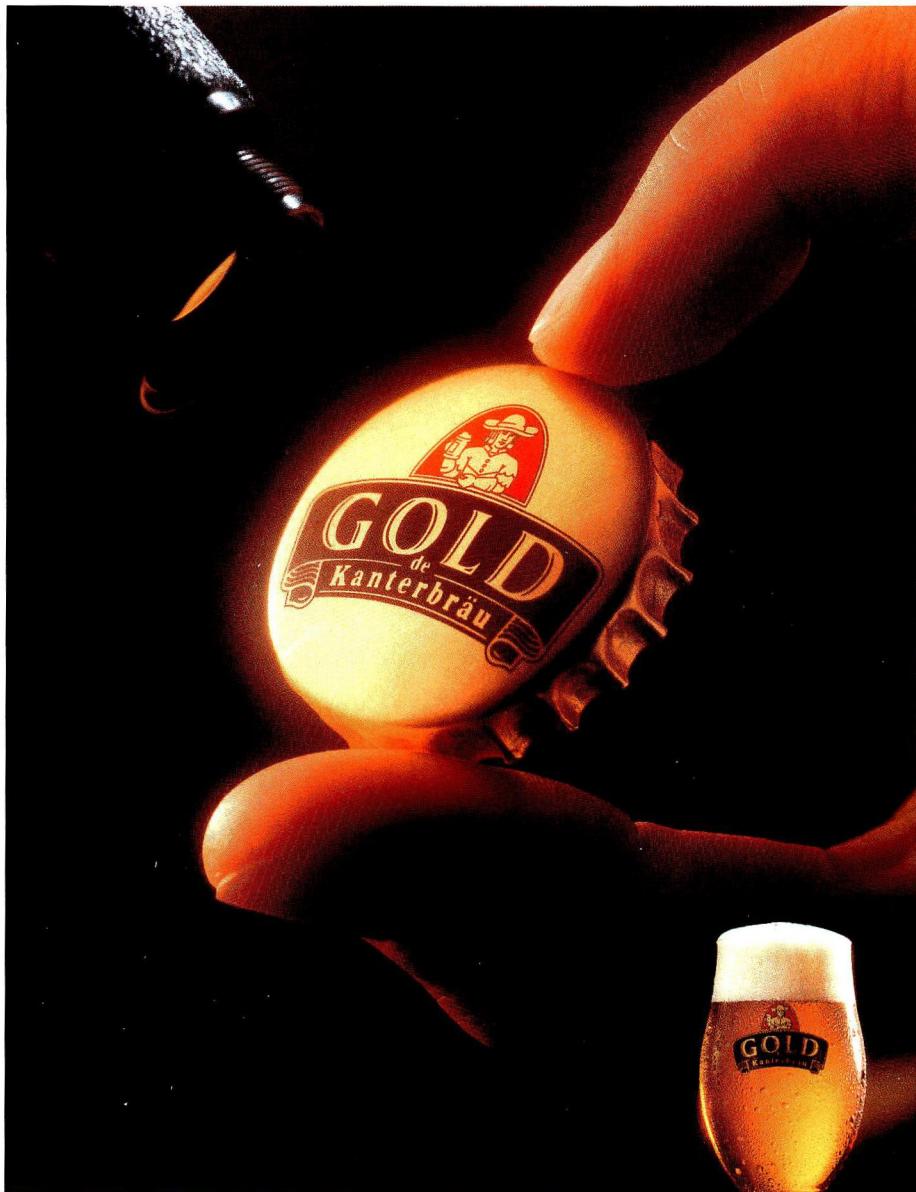
Jean.

M 2578 - 898 - 22,00 F



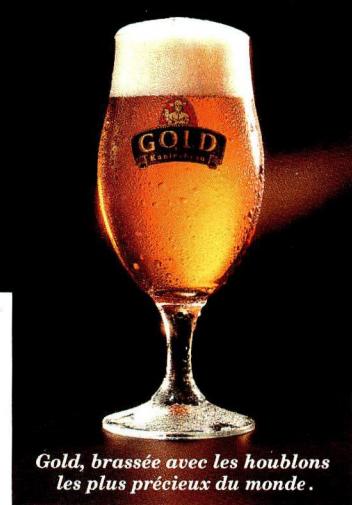
Gold *

EUROCOM



Gold de Kanterbräu est soumise à un contrôle rigoureux à chaque stade de sa fabrication et de son conditionnement.

* Or



Gold, brassée avec les houblons
les plus précieux du monde.

L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA SANTE. CONSOMMEZ AVEC MODERATION.

SCIENCE & VIE

● DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUALET
Directeur général adjoint : FRANÇOIS FAHYS
Directeur financier : JACQUES BÉHAR
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 : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en chef adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des informations,
rédacteur en chef adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en chef adjoint : GÉRARD MORICE,
assisté de MONIQUE VOGT
Rédacteur en chef édition : ÉLIAS AWAD
Secrétaires de rédaction : FRANÇOISE SERGENT,
NADINE RAGUET, CHANTAL MASSON
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
Secrétaires : MARIE-ANNE GUFFROY, PAULE DARCONNAT

● ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

● DOCUMENTATION

EMMANUELLE BILLON-BERNHEIM

● CONCEPTION GRAPHIQUE

CHRISTINE VAN DAEL

● MAQUETTE

LIONEL CROOSON, ELISABETH DE GARRIGUES

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 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 NATHALIE HAPILLON

● SERVICES COMMERCIAUX

Abonnements et marketing direct : PATRICK-ALEXANDRE SARRADEIL,
assisté de BRIGITTE CROUZAT
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. : (1) 46 48 46 65
Vente anciens numéros et reliures : CHANTAL POIRIER
Tél. : (1) 46 48 47 18
Relations abonnés : Service abonnements,
1 rue du Colonel-Pierre-Avia, 75503 Paris Cedex 15
Tél. : (1) 46 48 47 08 (de 9 h à 12 h)

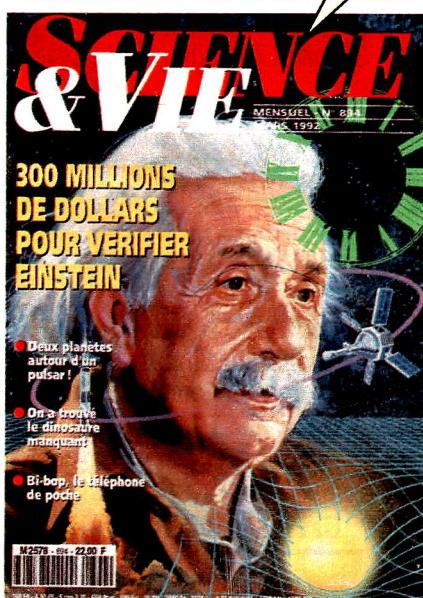
À NOS ABONNÉS

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi. Changement d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 2,50 F en timbres-poste français ou régulièrement 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 arrêtée à l'écrit dans les deux mois. Les abonnés pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cas légal.
LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1989 SCIENCE & VIE



BVP

**Et si vous vous abonniez
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**

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

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

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

CGEC **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 1992.

ET RESERVÉE À LA FRANCE METROPOLITAINE.

ETRANGER: NOUS CONSULTER RC PARIS B 572 134 773

S & V 898

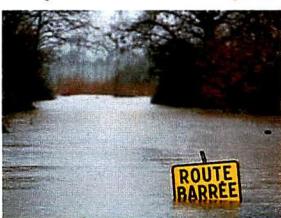


1400 km en 13 h 30 sans moteur et sans escale. C'est une victoire des matériaux composites (et de deux pilotes français).

p. 98

Les inondations n'empêchent pas la pénurie d'eau. Les effets désastreux de cinquante ans d'aménagement du territoire français. Dossier.

p. 60



SOMMAIRE



SAVOIR

Forum

On a observé le Soleil sous 1 000 mètres de roche
Daniel Tarnowski

Deux nouvelles lettres dans l'alphabet génétique
Marcel Contig

Les gènes architectes
Pierre Rossion

Mini-greffes de pancréas contre diabète humain
Marie-Françoise Lantieri

Le dernier ami de l'homme
Didier Dubrana

Echos de la recherche
Dirigés par *Gerald Messadié*



POUVOIR

6 Après nous, le déluge

Marc Mennessier

60

20 Les radiations nous font vieillir

Alexandre Dorozynski

80

28 Carburants : les moteurs victimes du super

Luc Augier

88

32 Feu vert pour les turbines

Jean-Pierre Gosselin

94

36 1 400 km sans moteur et sans escale

Germain Chambost

98

42 Echos de l'industrie

Dirigés par *Gérard Morice*

103

42 Des marchés à saisir

108

53

Science & Vie sur Minitel : recherchez les articles qui vous intéressent, en tapant 3617 SVIE 2

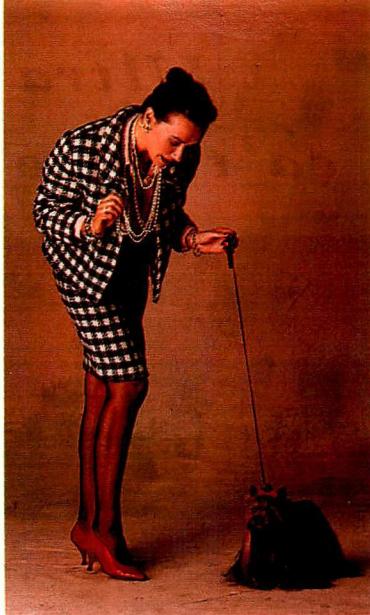
**RETRouvez chaque mois
SCIENCE & VIE
OFFRE D'ABONNEMENT PAGE 1**

Les notes aux examens varient parfois du simple au double selon l'examinateur.

p. 110



Même à faibles doses, les radiations ionisantes sont dangereuses : elles provoquent un vieillissement prématûr des cellules. C'est ce que des chercheurs russes ont révélé à notre enquêteur dans la zone interdite de Tchernobyl. **p. 80**



10 millions de chiens en France et presque autant de chats. Enquête. **p. 42**

UTILISER

Les examens :
une loterie pour les élèves moyens ?
Jacques Lecomte **110**

Ingénierie hors informatique :
pas de problèmes,
rien que des solutions !
Hervé Lhuissier **116**

La vidéo au format cinémascope
Paule Sully **122**

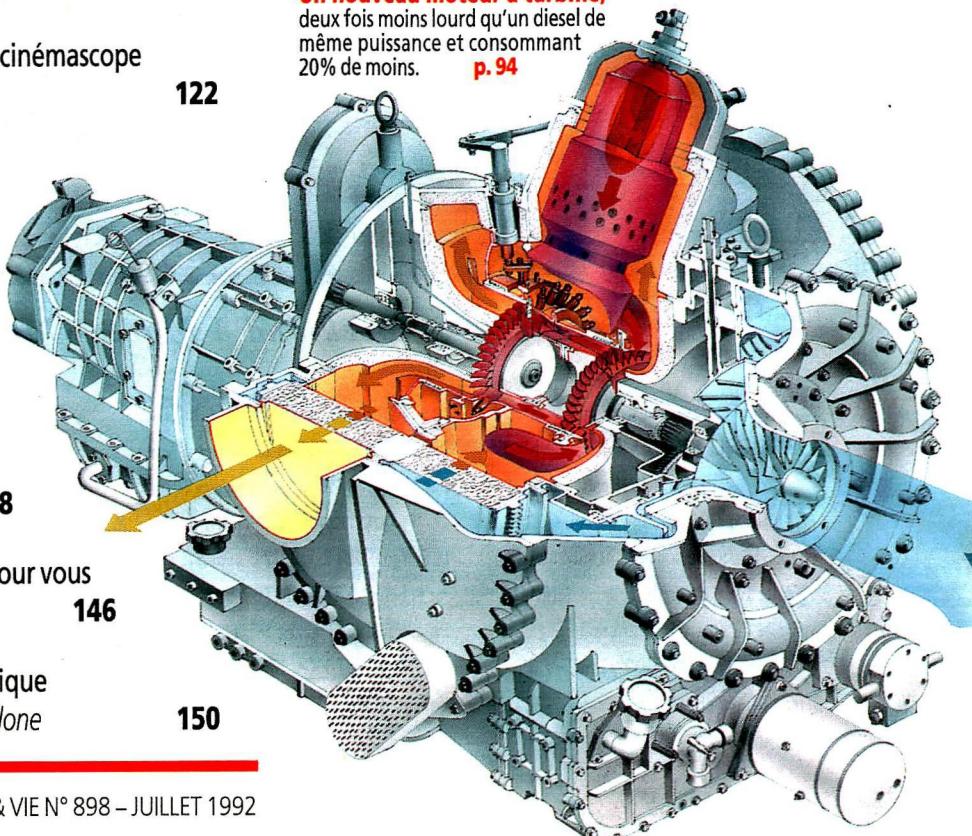
Un répondeur qui
ne coûte rien
Henri-Pierre Penel
126

Science & Jeux
*Yves Delaye,
Renaud de La Taille
et Henri-Pierre Penel*
128

Science & Vie a lu pour vous
146

Echos de la vie pratique
Dirigés par Roger Bellone **150**

Un nouveau moteur à turbine,
deux fois moins lourd qu'un diesel de
même puissance et consommant
20% de moins. **p. 94**



*Ultra Brite vous propose
ça tombe bien, puisqu'après*



Gagnez un week-end à Monte-Carlo

Pour passer un week-end de star à Monte-Carlo (avion + hélicoptère + hôtel de luxe + casino) et une semaine de rêve à Tahiti avec la personne de votre choix, répondez aux deux questions suivantes sur papier libre ou sur le bulletin joint. Un tirage au sort déterminera le gagnant du 1^{er} prix et les 100 gagnants d'un magnifique coffret jeu en bois.

QUESTION N° 1. Où a habité

Jacques Brel : Aux îles Duchesses ? Aux îles Marquises ? Aux îles Princesses ?

QUESTION N° 2. Combien de fois la marque ULTRA BRITE apparaît-elle sur la boîte ULTRA BRITE ?

Envoyez le tout avant le 31/12/1992 à
Grand Jeu ULTRA BRITE Evasion
Cedex 3296 - 99329 Paris Concours.

Extrait du règlement :

Jeu gratuit sans obligation d'achat. Un seul gagnant par foyer (même nom, même adresse).

Seuls les gagnants seront avertis par courrier.
Règlement complet chez Maître Le Honsec à
Rambouillet, disponible à l'adresse du jeu.
Remboursement du timbre sur simple demande.

Ramboursement du timbre sur simple demande

*de perdre votre chemise,
vous n'en aurez plus besoin.*



et une semaine à Tahiti.

B U L L E T I N
Jeu gratuit valable jusqu'au 31/12/92.

NOM Prénom

Adresse



Réponse à la question n° 1
Réponse à la question n° 2

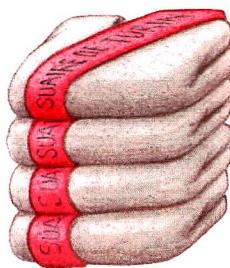
fraîcheur sauvage
ultra brite FLUOR

75 ml

FORUM

Mais non, cent fois non, nous ne sommes pas sectaires

«Un de mes fils, âgé de treize ans, s'intéresse à votre revue, écrit M. A. C., de Tours. Alors, par dévouement paternel, je maintiens son abonnement. Mais je n'apprécie guère le contenu de votre revue lorsqu'il m'arrive de lire vos articles. Je n'avais guère apprécié votre approche très sectaire des phénomènes non expliqués à ce jour, liés au suaire de Turin.»



Il n'existe à notre connaissance aucun phénomène inexplicable lié à ce suaire. C'est un artefact dont, au temps de son ostension, au XIV^e siècle, l'autorité papale elle-même avait prévenu qu'il était une œuvre d'art, que l'artiste qui l'avait réalisé l'avait confessé, et qu'il n'avait jamais servi à ensevelir Jésus. Il y en avait une douzaine en Europe. Certains se sont obstinés, ces dernières années, à soutenir que c'était bien le linceul de Jésus. Des datations au 14 C ont prouvé qu'il est du XIV^e

siècle. La question en est là, et c'est tout. Notre rédaction compte des croyants et des incroyants de diverses confessions : les croyants chrétiens sont de notre avis et il n'y a aucun sectarisme à réfuter des allégations pseudo-scientifiques.

«Récemment, je suis tombé sur votre article relatif à Christophe Colomb. Je renvoie son auteur, pour son édification et pour combler ses évidentes lacunes, au ch. III intitulé "l'Eglise, oppresseur des Indiens d'Amérique ?" du livre de base, excellentissime, de Jean Dumont, l'Eglise au risque de l'Histoire, éd. A. Ardent à Limoges. Il y démontre le nombre de légendes grâce à son énorme et véritable travail, sérieux, d'historien... Vous y verrez que beaucoup d'Indiens non aztèques accueillirent Colomb comme un sauveur qui leur évitait des sacrifices humains, que les excès des conquistadores ont existé, mais ont été le fait d'une minorité, honnie par la royauté et le pape, que la population indienne d'Amérique latine n'a pas été exterminée, contrairement à celle de l'Amérique du Nord... Tout est bon quand il s'agit d'attaquer l'Eglise catholique. D'ailleurs, je soupçonne fort Science & Vie de pousser les feux dans ce charivari diabolique.»

Nous n'avons aucune raison d'attaquer ni de défendre l'Eglise catholique, ni aucune autre confession.

C'est plutôt nous qui sommes attaqués quand nous exposons des travaux contraires à certains enseignements idéologiques, comme les acquis de l'évolutionnisme ou comme la psychanalyse.

En ce qui touche à la colonisation au temps de Colomb, nous renvoyons à notre tour ce lecteur à la *Historia de las Indias* de Bartolomé de Las Casas, peu suspect de partisanerie, puisqu'il fut l'un des premiers qui partirent évangéliser les Indiens, et qu'il dénonça à plusieurs reprises auprès du roi d'Espagne les mauvais traitements et services que les Indiens subissaient des prêtres aussi bien que des colons.

Les débats de Las Casas avec le théologien Juan Ginés de Sepulveda démontrent bien les difficultés que le premier éprouva à faire admettre que les Indiens étaient des êtres humains à part entière. Contrairement à ce que semble croire ce lecteur, l'évangélisation des Indiens ne fut guère un succès et, en dépit des conversions forcées, les indigènes s'en tinrent à leur religion ancestrale mêtinée de christianisme. «Jusqu'à ce jour, écrit l'*Encyclopædia Britannica* ["Colonial Latin America and the Caribbean", vol. 10], les Indiens du Guatemala et du Pérou pratiquent la religion du temps des Mayas et des Incas.»

C'est la même autorité qui rapporte que, dans le dernier quart du XVI^e siècle, les plaintes affluèrent à Madrid sur le nombre excessif de couvents et les richesses du clergé. S'il est bien vrai que les Indiens firent, d'abord, bon accueil aux colons, ils déchantèrent vite et, en 1680, leur amertume

crû au point que les Indiens pueblos, supposés chrétianisés, se révoltèrent et assassinèrent les représentants du clergé.

Nous serions heureux que ce lecteur nous lût avec autant d'intérêt que son fils et nous l'assurons que nous ne poussons aucun feu d'aucun charivari, ne nous intéressant qu'aux faits et à leur vérité, seuls éléments susceptibles de fonder une opinion objective.

Et puis encore, mille mercis pour le pain !

M. A. D., de Maisons-Laffitte, ingénieur de physique et chimie, nous lit fidèlement depuis 1936 et apprécie nos articles comme le bon pain que fabrique son voisin, M. S. C., du 4 rue de la Muette. Notre article sur le pain du n° 891 lui a inspiré une heureuse initiative : il nous a rendu visite, muni de baguettes de ce boulanger ainsi que de camembert et de beaujolais, pour nous prouver qu'on sait encore fabriquer du bon pain.

La totalité de la rédaction a pu vérifier expérimentalement ses conclusions. L'expérience a, d'ailleurs, été répétée, comme il se doit, et avec succès. Conclusions : le pain de M. S. C. est de première qualité.

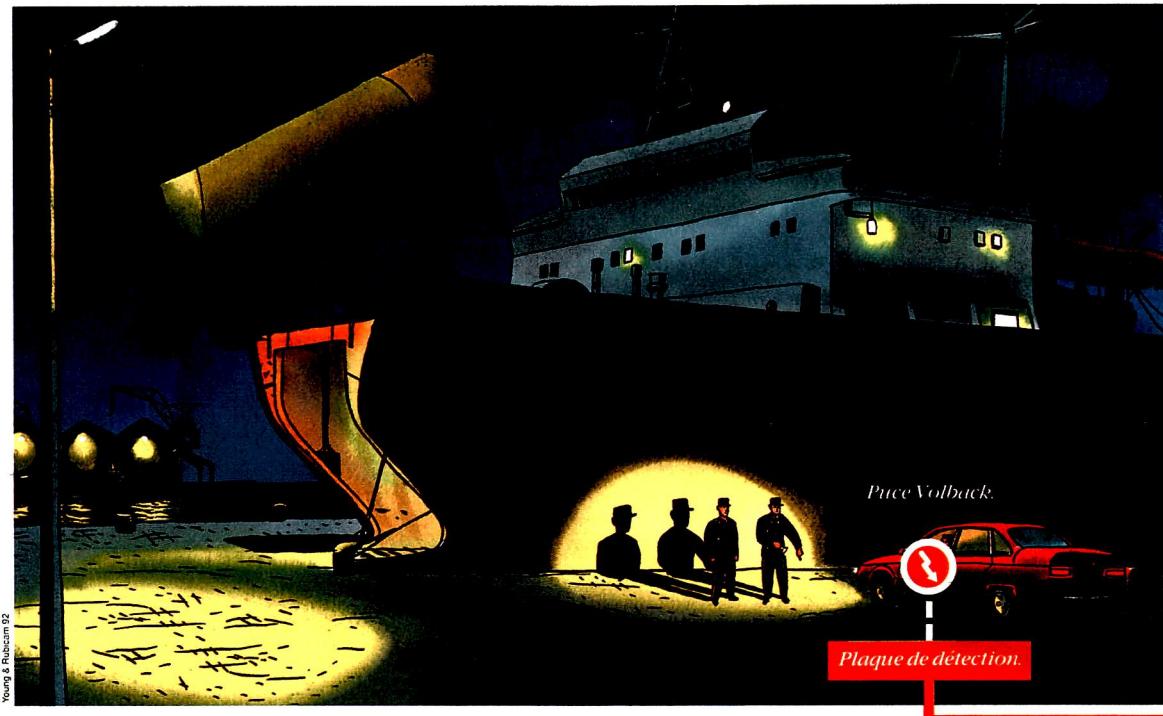


L'EAU & L'APÉRITIF.



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

VOLBACK: C'est aussi dans les ports que l' filet électronique.



Young & Rubicam 92

500 000 voitures volées...

Depuis le 31 mai 1992, la pêche à la voiture volée est ouverte. La saison s'annonce bonne avec 20% d'augmentation en 1 an, 500 000 voitures volées estimées pour 1992 par les assureurs, les épuisettes et bourriches risquent d'être garnies. La pêche en France est un métier ancestral aussi vieux même que la notion de poisson. Pratiqués depuis Biarritz jusqu'à Calais, célèbres pour leurs criées, les ports français avaient besoin cependant, face à la recrudescence de vol de voitures, d'un nouveau type de filet électronique, aux mailles imparables et inviolables.

Voitures neuves ou d'occasion, de luxe ou utilitaires, rurales ou urbaines, toutes y passent, dans la Grande Menace. Malgré les alarmes, les boxes, les parkings clos et les rondes, personne ne voit jamais rien partir. C'est à se demander si les voleurs d'aujourd'hui n'ont pas suivi les cours du soir du fameux Mandrake.

C'est quoi, l'idée Volback?...

chez Volback nous avons eu une idée: un principe tout simple et un système bien technologique. Il faut, pour un voleur de voiture, que le risque encouru soit plus grand que le gain espéré. Si l'on retrouve la voiture volée, si elle est identifiable à chaque déplacement, le jeu n'en vaut pas la chandelle, le vol perd de son intérêt pour les habitués.

Quant à ceux qui volent pour s'amuser, Volback leur garantit une belle partie de frissons...

Un marqueur bien placé...

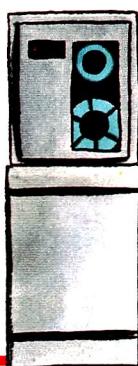
Si la voiture disparaît, dès qu'elle est équipée Volback, elle s'appelle "reviens" comme si un gigantesque élastique la reliait à son point d'origine. Un élastique électronique, bien entendu. Lorsque vous pénétrez au volant de votre véhicule dans l'un des 500 centres agréés Volback, il faudra moins de 15 minutes à un technicien chevronné pour monter discrètement un marqueur électronique dans votre voiture et vous abonner.

on fait les plus jolis coups de

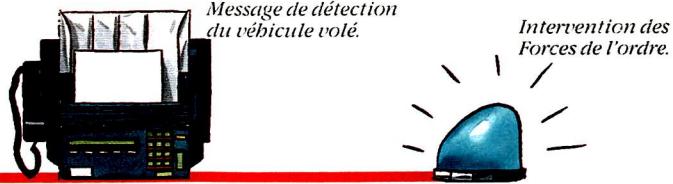
Une nasse bien ficelée...

Dès que votre véhicule est déclaré volé, le réseau est activé et, désormais, chaque fois que le marqueur passe sur un site de détection, l'information est transmise en temps réel aux Forces de l'Ordre locales. Les sites de détection sont confidentiels et judicieusement répartis : douanes, ports, péage et aussi stations-service, routes de campagne "tranquilles", parkings, ...

Les antivols offraient aux automobilistes une protection relative et coûteuse. Les assureurs les consolaient en remboursant tout ou partie (plutôt partie) du prix de la voiture.



Centre de traitement informatique.



Des voleurs en danger...

Désormais, Volback ouvre une nouvelle voie pour la sécurité des véhicules : en même temps qu'il rassure pleinement l'automobiliste, il a de quoi largement inquiéter les voleurs de voitures.

Alors, révolution des mœurs ou évolution des méthodes ? En tous cas, Volback a été soumis à la Commission Nationale Informatique et Liberté et au Ministère de la Justice. Aucune information n'est transmise en dehors des Forces de l'Ordre qui ont l'exclusivité du concours actif de Volback. Personne ne peut donc être "filé" tant qu'il n'y a pas vol déclaré.

Ce n'est également pas le Ministère de l'Intérieur et la Police, ni le Ministère de la Défense et la Gendarmerie, ni le Ministère des Finances et les Douanes, prêts à se mobiliser, qui pourront, à votre place, demander aux

assureurs de soutenir pleinement le système. C'est à vous de le faire pour une simple et bonne raison : c'est de votre prime, de votre franchise, donc de votre argent qu'il s'agit.

Des conducteurs rassurés...

Retrouver sa voiture d'accord, mais dans quel état ! Volback c'est aussi la garantie supplémentaire de retrouver votre voiture au plus vite pour éviter que les vautours des faubourgs ne vous la dépècent.

Les séquelles de vol sur votre voiture seront d'autant moins graves que votre franchise sera réduite.

Déjà Volback est pris en compte par certaines assurances : remboursement de la pose du marqueur (Groupe Azur), suppression de la franchise (Zurich Assurance). Parlez-en à votre assureur.

D'autres services Volback...

Volback, c'est en effet un ensemble de services à dimensions européennes : assistance téléphonique 24h sur 24, 7 jours sur 7, prêt d'un véhicule en attendant de retrouver le véhicule volé (1 mois maxi), billets de train en 1^{re} classe pour récupérer sa voiture et remorquage gratuit.

Si vous pensez qu'il est grand temps que le métier de voleur de voiture soit enfin un métier risqué, vous savez ce qu'il vous reste à faire maintenant.

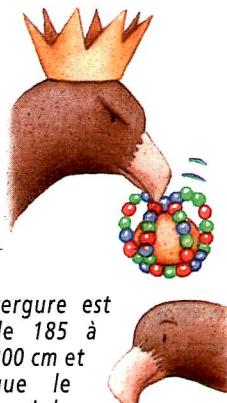
36 15 CODE VOLBACK - 36 67 32 10 (3 unit/appel)



VOLBACK. VOTRE VOITURE S'APPELLE REVIEINS.

...Et mille excuses pour l'aigle impérial !

Plusieurs lecteurs, visiblement passionnés d'ornithologie, nous ont écrit pour corriger une erreur dans le forum de notre n° 896 : «*L'aigle impérial existe bel et bien, affirme avec raison M. M. H., de Chatin, *Aquila heliaca* est une espèce différente de l'aigle royal, il niche encore au sud-ouest de l'Espagne et en Yougoslavie, parfois dans un arbre au milieu de cultures, comme j'avais pu l'observer il y a une quinzaine d'années.*» C'est à peu de chose près ce qu'écrivent M. P.H.P. et Mme O. G. Un autre lecteur, M. A. H.D.L.M., de Paris, précise que «*la longueur du corps de l'aigle impérial est de 79 à 84 cm, l'en-*



vergure est de 185 à 200 cm et que le poids varie de 3 à 3,5 kg.

»Il colonise dans les zones semi-boisées, dans une aire géographique qui s'étend des pays méditerranéens à l'ouest de la Mongolie. Il a des serres plus faibles que celles de l'aigle royal et il est plus petit (tant pis pour la hiérarchie !).»

Mille milliards de sabords !

Deux lecteurs, MM. P. V., de Saint-Genis-lès-Ollières, et R. C., de Marly-le-Roi, ont relevé une erreur dans notre article «les Mensonges du Dr Folamour». «*Le coût de la guerre des étoiles, un trillion de dollars, a dû vous donner le vertige, écrit le premier, car vous en oubliez que l'usage américain (non scientifique) ignore le milliard et passe directement du million au billion, 10⁹, puis au trillion, 10¹², ce qui n'est déjà pas mal, mais loin du 10¹⁸ que vous citez.*» Le second lecteur relève, lui, qu'«*un trillion aux Etats-Unis, 10¹², est l'équivalent français d'un billion, 10¹² aussi*». Après avoir rappelé aussi qu'un quintillion, en

français, représente non pas 10¹⁸, mais 10³⁰, il précise que mille milliards de sabords, expression favorite du capitaine Haddock, s'énonce en français 10³ x 10⁹.

Il existe, en effet, deux règles pour l'énoncé des grands nombres, la première, légale en France depuis le 3 Mai 1961, donne les équivalences suivantes :

- million : 10⁶ ;
- billion : 10¹² ;
- trillion : 10¹⁸ ;
- quatrillion : 10²⁴ ;
- et quintillion : 10³⁰.

La seconde règle, dite latine, utilisée aux Etats-Unis (et en Italie), donne les équivalences suivantes :

- million : 10⁶ ;
- billion : 10⁹ ;
- trillion : 10¹² ;
- quatrillion : 10¹⁵ ;
- et quintillion : 10¹⁸.

Tant qu'on ne verra pas d'iceberg dans les Highlands...



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

Il en ressort que, contrairement à ce qu'avance M. C., un trillion français de dollars serait bien un quintillion américain.

En tout état de cause, nous nous sommes trompés, et c'est selon la convention latine que nous eussions dû, en effet, établir nos équivalences.

Mais il est vrai qu'un trillion de dollars, cela donne le vertige, en effet, mille milliasses de sabords !

...Et trois cents millions de dollars pour vérifier Einstein !

L'article ainsi titré, dans notre n° 894, nous a valu un courrier abondant et le plus souvent de très haut niveau. La relativité fait donc toujours recette. Plusieurs lettres discutent ou contestent une "expérience de pensée" qui illustre le caractère relatif du temps et de la simultanéité. Remettons-nous donc en mémoire l'expérience suivante : un voyageur se trouve juste au milieu d'un wagon dans un train qui se déplace à vitesse constante. Ce voyageur déclenche un flash ; pour lui, la lumière parvient aux deux parois avant et arrière du

wagon en même temps, puisqu'elle parcourt des distances égales.

Mais imaginons un autre observateur, extérieur celui-là, immobile sur le quai : il voit la lumière se diriger vers l'avant et l'arrière du wagon à la même vitesse, puisque la vitesse de la lumière reste constante, que l'on soit immobile ou pas par rapport à la source de lumière : c'est là le postulat d'Einstein. Mais pour cet observateur extérieur, entre l'instant où l'on déclenche le flash et l'arrivée des rayons lumineux, le wagon a avancé : l'avant du wagon s'est donc éloigné du lieu où le flash a été déclenché et la lumière a dû le "ratrapper", tandis que la paroi arrière se rapprochait au contraire du lieu d'émission et "allait à la

rencontre" de la lumière.

Autrement dit, vue du quai, la lumière parcourt un chemin plus long vers l'avant que vers l'arrière. Comme elle se déplace toujours à la même vitesse, la durée du trajet de la lumière n'est pas la même dans les deux sens : pour notre homme du quai, l'arrière du wagon a d'abord été éclairé, l'avant du wagon seulement ensuite. Ces deux événements ne sont donc pas simultanés du point de vue de l'observateur extérieur, sur le quai, alors qu'ils l'étaient pour le voyageur du train.

Conclusion : la simultanéité est relative, donc aussi l'écoulement du temps, et ceci en raison de l'invariance de la vitesse de la lumière.

Plusieurs lecteurs n'ont pas été du tout convaincus

...on ne verra pas de glaçons dans le Single Malt ABERLOUR.

Pour apprécier la richesse de son arôme boisé et l'équilibre de sa saveur, dégustez le Pure Single Malt Aberlour pur, sans glace.

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

par cette expérience de pensée. Bien évidemment, elle est totalement absurde : personne ne peut voir la lumière se déplacer, puisque sa vitesse est de 300 000 km par seconde ! (c'est sans doute un des inconvénients de ces expériences de pensée : elles font appel à notre bon sens et à la logique, mais cette simplicité est trompeuse car elles décrivent des situations abracadabrantes). M. P. A., de Muret, nous écrit : «L'expérience de pensée du train peut être menée avec le son, des projectiles... on aboutira toujours à une non-simultanéité aisément explicable». M. W., de Rodern va, si l'on peut dire, dans le même sens : «L'expérience décrite me semble tout à fait conforme à la physique classique : la lumière parvenant en même temps sur les deux parois, elle aura une distance plus longue à parcourir dans un sens que dans l'autre, le wagon ayant légèrement avancé entre temps. Aurais-je une fois de plus régressé dans ma compréhension de la relativité ? Je ne sais pas la nécessité pour le temps de s'écouler de diverses manières dans cette expérience !»

Contrairement à ce que pensent ces lecteurs, il existe bien une différence fondamentale entre la situation "classique"

et la situation "relativiste", c'est-à-dire, dans notre exemple, entre la lumière et les autres "projectiles". Imaginons l'expérience du train dans laquelle le voyageur n'aurait pas de flash, mais un revolver dans chaque main, et qu'il tire deux balles en même temps, l'une sur la paroi avant, l'autre sur l'arrière. Pour le tireur, les deux impacts seront simultanés puisqu'il est à égale distance de ces deux murs : là, il n'y a pas de différence entre la lumière et n'importe quel autre projectile – vu de l'intérieur du wagon.

Mettons-nous maintenant à la place de l'observateur immobile sur le quai. Si le train avance à 100 km/h, et que les balles sont tirées à x km/h, la balle qui se dirige vers l'avant, dans le sens de la marche du train, semblera se déplacer à $x + 100$ km/h vue du quai, tandis que la balle qui se dirige vers l'arrière, en sens contraire, ira à $x - 100$ km/h (on suppose la vitesse des balles constante pour plus de simplicité) : les vitesses des balles et du train s'ajoutent ou se retranchent comme le veut la physique classique. De plus, vue du quai, le train ayant avancé entre l'instant du tir et l'impact, la balle qui va vers l'arrière parcourt une distance plus courte que la balle qui se dirige vers l'avant. Mais la différence des vitesses des deux

balles compensant la différence des distances qu'elles parcourent, la durée du trajet de la balle est la même vers l'avant et vers l'arrière ! Les deux impacts se produisent donc simultanément pour l'homme du quai, comme c'était le cas pour le voyageur du train.

Autrement dit, en physique classique, les vitesses et les distances sont relatives au point de vue, mais pas le temps.

Mais lorsque la lumière entre en jeu, cela ne marche plus ! Car cette fois, on ne peut plus additionner la vitesse du train et celle de la lumière, comme on l'avait fait pour les balles de revolver : la vitesse de la lumière ne s'ajoute ni ne se retranche jamais, elle est invariante quel que soit le point de vue. Ce postulat, contraire à l'intuition, certes, mais chaque fois vérifié, est à la base de la relativité restreinte, et plus généralement du cadre spatio-temporel de la physique moderne. C'est peut-être difficile à avaler, mais c'est ainsi. Et de cette invariance découlent des conséquences tout aussi "choquantes" : puisque, vues du quai, les distances à parcourir ne sont pas les mêmes vers l'avant et vers l'arrière (ceci qu'il s'agisse de lumière ou de balles) alors que la vitesse de la lumière est toujours la même (ce qui n'était pas le cas avec les balles), les durées des

deux trajets de la lumière sont différents, et les impacts sur les parois sont décalés dans le temps. Autre-

ment dit : distances relatives et vitesse invariante impliquent temps relatif.

Cette notion de simultanéité relative n'est pas simple à appréhender : certains la refusent, tandis que d'autres, à l'inverse, trouvent «cette constatation tout à fait banale», comme P. A., déjà cité. Pour lui, la non-simultanéité n'est pas l'apanage de la relativité, et il nous objecte l'exemple suivant : la foudre et le tonnerre sont simultanés pour qui se trouve au milieu d'un orage, alors que ces événements semblent différés lorsque l'on s'en éloigne. Donc «deux événements simultanés pour un observateur ne le sont pas obligatoirement pour un autre ; les orages existaient à Florence au XVII^e siècle et un esprit aussi intelligent que Galilée avait sans aucun doute noté ce phénomène et en avait l'explication», conclut ce lecteur.

Mais dans son exemple, ce n'est pas la simultanéité de deux événements qui est en question, mais la perception de ces événements. L'éclair et le tonnerre sont bel et bien simultanés ; mais la lumière et le son ne se propagent pas à la même vitesse, la réception de ces deux signaux dépend effectivement de la distance. Entendre le tonnerre au cœur de l'orage ou bien à 3 km, cela ne constitue pas le même "événement" (de même pour la vision de l'éclair). Alors que, toujours dans notre exemple du train, nous parlons indiscutablement des deux mêmes événements – les deux impacts de lumière sur les parois – simultanés ou non selon qu'ils sont vus de l'intérieur ou de l'extérieur du wagon.

(suite du texte page 14)



FILM KODAK EKTACHROME

LE FILM QUI REFLETE FIDELEMENT VOTRE IMAGINATION.

Votre imagination n'a pas de limites, c'est pourquoi Kodak Ektachrome vous propose une gamme de diapositives aux sensibilités très très étendues, allant de 50 à 1600 iso. Kodak toujours un déclic d'avance.



La question de la perception embrouille encore les idées : car dans toutes ces "expériences de pensée", où l'on trouve des "observateurs", avec des "points de vue" qui dépendent des "systèmes de référence", on peut douter parfois si l'on parle de faits objectifs ou de perceptions subjectives. Le mot même de relativité entretient la confusion... Ajoutons encore, à propos de ces expériences de pensée, qu'il ne faut pas les prendre pour plus qu'elles ne sont : des images qui aident à l'explication (et parfois à l'"intuition", lors de la découverte), mais ne se confondent pas avec les théories elles-mêmes : le langage des théories est mathématique, donc plus complexe et aussi plus rigoureux.

Mais revenons à notre expérience, et à la différence entre perception et réalité. J.-M. B., de Toulon, pense que «*l'arrivée de la lumière sur les deux parois est simultanée pour l'observateur de l'intérieur et pour l'observateur de l'extérieur, même si ce dernier ne la voit pas au même instant*». J.-M. M., de Toulouse, dit la même chose : «*On peut penser que les deux événements sont bien simultanés pour les deux observateurs, même si celui du quai les perçoit de façon décalée*». La confusion vient du fait qu'on a voulu, dans un souci de "réalisme", indiquer comment les observateurs perçoivent les événements ; et pour ce faire, on a, dans l'article, imaginé des miroirs sur les parois du wagon, qui réflé-

chissent la lumière et la renvoient vers ces observateurs.

Mais du coup, nos lecteurs croient devoir tenir compte du trajet de la lumière jusqu'aux yeux des observateurs, ce qui complique inutilement les choses. Ainsi, P. A., de Muret, toujours, croit que : «*Si l'observateur lié au talus de la voie ferrée ne perçoit pas les deux éclairs en même temps, c'est que la lumière n'a pas parcouru la même distance après la réflexion sur les parois du wagon*». Or il n'en est rien : "vue" de l'extérieur, la lumière ne frappe pas en même temps les deux parois du wagon, c'est un fait, indépendamment de la manière dont, ensuite, les deux rayons lumineux arrivent à l'observateur. Les choses se passent ainsi, qu'il

y ait ou non un spectateur pour l'observer ! Celui-ci, pour en avoir le cœur net, peut faire le calcul en retranchant le temps mis par les rayons pour lui parvenir depuis les miroirs : il lui faudra se résoudre à la non-simultanéité de ces événements.

Quittons la relativité restreinte pour la relativité générale : une autre expérience de pensée heurte plusieurs lecteurs. La voici : dans l'espace interstellaire, une cabine fermée est tirée par une main invisible, ou un ange, avec une accélération constante égale à celle de la pesanteur. Un occupant de cette cabine n'a aucun moyen de savoir si celle-ci se trouve posée sur la surface de notre planète, ou si elle se déplace dans l'espace avec une accéléra-



tion constante, hors de toute gravitation : tout se passe de la même façon dans les deux situations, le passager sentira la même pression du plancher, par exemple. Cette identité de la gravitation et de l'accélération constitue le "principe d'équivalence" d'Einstein, qui est à la base de la théorie de la relativité générale.

Mais P. M., d'Aix-en-Provence, a une objection : si la cabine est tirée dans l'espace par une force lui donnant une accélération égale à celle de la pesanteur, «au bout de moins de cinq semaines, sa vitesse s'étant rapprochée de celle de la lumière, sa masse serait multipliée par un facteur 10 ou plus, et ses muscles ne pourraient plus le porter. Il saurait alors

pertinemment qu'il est soumis à un mouvement uniformément accéléré».

Dans ce raisonnement, ce lecteur a oublié de dire "d'où il parle", dans quel système il se situe. Si nous restons dans la cabine, nous n'avons aucunement conscience d'un accroissement de la vitesse : accroissement par rapport à quoi, puisque nous raisonnons dans le cadre de la cabine ? Si celle-ci atteint rapidement une vitesse proche de celle de la lumière, c'est par rapport à une référence extérieure. Dans la cabine, on "sent", ou on mesure l'accélération en pesant des objets, par exemple : et là, aucune différence avec la gravitation.

A propos de l'accroissement de la masse avec la vi-

tesse, il faut savoir que la masse d'un objet peut se décomposer en deux parties : sa masse au repos, et sa masse liée au mouvement. La masse au repos est la masse de l'objet dans un système où il est immobile ; elle mesure la quantité de matière dont est fait l'objet, indépendamment de tout mouvement, elle est par définition immuable, elle caractérise l'objet. S'y ajoute une composante liée au mouvement, qui ne joue que lorsque la vitesse de l'objet approche celle de la lumière. Mais le voyageur est au repos dans sa cabine, par conséquent il ne "ressent" que sa masse au repos, comme il la ressent sur Terre.

La question de la masse de la lumière semble tracasser,

à bon droit, certains lecteurs, à propos d'une troisième expérience fictive. Dans notre cabine tirée par un ange, un petit trou a été percé dans une des parois, par lequel pénètre un rayon lumineux. Plaçons-nous à l'extérieur de la cabine : celle-ci, étant animée d'un mouvement accéléré, aura avancé entre l'instant où le rayon lumineux pénètre dans la cabine et celui où il frappe la paroi opposée : dans la cabine, le rayon lumineux n'a donc pas une trajectoire droite, mais légèrement courbe. Mais que se passe-t-il si nous nous trouvons dans la même cabine posée sur le sol terrestre ? Le rayon lumineux qui la traverse est-il incurvé, ou bien rectiligne – auquel cas les deux situations ne seraient

FOR...



pas identiques dans la cabine et le principe d'équivalence s'écoulerait ?

Einstein avait avancé l'hypothèse que son principe restait valable : accélération et gravitation devaient être équivalentes, même vis-à-vis de la lumière, et en conséquence la lumière devait subir les effets de la gravitation, comme la matière. La courbure des rayons lumineux au voisinage des astres massifs lui a, depuis, maintes fois donné raison. Mais alors, écrit le Dr L. H. de Metz, «il existe un paradoxe que je n'arrive pas à m'expliquer. (...) la déviation des rayons lumineux serait due à la gravitation ?» D. L. de Vence, pose plus nettement le problème : «Si le photon n'a pas de masse (le photon étant la particule de lumiè-

re), comment expliquer la courbure du rayon lumineux près du soleil, par exemple ? Et s'il en a, alors tout s'explique !»

Le photon n'a pas de masse (du moins c'est ce qu'on pense dans l'état actuel de la physique) ; ou pour être plus précis, sa masse au repos est nulle. Mais le photon n'est jamais au repos, puisqu'il voyage à la vitesse de la lumière ! Par contre, le photon a une énergie (proportionnelle à sa fréquence). Or énergie et masse, en relativité, sont équivalentes... En résumé : même si le photon a une masse au repos nulle, il est néanmoins doté d'une certaine masse du seul fait qu'il a une énergie, ce qui explique que la force de gravitation agisse sur lui.



Une malheureuse affaire de milliers de roubles

De M. A. W., de Boulogne-Billancourt : «Dans le n°895, vous écrivez que le salaire d'un cosmonaute de la CEL, de 1 000 roubles au départ, a baissé de 750 % pendant son absence. S'il en était ainsi, il ne lui reste

plus que : $1\ 000 \times (1-750/100) = 6\ 500$, ce qui est effectivement très peu ! L'erreur provient probablement de ce que l'inflation a été de l'ordre de 750 % et que ce chiffre a été simplement traduit en perte de pouvoir d'achat. C'est admissible pour des inflations faibles, mais pas pour des inflations fortes.

Exact ! Mille excuses ! Pour

...DISCOVERY.*

CAMEL AVENTURE : DES SERVICES SUR L'AVENTURE. TAPEZ 36.15 CAMEL.

conserver son pouvoir d'achat, notre cosmonaute aurait dû bénéficier à son retour d'un salaire de 7 500 roubles, ce qui n'est pas non plus énorme...

Les vrais découvreurs de l'Amérique furent...des milliers

«En ce qui touche aux débats sur le fait de savoir si Colomb a été le premier à découvrir le Nouveau Monde, il faut rappeler qu'ils sont entachés d'euro-pécocentrisme, car les seuls "authentiques" découvreurs furent les Amérindiens, venus de Sibérie, il y a 15 000 à 30 000 ans, par le détroit de Behring», écrit M. M. de Montigny-le-Bre-

tonneux. Exact. Mettons 35 000 ans selon les données archéologiques les plus récentes.

«Je relève dans vos réponses aux lecteurs le rapprochement intéressant entre le grec "theos" et le nahuatl "teo", pour signifier "dieu". Mais de là à l'Atlantide, il y a un pas qu'on ne saurait franchir.» Justement, nous ne l'avons pas franchi. «Je pourrais vous donner de meilleures ressemblances, comme, en nahuatl, "tepe-tl" pour "montagne", en turc et préтурк "tep(e)", pour colline et en égyptien ancien, "tp", pour "tête". Vous n'avez pas songé à un lien linguistique qui ne proviendrait pas d'une relation par le côté atlantique, mais de

l'autre côté, de l'Eurasie vers l'Amérique, comme le laissent entrevoir les recherches de pointe de linguistes actuels, ainsi que des généticiens... Nous avons nous aussi, Français,

"nos" Indiens, ce qu'on oublie trop souvent; ce sont les Basques, qu'on traite avec bien du mépris, alors qu'ils sont peut-être les descendants directs des hommes du Paléolithique supérieur, et qui sont des cousins éloignés des Amérindiens, justement... On est en droit de se penser quand on étudie la langue basque, euzkara, dans le cadre du nostratique et du sino-caucasien, par exemple.»

Assurons ce lecteur que nous ne méconnaissons pas les Basques et les méprisons encore moins (pour quelle raison ?). Observons simplement que, si ce qu'avance ce correspondant s'avérait, la thèse caucasique, qui fait du basque une langue d'origine caucasienne, reprendrait de l'actualité.



CAMEL
Aventure

Jacqueline de Romilly, le grec, le latin... et le français !

M. J.-L. G., de Bettancourt-la-Ferrée, écrit, à propos de l'"Adieu à Démocratie !" dans notre n° 896 : «Alléché par "Le grec et le latin en voie de disparition...", au sommaire de votre n° 896, je me suis précipité sur l'article "Adieu, Démocratie", et bonjour le malaise, le doute, même. Le forum, aux lettres si tendancieuses et si savoureuses à la fois, s'étendrait-il dans ce numéro, jusqu'à la page 18 ? *Science & Vie*, revue d'information, est-il devenu une revue d'opinion, malgré sa déontologie qu'il ne fait pas bon mettre en doute ?...

»Je ne résiste pas au plaisir d'être de mauvaise foi devant la partialité de l'auteur. Aussi titrée soit-elle, Mme de Romilly remâche (du moins l'ai-je ainsi perçue) la même idée : pour acquérir sagesse et esprit scientifique, rien ne vaut le latin et le grec. Sa "preuve", "parce qu'ils étaient grecs il y a vingt siècles, ils étaient savants" (résumé volontairement caricatural), n'est pas logique... Les grands esprits, en écrivant dans leurs langues, contribuent sans le vouloir au rayonnement de ces dernières. Si la réciprocité s'avérait, il suffirait de se faire tomber une pomme sur la tête pour devenir un autre Newton !

»N'étant ni latiniste, ni helléniste, donc risquant de ne pas faire la différence entre un être humain parlant arabe, arabophone, et la peur de ma fille, arachnophobe, face à une araignée, qui ou quoi vais-je écraser ?

L'insecte ou la personne ? Le raciste ou le zoologiste serait-il mieux à même de faire le bon choix ?»

Confessons la délectation perverse que ces lignes, dont l'auteur reconnaît lui-même la mauvaise foi, nous ont value. La verve dans le dénigrement mérite d'être signalée. Mais il nous semble que ce lecteur doué n'a pas saisi le propos de Mme de Romilly : le latin et le grec, dit-elle en substance, et si elle nous autorise à la paraphraser, apprennent à penser clairement. Or, l'urgence d'un tel apprentissage s'accroît, comme on peut facilement le constater aujourd'hui. Tacite ni Thucydide ne tolèrent le verbiage qui sévit de plus en plus, au point d'obscurcir dangereusement les messages que ce verbiage est censé transmettre et qui n'entraînent que confusion et perte de temps. Le grec et le latin sont des langues de la précision et de l'économie, d'où leur immense pouvoir oratoire.

Quand notre lecteur écrit : «MON français, celui qui ne renie ni ses origines ni ses métissages, puise paradoxalement sa vitalité dans la phonétique malmenée, la

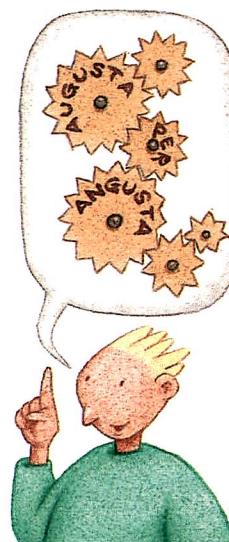
yntaxe bousculée et la grammaire maltraitée. Ce français-là doit subir la patience des modes et les déformations d'un long usage plutôt que rester "propre", sous peine d'être tué par la froideur des amoureux transis de la langue», il néglige le danger d'incompréhension qui pèse sur les échanges entre individus et l'appauvrissement de la pensée. Le charabia n'est pas nocif parce qu'il est impur, mais parce qu'il est inefficace et parce qu'il réduit de fait les informations échangées. La pureté n'est pas la froideur, bien au contraire, elle est la garantie d'une transmission correcte. Notre langue se réduit à un basic french du fait, non des modifications, mais des violations qui l'enténèbrent.

M. S. A., de Rouen, correspondant fréquent et de haut niveau, écrit, pour sa part : «Je suis étonné que Mme de Romilly, sans doute influencée à son insu par les détracteurs des études classiques... qualifie le latin et le grec de langues mortes. Techniquement parlant, une langue morte est celle qui a disparu sans laisser de descendance : ainsi du sumérien, qui a lentement été submergé par des langues sémitiques comme l'akkadien. Pourtant, les écoliers babyloniens ont continué pendant des siècles à faire des versions et des thèmes sumériens, contraints de manipuler de lourds dictionnaires en argile (on les a retrouvés). Plus près de nous, vers le IV^e siècle, le grec (qu'il faut écrire sans h), rameau oriental du germanique, est aussi une langue morte, puisqu'il n'a pas laissé de rejetons.

»Mais le latin et le grec ne sont pas des langues

mortes, puisqu'on les parle toujours en France, en Italie, en Espagne, en Roumanie, dans les Grisons... Le français n'est autre que du latin qui a pris une allure différente vers l'an 800 (serments de Strasbourg). Peut-on dire que la langue de Corneille, qu'un jeune homme d'aujourd'hui ne comprend plus dans toutes ses subtilités, n'est pas du français ?»

M. A. va un peu vite en besogne quand il prétend que le français ne serait que du latin qui a "pris une allure différente" : la langue parlée au moment des serments de Strasbourg (qui remontent à 842) est du bas-latin, dit roman commun, enrichi d'éléments divers, notamment germaniques. Le français actuel dérive d'un des dialectes d'oïl, le francien (du fait que Paris s'est imposée comme capitale) : ce n'est plus du latin, ou bien alors, il faudrait postuler que le français n'est que de l'allemand qui a "pris une allure différente", puisque l'un et l'autre sont des langues indo-européennes. La prononciation même en a complètement changé, du fait de l'érosion phonétique quasi-totale de l'accent tonique, qui a éliminé les flexions du latin. Comparer le français de Corneille (que toute personne un peu lettrée comprend fort bien, heureusement) au français d'aujourd'hui, en alléguant qu'il occuperait la place du latin par rapport au français du XVII^e siècle, c'est "galéjer". Les structures (grammaire, syntaxe, orthographe, vocabulaire) du français de Corneille sont identiques à celles du français d'aujourd'hui. Mais celui-ci n'a guère plus de structures du latin.





Préparez sérieusement votre avenir avec l'école Universelle



ETUDES SECONDAIRES

- Classe de 6e ■ Classe de 5e ■ Classe de 4e
- Classe de 3e ■ Brevet des collèges ■ Secondes
- Premières A.B.S. ■ Première G ■ Premières F1.F3.F8 ■ Terminales A.B.C.D.E. ■ Terminales G1.G2.G3 ■ Terminales F1.F3.F8 ■ Terminale H. BACCALAUREAT
- Baccalauréat : ■ A. Philosophie lettres ■ B. Economique et social ■ C. Mathématiques et sciences physiques ■ D. Mathématiques et sciences de la nature ■ E. Mathématiques et techniques ■ G1. Secrétariat ■ G2. Comptabilité ■ G3. Commerce ■ F1. Construction mécanique ■ F3. Electrotechnique ■ F8. Sciences médico-sociales ■ H. Techniques informatiques ■ Programme annuel pour toutes les matières ■ Cours de vacances.



ETUDES SUPERIEURES

- Examens d'accès aux études universitaires, examens A et B (admission des non-bacheliers).
- Etudes supérieures de droit : ■ Capacité en droit (accessible sans le baccalauréat) ■ D.E.U.G. de sciences économiques.
- Etudes supérieures de sciences : ■ D.E.U.G. section A et B ■ Etudes médicales : P.C.E.M. ■ 1ère année de pharmacie.
- Grandes écoles : ■ Classe de mathématiques supérieures M.M'P.P' ■ Entrée écoles vétérinaires ■ Entrée écoles supérieures de commerce ■ Entrée institut d'études politiques.



CARRIERES SOCIALES ET PARAMEDICALES

- Examens d'entrée dans les écoles : ■ Aides-soignante ■ Auxiliaire de puériculture ■ Moniteur éducateur.
- Infirmier(e) ■ Sage-femme (carrière médicale)
- Masseur ■ Ergothérapeute ■ Laborantin
- Manipulateur d'électroradiologie ■ Psychomotricien ■ Pédicure ■ Educateur de jeunes enfants
- Assistante sociale ■ Orthophoniste ■ Educateur spécialisé ■ D.E.F.A. (Fonctions d'animation).
- Ecoles de cadres infirmier(e)s.
- Préparation au C.A.P. d'employé de pharmacie.
- Baccalauréat F8.
- Secrétaire de médecin ■ Sténotactylo médicale.



FONCTIONNAIRE

Niveau B.E.P.C. : ■ Secrétaire comptable à la banque de France ■ Commis ■ Préposé P.T.T. ■ Agent d'exploitation P.T.T. ■ Gardien de la paix ■ Commis de mairie ■ Surveillant éts pénitentiaires ■ Agent recouvrement trésor ■ Agent de constatation impôts ■ Enquêteur de police ■ Commis des services pénitentiaires ■ Commis police.

Niveau baccalauréat : ■ Contrôleur des impôts ■ Contrôleur des P.T.T. ■ Inspecteur police nationale ■ Contrôleur de la main-d'œuvre ■ Secrétaire de préfecture ■ Contrôleur du trésor. Niveau D.E.U.G. : ■ Inspecteur des P.T.T. ■ Inspecteur des impôts ■ Rédacteur à la banque de France ■ Inspecteur du travail.

Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue

ORIENTATION CONSEILS
► Appelez le :
(1) 47.71.91.19



C.A.P. - B.E.P. - B.P. - BAC PRO - B.T.S. - D.P.E.C.F. - D.E.C.F.

- C.A.P. employé(e) de pharmacie ■ C.A.P. ESAC sténodactylo, employé(e) de bureau, employé(e) de comptabilité ■ C.A.P. banque ■ C.A.P. esthéticienne (stage pratique gratuit) ■ C.A.P. coiffure ■ C.A.P. couture ■ B.E.P. administration commerciale et comptable ■ B.E.P. communication administrative et secrétariat ■ B.P. banque ■ B.P. comptabilité ■ B.P. esthétique ■ Bac pro comptabilité bureautique.
- B.T.S. action commerciale ■ B.T.S. commerce international ■ B.T.S. comptabilité et gestion ■ B.T.S. tourisme loisirs ■ B.T.S. bureautique et secrétariat ■ B.T.S. communication et action publicitaires ■ B.T.S. informatique de gestion ■ B.T.S. esthétique ■ B.T.S. assurance ■ D.P.E.C.F. ■ D.E.C.F.



CULTURE GENERALE ET ARTISTIQUE

- Cours universel d'anglais avec cassettes ■ Allemand, espagnol, italien avec cassettes ■ Arabe ■ Russe ■ Américain ■ Examens de Cambridge ■ Diplôme européen d'anglais ■ Chambres de commerce étrangères ■ Interprète ■ Orthographe ■ Rédaction ■ Résumé de texte, analyse, commentaire.
- Histoire des civilisations ■ Mise à niveau mathématiques, physique, chimie ■ Perfectionnement culturel ■ Initiation à l'informatique ■ Pratique du micro-ordinateur ■ Cours de dessin et peinture ■ Dessinateur de mode ■ Dessinateur publicité ■ Illustrateur ■ Décorateur d'intérieur.
- Solfège ■ Etude piano, violon, guitare avec contrôle sonore sur cassettes ■ Ecriture musicale.

INSCRIPTION
MOMENT A TOUT
L'ANNEE

Bon pour une documentation gratuite :

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

M. Mme Melle

Nom..... Prénom.....

Adresse : N°..... Rue

Code postal _____ Ville..... Tél.....

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

Age Niveau d'étude Diplômes obtenus

Profession exercée (si vous êtes en activité):

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

Quelle formation avez-vous choisie ?

Adressez-nous ce Bon dès aujourd'hui à l'ÉCOLE UNIVERSELLE

28, rue Pasteur - 92551 SAINT-CLOUD Cedex. Tél.(1) 47.71.91.19

**ECOLE
UNIVERSELLE**

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

USV90

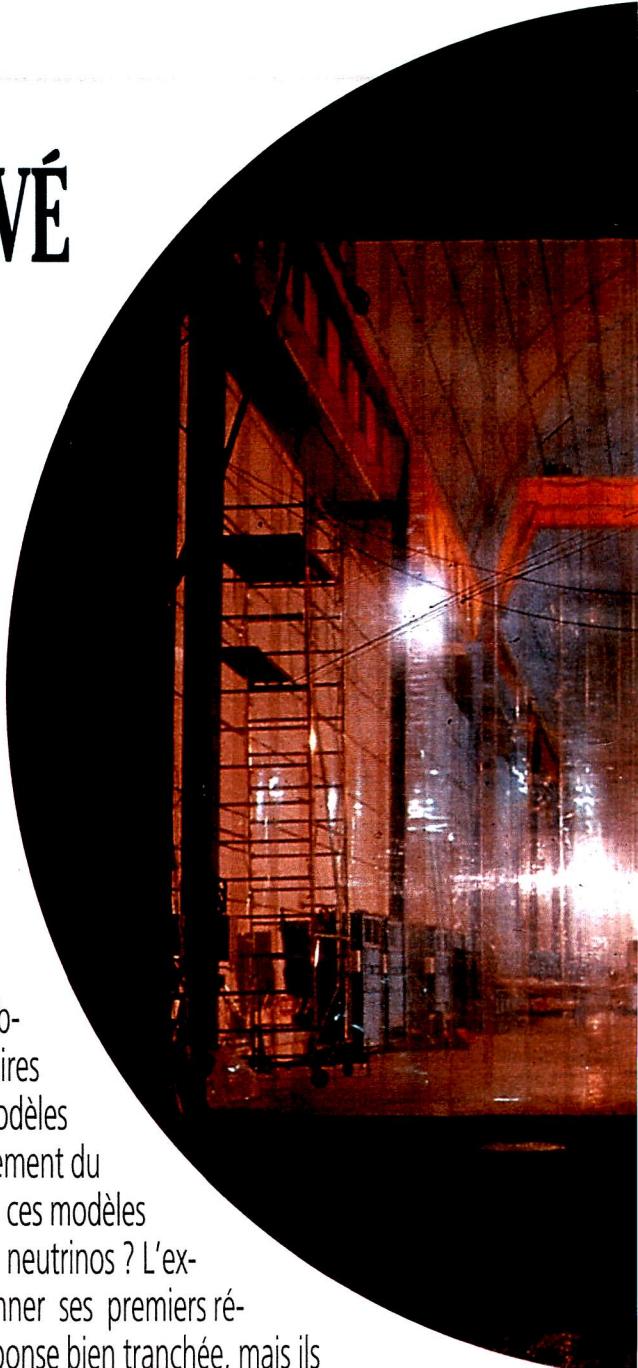
PAR DANIEL TARNOWSKI

ON A OBSERVÉ LE SOLEIL Sous 1 000 MÈTRES DE ROCHE

Dans notre numéro 874, nous décrivions une expérience en cours dans le tunnel du Gran Sasso (photos ci-contre), en Italie, qui devait enfin résoudre une énigme fondamentale: pourquoi on n'observe pas autant de neutrinos solaires que la quantité prévue par les modèles théoriques décrivant le fonctionnement du Soleil. Fallait-il remettre en cause ces modèles ou revoir notre connaissance des neutrinos ? L'expérience en question vient de donner ses premiers résultats : ils n'apportent pas de réponse bien tranchée, mais ils permettent d'avoir des idées un peu plus précises sur la solution du mystère.

Voir le Soleil à travers une montagne : loin d'être une idée farfelue, c'est le très sérieux objectif d'une expérience de pointe en recherche scientifique. Cette expérience, baptisée Gallex, est installée dans une immense galerie souterraine percée sous le massif du Gran Sasso, en Italie. Elle réunit les compétences de dizaines de chercheurs – chimistes, physiciens, astrophysi-

ciens – de laboratoires allemands, français, italiens, israélien et américain. Son objectif est de détecter le plus étrange des "rayonnements" émis par le Soleil : un flux de particules appelées neutrinos, véritables passe-murailles qui se jouent des obstacles placés sur leur chemin et défient depuis un quart de siècle les scientifiques, qui ont toutes les peines du monde à les détecter sur Terre.





Le message de ces énigmatiques neutrinos est exceptionnel : lui seul nous renseigne directement sur les conditions régnant à l'intérieur même

du Soleil, dans le noyau central de l'étoile, là où se trouve la fantastique machinerie qui produit toute l'énergie solaire. Mais pour voir l'intérieur du Soleil, grâce aux neutrinos qui nous parviennent de son cœur, il faut d'une part un détecteur d'une extrême sensibilité et d'autre part l'isoler de toute source de rayonnement parasite. C'est pourquoi il a été installé dans le laboratoire souterrain du Gran Sasso, protégé par le blindage naturel de plus de 1 000 m de roche qui arrête tout, sauf les neutrinos.

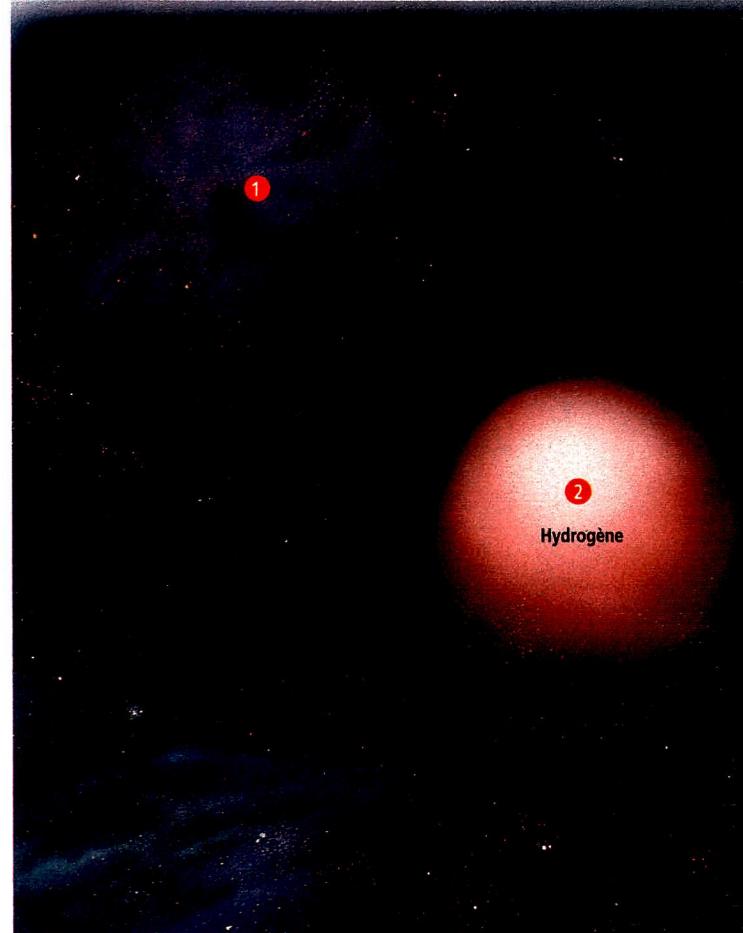
Un an après la mise en service effecti-
ve, l'expérience Gallex vient de donner ses premiers résultats. L'information qu'elle nous apporte sur l'intérieur du Soleil est encore un peu trouble. Elle confirme cependant l'existence d'une énigme vieille de bientôt vingt-cinq ans : le nombre de neutrinos détectés est nettement inférieur à celui que prédisent les modèles théoriques décrivant le fonctionnement interne du Soleil. De façon plus précise, seulement deux tiers des neutrinos attendus sont effectivement détectés par Gallex. La différence est considérable mais pas suffisante pour établir avec certitude l'origine de ce déficit. En fait, deux grandes hypothèses restent ouvertes : soit les modèles du Soleil sont à revoir, soit notre connaissance des neutrinos est en cause. Dans les deux cas, le verdict final sera lourd de conséquences. En poursuivant leur expérience pendant plusieurs années, les chercheurs de Gallex vont progressivement affiner leur résultat. Ils gardent ainsi l'espérance de trancher entre les deux hypothèses et de savoir enfin qui, du Soleil ou des neutrinos, est responsable du mystère des neutrinos solaires.

La notion-clé derrière toute cette saga est celle de réactions nucléaires. Des réactions qui, comme leur nom l'indique, se déroulent entre les noyaux des atomes. Quand on évoque les mots de réactions nucléaires, on pense tout de suite à la bombe atomique, à Tchernobyl, à des images de catastrophe



et de destruction. En fait, ces réactions sont aussi un outil de construction de la matière. Sans elles, il n'y aurait rien d'autre que de l'hydrogène dans l'Univers, c'est-à-dire les atomes les plus simples, ceux dont le noyau est formé en tout et pour tout d'un unique proton. Ce sont les réactions nucléaires qui fabriquent le deutérium, isotope lourd de l'hydrogène dont le noyau est formé d'un proton et d'un neutron. Puis l'hélium avec ses deux protons associés, suivant les isotopes, à un ou deux neutrons. Et ainsi de suite avec le lithium, le beryllium, le bore, le carbone, l'azote, l'oxygène... La liste est longue : en tout, 92 éléments naturels jusqu'à l'uranium dont l'isotope le plus stable contient la bagatelle de 92 protons et 145 neutrons étroitement associés, "collés" les uns aux autres, en un même noyau atomique. Sans compter les transuraniens, éléments radioactifs artificiels...

Tous ces éléments sont formés de proche en proche par une série de réactions nucléaires qui ont commencé leur ouvrage dans les premiers instants de l'Univers et le poursuivent aujourd'hui encore au cœur des étoiles. Plusieurs paramètres et grandeurs physiques gouvernent une même réaction nucléaire. Mais l'énergie joue le rôle essentiel. Sous une apparence compliquée, cela n'a en fait rien d'extraordinaire. Lâchez par exemple cette revue (de préférence après l'avoir lue, SVP), et laissez-la tomber sur le sol. Quelle est la grandeur physique qui gouverne son mouvement ? L'énergie : en l'occurrence l'énergie gravitationnelle de la revue, c'est-à-dire celle qu'elle possède du fait de sa position dans le champ gravitationnel de la Terre. Laissée à elle-même, la

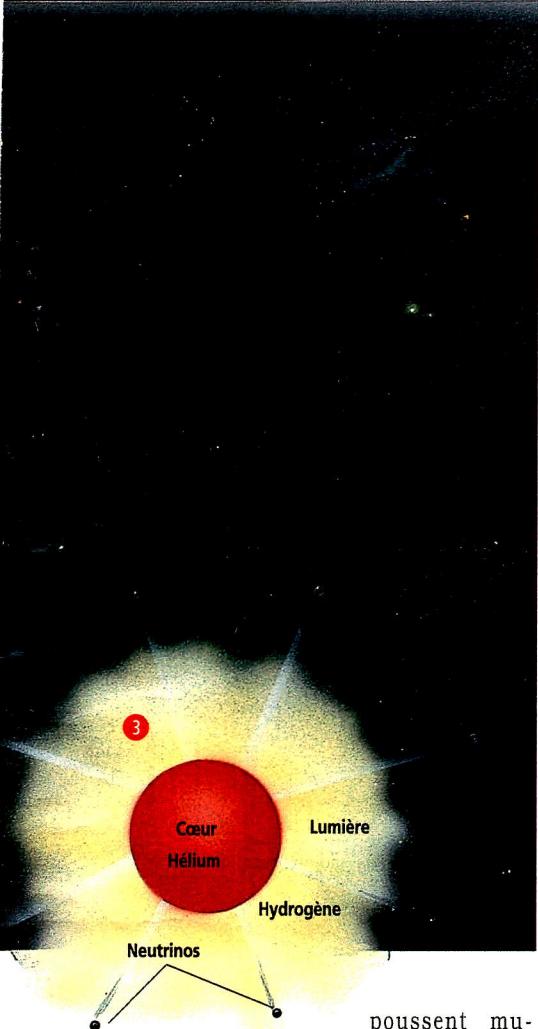


Le soleil, c'est de la lumière et des neutrinos

C'est dans ces deux émissions, en effet, que passe toute l'énergie produite au cœur de l'astre du jour. Comme toute étoile, notre Soleil est né de la lente contraction d'un nuage d'hydrogène (1) s'effondrant sur lui-même. Sous l'effet de la force de gravitation, la pression augmente au sein de l'énorme boule de gaz qui prend forme (2), et la température s'élève. Lorsque celle-ci franchit le cap de plusieurs millions de degrés, une série de réactions s'amorcent entre les noyaux d'hydrogène et conduisent à la formation d'hélium 4. L'énergie dégagée par le cycle des réactions nucléaires est transformée à 98 % en lumière – c'est-à-dire en rayonnement électromagnétique (qui va de l'infrarouge aux rayons X et gamma en passant par la lumière visible) –, et les 2 % restants s'envolent sous forme de neutrinos (3).

revue évolue vers son état d'énergie le plus bas, jusqu'à ce que quelque chose l'arrête. L'avantage de cet exemple, c'est d'être visuel. Avec les noyaux atomiques, cela devient plus abstrait. En outre, ce n'est pas l'énergie gravitationnelle qui intervient, mais celle qui met en jeu les forces nucléaires. Toutefois, l'idée reste la même.

Imaginez deux protons et deux neutrons, tous les quatre séparés les uns des autres. Puis rassemblez-les pour former un noyau d'hélium 4 : vous obtenez alors un système dont le niveau d'énergie est plus bas que dans l'état initial. La réaction nucléaire est donc possible. Tout le problème est de vaincre la résistance des deux protons qui se re-



ment le reconstituer, est donc le suivant. Au départ, un nuage d'hydrogène qui se contracte progressivement sur lui-même, sous l'effet de la force de gravitation. L'étoile prend forme. En son cœur, la pression augmente de plus en plus et la température s'élève. Jusqu'à ce que s'amorcent les réactions nucléaires qui transforment l'hydrogène en hélium. La description complète de toutes ces réactions est affaire de spécialiste. Nous n'en présenterons donc pas ici les détails. Disons simplement que la voie royale (mais non la seule) pour former un noyau d'hélium 4 à partir de quatre protons, c'est-à-dire quatre noyaux d'hydrogène, est celle qui passe successivement par la formation du deutérium, puis de l'hélium 3. Avec, comme sous-produit incontournable, l'émission d'un neutrino : nous y voilà !

Les neutrinos sont des particules en tout point étonnantes. D'abord, ce sont de vraies particules élémentaires : c'est-à-dire qu'elles n'ont pas de constituants internes. Ce sont des grains ultimes de matière, des objets qui figurent parmi les plus fondamentaux de l'Univers. La deuxième caractéristique remarquable des neutrinos est la souveraine simplicité de leur comportement. Ces particules sont en effet électriquement neutres et ne sont donc pas sensibles à la force électromagnétique qui s'exerce entre les particules chargées (comme l'électron ou le proton, par exemple). Les neutrinos ne sont pas non plus sensibles à la force nucléaire qui assure la cohésion des noyaux atomiques.

Ils ne réagissent en fait qu'aux sollicitations d'une troisième force : l'interaction faible (encore appelée "force nucléaire faible" ou tout simplement "force faible"). La caractéristique principale de cette interaction est son manque de vigueur, sa faible intensité. Conséquence : les neutrinos n'interagissent que "faiblement" c'est-à-dire très peu souvent avec n'importe quel autre type de particules qu'ils peuvent croiser sur leur chemin. Ceux émis par le Soleil sont ainsi capables de traverser les couches externes du Soleil sans être notablement affectés par cette randonnée. De même la Terre, qu'ils peuvent facilement traverser de part en part, ne constitue pas un réel obstacle pour la plupart d'entre eux. Seule une infime partie des neutrinos solaires sont absorbés par toute cette quantité de matière qui se trouve sur leur chemin. En un mot, les neutrinos sont de véritables passe-murailles, extrêmement difficiles à détecter. C'est leur troisième caractéristique.

Conséquence de cette conséquence : les neutrinos sont des particules qui restent encore aujourd'hui en grande partie mystérieuses. C'est leur

poussent mutuellement sous l'effet de leur charge électrique. Pour cela, il faut les amener suffisamment près l'un de l'autre pour que la force nucléaire qui assure la cohésion des noyaux atomiques entre en action.

C'est là où la température intervient. Elle a pour effet de communiquer aux particules une agitation thermique qui les fait se cogner les unes contre les autres. Plus la température est élevée, plus les chocs sont violents. Si bien qu'ils finissent par vaincre la répulsion mutuelle des protons et amener deux d'entre eux suffisamment près l'un de l'autre pour qu'avec deux neutrons ils forment un noyau d'hélium 4.

Le même principe est à l'œuvre dans les étoiles, avec cependant deux différences. D'abord, au point de départ des réactions il n'y a que des protons : ceux des noyaux d'hydrogène. Ensuite pour former un noyau d'hélium 4, plusieurs étapes sont nécessaires : les particules entrent en collision deux par deux et non pas quatre par quatre. Mais dans ses grandes lignes, le scénario reste le même. Avec, en plus, la gravitation qui intervient pour porter le cœur de l'étoile à la bonne température.

Le film des événements, tel qu'on peut finale-

quatrième caractéristique, celle qui fait tout leur charme aux yeux des chercheurs. Alors que les électrons, les protons et de nombreuses autres particules n'ont plus guère de secrets pour les physiciens, les neutrinos gardent toujours un fort parfum de mystère. Personne ne connaît, par exemple, la valeur exacte de leur masse alors que, pour toute nouvelle particule, c'est généralement l'un des premiers résultats connus. Malgré de nombreuses tentatives – et de sensationnelles découvertes annoncées, mais non confirmées – les scientifiques ne s'accordent jusqu'à présent que sur un point : la masse d'un neutrino est si petite qu'elle n'est pas actuellement mesurable. Serait-elle complètement nulle ? C'est possible, mais la plupart des théoriciens pensent aujourd'hui que non (nous verrons plus loin pourquoi).

Revenons aux neutrinos qui nous intéressent : ceux émis par le Soleil. Ces neutrinos solaires ne seraient peut-être restés qu'une curiosité si les astrophysiciens n'avaient pas élaboré par ailleurs une description théorique très détaillée du fonctionnement interne du Soleil. Il s'agit de ce qu'on appelle un modèle d'évolution stellaire. D'une part, parce qu'il ne concerne pas uniquement le Soleil mais aussi tout autre type d'étoile en activité, d'autre part parce qu'il décrit non seulement leur fonctionnement, mais aussi leur évolution, c'est-à-dire leur histoire. Un tel modèle prend en compte l'ensemble des réactions nucléaires qui se déroulent au cœur d'une étoile, ainsi que les phénomènes physiques qui en résultent : production d'énergie, transport de cette énergie vers la surface, émission de lumière.

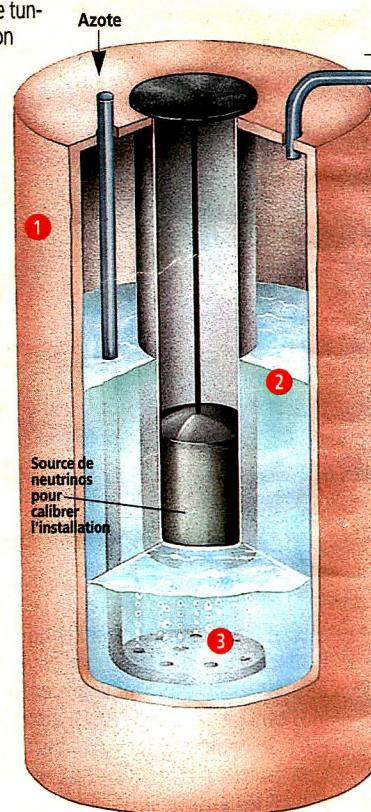
Avec ce modèle, les théoriciens peuvent calculer avec une étonnante précision les valeurs – en un point quelconque du Soleil – de la température, de la densité, de la pression, de la proportion d'éléments légers (hydrogène, hélium) ou d'éléments plus lourds (carbone, azote, oxygène, etc.). Ils peuvent aussi calculer le nombre de neutrinos produits, l'énergie qu'ils emportent (c'est-à-dire leur vitesse initiale), quel que soit le type de réaction concernée (il y en a plusieurs). Tous calculs faits, on obtient ainsi le nombre total de neutrinos qui parviennent jusqu'à la Terre : 65 milliards par centimètre carré et par seconde. Autrement dit, chaque seconde, 65 milliards de neu-

LE NEUTRINO PASSE (PRESQUE)

Un seul atome de germanium par jour dans trente tonnes de gallium : c'est l'unique trace laissée par le passage incessant des neutrinos solaires qui traversent la Terre – et donc l'installation de l'expérience Gallex dans le tunnel de Gran Sasso – à raison de 65 milliards par centimètre carré et par seconde ! Pour enregistrer les passages, les expérimentateurs s'arment de patience : ils laissent tranquillement s'accumuler le germanium dans une cuve de 8 m de haut et 4 m de diamètre (1) contenant du chlorure de gallium liquide (2). Lorsqu'un neutrino est absorbé par un noyau de gallium, ce dernier se transforme en noyau de germanium radioactif.

Le germanium est produit sous la forme d'un composé volatil, le chlorure de germanium ($GeCl_4$). Toutes les trois semaines, une circulation d'azote (3) entraîne ces molécules vers un piège : une colonne contenant de petits tons de verre (4). De l'eau pure y circule de haut en bas et

capture le chlorure de germanium, tout en laissant s'échapper l'azote, qui, lui, y circule de bas en haut. Dans une deuxième étape, le chlorure de germanium est transformé en un gaz (de l'hydrure de germa-



trinos traversent en particulier chaque centimètre carré de notre corps. Faites le compte : au bout d'une journée, cela devient phénoménal. C'est pourtant parfaitement inoffensif puisque, encore une fois, la plupart de ces neutrinos (nous verrons plus loin quelques ordres de grandeur) ne provoquent aucune réaction dans la matière qu'ils rencontrent sur leur chemin.

Jusque-là rien d'alarmant. Mais les scientifiques sont des gens d'une curiosité insatiable. Ils ont voulu mesurer le nombre de neutrinos solaires effectivement reçus sur Terre. Ce faisant, ils se

SANS LAISSER DE TRACE

nium), que l'on introduit dans un petit compteur. Chaque compteur est laissé plusieurs mois dans un blindage de plomb, lui-même placé dans une cage de Faraday (5) où les rayonnements parasites sont

réduits au minimum pendant toute la durée de la mesure de radioactivité du germanium. Le principe de cette mesure est le suivant : chaque désintégration du germanium produit une lueur caractéristique qui est amplifiée et transformée en impulsion électrique (6). Le comptage des impulsions permet de connaître le nombre de désintégrations et donc le nombre de neutrinos capturés.

tendu. Où est l'erreur ? Pendant longtemps, les spécialistes ont pensé qu'elle résidait dans une limitation expérimentale de la méthode de détection mise en œuvre par Davis. Celle-ci repose en effet sur une propriété des noyaux de chlore 37, qui peuvent être transformés en argon 37 sous l'impact (et l'absorption) d'un neutrino. En connaissant d'une part la probabilité (faiblissime) qu'une telle réaction se produise et en mesurant d'autre part la quantité d'argon produit dans un réservoir de chlore, on en déduit le nombre de neutrinos incidents.

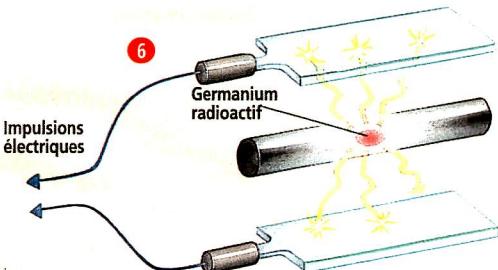
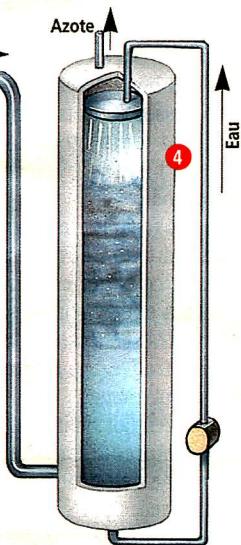
Malheureusement, la réaction des neutrinos sur le chlore a le défaut de présenter un seuil en énergie relativement haut. Cela signifie que seuls les plus énergétiques des neutrinos solaires sont susceptibles de transformer cet élément en argon. Par conséquent, la mesure ne porte pas sur l'ensemble des neutrinos mais sur une toute petite fraction d'entre eux. La portée de son résultat est donc limitée d'autant. C'est la même chose, par exemple, dans le cas d'un sondage d'opinion. Si le nombre de personnes interrogées est trop faible, le résultat qui s'en dégage n'est pas forcément significatif.

Qu'à cela ne tienne ! Les scientifiques sont non seulement des gens curieux, mais aussi des gens tenaces. Une deuxième génération d'expériences a vu le jour dans les années 1990. Toujours suivant le même principe général, mais en utilisant cette fois du gallium à la place du chlore. Par capture d'un neutrino, le gallium 71 se transforme en effet en germanium 71.

Avantage : le seuil en énergie de cette réaction est nettement plus bas donc franchissable par un bien plus grand nombre de neutrinos.

Inconvénient : le gallium est un élément chimique beaucoup plus rare sur Terre que le chlore. Et pour voir l'action des neutrinos sur le gallium, c'est-à-dire pour obtenir une quantité de germanium mesurable, il faut exposer plusieurs dizaines de tonnes de gallium au flux de neutrinos solaires.

Deux expériences au gallium ont été pourtant mises en service : l'une dans l'ancienne Union soviétique, l'autre en Italie. La première est une collaboration russe-américaine baptisée SAGE (Soviet American Gallium Experiment). Nous en avons parlé dans un récent numéro de *Science & Vie* (n°



sont lancés sans le savoir dans une aventure qui dure depuis un quart de siècle et connaît toujours de nouveaux rebondissements. Car le nombre de neutrinos détectés est nettement inférieur à celui qu'on s'attend à trouver d'après les calculs théoriques. C'est dans cette différence que réside l'éénigme des neutrinos solaires.

Le premier indice de cette éénigme a été donné par une expérience mise en service en 1968 par l'Américain Raymond Davis et ses collaborateurs du Brookhaven National Laboratory. Résultat : un taux de neutrinos trois fois plus faible que celui at-

893, février 1992, p. 14). La seconde est une collaboration principalement européenne qui comprend des laboratoires allemands, français et italiens avec une participation de laboratoires israélien et américain. Baptisée Gallex (pour *Gallium Experiment*), elle est installée dans un laboratoire souterrain spécialement aménagé pour abriter des expériences de ce type, dans une vaste galerie du tunnel autoroutier qui traverse les Apennins, sous le massif du Gran Sasso, à 120 km au nord-est de Rome. Plus de 1 000 m de roche protègent ainsi l'expérience de l'action des rayons cosmiques pouvant produire dans le détecteur les mêmes atomes de germanium que les neutrinos.

Trois chiffres montrent bien l'ampleur du défi expérimental relevé par les chercheurs de Gallex. D'abord, le nombre de neutrinos solaires reçus par leur détecteur, soit 65 milliards par cm^2 et par seconde. Ensuite, la quantité de gallium contenue dans ce détecteur : 30 tonnes. Enfin le nombre de réactions qui en résulte : une par jour, en moyenne. Autrement dit, sur la quantité astronomique de neutrinos qui traversent chaque jour les 30 t de gallium du détecteur, seul l'un d'entre eux provoque la formation d'un atome de germanium. A ces chiffres éloquents, il faut en ajouter un quatrième qui est tout simplement le résultat obtenu : seulement deux tiers des neutrinos attendus, suivant les prédictions des modèles théoriques du Soleil, sont effectivement détectés par l'expérience. Donc le désaccord persiste.

Deux grandes explications sont possibles : soit les modèles théoriques surestiment le nombre de neutrinos produits à l'intérieur du Soleil, soit un phénomène nouveau, lié à la physique des neutrinos, intervient pour diminuer le nombre de ceux effectivement "vus" par Gallex. Dans le premier cas, il faudrait alors réajuster les paramètres du modèle – par exemple baisser la température dans la région centrale du Soleil – en les "tirant" au maximum pour obtenir une diminution du nombre des neutrinos produits. C'est un procédé peu élégant et relativement arbitraire. Alors que la deuxième hypothèse nous mettrait en face d'une propriété nouvelle des neutrinos, un effet lié à leur masse (nous y reviendrons !) et à leur identité. C'est nettement plus excitant ! Mais de quoi s'agit-il exactement ?

Nous avons vu que les neutrinos sont des particules réellement élémentaires, c'est-à-dire sans constituants internes. Or de tels objets vraiment fondamentaux ne sont pas si nombreux. Le proton et le neutron, par exemple, ne sont pas élémentaires, ils sont formés de quarks, corpuscules encore plus petits qu'eux. On connaît en fait deux

grandes familles de particules élémentaires :

- les constituants de la matière, c'est-à-dire les "briques" fondamentales de l'Univers ;
- les porteurs d'interaction, qui jouent un rôle de "ciment" en véhiculant les forces physiques fondamentales.

Nous ne parlerons dans ce qui suit que des premières – c'est déjà un vaste sujet.

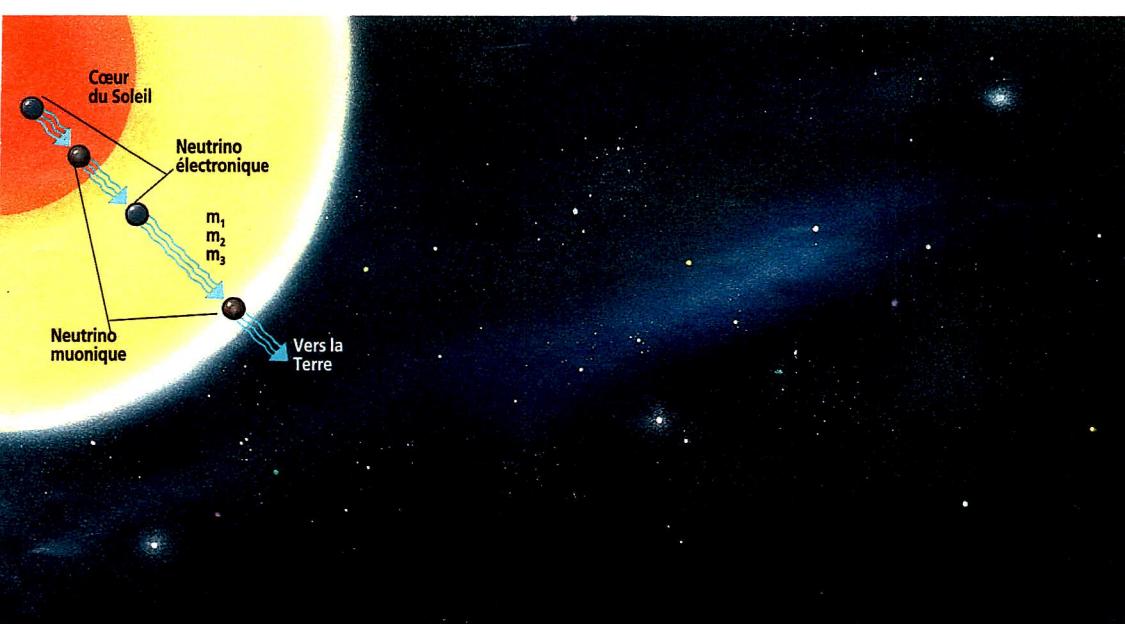
On peut résumer la situation, telle qu'on la connaît aujourd'hui, en disant qu'il existe trois fois quatre constituants élémentaires de la matière. Bien sûr, au total, cela fait douze. Mais ces douze "briques" – là ont entre elles des liens de parenté croisés qui conduisent à les classer en trois "rangées" – les physiciens disent trois "générations" – de quatre particules. Chaque groupe de quatre étant bâti sur le même modèle.

La première génération est formée de deux quarks, de l'électron et du neutrino. Les deux quarks, baptisé "u" et "d" sont ceux qui entrent dans la composition des protons et des neutrons. Autrement dit, avec cette première génération de constituants de la matière, on retrouve déjà la plupart des objets connus : noyaux et atomes.

La deuxième génération n'est en fait qu'une réplique de la première. Elle comprend, en effet, deux autres quarks, un autre type d'électrop et un autre type de neutrino. Mais avec, pour chacun des trois premiers éléments, une masse plus élevée que celle de leurs homologues de première génération. Idem pour la troisième génération, dont les deux quarks et l'électron sont respectivement encore plus lourds.

Pourquoi ces trois générations ? Les physiciens ont bien lancé quelques idées mais aucune n'a mérité jusqu'à présent d'être retenue. Donc, pas d'explication. Les spécialistes se bornent pour le moment à constater le fait et à prendre la nature comme elle est, avec ses trois générations de constituants de la matière, en attendant de pouvoir déchiffrer ce puzzle.

La différence de masse d'une génération à l'autre apparaît le plus clairement entre l'électron et ses deux homologues moyen et lourd : le muon (électron de deuxième génération) et le tau (troisième génération). L'électron est, en effet, environ 200 fois plus léger que le muon, qui est lui-même 18 fois plus léger que le tau. Pour les quarks, les chiffres sont différents mais l'idée est la même : les quarks de la première génération sont plus légers que ceux de la deuxième génération, qui sont eux-mêmes plus légers que ceux de la troisième. Restent les neutrinos ; nous avons vu qu'on ne connaît pas leur masse, mais par analogie les



LES NEUTRINOS BROUILLENT LES PISTES

Dans tous les romans policiers, le lecteur découvre la solution de l'éénigme au dernier chapitre. En ce qui concerne l'éénigme des neutrinos, plusieurs solutions restent en lice, qu'il faudra départager. La plus excitante fait appelle aux oscillations de neutrinos: ceux produits au cœur du Soleil se transformeraient, avant d'arriver sur Terre où un détecteur les attend, en neutrinos d'une autre espèce.

ce, celle-là totalement invisible par ce détecteur. Sous cette apparence simplifiée se cache un mécanisme déroulant: un neutrino individuel, lorsqu'il se déplace, serait en fait un mélange de trois particules de masses différentes. C'est l'évolution des composants de ce mélange, au fur et à mesure du déplacement, qui provoque la transformation progressive des neutrinos d'une espèce en une autre.

La "touche finale" qui rend cette explication pertinente est un phénomène d'amplification des oscillations de neutrinos dans leur traversée du Soleil, qui conduit quantitativement au déficit observé par Gallex et d'autres expériences comparables (voir dans *Science & Vie* "Mystère dans le Soleil", n° 874, p. 14, et "L'intérieur du Soleil dévoilé par les neutrinos", n° 893, p. 14).

physiciens pensent que celle du premier est inférieure à celle du deuxième et à celle du troisième qui serait le plus lourd.

Le deuxième volet de cette curieuse structuration en générations successives se manifeste dans le comportement général des particules, qui ont toutes une tendance prononcée à interagir avec des partenaires de la même génération. Imaginez les habitants d'un immeuble. Au rez-de-chaussée, les particules (élémentaires ou composites) de première génération : ce sont les plus légères et les plus répandues dans la nature. Au premier étage, les particules de deuxième génération, celle des "poids moyens". Au deuxième étage, les "poids lourds" de troisième génération. Comme chacun sait, dans un immeuble, et malgré les escaliers, il y a souvent peu de contacts d'un étage à l'autre !

Bref, tout cela pour dire que nos trois neutrinos ne sont pas égaux devant la matière car celle-ci est essentiellement constituée d'électrons, de protons et de neutrons. Donc des particules élémentaires ou des particules formées d'éléments de la première génération. Seul le neutrino "électronique"

(donc de première génération) interagit avec eux. Or ceux formés dans le Soleil sont bien, au départ, des neutrinos de ce type, "électronique". Au départ seulement, car au fur et à mesure qu'ils voyagent dans l'espace, ils vont subir ce qu'on pourrait appeler une "crise d'identité".

Pour le comprendre, récapitulons. Nous avons d'un côté trois neutrinos : électronique, muonique et tauique. Et de l'autre trois masses, disons m_1 , m_2 , m_3 , supposées différentes les unes des autres. Le bon sens voudrait qu'il y ait une correspondance directe entre une identité et une masse. Mais pour les neutrinos, ce n'est pas le cas ! Quand l'un d'entre eux est créé, par exemple dans une réaction au centre du Soleil, il est de type électronique. En revanche, dès qu'il se déplace, il "oublie" cette identité et se comporte en fait comme un cocktail de trois neutrinos de masse m_1 , m_2 , m_3 . Mieux, les proportions du cocktail évoluent en fonction de la distance parcourue. Si bien que son identité "potentielle" change constamment : tantôt électronique, tantôt muonique ou tauique. C'est ce phénomène qu'on appelle "oscillation de neutrino" (voir encadré ci-dessus). Un phénomène

(suite du texte page 163)

PAR MARCEL CONTIG

DEUX NOUVELLES LETTRES DANS L'ALPHABET GÉNÉTIQUE

Une équipe de chimistes a réussi à ajouter deux lettres à l'alphabet génétique. Dans un tube à essai, un "super-gène" utilisant ce nouvel alphabet a dirigé la synthèse d'une protéine qu'aucune cellule vivante ne serait capable de réaliser. Les biotechnologies seraient-elles en train de faire craquer le code génétique utilisé par tous les êtres vivants, et qui a résisté à 3,5 milliards d'années d'évolution ?

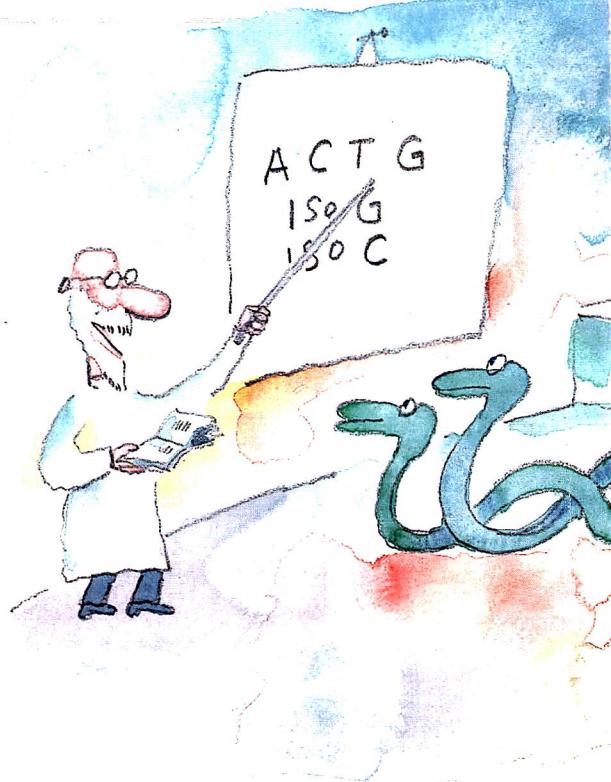
A, C, G et T sont les quatre lettres de l'alphabet génétique des êtres vivants. A elles seules, elles suffisent pour inscrire dans le génome de toute cellule vivante le code permettant à chaque organisme de fonctionner et de transmettre ses caractéristiques à sa descendance. Ces lettres sont les initiales de quatre molécules chimiques, les bases adénine, cytosine, guanine et thymine, qui se succèdent le long de l'ADN⁽¹⁾. Un gène est un tronçon spécifique d'ADN, et porte le code de fabrication d'une protéine donnée, constitué par

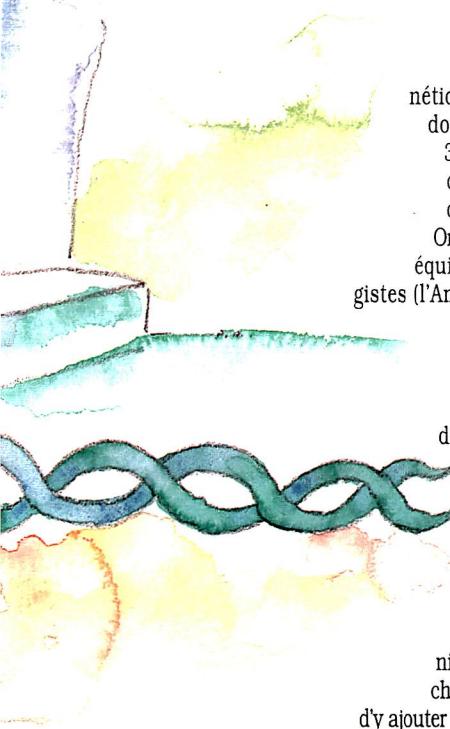
le nombre de bases que compte ledit gène et l'ordre dans lequel elles se succèdent. Ces bases sont lues par la machinerie cellulaire par groupes de trois, et chacun de ces "mots" génétiques, ou triplets, correspond à un acide aminé bien précis.

En déchiffrant ainsi triplet après triplet le code porté par un gène, la cellule assemble l'un après l'autre les acides aminés correspondants (qui nagent dans le cytoplasme) pour former une protéine. Les protéines, qui sont donc des chaînes faites d'un certain nombre d'acides aminés, sont les briques de base de tout organisme vivant : elles sont partout, dans tous les tissus, aussi bien comme constituants de leur structure (membrane et intérieur des différents types de cellules) que comme agents de leur fonctionnement (insuline, différents sucs digestifs, etc.)

Cet alphabet chimique fondamental (A, C, G, T) des êtres vivants ne s'est probablement pas modifié depuis l'apparition des premières cellules sur Terre. Le code gé-

(1) On compare traditionnellement la double hélice d'ADN à une échelle torsadée : les deux brins, constitués d'une succession d'acides et de sures, sont représentés par les deux montants de l'échelle ; et les bases par les barreaux, chaque barreau étant constitué d'une paire de bases. Un barreau est toujours constitué de l'association adénine-thymine ou cytosine-guanine. Ainsi, une base adénine sur un brin de la double hélice aura toujours en face d'elle, sur l'autre brin, une base thymine, et vice et versa. De même, une base cytosine aura toujours en face d'elle une base guanine, et vice versa. Lorsque les deux brins de la double hélice sont séparés (en laboratoire, cela se fait par échauffement), puis remis en présence l'un de l'autre, ils se réapparient selon ce principe de complémentarité des bases.





nétique actuel a donc résisté à 3,5 milliards d'années d'évolution. Or voilà qu'une équipe de biologistes (l'Américain Richard Chambon, de l'université de Californie, et le Suisse Steven Brenner, du Laboratoire de chimie organique, à Zürich) a entrepris d'y ajouter une paire de lettres supplémentaire.

Une véritable révolution!

C'est un peu comme si l'on se mettait à ajouter à l'alphabet français une douzaine de lettres nouvelles, pour permettre à notre langue de prononcer tout un tas de sons (qui existent dans d'autres langues, telles que le russe, l'arabe, l'espagnol pour ne prendre que celles-là) qui lui sont impossibles actuellement. En matière scientifique, nous verrons plus loin que pareille démarche est, elle, loin d'être absurde.

Pour apprécier la portée, mais aussi les limites de cette troublante manipulation, examinons d'abord quelque peu en détail le fonctionnement du code génétique, utilisé, rappelons-le, par tous les êtres vivants, de la bactérie à l'homme.

L'ADN des gènes est le support du code génétique. Qui dit code, dit système destiné à représenter et à transmettre de l'information. L'information, dans le cas présent, concerne la fabrication des protéines, lesquelles, nous l'avons vu, sont des chaînes d'acides aminés disposés dans un ordre bien déterminé, caractéristique de la protéine en question.

Il existe vingt acides aminés différents, apportés à l'organisme par l'assimilation, c'est-à-dire la transformation des aliments dans l'intestin. Vingt acides aminés, c'est très largement suffisant pour fabriquer toutes les protéines dont a besoin un organisme vivant, avec leurs différentes propriétés. En effet, si on prend comme base de calcul une protéine de 50 acides aminés, on peut obtenir 20^{50} arrangements différents. Or, une protéine faite de 50 acides aminés est une très pe-

titie protéine. L'hémoglobine, protéine des globules rouges qui fixe l'oxygène, est faite de 574 acides aminés, et la myosine, l'une des protéines contractiles du muscle, en compte 4 500. La moyenne se situe autour de 1 000 acides aminés.

En laboratoire, la synthèse d'une protéine, même petite, est une opération complexe et difficile. Pourtant, la cellule, elle, la réalise en quelques secondes. C'est dire l'efficacité de la machinerie cellulaire. Pour cela, elle a besoin de deux choses : d'une part, des informations, à savoir quel acide aminé, puis quel autre et ainsi de suite ; d'autre part, d'un mécanisme capable, à partir de ces informations, d'assembler la protéine en question. En d'autres termes, il faut un plan de fabrication, à savoir la succession des triplets (ACG, TAG, GAT, etc.), et une équipe de montage, ici la machinerie cellulaire (voir encadré p. 30). Pour prendre une autre image, on peut dire que les triplets sont les mots du code génétique, correspondant chacun à un acide aminé, et le gène la phrase entière correspondant à une protéine.

Nous avons vu que le nombre de protéines différentes pouvant être fabriquées à partir des vingt acides aminés est colossal. Or les êtres vivants les plus complexes n'utilisent qu'une petite partie de cette diversité potentielle portée par leur alphabet génétique naturel. On comprend maintenant que l'élargissement de cet alphabet abordé au début de cet article ne vise pas à apporter une fonction supplémentaire aux êtres vivants. Son but est ailleurs. D'un point de vue pratique, il permettra de fabriquer des molécules nouvelles d'utilité médicale ou industrielle, ou bien d'incorporer différents "traceurs" facilement repérables au sein des protéines naturelles à des fins d'analyse. Du point de vue de la recherche, la démarche est encore plus intéressante : en sciences expérimentales, il est courant de "détriquer" un mécanisme pour mieux comprendre son fonctionnement normal, ou pour étudier son évolution au fil du temps.

Pour élargir le code génétique, il existait deux stratégies possibles : attribuer un sens nouveau à certains triplets redondants ou agrandir l'alphabet génétique.

Attribuer un sens nouveau aux synonymes. A partir des quatre lettres du langage génétique (A, T, C, G, donc), on peut former 64 triplets différents. Or, les organismes vivants ne connaissent que 20 acides aminés. A quoi servent alors les 44 triplets en surabondance ? Comme toute langue, le langage génétique comporte des synonymes, c'est-à-dire que plusieurs triplets différents peuvent coder pour le même acide aminé. A l'alanine, par exemple, correspondent les triplets CGA, ou CGG, ou encore CGT, ou enfin CGC. En profitant de cette redondance, on pouvait concevoir de changer d'affectation un certain nombre de triplets redondants, pour les faire désormais correspondre à de nouveaux acides aminés inconnus des organismes vivants. Mais une telle straté-

gie imposerait un chamboulement du code actuel : certes, l'alphabet chimique de l'ADN n'aurait pas été modifié et la phrase que contient chaque gène serait la même ; mais la lecture de cette phrase par la machinerie cellulaire donnerait une protéine différente. Les mots resteraient exactement les mêmes, mais ils n'auraient plus la même signification. Un peu comme si on lisait en anglais l'adjectif français "sensible". En français, il signifie "perceptible par les sens" ou "qui s'émeut facilement" ; en anglais, il veut dire "sensible" ou "sage". Ce n'est plus du tout la même chose. Bref, les gènes écrits avec l'ancien

code ne seraient plus lisibles avec le nouveau.

Agrandir l'alphabet de l'ADN. L'introduction de 2 nucléotides supplémentaires dans l'ADN permettrait le codage de 216 acides aminés au lieu des 64 possibles actuellement (6^3 au lieu de 4^3 , puisque l'on a un alphabet à 6 lettres au lieu de 4). On ne modifierait pas alors le code existant, mais on y ajouterait simplement de nouveaux triplets et leurs traductions respectives en acides aminés : les anciens gènes resteraient lisibles avec le nouveau code.

C'est cette dernière stratégie qui a été choisie par

DU PLAN DE MONTAGE À LA PIÈCE FINIE, LES PRINCIPALES ÉTAPES DE LA

La synthèse d'une protéine s'effectue hors du noyau, dans le cytoplasme de la cellule. C'est là qu'aura lieu la lecture des triplets du plan de fabrication contenu par le gène codant pour cette protéine. L'information inscrite sur l'ADN (1) doit donc sortir du noyau. C'est le rôle de l'ARN messager (ARNm), substance très proche de l'ADN, constituée elle aussi de nucléotides associant un phosphate, un sucre et une base. A trois différences près. La première est que le sucre n'est plus le désoxyribose comme dans l'ADN (acide désoxyribonucléique), mais le ribose, d'où le nom d'acide ribonucléique (et d'où le sigle ARN). La seconde est que l'une des quatre bases, la thymine, y est remplacée

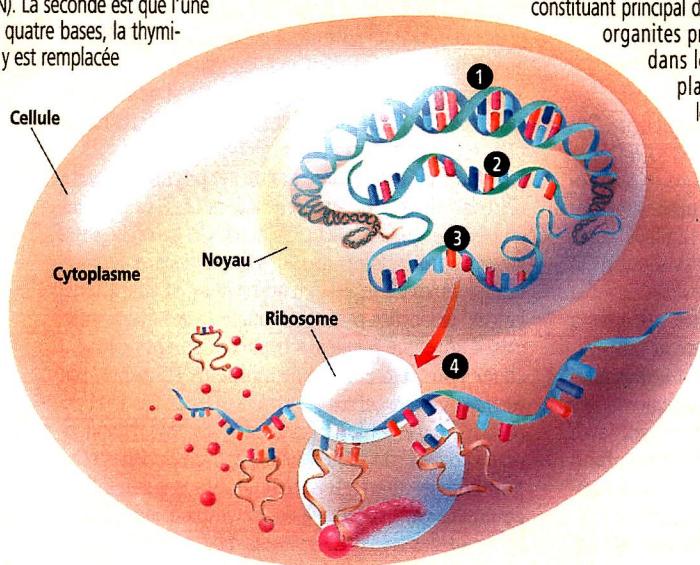
par l'uracile. Si bien que les quatre lettres du code utilisé par l'ARNm ne sont plus A, C, G, T, mais A, C, G, U. Enfin, la molécule d'ARN est une chaîne mono-brin (et non pas double-brin comme l'ADN).

La traduction du message et sa transmission hors du noyau se fait de la manière suivante. Une enzyme, la transcriptase, "ouvre" la double hélice d'ADN sur toute la longueur correspondant à un gène. Sur l'un des deux brins ainsi séparés, viennent alors se placer des nucléotides libres d'ARN (fabriqués en permanence dans la cellule) selon le principe de complémentarité (voir note 1 dans l'article). La séquence d'ARN ainsi

produite est dite complémentaire de la séquence d'ADN, et l'information contenue dans le fragment d'ADN a été transcrise dans ce fragment d'ARN. Cet ARN, appelé transcript primaire (2), subira éventuellement plusieurs modifications – essentiellement des raccourcissements – qui en feront un ARN messager mature (3).

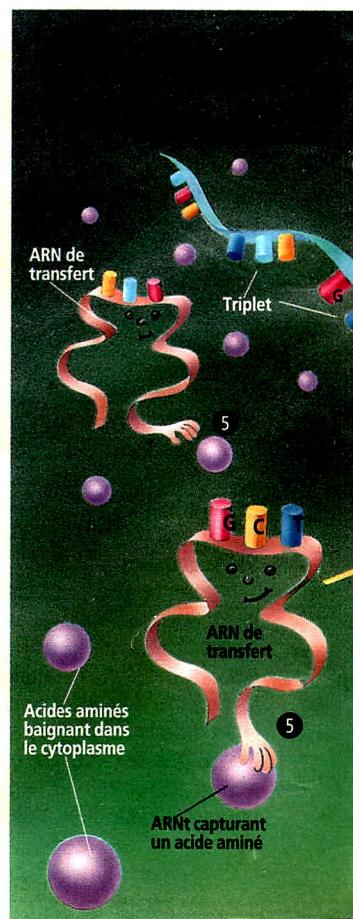
La chaîne d'ARN messager terminée traverse la membrane qui isole le noyau et passe dans le cytoplasme (4) de la cellule. Là, deux autres types d'ARN et un type d'enzyme vont intervenir dans le processus qui aboutira à la formation de la protéine:

- L'ARN ribosomique. C'est le constituant principal de petits organes présents dans le cytoplasme : les ribo-



somes. Leur fonction : avancer d'un triplet à la fois le long de l'ARN messager, et organiser le travail des différents ARN de transfert.

- Les ARN de transfert. Ce sont des molécules en forme de trèfle dont l'une des feuilles reconnaît directement les triplets de l'ARN messager. Il existe un



l'équipe de Chamberlin et Benner. Cette équipe a mis au point une nouvelle paire de nucléotides possédant les mêmes propriétés que les 4 nucléotides existants : être capable de s'intégrer au sein d'une molécule d'ADN tout en maintenant la possibilité de s'apparier à un autre brin d'ADN pour permettre la constitution de la fameuse double hélice. Cette nouvelle paire de nucléotides fut baptisée iso-C et iso-G (des dérivés de la cytosine et de la guanine, deux des quatre nucléotides naturels).

Mais ce n'était, là, que le commencement du processus ; il restait à rendre possible toute la suite des événements :

lecture de l'ARNm par les ribosomes, recherche des acides aminés par les ARN de transfert, assemblage des acides aminés à la queue leu leu pour former une protéine.

- Les chercheurs ont fabriqué un super-ARN messager synthétique comportant un super-triplet complémentaire, en l'occurrence isoG-A-C.
- Ensuite, ils ont synthétisé un ARN de transfert capable de lire ce triplet isoG-A-C.
- Puis, ils ont synthétisé un acide aminé n'existant pas dans la nature, la iodotyrosine.

• Jusqu'ici, tous les éléments sont prêts pour que la machinerie cellulaire fasse son travail de lecture du triplet et de recherche de l'acide aminé correspondant. Tous les éléments sauf un. Dans la cellule, nous l'avons vu, c'est une enzyme (l'aminocycl ARNt synthétase) qui met le bon acide aminé sur le bon ARN de transfert (voir dessin ci-contre). Or, on ne sait pas fabriquer une telle enzyme au laboratoire. La machinerie cellulaire ne pouvant pas, de ce fait, effectuer ce travail, les chercheurs américain et suisse ont dû accrocher chimiquement la iodotyrosine à l'ARN de transfert synthétique. Du coup, les

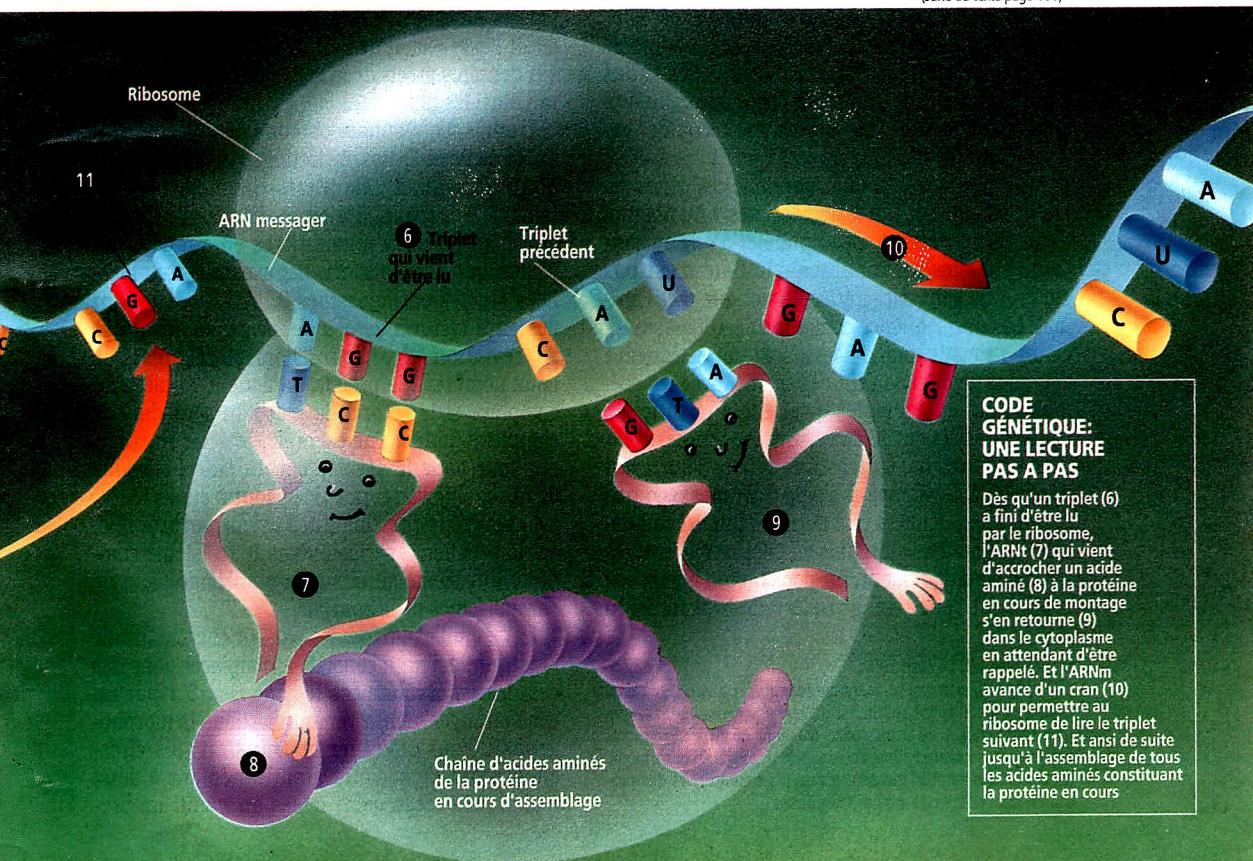
(suite du texte page 160)

FABRICATION D'UNE PROTÉINE

ARNt pour chaque triplet. Le rôle des molécules d'ARNt est en effet d'aller capter les acides aminés (5) éparpillés dans le cytoplasme et de les amener jusqu'aux ribosomes.

• Les aminoacyl-ARNt synthétase. Ce sont des enzymes (elles ne figurent pas sur nos dessins) qui accrochent à la tige

du trèfle de l'ARNt l'acide aminé correspondant au triplet en cours de déchiffrage. Là aussi, une enzyme pour chaque acide aminé. Ce sont donc, en définitive, ces enzymes qui assurent le respect final du code génétique en choisissant le bon acide aminé pour chaque ARN de transfert. (voir l'article).



PAR PIERRE ROSSION

LES GÈNES ARCHITECTES

Selon la position qu'ils occupent dans l'embryon, les gènes du développement confèrent aux cellules des architectures différentes. A preuve, en inhibant un seul de ces gènes, des chercheurs de l'Institut Pasteur ont obtenu des souris présentant des anomalies des côtes, de la colonne vertébrale et du système nerveux.

D'abord découverts chez la drosophile, puis chez la souris et chez l'homme, les gènes architectes recèlent les plans du Créateur. Analogues d'une espèce à l'autre, ils sont à l'origine de l'organisation du développement de tous les animaux de la Terre (il semble que la morphogénèse des végétaux fasse appel à d'autres mécanismes). D'un amas de cellules indifférenciées, issues des divisions successives d'un ovule fécondé, ces gènes sont capables de faire une mouche ou une truite, une grenouille ou un héron, une souris ou un éléphant, bref, de découper tous les patrons des animaux vivants.

Mais qu'arrive-t-il lorsque ce message est supprimé ou illisible ? Pour le savoir, une équipe de chercheurs, Hervé Le Mouellic, Yvan Lallemand et Philippe Brûlet, de l'unité de génétique cellulaire à l'Institut Pasteur, ont induit une "coquille" expérimentale dans le texte génétique (1).

Avant toute chose, que sont donc ces gènes architectes, appelés aussi homéogènes ? Au nombre d'une dizaine chez la drosophile et d'une soixantaine chez les mammifères – la liste n'est pas close –, ils sont caractérisés, quel que soit l'animal, par une séquence commune de 180 bases (2), connue sous le nom d'homéobox. Cette séquence est apparue dans la nuit des temps, avec les premiers animaux complexes, et elle a ensuite été transmise telle quelle aux nouvelles espèces.

Si on la retrouve inchangée aujourd'hui, c'est parce qu'à l'évidence il s'agit d'un message primordial, qui donne à une masse cellulaire indifférenciée une forme organisée, compatible avec la vie. Schématiquement, on pense que l'homéobox produirait l'ébauche grossière de tout individu

(quatre membres, une tête, une queue... par exemple), à charge aux séquences de l'homéogène, situées de part et d'autre de l'homéobox, de peaufiner les "détails", de manière qu'un chimpanzé ne ressemble pas à un tigre du Bengale ou à un loup des Carpates, que les membres se différencient en nageoires, en ailes ou en pattes selon que l'on a affaire à un poisson, à un oiseau ou à un quadrupède.

L'homéobox commande la synthèse d'une séquence protéique de soixante acides aminés, incluse dans la protéine codée par l'homéogène au complet (3). L'ensemble des protéines produites par les homéogènes, les homéoprotéines, contrôlerait l'expression de certains gènes en se fixant sur des sites précis de la molécule d'ADN et dirigerait ainsi les différentes étapes du développement.

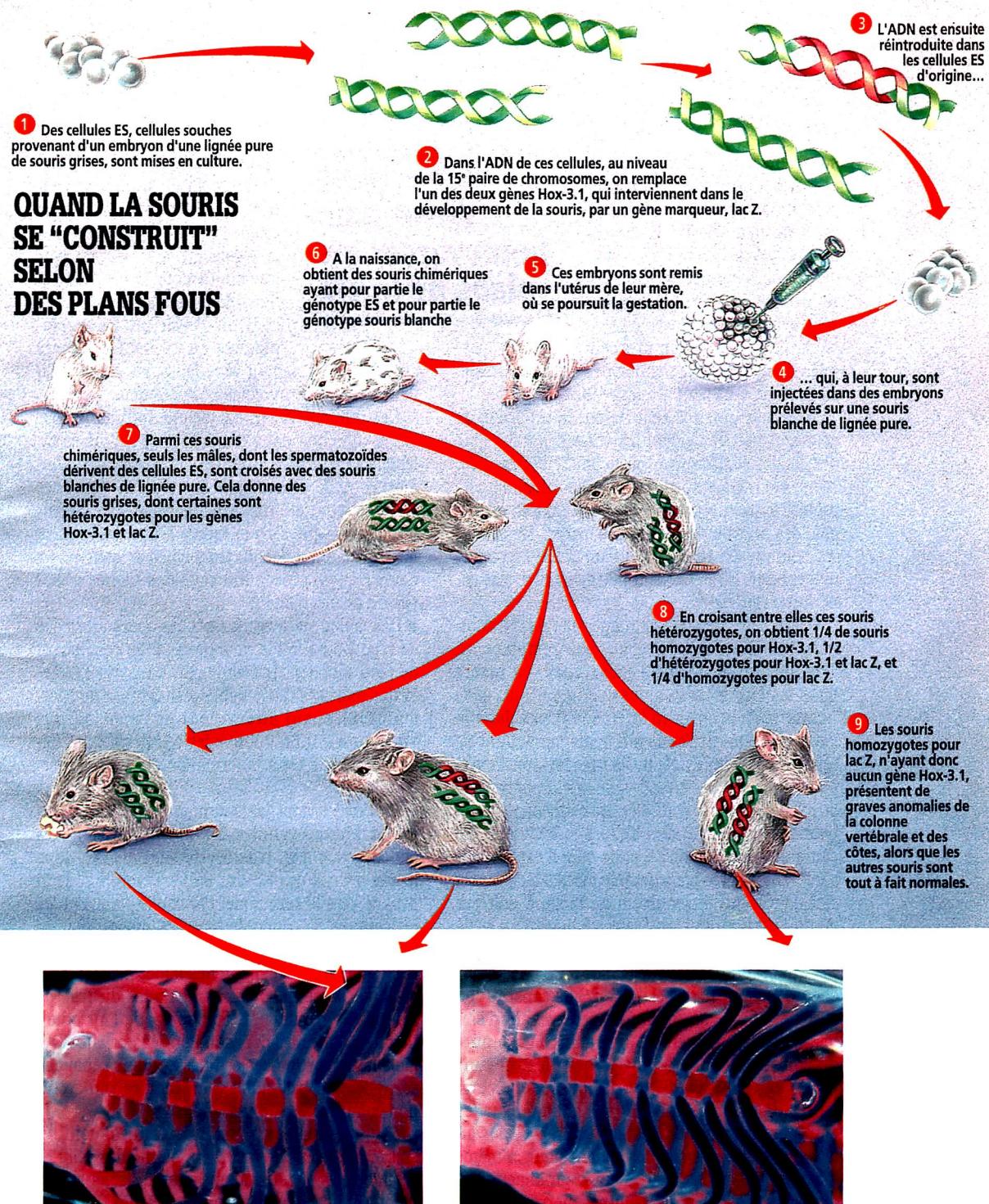
D'après les résultats obtenus dans les laboratoires de Peter Gruss, à Göttingen (Allemagne), de Frank Ruddle, à Yale (Etats-Unis), et de Dado Boncinelli, à Naples (Italie), les homéogènes se regroupent chez les mammifères en quatre complexes, qui, chez la souris par exemple, sont localisés sur les chromosomes 2, 6, 11 et 15. Pour désigner chacun de ces homéogènes on utilise l'abréviation "Hox" (pour homéobox) suivie de deux nombres : le premier indique le numéro du complexe et le second, la place du gène dans le complexe donné. Par exemple, le gène Hox-3.1, impliqué dans le développement morphologique de la colonne vertébrale de la souris et sur lequel les chercheurs de l'Institut Pasteur ont travaillé, est le premier gène isolé dans le troisième complexe (lui-même situé sur la quinzième paire de chromosomes de la souris).

La "coquille" introduite par les chercheurs de l'Institut Pasteur a consisté à remplacer dans des cellules embryonnaires le gène Hox-3.1 par un gène étranger, n'intervenant pas dans la morphogénèse. Pour effectuer ce transfert, les chercheurs ont eu recours simultanément à deux techniques récemment mises au point. La pre-

(1) Cell, vol. 69, 17 avril 1992.

(2) Les bases, au nombre de quatre (adénine, cytosine, guanine, thymine), constituent l'alphabet du langage génétique, avec lequel sont écrits, sous forme codée, les plans de la vie : la couleur des yeux, par exemple. Voir notre article page 28 de ce numéro.

(3) Les acides aminés, qui sont les unités constitutives des protéines, sont codés chacun par trois bases.



mière utilise des cellules souches embryonnaires, les cellules ES (*Embryonic Stem Cells*), qui sont totipotentes, c'est-à-dire encore capables de donner naissance à tous les types de tissus de l'organisme. Ces cellules, prélevées dans la masse cellulaire interne d'embryons indifférenciés (ou blastocystes) de souris, sont cultivées en

présence d'un facteur de croissance. On les introduit ensuite dans la cavité d'un blastocyste provenant d'une autre lignée de souris. N'ayant pas la même signature génétique que leur hôte, on va pouvoir suivre leur devenir.

Les cellules ES colonisent les tissus en formation dans l'embryon. Environ 80 % des embryons

survivent à cette manipulation et jusqu'à 90 % des survivants sont chimériques, c'est-à-dire qu'ils ont pour partie des tissus originaires des cellules ES provenant de la culture et pour partie des tissus dont les cellules sont issues du blastocyste receveur. La contribution des cellules ES dans la composition des différents tissus de ces chimères peut atteindre 90 %.

Mais, surtout, ces cellules ont la propriété de coloniser non seulement les ébauches à l'origine des tissus somatiques (peau, muscles, os, foie, reins, etc.), mais aussi, et en proportions importantes, le tissu reproducteur ou germinal, à l'origine des spermatozoïdes et des ovules. De ce fait, les cellules sexuelles héritent, au moins en partie, du génotype ES et peuvent le transmettre aux générations suivantes.

Grâce à la seconde technique, dite de recombinaison génétique homologue, on remplace un gène par un autre. En l'occurrence, on insère dans les chromosomes des cellules ES un gène "marqueur" étranger (n'intervenant pas dans le développement de l'embryon, mais permettant de repérer les cellules où il est présent), en lieu et place du gène intervenant dans la morphogenèse, que l'on se propose d'étudier. De cette manière, on peut savoir où et quand s'exprime ledit gène au cours du développement, et de quoi il est responsable. Un progrès considérable sur les techniques classiques, qui introduisent au hasard, soit par micro-injection, soit par l'intermédiaire d'un virus vecteur, le gène étranger dans l'embryon.

Dans la pratique (voir dessin p. 33), les chercheurs ont utilisé des cellules ES de constitution chromosomique XY, c'est-à-dire provenant d'embryons génétiquement mâles, d'une lignée pure de souris à pelage gris. Ces cellules, comme toutes les cellules de souris, possèdent vingt paires de chromosomes. Rappelons que sur les deux chromosomes d'une même paire se trouvent des gènes dits homologues codant pour la même fonction. Ainsi, chez notre souris, sur chacun des deux chromosomes de la quinzième paire il y a, entre autres, un exemplaire du gène Hox-3.1. En outre, comme ces cellules proviennent d'une lignée grise homozygote, le gène codant pour cette couleur est présent en deux exemplaires, ou allèles, identiques.

Sur l'ADN de la quinzième paire de chromosomes de ces cellules de souris, les chercheurs ont excisé (à l'aide d'une enzyme de restriction)

On peut désormais bouleverser les plans de la vie

l'un des deux gènes Hox-3.1 et l'ont remplacé par un autre, extrait de la bactérie *Escherichia coli*, le gène lac Z, qui code pour la β -galactosidase, une enzyme intestinale dont la fonction est de digérer le lactose, sucre contenu dans le lait. En ne remplaçant qu'un seul des deux gènes Hox-3.1 par un gène lac Z, les cellules ES deviennent hétérozygotes pour ces deux gènes.

Ces cellules ES ont été ensuite introduites par micro-injection dans des blastocystes mâles ou femelles extraits de l'utérus d'une lignée pure (homozygote) de souris blanches albinos. Puis, ces embryons ont été réinjectés dans le sein de leur mère, pour que s'y poursuive la gestation. A la naissance, on a obtenu trois types de souriceaux chimériques, présentant tous des taches grises sur un pelage blanc :

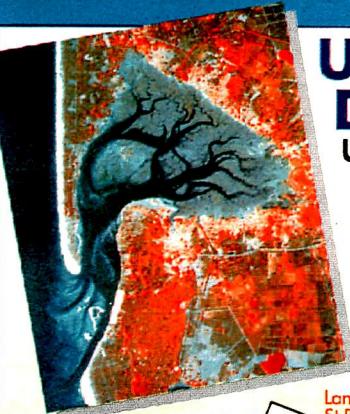
- Des mâles qui produisaient des spermatozoïdes de type ES en faible pourcentage. Ils résultait de l'introduction de cellules ES dans des blastocystes mâles (XY). Ce faible pourcentage de spermatozoïdes, qui atteint tout de même parfois 40 %, provient du fait que les cellules ES ont faiblement participé à la formation de la lignée germinale.
- Des mâles dont les spermatozoïdes dérivait en totalité des cellules ES injectées. Ces mâles étaient issus d'un blastocyste femelle (XX), dans lequel les cellules ES ont induit l'évolution de la gonade vers le sexe mâle. Par conséquent, seules les cellules XY, donc de type ES, ont pu donner des spermatozoïdes.
- Des femelles, ainsi que des mâles stériles dont certains présentaient des anomalies du tractus génital. Ils résultait, eux aussi, de l'introduction de cellules ES (XY) dans un blastocyste (XX), mais la proportion des cellules ES dans l'ébauche sexuelle était trop faible pour induire son évolution complète vers le sexe mâle.

Seuls les mâles chimériques fertiles, dont les spermatozoïdes dérivait en totalité des cellules ES injectées, ont été retenus pour les expériences. Ils ont été accouplés avec des femelles de lignée blanche albinos. Les petits issus de ces croisements étaient uniformément gris car le caractère gris est dominant sur le caractère albinos. La moitié d'entre eux était homozygote pour Hox-3.1 (présents sur les deux chromosomes) et l'autre moitié était hétérozygote pour ce gène, c'est-à-dire que Hox-3.1 et lac Z étaient tous deux présents.

La dernière étape a consisté à croiser ces souris

UNE IMAGE FANTASTIQUE DE VOTRE REGION

Une image Spot pour voir autrement la région où vous habitez, le "coin" qui vous est cher. Fleuves, plaines, montagnes, villes, tout y est...



Visuel 48 x 48 cm
Poster format total
50 x 60 cm.
Impression couleurs
sur papier 250 g.
Pelliculage 1 face.
Livraison standard
en tube carton. 130F.



Les satellites Spot

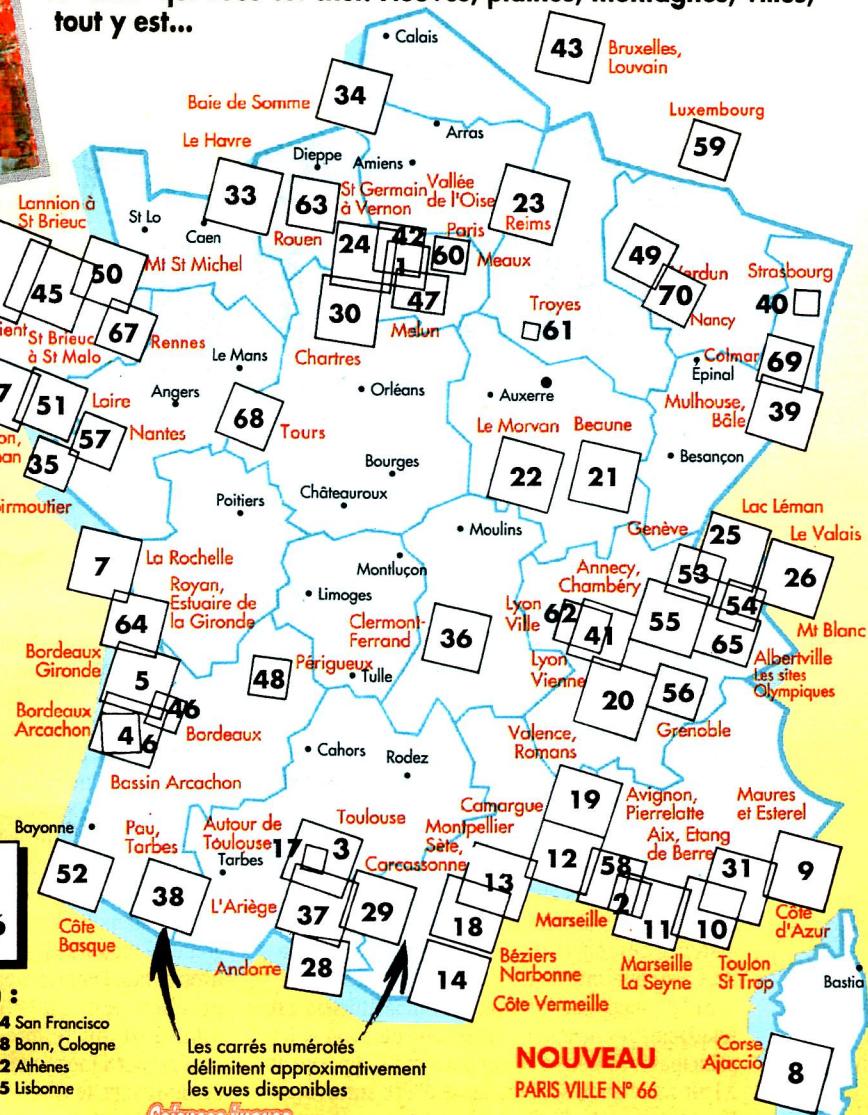
Le programme SPOT est le plus avancé à ce jour des programmes civils d'observation de la Terre. De nouvelles vues sont disponibles en permanence.

Pour tous renseignements :

Tél. (16) 50 92 94 46

Autres vues (hors carte) :

101 New-York	102 Bahamas	104 San Francisco
105 Londres	107 Rome	108 Bonn, Cologne
109 Madrid	111 Copenhague	112 Athènes
113 Amsterdam	114 Dublin	115 Lisbonne
116 Berlin	203 Hong Kong	



NOUVEAU
PARIS VILLE N° 66

Sciences Images

l'éditeur de SPOT IMAGE

OUI, JE COMMANDE :

Bon de commande à recopier ou à découper et à renvoyer avec votre règlement à : Sciences-Images, Editeur pour Spot Image, B.P. 220 - 74105 Annemasse Cedex

Adressez-moi le(s) poster(s) dont je coche la case correspondante ci-contre
 Tube(s) à : 130F Support(s) à : 275F Cadre(s) à : 430F

+ Forfait expédition : 25F*. Soit au total : _____ F

Je joins mon règlement par chèque bancaire ou postal à l'ordre de SCIENCES-IMAGES.

Je choisis de régler avec ma MASTER CARD VISA ou EUROCARD
N° _____ expire fin _____ mois _____ année

Signature :

M Mme Melle (Ecrire en majuscules SVP)

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

S. VIE 07

*Prix TTC pour la France - HT frais d'exportation compris pour le CEE - Autres destinations, nous consulter.

Cochez la case de votre choix

<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 8	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 10
<input type="checkbox"/> 11	<input type="checkbox"/> 12	<input type="checkbox"/> 13	<input type="checkbox"/> 14	<input type="checkbox"/> 15	<input type="checkbox"/> 16	<input type="checkbox"/> 17	<input type="checkbox"/> 18	<input type="checkbox"/> 19	<input type="checkbox"/> 20
<input type="checkbox"/> 21	<input type="checkbox"/> 22	<input type="checkbox"/> 23	<input type="checkbox"/> 24	<input type="checkbox"/> 25	<input type="checkbox"/> 26	<input type="checkbox"/> 27	<input type="checkbox"/> 28	<input type="checkbox"/> 29	<input type="checkbox"/> 30
<input type="checkbox"/> 31	<input type="checkbox"/> 32	<input type="checkbox"/> 33	<input type="checkbox"/> 34	<input type="checkbox"/> 35	<input type="checkbox"/> 36	<input type="checkbox"/> 37	<input type="checkbox"/> 38	<input type="checkbox"/> 39	<input type="checkbox"/> 40
<input type="checkbox"/> 41	<input type="checkbox"/> 42	<input type="checkbox"/> 43	<input type="checkbox"/> 44	<input type="checkbox"/> 45	<input type="checkbox"/> 46	<input type="checkbox"/> 47	<input type="checkbox"/> 48	<input type="checkbox"/> 49	<input type="checkbox"/> 50
<input type="checkbox"/> 51	<input type="checkbox"/> 52	<input type="checkbox"/> 53	<input type="checkbox"/> 54	<input type="checkbox"/> 55	<input type="checkbox"/> 56	<input type="checkbox"/> 57	<input type="checkbox"/> 58	<input type="checkbox"/> 59	<input type="checkbox"/> 60
<input type="checkbox"/> 61	<input type="checkbox"/> 62	<input type="checkbox"/> 63	<input type="checkbox"/> 64	<input type="checkbox"/> 65	<input type="checkbox"/> 66	<input type="checkbox"/> 67	<input type="checkbox"/> 68	<input type="checkbox"/> 69	<input type="checkbox"/> 70
<input type="checkbox"/> 101	<input type="checkbox"/> 102	<input type="checkbox"/> 104	<input type="checkbox"/> 105	<input type="checkbox"/> 107	<input type="checkbox"/> 108	<input type="checkbox"/> 109	<input type="checkbox"/> 111	<input type="checkbox"/> 112	<input type="checkbox"/> 113
<input type="checkbox"/> 114	<input type="checkbox"/> 115	<input type="checkbox"/> 116	<input type="checkbox"/> 203						

PAR MARIE-FRANÇOISE LANTIERI

MINI-GREFFES DE PANCRÉAS CONTRE DIABÈTE HUMAIN

Des chercheurs américains viennent de guérir des rats diabétiques. Ils leur ont greffé de vrais-faux pancréas. Un espoir pour tous les malades atteints par le diabète insulino-dépendant.

Une pincée de matière animale, un soupçon de matière végétale, une once de chimie et un peu de génie (tout de même !) ; mélangez le tout : vous obtiendrez un organe "bioartificiel". Une recomposition de l'organe, pensée et réalisée par l'homme avec l'aide de la nature. C'est bien une telle chimère que vient de réaliser l'équipe américaine de Paul E. Lacy. Pour soigner des rats atteints de diabète insulino-dépendant (dans cette maladie, c'est le pancréas qui est déficient, voir encadré ci-contre), ils ont prélevé des fragments de pancréas de rats sains, les ont emballés dans un extrait d'algue, ont enserré le tout dans une gaine de plastique qu'ils ont finalement introduite sous la peau de rats diabétiques. Eh bien, ce "bricolage" marche ! Les rongeurs ont été "guéris" de leur diabète pendant toute la durée de l'expérience.

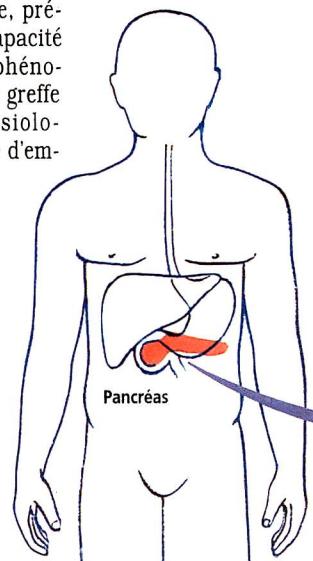
Si la conception de pancréas bioartificiels est relativement ancienne – l'idée date de 1954 –, les principaux obstacles techniques qui s'opposaient à leur réalisation sont en passe d'être surmontés. Un progrès qui, s'il débouchait sur une thérapie du diabète humain, pourrait bien révolutionner la vie quotidienne des malades.

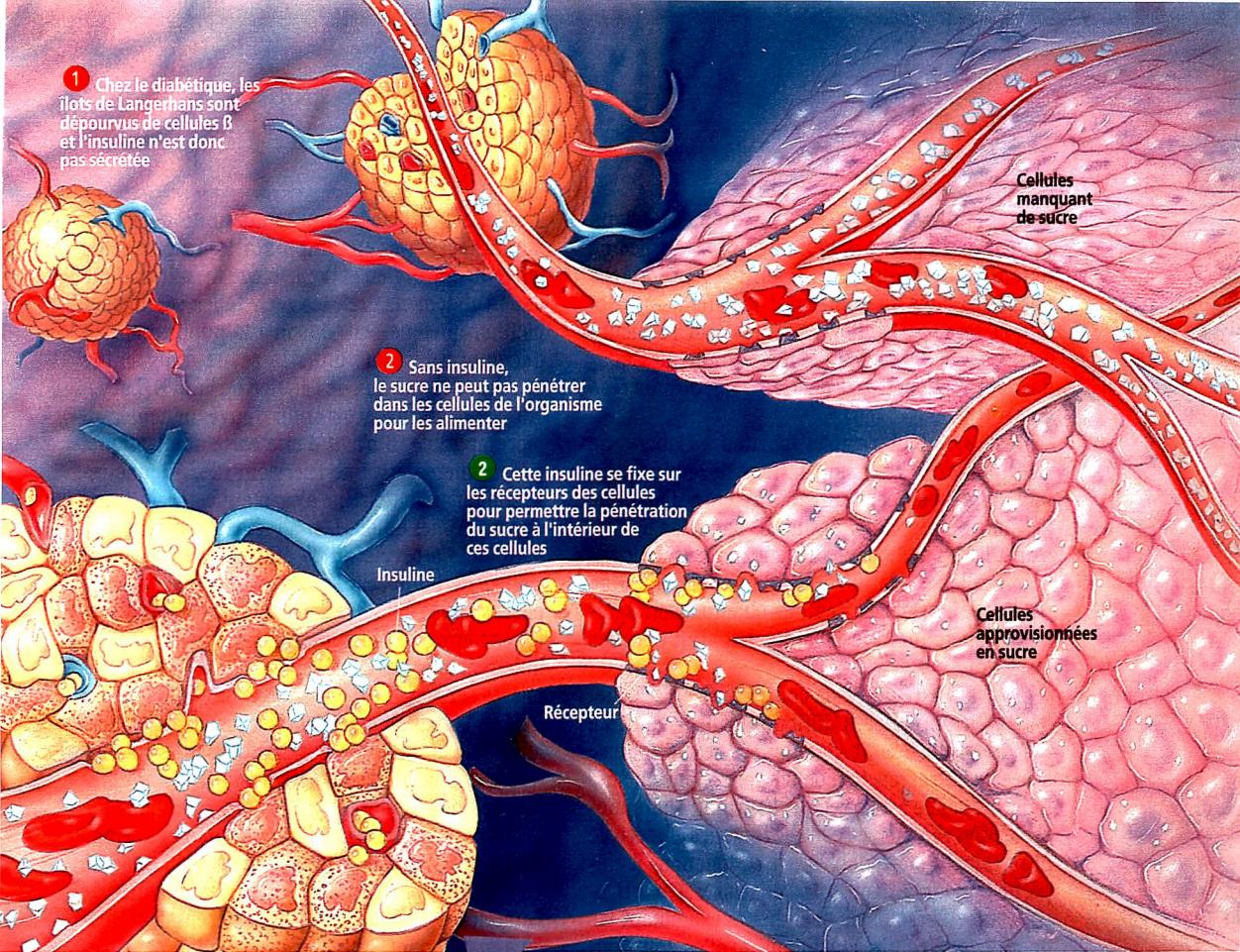
Une vie quotidienne, pour tout dire, fort contraignante ; trois fois par jour le patient doit prélever une goutte de son sang, la déposer sur une bandelette-test qui lui indique en quelques secondes la quantité de sucre qui circule dans ses veines. Un calcul simple lui précise la dose d'insuline qu'il va devoir s'injecter par voie sous-cutanée. Une série d'opérations *a priori* acceptable, si elle ne devait pas être répétée toute la vie.

Depuis plusieurs dizaines d'années les scientifiques cherchent un système qui imite le pan-

créas, c'est-à-dire capable, à tout moment, de mesurer la concentration du sucre sanguin (la glycémie) et de libérer la dose d'insuline nécessaire pour ramener cette valeur à la normale (de l'ordre de 1 g/l). Plusieurs modèles concourent actuellement pour remporter le substantiel marché que constituent, en France, les 150 000 diabétiques insulino-dépendants. Qui gagnera ? Difficile de le prédire, mais les pancréas bioartificiels viennent de prendre une bonne longueur d'avance.

Déjà, dans les années cinquante, alors que les greffes d'organes en sont à leurs premières tentatives et que l'immunologie est encore au berceau, un chercheur américain, G. H. Algire, préoccupé par l'incapacité de maîtriser le phénomène de rejet de greffe sur le plan physiologique, se propose d'empêcher physiquement aux anticorps l'accès au greffon. Il établit de la sorte une immunoprotection, en emprisonnant celui-ci à l'intérieur d'un





SUCRE ET

DIABÈTE INSULINO-DÉPENDANT

Le sucre est la pierre angulaire du diabète insulino-dépendant, ou diabète de type 1. Cette petite molécule fort simple constitue le carburant de nos cellules. En cas de pénurie, l'organisme, pris à la gorge, consomme ses graisses. Mais gare aux conséquences, car ce combustible de substitution est explosif. Sa dégradation libère dans le sang des substances très toxiques (corps

cétoniques) susceptibles d'induire un état comateux grave.

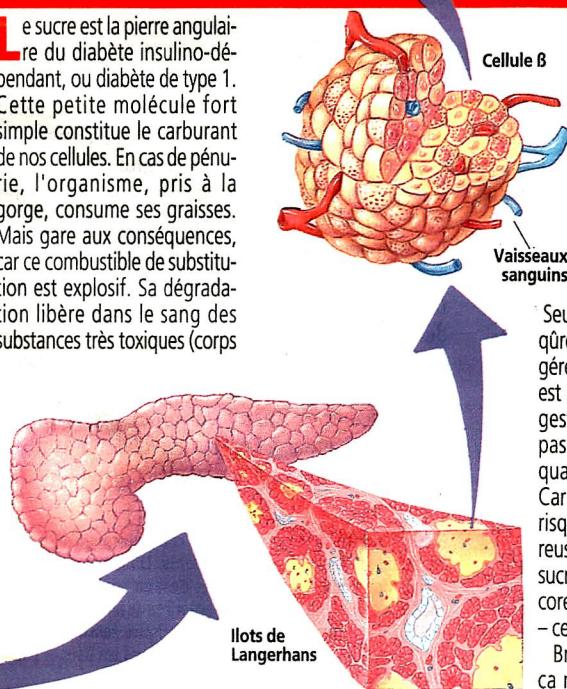
Chez le diabétique tout se passe comme si le carburant vital manquait. Pourquoi ? Parce que les malades ne fabriquent plus d'insuline, une hormone qui permet aux cellules d'utiliser le sucre.

Seule thérapie connue : la piqûre d'insuline (on ne peut l'ingérer par voie buccale, car elle est dégradée par l'appareil digestif). Toutefois, il ne s'agit pas d'en injecter une grande quantité de temps en temps. Car cette hormone agit vite et risque de faire chuter dangereusement la concentration de sucre dans le sang. Avec, là encore, un risque de coma grave – cette fois hypoglycémique.

Bref, s'il y a trop d'insuline, ça ne va pas, si elle vient à

manquer, c'est encore pire. Sans compter que le sucre, s'il est trop abondant dans le sang, finit par se déposer sur la paroi des vaisseaux, provoquant l'apparition progressive d'autres troubles graves : cécité, hypertension, insuffisance cardiaque, déficit neurologique ou insuffisance rénale. Le diabète est l'une des principales causes de cécité en France et un tiers des malades traités par le rein artificiel sont des diabétiques.

L'objectif du diabétique est donc d'ajuster sa concentration en insuline à ses besoins physiologiques. Or, même la triple injection quotidienne ne corrige qu'imparfaitement la quantité de sucre sanguin. Un système installé à demeure et fournissant de l'insuline à discrétion est donc attendu avec impatience.



véritable filtre aux pores suffisamment exiguës pour interdire l'accès aux anticorps chargés de défendre l'organisme. Ce sont les premières chambres dites de diffusion. L'idée fera son chemin et sera reprise ultérieurement par plusieurs équipes, dont celle de F. Lim et A. Sun, au Canada, qui l'appliquera à la mise au point de pancréas bioartificiels.

Dès 1979, Sun s'emploie surtout à élaborer de mini-pancréas encapsulés. Il prélève plusieurs milliers d'amas cellulaires sécrétateurs d'insuline (les îlots de Langerhans) sur des pancréas de rats sains, les emballé dans une substance gélatineuse réticulée et les introduit dans l'abdomen de rats diabétiques. Les résultats obtenus alors semblent concluants : la maladie disparaît chez les rongeurs.

Mais le répit est de courte durée. Très vite, les premières difficultés surgissent. Le greffé réagit vivement à l'expérience : accès de fièvre, réaction de type allergique et, surtout, le diabète est de retour. Pourtant, l'immunoprotection elle-même se révèle toujours efficace, le filtre remplit convenablement sa fonction, il empêche toujours les anticorps de passer. Qu'arrive-t-il donc ? Lorsque les chercheurs examinent les micro-capsules, ils constatent qu'elles sont "en-crassées" par un dépôt de plusieurs millimètres de cellules fibreuses. Quant aux îlots de Langerhans, ils ont triste mine ! Leur aspect nécrosé révèle les conséquences d'une telle "strangulation". En fait, tout simplement, le matériau utilisé pour l'encapsulation n'est pas biocompatible. C'est-à-dire qu'il provoque de la part de l'organisme une réaction inflammatoire.

N'y avait-il donc aucun espoir de solution ? Il devait bien exister des matières biocompatibles ; le tout était de trouver lesquelles. Tout ce que l'on sait, c'est que la géométrie du matériau, sa charge électrique, sa position dans le corps – ainsi que d'autres facteurs plus ou moins bien connus – interviennent dans cette biocompatibilité. Et c'est plutôt à tâtons que les scientifiques sont partis à la recherche du polymère capable de passer inaperçu dans l'organisme.

Mais ce n'est pas le seul problème à résoudre. Pas de régulation efficace du sucre dans le sang sans une réponse immédiate du greffon à une brusque augmentation de la glycémie ; la membrane filtrante ne doit pas gêner la diffusion de l'insuline et du sucre. D'où la nécessité de choisir aussi sa géométrie et ses propriétés afin de réduire le temps de réponse à moins de quinze minutes⁽¹⁾. Enfin, le renouvellement fréquent de ces

greffes bioartificielles (au minimum tous les six mois) nécessite leur implantation à portée de main du chirurgien et donc, bien sûr, ailleurs que dans l'abdomen. Bref, les recherches semblaient piétiner quelque peu. Jusqu'à la publication, en décembre dernier, dans la revue américaine *Science*, des travaux de l'équipe de Paul E. Lacy.

Celle-ci affirme avoir enfin trouvé "le" matériau biocompatible. Il s'agit d'une sorte de plastique, un polymère dérivé de l'acrylonitrile. Aucune réaction inflammatoire ne s'est manifestée au cours de l'expérimentation. L'analyse des pancréas bioartificiels a révélé qu'ils étaient pratiquement vierges de toute cellule fibreuse après deux mois passés dans l'organisme des rats. Un résultat plutôt encourageant lorsque l'on sait que la réaction inflammatoire survient généralement dès les premières semaines.

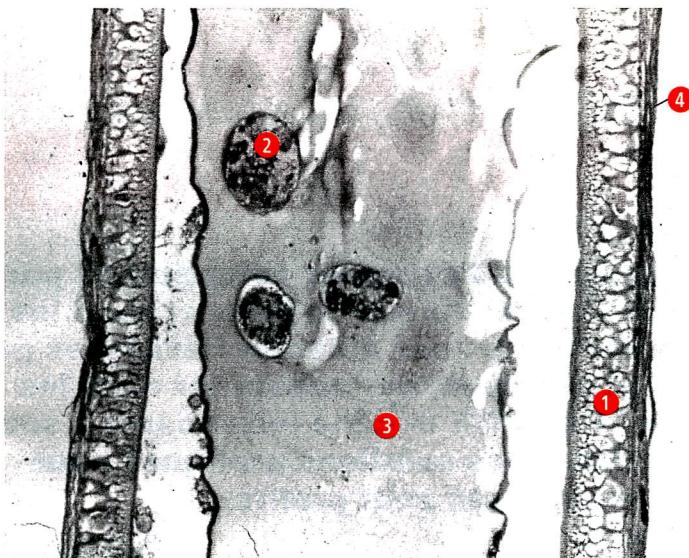
Mais l'originalité des travaux réside aussi dans le modèle choisi. Foin des microcapsules ! A l'introduction de milliers d'îlots modifiés, ils ont préféré l'emploi de fibres géantes (de 2 cm de long). Ces fibres renferment chacune des centaines d'îlots de Langerhans. Si leur conception remonte aux années 1976-1977 – avec les travaux de l'Américain W. L. Chick –, elles présentaient, jusqu'à maintenant, un défaut qui limitait sensiblement leurs performances : l'agglutination des îlots entraînait une faible activité insulinaire. Le "plus" apporté par l'équipe de Paul E. Lacy fait toute la différence.

En fait, moitié microcapsule, moitié fibre, leur modèle se présente sous la forme d'un ensemble d'îlots (de 500 à 1 000) immobilisés dans un gel d'alginate (extrait d'algue), le tout emballé dans une fibre d'acrylonitrile. Tandis que cette dernière évite le rejet par l'organisme, l'alginate, quant à lui, empêche l'agglutination des îlots.

Les intérêts du modèle de Lacy sont multiples. La mise au point de mini-pancréas facilite considérablement leur manipulation ; ils sont visibles à l'œil nu et quelques fibres – au lieu de plusieurs centaines de microcapsules – suffisent à produire l'effet escompté. Ensuite, la production d'insuline reste élevée grâce à l'utilisation d'alginate qui permet la diffusion rapide des molécules et qui, sur-

(1) C'est à l'origine pour surmonter cet obstacle qu'ont été créés les pancréas bioartificiels vasculaires. Dans ces systèmes, on réalise une déviation sanguine, et c'est en manchon autour du vaisseau que se placent les îlots entourés de leur membrane protectrice. Cela permet de réduire à quelques minutes le laps de temps compris entre l'arrivée du sucre dans les îlots et l'apparition d'insuline dans la circulation.

(2) Voir *Science et Vie* n° 890, p. 74.



Des rats diabétiques guéris par un pancréas bioartificiel

A l'intérieur d'une fibre d'acrylonitrile (1), des îlots de Langerhans (2) prélevés sur des rats sains – donc producteurs d'insuline – baignent dans l'alginate (3), un extrait d'algue qui permet la diffusion rapide de cette hormone. Après soixante jours d'implantation dans le péritoïne d'un rat diabétique, et de succès du traitement, quelques cellules fibrouses (4) seulement sont accolées à la paroi de la gaine filtrante, preuve de la bonne compatibilité entre le pancréas bioartificiel (ici grossi 100 fois) et le receveur.

tout, conserve aux îlots toutes leurs propriétés. Dernier trait de génie de l'équipe américaine : les fibres ne sont pas introduites dans l'abdomen mais sous la peau. A l'intervention chirurgicale pratiquée jusque-là se substitue une légère incision. Un détail de manipulation chez le rat, mais qui risque de ne plus en être un lorsqu'il s'agira de l'homme.

Pour Sylviane Darquy, chercheur à l'Hôtel-Dieu, à Paris, un grand pas vient d'être franchi dans l'élaboration des pancréas bioartificiels. Cependant, la prudence reste, une fois de plus, de mise. Principal problème à régler : l'encombrement. Sept fibres introduites sous la peau du rat, ce n'est rien. Corriger le diabète humain nécessite, en revanche, la transplantation de 200 000 îlots. A raison de 500 îlots par fibre, il faudrait insérer 400 fibres sous la peau des malades, soit 8 mètres de matériel ! Une difficulté qui pourrait ne pas être insurmontable : il suffirait d'entasser un plus grand nombre d'îlots par fibre et d'insérer des fibres en plusieurs endroits. Malgré tout, les scientifiques savent bien qu'un problème en cache souvent un autre. Nul ne peut affirmer à l'heure

actuelle que toutes les difficultés du pancréas bioartificiel sont désormais résolues.

En outre, les pancréas bioartificiels ont de sérieux concurrents : les greffes d'organes d'une part, les pancréas totalement artificiels de l'autre. Si les greffes présentent des avantages (en particulier, organe "parfait"), elles ont aussi de gros inconvénients : approvisionnement aléatoire et utilisation obligée d'un traitement immunosupresseur, ce qui signifie affaiblissement à vie des défenses de l'organisme. Des risques qui ne sont pas négligeables. Infections répétées, cancers, font le lit des malades greffés. Le Pr Dubernard, à Lyon, obtient cependant quelques ré-

sultats intéressants, mais l'opération est trop risquée pour être généralisée à tous les diabétiques.

Un grand espoir réside, en fait, dans la mise au point de pancréas artificiels. Composés d'un micro-ordinateur et d'une pompe à insuline couplés à un capteur de glucose, ils mesurent en continu la glycémie. La quantité d'insuline requise est aussitôt délivrée par la pompe. Si de gros progrès ont été réalisés dans la miniaturisation de l'appareil (il ne pèse plus que 500 g au lieu de plusieurs kilogrammes au départ), le capteur reste plus qu'imparfait et sa durée de vie ne dépasse pas quelques heures. Malgré tous leurs efforts, les chercheurs ne parviennent pas à éviter sa détérioration rapide dans l'organisme.

Approvisionnement illimité, élimination de l'immunosuppression constituent les atouts majeurs des pancréas artificiels et bioartificiels. *A priori*, les deux systèmes se valent et le premier à être opérationnel remportera probablement la course. A moins que la thérapie génique (2), projetée par le Dr Michael Walker, de l'institut Weizmann, en Israël, ne vienne mettre tout le monde d'accord.

Marie-Françoise Lantieri

Soif de partir !

NOUVEAU LE MAGAZINE DE CEUX QUI PARTENT VRAIMENT

Aujourd'hui, il existe mille façons d'étancher votre soif de partir. Vous pouvez très bien avoir une folle envie de bronzer sous les cocotiers. Quelque temps après, de vous délecter devant les portails romans de Saintonge et plus tard, de crapahuter dans les Carpates en solo. VOYAGE PRATIQUE décline les vacances sous tous leurs aspects. Il vous donne les solutions pratiques pour organiser votre voyage et les astuces pour profiter au maximum de vos vacances.



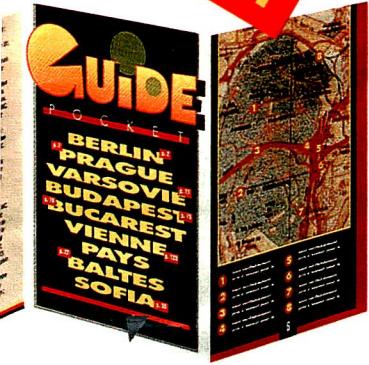
**N°1
PRIX SPECIAL
LANCÉMENT
20 F
au lieu de 25 F.**

LE PREMIER MAGAZINE

Voyager malin

Savoir voyager, cela s'apprend aussi. Comment faire ses bagages pour voyager léger, payer l'avion moins cher, déjouer les pièges du décalage horaire, acheter ses vacances à crédit... VOYAGE PRATIQUE vous dit tout ce qu'il faut savoir pour partir dans les meilleures conditions.

GRATUIT

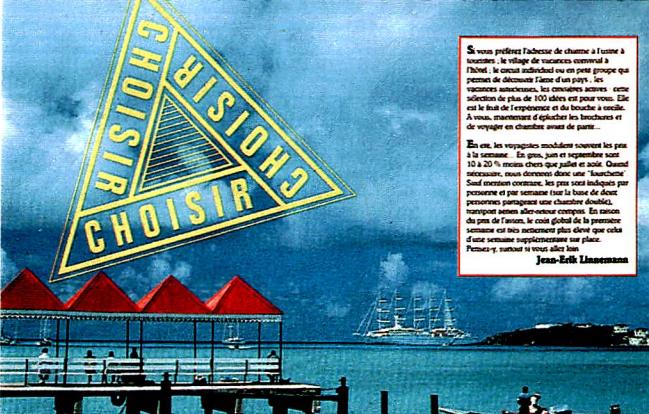


Le Guide-Pocket détachable

**Avec chaque numéro de
VOYAGE PRATIQUE, le
Guide-Pocket entièrement
consacré à une
destination largement
traitée dans le magazine,
sera votre vade-mecum
sur place.**

Dans le N°1, les plans des capitales de l'Europe centrale et toutes les adresses pour dormir, manger, sortir, visiter ...

VACANCES : L'ETE AUTRE PART



Si vous préférez l'adresse de chambre à l'usine à toutes les , le village de vacances communal à l'hôtel , le circuit individuel ou en petit groupe qui permet de découvrir l'âme d'un pays , les vacances autonome , les croisières actives , cette sélection de plus de 100 idées est pour vous . Elle est le fruit de l'expérience et du boutage à osseille . A vous , maintenant d'éplucher les brochures et de voyager en chambre avec de la partie .

En effet, les voyageurs modulaires souhaitent les premières semaines. En grise, juillet et septembre sont 10 à 20 % moins chers que juillet et août. Quant au deuxième, nous devrions donc une "fourchette". Si une tension continue, les prix sont indépendants de la personne et par semaine (sauf la base de deux personnes partageant une chambre double). Transport semi-autoroutier compris. En raison du prix de l'assurance, le coût global de la première semaine est très nettement plus élevé que celui d'une seconde supplémentaire sur place.

Pensez-y, surtout si vous allez loin

Jean-Erik Lassmann

Découvrir autrement

Les gens, les émotions, les couleurs, les parfums, les ambiances, la culture vivante... Vu par VOYAGE PRATIQUE, le monde va vous étonner. Dans ce premier numéro, découvrez les dix capitales d'Europe centrale comme on ne vous en a jamais parlé.

Des idées neuves

Vacances sportives, villages vacances, circuits, croisières, week-ends de charme, balades culturelles, stage de voile ou thalasso... Avec VOYAGE PRATIQUE, vous faites le plein d'idées neuves, proches ou lointaines, sages ou extravagantes, à choisir selon vos goûts ou l'humeur du jour...



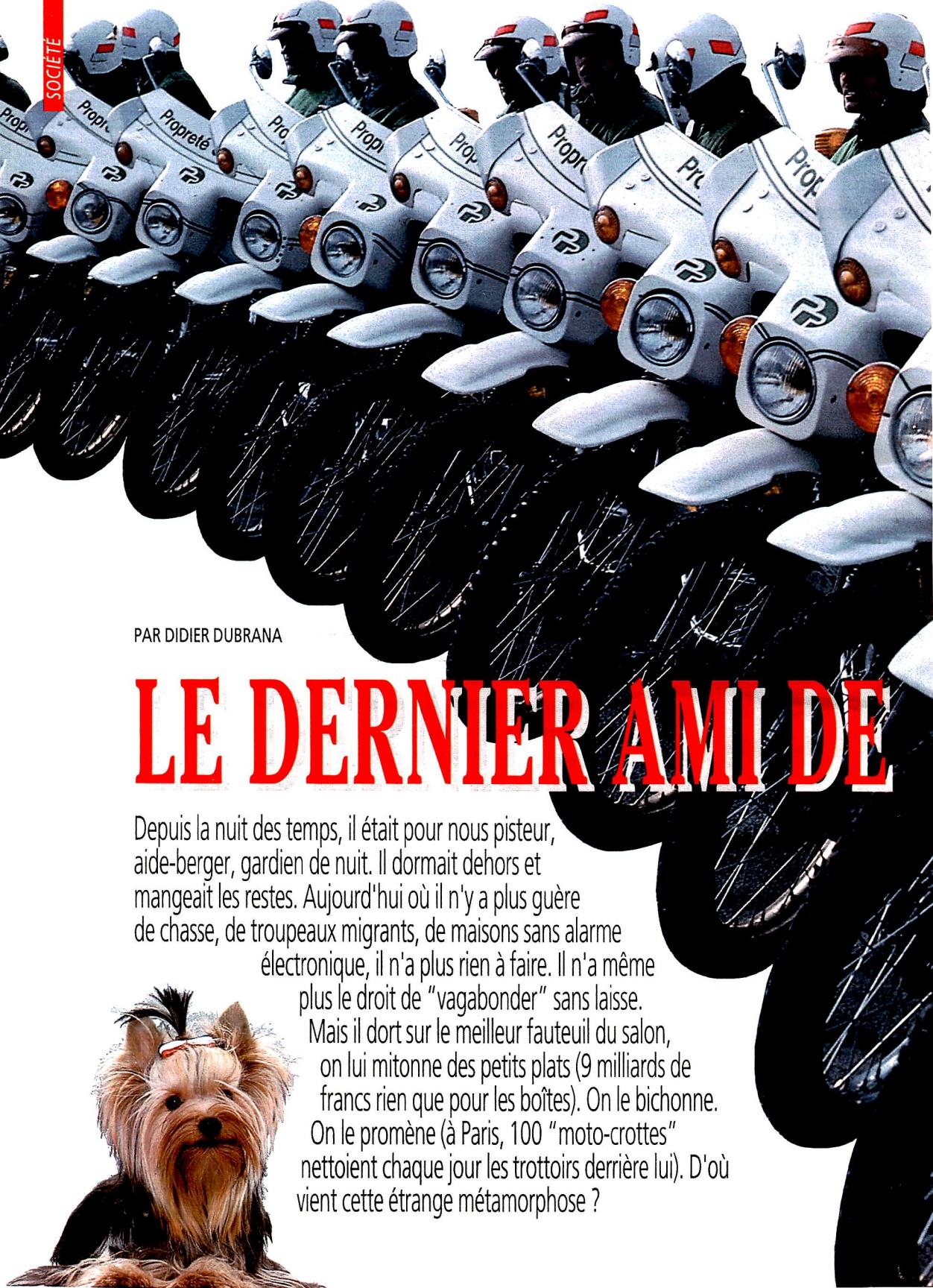
TOUS LES TROIS MOIS - N°1 LE 3 JUIN

UN MAGAZINE DU GROUPE SCIENCE & VIE

RECOMMANDÉ PAR

L'ACTION
AUTO
ET TOURISTIQUE

PRATIQUE DU VOYAGE



PAR DIDIER DUBRANA

LE DERNIER AMI DE

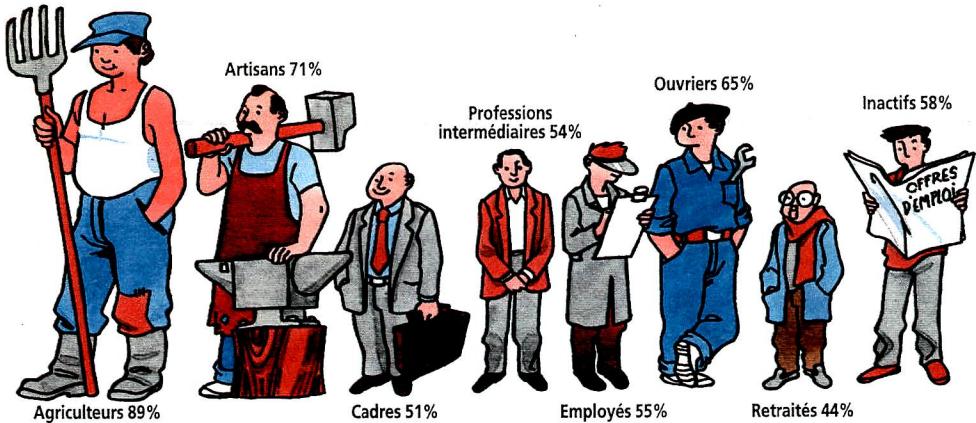
Depuis la nuit des temps, il était pour nous pisteur, aide-berger, gardien de nuit. Il dormait dehors et mangeait les restes. Aujourd'hui où il n'y a plus guère de chasse, de troupeaux migrants, de maisons sans alarme électronique, il n'a plus rien à faire. Il n'a même plus le droit de "vagabonder" sans laisse.

Mais il dort sur le meilleur fauteuil du salon, on lui mitonne des petits plats (9 milliards de francs rien que pour les boîtes). On le bichonne.

On le promène (à Paris, 100 "moto-crottes" nettoient chaque jour les trottoirs derrière lui). D'où vient cette étrange métamorphose ?



L'HOMME



Les Français aiment donc les bêtes : ils détiennent le record européen en la matière, et arrivent juste derrière les Etats-Unis et le Canada, car c'est surtout dans les pays riches qu'on possède des "animaux de compagnie" : 58 % des Français possèdent un animal domestique⁽¹⁾. Ils les aiment même de plus en plus et notre "ménagerie" nationale totalise 10,1 millions de chiens et 7,5 millions de chats, sans compter 9 millions d'oiseaux et un nombre indéterminé de poissons, rongeurs divers (lapins, hamsters, souris...), reptiles variés tels que tortues, serpents, voire crocodiles⁽²⁾.

Comme tous les phénomènes de société, celui-ci a son aspect économique. C'est ainsi que le chiffre d'affaires de l'ensemble des 23 usines fabriquant des aliments pour animaux – et qui emploient 3 700 personnes – avoisine les 9 milliards de francs, pour une production de 1 260 000 t de conserves et de croquettes. Son importance se conçoit sans peine : il n'est plus une grande surface digne de ce nom qui ne présente des rayons d'aliments pour animaux, vitaminés, "trois étoiles" et autres emphases publicitaires destinées à "responsabiliser", c'est-à-dire à culpabiliser le propriétaire qui n'offrirait pas à Médor ou Minou le fin du fin alimentaire. Vingt mètres linéaires au sol en moyenne, mais quatre fois plus si l'on tient compte de l'étagement. Sans parler des passe-temps pour animaux, souris couineuses en caoutchouc, balles miauleuses, os artificiels pour se faire les dents, tapis à griffer, imperméables, shampoings et l'on en passe.

Qu'il s'agisse de conserves humides (993 000 t/an) ou de croquettes sèches (327 000 t/an), ces produits

Les agriculteurs ont des chiens par tradition

89 % des agriculteurs, 71 % des artisans et des commerçants et 65 % des ouvriers déclarent posséder un chien. On retrouve là un souvenir des fonctions qui lui ont été traditionnellement assignées (chasse, garde des maisons et des boutiques). Contrairement aux idées reçues, ce ne sont pas les personnes âgées qui possèdent le plus d'animaux domestiques.

sont à base de viande fraîche ou congelée – issue de ce qu'on appelle le cinquième quartier de la boucherie (abats) –, de farine de poisson, de farine de sang, de sous-produits du lait, de céréales, de levure de bière, de graisse d'os, de saindoux, d'huile végétale, d'amidon de blé, de maïs et de riz. Le but est d'obtenir la meilleure valeur nutritive et d'éviter les carences. Les vétérinaires de l'industrie veillent au respect des règles fondamentales de la diététique. Car un chien qui serait nourri seulement de viande manquerait de deux acides aminés essentiels, cystéine et méthionine. Mais s'il n'était nourri que de céréales, il manquerait d'un autre acide aminé, la lysine.

Cette industrie prend donc les choses au sérieux : chaque marque possède un centre de re-

(1) Sondage réalisé par l'institut Louis Harris, à la demande de l'Association française d'information et de recherche sur l'animal de compagnie (AFIRAC) : 1 005 Français de 18 ans et plus ont été interrogés par téléphone, les 21 et 22 décembre 1991.

(2) La législation du ministère de l'Agriculture restreint sévèrement l'importation et le droit de posséder des animaux dits dangereux et exotiques, et le parc national de ceux-ci a donc beaucoup diminué depuis une quinzaine d'années. Il n'en demeure pas moins qu'il existe encore de nombreux animaux de compagnie aussi singuliers que boas, pythons et singes.



cherches dans lequel une meute d'animaux sert à vérifier l'efficacité de la nourriture ; on y compare les courbes de croissance des chiots ainsi que la formule sanguine et l'état général des mères. On contrôle également l'appétence des animaux, qui dépend aussi bien du goût et de l'odeur que de la forme et de la consistance du produit. Ainsi, chez Royal Canin, les croquettes sont enrobées de viscères de volailles, riches en polypeptides (des acides aminés à longues chaînes) qui excitent l'appétit. Dans les conserves, on met plutôt l'accent sur les matières grasses, et les chercheurs ne dédaignent pas de goûter la préparation pour en juger la saveur. Les fabricants veillent également à la séduction visuelle, et les aliments pour animaux sont donc multicolores, pour attirer l'oeil du maître, tout au moins. Certains y mettent des pois verts, d'autres décolorent la viande.

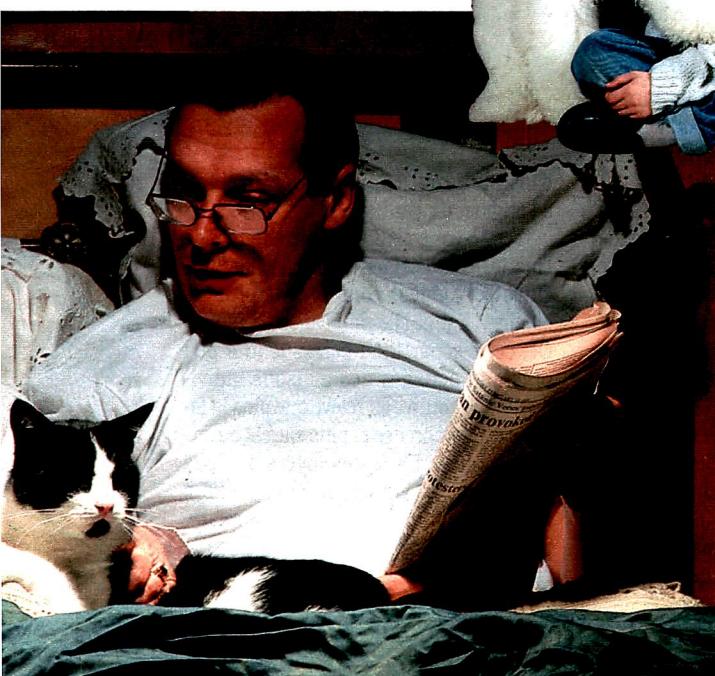
En dix ans, la gamme de ces produits a plus que doublé et, en cinq ans, le volume des ventes a augmenté de 45 %, alors que le produit de ces mêmes ventes, lui, progressait de 62 %. Chaque propriétaire dépense en moyenne 6 F par jour s'il nourrit son chien avec des conserves (lesquelles contiennent toutefois 75 % d'eau), ou 2,15 F s'il le nourrit avec des croquettes sèches. Mais on voit apparaître aussi une gastronomie pour animaux, dont les félins sont les premiers bénéficiaires : la marque

Sheba vend ainsi des plats cuisinés 40 F le kg.

On pourrait penser alors que la France est la cagagne des industriels de l'alimentation pour bêtes, loin s'en faut : seuls 35 % des dépenses alimentaires pour animaux vont dans leurs poches. C'est la moitié de ce qu'offre la clientèle des Anglais, des Hollandais, des Américains. Forts de notre tradition culinaire, nous entretenons une certaine réserve à l'égard de ces conserves, et le Français nourrit son chien ou son chat en mélangeant les produits industriels avec ceux de sa propre alimentation, quand il ne mitonne pas lui-même de petits plats pour son compagnon.

Il y a encore une vingtaine d'années, les circuits de vente d'animaux passaient par les éleveurs pour les chiens et les chats de race ; par certains spécialistes pour les autres animaux (nous avons ainsi vu un charmant raton laveur vendu 600 F quai de la Mégisserie, à Paris) ; par les amis et le hasard pour le tout-venant, bâtards ou gouttières pur sang. Mais aujourd'hui, de grandes surfaces possèdent des rayons "ménagerie" et vendent donc, elles aussi, des chiens, des chats, des oiseaux et des poissons d'aquarium. Preuve de la zoophilie croissante en France.

Depuis deux ans, les chiens ont leur festival, organisé dans la salle omnisports de Bercy, sous le patronage de Royal Canin. On y offre un spectacle où huskies, samoyèdes, malamuts,

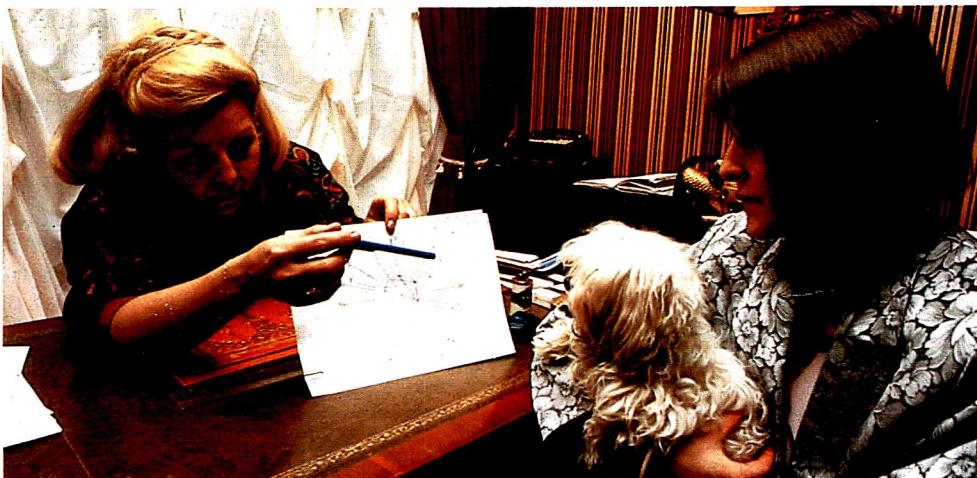


Portrait de famille

Chiens et chats font désormais partie de la famille. Un resserrement des liens qui se fait au détriment de l'hygiène, mais aussi aux dépens de l'animal qui devient souvent anxieux et agressif. Les services vétérinaires de Maisons-Alfort et de Lyon ont accueilli, en consultation, 2 970 chiens pour des problèmes de comportement. Un phénomène qui ne cesse de s'amplifier dans les grandes villes.

138 plats au menu en 1990

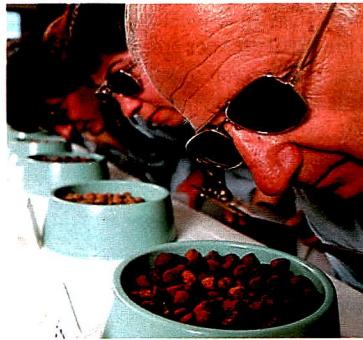
Les fabricants ne reculent devant rien pour séduire Médor et son maître puisqu'ils goûtent même leurs produits. Les aliments pour animaux envahissent les grandes surfaces. Aujourd'hui, ils représentent 1,04 % du chiffre d'affaires des hypermarchés. Sur le marché des gogos, les diseuses de bonne aventure ont, elles aussi, trouvé de nouveaux clients.



groenlandais, tirent des traîneaux sur une piste de glace de 180 m. Plus loin, dans un décor alpin comptant 14 m de dénivellation sur 60 m de long, on présente un chien de berger, un border collie en l'occurrence, menant un troupeau de 60 brebis et de 40 agneaux... Et le spectacle dure trois heures trente.

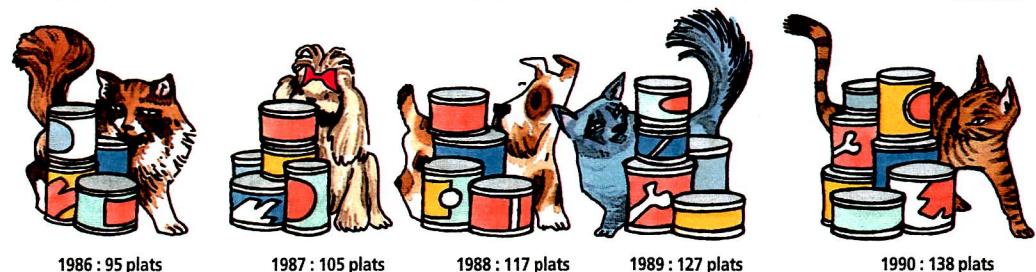
Après celui de vedette, l'animal accède presque au rang de citoyen : des assureurs, tels que le groupe Concorde, s'intéressent désormais à la santé des bêtes, comme à celle des humains, en offrant des contrats "bonne forme-multigarantie" moyennant 1 500 F par an, plus dans certaines compagnies. Sans doute verra-t-on bientôt des assurances retraite pour chiens, chats, oiseaux et autres lapins !

L'affaire, il faut en convenir, est singulière. À quoi tient cette passion française pour les animaux de compagnie ? D'où procède cette nouvelle spécificité nationale, qui rejoint celle de la plus forte consommation de tranquillisants et d'alcool ? On pourrait supposer que c'est la solitude qui en est l'origine. En ce qui concerne les chiens, ce n'est pas le cas, car c'est la France rurale (agglomérations de moins de 2 000 habitants) et semi-rurale (de 2 000 à 20 000 habitants) qui possède le plus grand nombre de ces animaux. Les agriculteurs (89 % d'entre eux), les commerçants (75 %) et les employés (65 %) de la France régionale sont les plus grands amateurs de chiens. Il faut donc supposer que c'est un sentiment



d'insécurité qui les anime, le chien étant, à l'origine, un gardien.

C'est ce que confirme une enquête de l'institut Louis Harris. En effet, le Sud-Ouest et l'Ouest comptent le plus de chiens, l'Est et l'Île-de-France, le moins. Or, cette répartition correspond à peu près aux densités des maisons individuelles. En outre, on relève que plus la famille est nombreuse et plus elle est ouverte au chien : 53 % des foyers de deux personnes ont un chien, mais ce taux monte à 68 % dans les foyers de quatre personnes. Tout se passe comme si le chien était considéré comme un membre



1986 : 95 plats

1987 : 105 plats

1988 : 117 plats

1989 : 127 plats

1990 : 138 plats

de la maisonnée. Son succès, dans ces régions et dans ces groupes sociaux, n'est donc que l'accentuation d'une très ancienne tradition, le chien étant à la fois auxiliaire de chasse et gardien. Son succès refléterait également les taux d'accession à la propriété.

Si la solitude ne semble donc pas être en cause dans l'acquisition d'un chien, en revanche, plus une personne vieillit, et plus elle est encline à acquérir un chat. La tendance n'est pas neuve : Baudelaire chantait déjà «des chats puissants et doux, orgueil de la maison» et, plus près de nous, Léautaud doit une part de sa légende aux armées de chats qu'il entretint. Le véritable animal de compagnie pour solitaires serait plutôt le chat.

Mais chat ou chien, l'engouement en cours commence à présenter des aléas sérieux. D'abord, du point de vue des animaux eux-mêmes, et de ce

qu'on peut appeler leur production. Car on commence à produire du chien comme on produit du poulet : en batterie ou quasiment. Certains éleveurs imposent des "cadences" de reproduction rigoureuses aux chiennes : une portée tous les six mois, afin de satisfaire à la demande. Ce sont les races les plus prisées qui subissent ce traitement. Tel qui s'émeut des conditions de transport des porcs, de la manière dont on abat les bœufs pour la boucherie ou de l'"inhumanité" de l'élevage des poulets ignore le plus souvent que le caniche nain du type toy est, lui aussi, élevé dans des cages exiguës, de 1,5 m sur 1 m, et nourri au distributeur. Il existe, nous assure-t-on, des élevages clandestins qui sont sans doute encore moins organisés, mais on ne nous a pas indiqué où. A qui s'étonnera que le chien suive le poulet dans ce domaine, il faut rappeler qu'un ca-



Revenu annuel du ménage en francs				
Dépenses annuelles en francs	-75 000	75 000 à 100 000	100 000 à 130 000	+ 130 000
Alimentation				
Dressage				
Toilettage				
Vêtements				
Assurances				
Vétérinaire				
Gardiennage				

Plus le maître est riche, plus le chien se gave

838 F par an pour le chien d'un ouvrier ; 2 134 F pour celui du P-DG. Le toilettage et les vêtements restent encore un luxe tandis que le marché naissant de l'assurance a de beaux jours devant lui, compte tenu de la croissance des dépenses de santé.

niche femelle produit en moyenne de 6 à 8 chiots par an, vendus chacun 2 500 F minimum. Soit un rapport de 15 000 F à 20 000 F par an, pour un prix d'investissement minime. Dix chiennes assurent donc une rente intéressante. Hélas, 20 % des chiots meurent avant d'avoir été vendus. C'est ce qui s'appelle des "pertes sèches".

Un animal élevé dans de telles conditions est privé de contact avec l'environnement extérieur : pendant les deux mois de sa croissance, il ne peut pas explorer son environnement et ne ressent ni bruit, ni odeur, c'est-à-dire que son cerveau reste en friche ; atteint de carence sensorielle, puis de carence affective, puisqu'il n'a même pas de contact avec l'homme, il risque fort de se comporter de manière névrotique : d'une intelligence sous-dévelop-

pée, il a peur de tout, même de l'homme, et est évidemment incapable d'intégrer des situations nouvelles ; constamment habité par la peur, il devient aisément agressif. C'est le genre de chien qui se met à aboyer après tout et rien ou à pleurer dès qu'il est seul un moment, qui mord sans rime ni raison ou devient incontinente. On verra plus loin les effets délétères d'un tel tempérament lorsqu'il se combine avec la névrose humaine.

Ce n'est pas sans raison, incidemment, qu'on attribue aux bâtardeaux un "quotient intellectuel" et affectif plus élevé : évidemment moins prisés, et même méprisés, élevés de façon naturelle, ils s'adaptent beaucoup mieux et sont plus "chiens" que certains spécimens précieux dignes d'un empereur de Chine, dont tous les ruineux rejetons sont inscrits dans des books avec leur pedigree.

Pour les humains, par ailleurs, les inconvénients d'une affection intempestive sont mal perçus. Passons, sans glisser, sur les 10 t quotidiennes d'excréments que les 200 000 chiens de Paris produisent et dont l'enlèvement coûte, chaque année, 42 millions de francs à la mairie. Ces déjections ne sont pas simplement offensantes (certaines rues piétonnes sont devenues de véritables m...ers parce que les balayeuses motorisées n'y peuvent pas passer), elles constituent des foyers infectieux à ciel ouvert, des pâtes de milliards de bactéries fécales, sans parler des parasites, qu'on traîne aux semelles jusque chez soi. Et l'on peut imaginer meilleur emploi à ces millions qu'on dépense pour s'en défaire.

Même sans crottes, l'animal peut présenter un danger pour l'humain. A la campagne, le premier est la rage. Certes, on vaccine contre elle les chiens et les chats, mais il serait abusif de penser qu'une bête vaccinée est à 100 % immunisée, comme le rappelle le Dr A.-C. Gagnon, vétérinaire à Lyon. Au moment de sa vaccination, l'animal peut souffrir d'une faiblesse immunitaire qui freine la production d'anticorps. On court donc toujours le risque qu'un chien ou un chat vaccinés contractent quand même

la rage. Et si le risque est bien moindre en ville, cela ne signifie pas qu'il soit inexistant : 15 660 personnes ont, l'an dernier, consulté l'un des 64 centres de traitement antirabique pour une morsure, une griffure ou un contact (léchage d'une muqueuse ou d'une plaie) avec des animaux suspects, et 61 % d'entre elles ont reçu le vaccin antirabique.

Telle est la raison pour laquelle, en cas de morsure, il faut impérativement amener l'animal chez le vétérinaire pour une mise en observation de quinze jours. La rage n'est pas la seule infection que puisse entraîner une morsure, il y a aussi le tétanos et même des cas de septicémie et de méningite humaines. Ces deux dernières maladies sont dues à l'infection par une bactérie *Capnocytophaga canimorsus* transmise au moment de la morsure. Dix cas de pneumonie, cinq cas d'endocardie (atteinte des valves cardiaques) et des glomérulonéphrites (inflammation du filtre rénal) ont également été diagnostiqués à la suite de morsures. Ces infections bactériennes ont été dépis-

tées en Amérique du Nord, en Australie et dans de nombreux pays Européens. Les médecins recommandent donc un traitement antibiotique de courte durée des blessures par morsure. Les dommages physiques sont souvent graves également et le nombre de morsures augmente : actuellement celles-ci représentent 0,5 % environ (soit 1 cas sur 200) des admissions d'urgence dans les hôpitaux. Les services sanitaires avancent le chiffre de 168 000 morsures par an, mais le chiffre devrait être révisé à la hausse, beaucoup n'étant pas signalées. Or, ce phénomène est d'autant plus alarmant que les victimes sont surtout des enfants de moins de 10 ans.

Pourquoi le chien mord-il ? Parce qu'il est à l'origine un loup (voir encadré ci-dessous). Les 350 races de chiens recensées - y compris le caniche, le chihuahua et le yorkshire terrier, et pas seulement le chien-loup - descendent toutes du loup ; quelles que soient les visions sentimentales que certains voudraient entretenir à l'égard de cet animal, c'est

LE LOUP, PÈRE DE TOUS LES CHIENS

Après avoir fait couler beaucoup d'encre, l'origine des chiens est actuellement admise de façon presque unanime : ils descendent du loup, *Canis lupus* (photo ci-contre). Le chacal, dont Konrad Lorenz supposait qu'il était l'ancêtre des chiens hypersociables et soumis, a été exclus de la généalogie canine en raison d'une différence caractéristique de sa denture, où la première molaire inférieure est beaucoup plus développée.

Tous les chiens descendant donc du loup, comme en témoigne la ressemblance parfaite du nombre et de la forme des chromosomes (78 paires). C'est par sélection que l'homme a créé des races : dans les régions montagneuses, on a préféré les gros chiens, comme le Saint-Bernard ; dans les autres, les sélections ont varié selon les besoins. C'est ainsi que les Pygmées du Congo ont sélectionné de petits chiens, pesant un kilogramme environ, dont est issue la race basenji.

La domestication du chien s'est faite à peu près en même temps que celle des autres animaux sauvages, par commensalisme (partage de l'abri et de la nourriture), apprivoisement (réduction de la distance de fuite) et domestication proprement dite (reproduction des individus sélectionnés entre eux). On la situe à 12 000 ans avant notre ère au Proche-Orient, et à 10 000 ans en Europe et dans les Amériques.



D'un point de vue anthropologique, le lien homme-chien fut très fort dès l'origine, car les chiens ont été, dès leur domestication, enterrés avec leurs maîtres.

Les chats, eux, descendant tous de *Felis sylvestris*, le chat sauvage, mais la date de leur domestication n'est pas établie avec autant de précision que pour le chien. Elle est en tout cas certaine dès 6 000 ans avant notre ère, et est peut-être antérieure d'un millénaire.



un prédateur qui est normalement capable d'attaquer l'homme quand il se sent en danger. La domestication a réduit l'agressivité de ses descendants, elle ne l'a pas entièrement éliminée, et c'est d'ailleurs pourquoi le chien est bon gardien. Cette agressivité semble plus présente dans certaines races, comme le rottweiler, le pitbull ou le doberman. En Grande-Bretagne, en 1991, il a été décidé d'abattre tous les pitbulls, chiens de combat, à la suite d'agressions très violentes contre des enfants. De plus, la domestication, on le verra plus loin, peut réveiller cette agressivité par le biais des névroses animales.

Il est en tout cas utile de rappeler que sur les dix groupes de chiens reconnus par la nomenclature française, un seul est désigné comme "groupe de chiens de compagnie et d'agrément" (bichon, coton de Tuléar, caniche, griffon, petit brabançon, chien du Tibet...). Ce n'est pas par hasard que le boxer, l'affenpinscher, le dogue allemand, le terre-neuve ou le mâtin espagnol n'y figurent pas.

Quant au chat, non seulement il mord, mais il griffe aussi, et cela peut causer des infections telles le tétonos (encore) ou la maladie des griffes du chat - infection ganglionnaire qui guérit toutefois en quelques semaines. Plus grave, la toxoplasmose peut entraîner une malformation du fœtus, à l'issue d'ingestion par la mère d'aliments contaminés par des agents pathogènes véhiculés par le chat.

La liste des zoonoses transmissibles par les matous aussi bien que par les chiens est assez longue : maladie des bacs à sable ou toxocarose, qui s'attrape par ingestion accidentelle d'œufs du parasite *Toxocara canis* ; échinococcose alvéolaire, que l'on contracte en mangeant des fruits sauvages, framboises, mûres et myrtilles contaminées par des déjections de chiens infectés ; leishmaniose, véhiculée par le moustique et qui sévit dans le Sud-Est ; maladie de Lyme, causée par les piqûres de tiques... Deux cas d'une infection nouvelle, également causée par les tiques, l'ehrlichiose canine, viennent d'être identifiés en France ; on en compte



Les enfants en danger

La plupart des morsures concernent les moins de 10 ans. Moralité : ne jamais laisser un enfant seul avec un chien. Et le tristement célèbre pitbull (ci-dessus), chien de combat, n'est pas seul en cause. Les "tou-tous" aussi peuvent mordre.

déjà 46 aux Etats-Unis depuis 1986.

Enfin, les médecins ont attiré l'attention sur la responsabilité, dans les allergies et les asthmes (20 % des cas) des poils d'animaux et des acariens qu'ils véhiculent. Allergies d'autant plus difficiles à éviter que les animaux domestiques ont tous tendance à utiliser les lits de leurs maîtres comme propres lieux de repos. Ce n'est pas parce qu'on possède, tout à fait légitimement d'ailleurs, un chien de garde qu'il faut l'identifier à un véritable membre de la famille de race humaine et le laisser dormir dans son lit, la tête sur l'oreiller !

Il n'est pas question de remettre en cause nos rapports millénaires de confiance et d'affection avec les animaux, mais de rappeler qu'il faut se garder d'une identification trop poussée de l'animal à l'homme : ce n'est pas un "frère inférieur", c'est un mammifère avec ses spécificités. Evitons donc d'encombrer un parc animal national déjà pléthorique parce qu'on entend remplacer inconsciemment un enfant, un époux ou un frère qu'on a perdus ou qu'on n'a jamais eus. En témoigne le discours aussi infantile que touchant (ou parfois alarmant) que certains maîtres tiennent à leurs bêtes : «Fifille», dit telle dame à son caniche nain, «Minette», suggère tel



Huit raisons d'avoir un animal



J'aime
64%



Compagnie
45%



Véritable ami
33%



Toujours eu
32%



Met de la vie
28%



Contact avec la
nature 24%



L'enfant en
voulait 22%





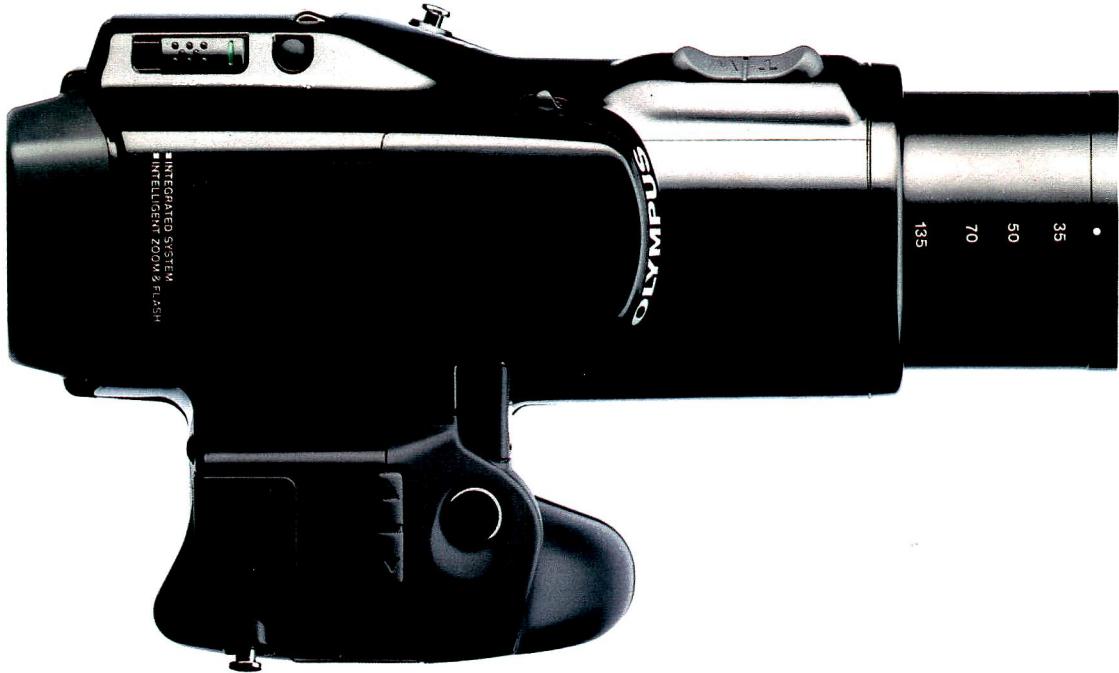
monsieur à un molosse inquiétant, «Caligula !» clame à l'adresse d'un doberman son maître fanatique de l'autorité dictatoriale. Ce sont là des projections de personnalité, et une part appréciable de la zoophilie actuelle est due à cette identification vivace du quadrupède au bipède. Le psychiatre Marco Einis, qui travaille en collaboration avec des vétérinaires, dit qu'on achète souvent un animal parce que c'est un prolongement narcissique. Hélas, l'échec d'une pareille relation peut aussi faire qu'on abandonne son chien ou son chat, le plus souvent à la veille des vacances, parce que le compagnon d'hier est devenu un intrus. En témoignent les tristes recrudescences, l'été, d'animaux errants voués à la fourrière.

Il est indéniable que l'animal procure un confort psychologique au propriétaire : le chien et le chat sont en quelque sorte des successeurs de l'ours en peluche qui accompagne tant d'enfants dans un sommeil paisible. Et le quadrupède est bien souvent

un antidépresseur sans chimie et efficace. Mais il est également certain que, dans la relation privilégiée d'une personne à tendance dépressive avec un animal, il peut s'instaurer une relation de caractère névrotique, qui n'est bénéfique ni pour l'un, ni pour l'autre. Pierre Pageat, spécialiste de la pathologie des comportements à l'Ecole nationale vétérinaire de Maisons-Alfort, nous a dit avoir reçu des clients que leur yorkshire terrier, minuscule animal d'un kilogramme, tenait en respect. Pourquoi ? Parce que le maître avait méconnu les clefs du comportement animal ; il n'avait pas compris que son joujou biologique avait sa logique propre, son langage et sans doute aussi sa propre névrose. Le joujou s'était révolté et avait mordu tous azimuts.

Car un animal a bien son langage, que nous risquons d'interpréter de travers. Exemple : quand un chien mord en pinçant seulement la peau, ce n'est pas un jeu : cela signifie qu'il se considère comme dominant et qu'il n'a pas besoin d'aller plus loin

(suite du texte page 161)



IS-1000 LE REFLEX QUI TUE.

Attention, l'IS-1000 n'est pas à mettre entre toutes les mains. Ce reflex s'adresse aux amateurs exigeants qui veulent de réelles possibilités techniques sans s'encombrer d'accessoires divers. Cet appareil tout intégré n'est réellement pas comme les autres : zoom autofocus motorisé 35-135 mm, lentille verre ED haute dispersion, modes macro, double flash à puissance variable, exposition auto ou semi-auto et mesure spot pour une meilleure créativité. Les chasseurs d'images apprécieront sa structure compacte inédite et son design martial. Une élite de journalistes spécialisés ne s'y est pas trompée en l'élisant "Appareil zoom européen de l'année 1991-1992". Après cela, est-il encore étonnant qu'une telle arme soit en vente libre?

OLYMPUS® IS-1000 élu appareil zoom européen de l'année.



ECHOS DE LA RECHERCHE

ÉCOLOGIE

Le froid a l'avenir brumeux

L'abandon décidé des chlorofluorocarbones ou CFC, produits nocifs pour la couche d'ozone qui nous protège des ultraviolets, a créé un peu trop vite l'impression qu'on était tiré d'affaire. Les CFC seraient remplacés par les hydrochlorofluorocarbones, les HCFC, et l'on pourrait maintenir l'industrie du froid, qui est entrée dans les mœurs et semble désormais indispensable, de la réfrigération des maisons à la conservation des aliments.

Une récente étude de *Nature* (1) est venue jeter de l'eau froide sur ces espoirs. Il n'est pas faux, dit en substance cette étude, que les HCFC, qui sont instables, entraînent globalement moins de pertes d'ozone que les CFC, qui sont stables, mais ils les causent beaucoup plus vite. Certains d'entre eux, surtout ceux qui contiennent des atomes de brome, causent même, dans un premier temps, dix fois plus de pertes que les CFC.

Aux Etats-Unis, où l'on a tendance à moraliser les problèmes d'environnement beaucoup plus qu'en Europe, et où les courants d'opinion se créent avec force et promptitude, quelques-uns des 35 000 supermarchés ont commencé à adopter ce qu'on appellerait des solutions alternatives, c'est-à-dire d'autres modes de réfrigération, ce qui leur permet de faire leur publicité sur le fait qu'ils sont «amicaux envers l'ozone» (*ozone friendly*).

(1) Susan Solomon et Daniel L. Albritton, "Time-dependant ozone depletion potentials for short and long-term forecasts", 7 mai 1992.

L'un d'eux a ainsi remplacé son système à CFC par un réfrigérant, le 134 a, qui n'est pas nouveau, mais qui n'avait pas cours parce que les études sur sa toxicité éventuelle ne sont pas achevées. Le 134 a n'attaque pas du tout l'ozone, mais, du point de vue écologique, il contribue à l'effet de serre parce qu'il capte les infrarouges. Commercialement, il présente l'inconvénient de ne pas atteindre des températures aussi basses que les CFC. C'est la raison pour laquelle il est douteux qu'il sera utilisé dans les congélateurs domestiques.

De plus, il coûte relativement cher, quelque 70 F le kilogramme, et il faut savoir que les grands circuits de réfrigération et de congélation peuvent perdre des centaines de kilogrammes de réfrigérant par mois, en raison des fuites inévitables.

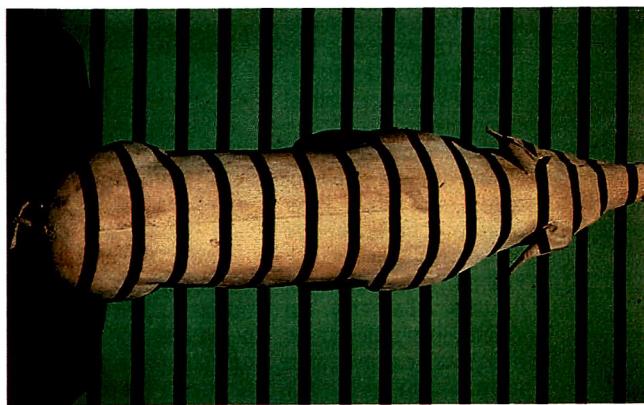
De nombreuses firmes étudient des systèmes à compression et recherchent des produits qui pourraient produire des températures aussi basses que les CFC, mais aucune n'y semble

réellement parvenue. L'avenir du froid est donc brumeux et, conséquence inattendue de la crise en vue, les directeurs de supermar-

ché se sont mis, depuis quelques mois, à l'étude d'un domaine qui n'a rien à voir avec le commerce, la thermodynamique... G.M.

AGRICULTURE

Les rayures du porc



Le contenu de l'image n'est pas évident au premier coup d'œil, il s'agit d'un porc, vu par un ordinateur. L'espacement et la forme des rayures informent sur le poids de l'animal sans qu'il soit besoin de le peser.

Ce système, mis au point en Grande-Bretagne par le Sil-

soe Research Institute, permet d'automatiser et de simplifier la surveillance des grands cheptels porcins. G.M.

● **70 000 produits chimiques dans le commerce mondial**, dont des certaines sont neurotoxiques.

ÉPISTEMOLOGIE

Affaire Gallo : les désarrois des savants américains

Cette longue et déplaisante affaire s'est donc théoriquement terminée, en avril dernier. Les réactions des savants américains prêtent toutefois à réflexion.

D'après l'enquête des National Institutes of Health, c'est à son insu que Robert Gallo se serait servi, pour son identification du virus HIV du sida et pour ses tests de dépistage, du virus même trouvé par l'équipe de Luc Montagnier à l'Institut Pasteur, notamment par Françoise Barré-Sinoussi.

Maladresse, malchance ou mauvaise foi inconsciente, nul n'en saura jamais rien. On s'étonnera seulement, au passage, que Gallo n'ait pas été intrigué par la ressemblance extrême entre le virus de Pasteur et celui qu'il utilisa. N'importe quel biologiste sait que si deux virus se ressemblent un peu trop, c'est qu'ils sont de la même souche, car les virus varient beaucoup. Bref, là n'est pas l'objet de notre nouvel étonnement.

Celui-ci réside dans les réactions des savants américains à cette affaire. Peter Duesberg, professeur de biologie moléculaire et cellulaire à l'université de Californie, à Berkeley, qui s'était déjà signalé par son hypothèse extravagante selon laquelle le virus HIV ne cause pas le sida, a déclaré à notre confrère américain *The Scientist* que le débat est faussé : «On s'en f... que Gallo puisse être un escroc, c'est la crédibilité de la science qui est en jeu.» Le Pr Duesberg estime, en effet, que tout le débat est inintéressant, puisque, s'obstine-t-il à cla-

mer, le virus HIV n'est pas la cause du sida.

Telle est aussi l'opinion de Philip Johnson, par ailleurs anti-darwinien avéré, qui estime que le virus de Gallo n'est pas le coupable. Ni Johnson ni Duesberg ne semblent être au fait des contaminations par transfusion sanguine, mais il est vrai que, ces derniers temps, certains savants américains ne brillent pas par leur sens critique.

Plus étonnante encore est la réaction d'un autre savant célèbre, Howard Temin, prix Nobel, professeur d'oncologie (c'est-à-dire de cancérologie), au laboratoire McArdle de l'univ-

ersité du Wisconsin à Madison : selon lui, en effet, l'enquête à laquelle a été soumis Gallo est «débilitante pour le rapport entre le savant et la société». De plus, Temin estime qu'il y avait mieux à faire que de se livrer à cette longue enquête sur Gallo : «Est-ce la meilleure manière d'utiliser des ressources limitées alors qu'il y a une épidémie qui se répand et qui n'est pas contrôlée ?»

Faut-il en déduire qu'en temps d'épidémie les règles d'éthique scientifique ne sont plus astreignantes ? Ou qu'un fossé culturel existe entre les savants américains et les français ?

G.M.

SIDA

Le premier préservatif féminin en France

Depuis le 1^{er} juin, le premier préservatif féminin est commercialisé dans plusieurs pays d'Europe, dont la France. En polyuréthane lubrifié, mesurant environ 17 cm X 8 cm, il est plus résistant et globalement mieux accepté, pour sa commodité pratique et psychologique, que son homologue masculin. Son avantage serait d'accroître la protection contre les maladies vénériennes et le sida.

Plusieurs études à grande échelle indiquent que le préservatif masculin échoue dans 11,6 % des cas, alors que le taux d'échec du préservatif féminin ne dépasserait pas 3,3 %. G.V.

NEUROLOGIE

Le sucre peut être une drogue

On s'est longtemps demandé pourquoi certaines personnes consomment trop de sucre. Il semble bien que ce ne soit pas de leur faute, mais de celle de leur métabolisme cérébral.

On avait d'abord supposé que c'était à cause d'un trouble du goût. Hypothèse peu satisfaisante. Puis on en a proposé une autre, plus intéressante : la consommation de sucre, au détriment des protéines, favoriserait l'absorption cérébrale du tryptophane, acide aminé qui induit la formation de sérotonine, un neurotransmetteur qui a, en gros, des effets sédatifs.

En voici une troisième (1), qui rejoint curieusement la première : certaines sub-

stances présentes dans le cerveau et apparentées aux drogues, d'où leur nom d'opioïdes (endogènes, car produites dans le cerveau), présenteraient une affinité particulière pour le sucre, entre autres : en présence de celui-ci, elles exalteraient excessivement la sensation de plaisir ressenti. Cette dernière théorie semble vérifiée par le fait que, lorsqu'on administre à un individu des substances qui bloquent l'action des opioïdes, comme la naloxone, le plaisir causé par

la prise de sucre diminue, et la consommation avec.

Il semblerait que les opioïdes endogènes aient les mêmes effets d'exaltation du plaisir en présence d'autres substances, comme l'alcool et le tabac. Verra-t-on donc un jour les gros buveurs, mangeurs de sucre et fumeurs prendre une tablette d'antagoniste le matin ? ... G.M.

(1) D'après le *Quotidien du médecin* du 12 mai 1992, rapportant une communication du Pr Adam Drewnowski, d'Ann Arbor, Michigan.

Vert pour l'absinthe, rouge pour la porphyrie : le diagnostic du mal de Van Gogh

Que Van Gogh ait été malade, nul n'en doute. Diverses explications ont été avancées. L'une, dont nous nous sommes faits l'écho (1), est qu'il souffrait d'une intoxication alcoolique.

Il semble devoir être maintenue, mais elle n'expliquerait pas la totalité des troubles du peintre. D'autres hypothèses sont ensuite apparues, dont celle qui voudrait qu'il ait été atteint de psychose mania-cdépressive. Il semble difficile de se prononcer là-dessus, vu les aléas d'un diagnostic psychiatrique posthume.

Deux universitaires américains (2) proposent une autre hypothèse : le peintre aurait souffert d'une maladie génétique du métabolisme, la porphyrie aiguë intermittente. La maladie se manifeste cliniquement par des crises où à l'insomnie sont associées un manque d'appétit, des douleurs intestinales, de la constipation, des douleurs dans les jambes, des délires hallucinatoires, crises parfois suivies de paralysies mortelles.

On retrouve quelques-uns de ces symptômes dans le "dossier" du peintre : les troubles digestifs fréquents, la constipation, dont un accès aigu imposa une intervention chirurgicale, les hallucinations, auditives et visuelles et, bien sûr, la névrose. Mais, curieusement, on les retrouve également chez son frère, auquel Vincent parlait de «notre névrose, un héritage fatal». Car Théo souffrait lui aussi de «graves troubles mentaux, si sérieux qu'il ne pouvait bouger», comme le rapporte son beau-frère. Il souffrait également de douleurs intenses aux jambes. Quand Vincent

se suicida, «il perdit la raison et s'effondra ; il était paralysé», rapporte encore son beau-frère, et il mourut six mois plus tard. Le plus jeune des frères Van Gogh s'était, lui aussi, suicidé à l'âge de 19 ans, et leur sœur Willemina, morte à 79 ans, a passé la moitié de sa vie en asile psychiatrique. Si l'on connaît mal le dossier médical du père, Theodorus – porteur présumé du gène déficient, selon l'hypothèse de nos deux médecins –, on sait néanmoins qu'il avait été contraint de prendre une retraite anticipée, en

raison de son mauvais état de santé. Mais le frère de Theodorus, lui, semble bien avoir également souffert d'une névrose aiguë, car il fut réduit avant l'âge à une détresse suspecte et à une souffrance perpétuelle.

La porphyrie intermittente aiguë est un des types de troubles du métabolisme des porphyrines, pigments du sang et des ferments respiratoires ; elle appartient au type des porphyries hépatiques. Un médicament mis au point en Finlande permet, depuis cinq ans, de traiter la porphyrie inter-

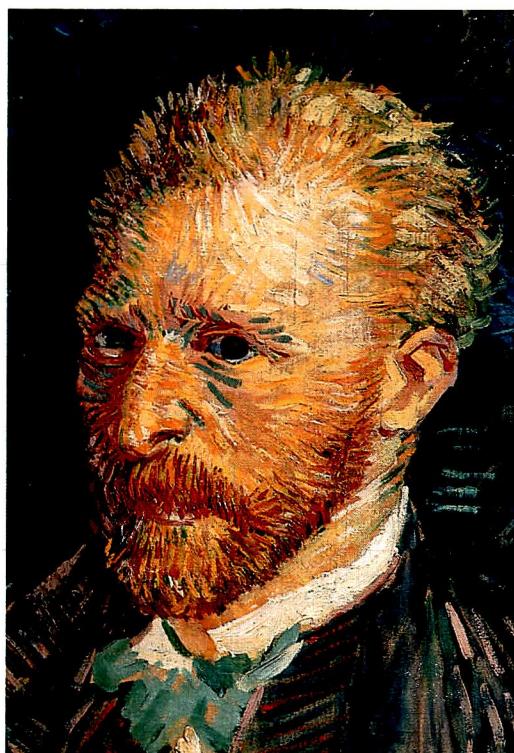
mittente aiguë et d'arrêter les crises en trois jours.

Selon l'un des spécialistes internationaux de cette affection, le Pr Yves Nordmann, de l'hôpital Louis Mourier, à Colombes, celle-ci, peu connue des médecins, affecterait environ 4 000 personnes en France, mais quelque 40 000 personnes seraient porteuses du gène déficient et 5 000 seulement auraient été dépistées. Il convient de rappeler qu'en dehors des crises – qui sont déclenchées par l'alcool, par les barbituriques et certains autres médicaments, par les hormones sexuelles stéroïdes et, parfois, par un choc psychologique –, les personnes touchées sont parfaitement normales. Etant donné les crises d'agitation qui peuvent faire croire à un délire éthylique, surtout après un accident, il est essentiel d'attirer l'attention des médecins, de la police, de la gendarmerie et des conducteurs sur cette affection.

Il est donc possible que sans l'alcool, qu'il consommait sans doute à titre de "tranquillisant", sans le surmenage, la malnutrition et la profonde détresse psychologique qui fut la sienne, Van Gogh eût pu vivre de façon moins douloureuse et donc plus longtemps. C.J.

(1) Voir *Science & Vie* n° 860, p. 93.

(2) Prs Loretta S. Loftus et Wilfried Niels Arnold, "Vincent Van Gogh's illness : acute intermittent porphyria?", *British Medical Journal*, 21-28 décembre 1991.



ASTRONOMIE

Ci-gît la planète X (1977-1991)

Il faudra désormais beaucoup de foi et d'espérance pour continuer à chercher la dixième planète du système solaire : elle est morte, à Londres, le 8 novembre dernier.

Elle naquit à l'automne 1977, quand l'astronome américain Charles Kowalewski crut la déceler sur des clichés astronomiques. Las, cet objet céleste existait bien, mais ses dimensions, entre 150 et 650 km de diamètre, n'en faisaient qu'un gros astéroïde.

On la resuscita, mais sous une autre forme, en analysant les anomalies des orbites d'Uranus et de Neptune. Ces orbites-là semblaient déformées par l'attraction d'un grand corps invisible. A vrai dire, l'idée était ancienne. Dès 1930, l'Américain Clyde Tombaugh, découvreur de Pluton, l'avait fouillée pendant treize ans, mais en vain. On en resta là jusqu'en 1978, quand on découvrit le satellite de Pluton, Charon donc. Etais-ce donc le couple Pluton et Charon qui déséquilibrerait les orbites de ses voisines ? Hélas non, leurs masses combinées étaient cinquante fois inférieures à ce qu'elles auraient dû être pour modifier les orbites de planètes de la taille d'Uranus et de Neptune.

Donc ce n'était pas ce couple-là qui troubrait l'ordre du système solaire ; il devait y avoir "autre chose", et l'on chercha.

On aurait sans doute cherché longtemps, si, à la conférence internationale sur la planète X de la Royal Astronomical Society, à Londres, on n'avait donné le coup de grâce à ce corps fantôme. L'astronome canadien Gerald Quinlan a, en effet, tenté de reconstituer

un modèle informatique des orbites des quatre grosses planètes du système solaire, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune. Comme les observations astronomiques comportent toutes une petite marge d'erreur, il a introduit cette marge dans ses données théoriques et il a obtenu les déformations qui peuvent donner à penser qu'un grand corps mystérieux exerce son attraction sur les planètes voisines (1).

Les plus beaux calculs du monde ne prouvent que leur excellence et non les

faits. Or, jusqu'ici, les avis de recherche de la planète X communiqués aux satellites sont restés sans suite. Le satellite astronomique d'observation par infrarouges IRAS, qui, en 1983, explora la plus grande partie de notre ciel et fit de belles découvertes, n'a jamais vu aucune planète surnuméraire dans notre système. Et, bien évidemment, les recherches optiques ordinaires sont restées tout aussi infructueuses. Il faudrait donc que cette planète fût bien froide pour n'émettre aucune radiation, ne rien refléter.

Certes, elle compte encore des partisans, et, parmi eux, des astronomes distingués. Si on ne l'a pas trouvée, c'est qu'elle ne s'est pas encore formée, a déclaré, sans doute avec humour, l'astronome David Hughes, de l'université de Sheffield. Et, vu que là où on la cherche, il n'y a pas beaucoup de matière, il faudrait quelque dix milliards d'années, deux fois l'âge du système solaire, pour qu'elle apparaisse, a-t-il dit. Attendons. G.M.

(1) "Planet X : going, going, but not quite gone", *Science*, 6 décembre 1991.

PHYSIQUE

M. Takahashi fait de la fusion froide

La fusion froide a la vie dure : il y a quelques semaines, les physiciens du Massachusetts Institute of Technology ont dû convenir que cette "monstruosité" n'a pas rendu l'âme, en dépit des nécrologies abondantes autant que prématurées qu'on a déversées sur elle.

Akito Takahashi, de l'université d'Osaka, a ainsi appris à son audience de Cambridge, Massachusetts, qu'il a fait de la fusion froide pendant deux mois et qu'il en a obtenu une quantité d'électricité supérieure de 70 % à celle qu'il avait dû consommer pour l'expérience. Son collègue Hideo Ikegami, de l'institut national pour la science de la fusion – organisme qui étudie la fusion froide pour le compte du gouvernement japonais –, à l'université Nagoya, a déclaré formellement : «Les résultats sont positifs et reproductibles. La quantité

totale de chaleur produite est incroyablement élevée.»

La réaction a été vive, car Takahashi a d'abord été un adversaire de la théorie de la fusion froide, et aussi parce que le MIT affirme, depuis trois ans, que la fusion froide n'est qu'un mythe engendré par un ensemble énorme d'erreurs d'interprétation. Les physiciens américains hostiles à la théorie ont eu beau jeu d'observer que les radiations nucléaires enregistrées ne sont qu'une fraction de ce qu'elles auraient dû être s'il y avait véritablement eu fusion des noyaux d'hydrogène.

Takahashi et Ikegami n'ont pas perdu leur sang-froid : «Nous ne parlons que de ce que nous avons observé.» Or, les quantités de chaleur obtenues par les Japonais sont si élevées que les expérimentateurs ont dû, en février, couper le courant qui alimentait les opérations d'électrolyse, l'eau s'étant mise à bouillir. Cela recoupe l'accident, que nous avons rapporté (1) sous le titre "Le mort de la fusion froide", causé par l'explosion d'une des cuves d'électrolyse. G.M.

(1) Voir *Science & Vie* n° 895, p. 80.

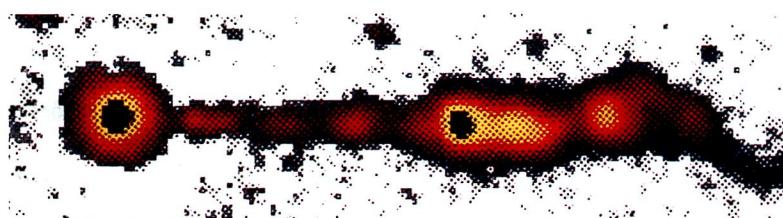
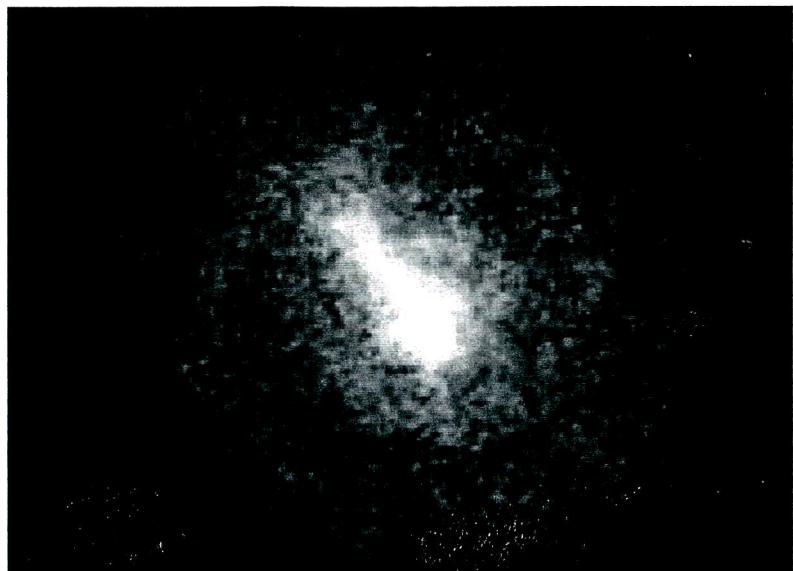
"A la claire fontaine..." ou le mystère de l'objet NGC 3862

On distingue assez nettement sur la photo que voici, prise par le télescope spatial Hubble, un jet de lumière qui part du centre de la galaxie NGC 3862. C'est peut-être une "fontaine blanche".

Jolie fontaine, en vérité, car le jet mesure 750 années-lumière !

Les "fontaines blanches" étaient, jusqu'il y a peu d'années, une vue de l'esprit, elles commencent à être une vue des télescopes et radiotélescopes, car celle que voilà n'est pas la première du genre ; on en a vu d'autres, si l'on peut dire, dont une dans une autre galaxie, dite M 87. NGC 3862 et M 87 font partie d'un groupe dense de galaxies à 260 millions d'années-lumière d'ici, appelées collectivement Abell 1367 et situées dans la constellation du Lion. Ces fontaines pourraient s'expliquer de la façon suivante.

Quand un trou noir se forme, à la suite de l'effon-



La galaxie M 87 : on y distingue, outre le "noyau" ou trou noir, à gauche, le vaste jet de particules de haute énergie qui en jaillit.

rement gravifique d'une grosse étoile, il commence par absorber tout ce qui passe à sa portée, lumière comprise, puisque la lumière est composée de photons. Certains trous noirs sont d'une effroyable voracité et l'on en a vu qui aspirent des galaxies entières. On pensa même, il y a quelques années, que l'Univers pourrait finir par absorption pure et simple dans un énorme trou

noir, comme l'eau d'une baignoire disparaît dans sa vidange.

Mais il semble qu'au-delà d'un certain seuil d'accumulation le trou noir n'en puisse plus : pour ainsi dire, il a atteint sa densité maximale. La matière et l'énergie accumulées finissent alors par s'en échapper, sous forme de jets, appelés donc "fontaines blanches". L'hypothèse évoquée par l'observatoi-

re de l'Europe du Sud, dont le siège se trouve à Garching, près de Munich, et qui a découvert donc cette fontaine sur les photos prises par le télescope Hubble, est en effet qu'un trou noir hyperdense se trouverait à la source de celle-ci.

Reste à savoir pourquoi ces fontaines ne se ressemblent pas. Celle qu'on avait trouvée dans M 87, par exemple, est longue de 5 000 années-

lumière et est la plus brillante quand elle est observée dans des fréquences optiques proches de l'infrarouge – parce qu'elle émet justement une lumière rougeâtre, appelée "radiation synchrotron" (du fait qu'on l'a observée la première fois dans un accélérateur de particules). En revanche, celle de NGC 3862, plus de sept fois plus courte, est la plus visible dans des fréquences proches de l'ultraviolet, et c'est l'une des rares qui soit perceptible en lumière visible. D'autres fontaines émettent à la fois des ondes radio et des rayons X, ce qu'on ne s'explique pas.

La réalité des fontaines étant établie, il s'agit maintenant d'en comprendre la formation et d'en établir les divers schémas.

G.M.

«Police du recyclage : vos poubelles, s'il vous plaît !»

Le recyclage des ordures devient une affaire sérieuse : aux Etats-Unis, dans des villes telles que Newark et Jersey City, il existe une police qui patrouille dans les rues pour vérifier que les gens classent correctement leurs déchets avant de les jeter. S'ils ne l'ont pas fait, ils sont passibles d'amende et la municipalité peut les soumettre à une sanction grave : refuser l'enlèvement de leurs ordures.

Notre confrère *The New Scientist* rapporte que le mouvement ne fait que s'amorcer, car les Etats-Unis ne recyclent encore que 13 % de leurs déchets, contre près de 30 % au Japon. En attendant, l'industrie du recyclage, qui compte déjà au moins deux publications spécialisées aux Etats-Unis, *Bicycle* et *Recycling Times*, affronte des problèmes de plus en plus ardu.

En effet, pour que cela soit profitable, il faut que les industriels "recycleurs" disposent d'un produit homogène. Ainsi, s'ils récupèrent du papier de bureau, ils peuvent en faire un papier de qualité, et c'est pourquoi ils paient relativement cher, 140 dollars la tonne, les ballots de courrier, circulaires et autres mémoires que les administrations et les entreprises, aux Etats-Unis comme ailleurs, produisent à l'envi.

Mais peu de préposés à l'enlèvement des corbeilles de bureau se soucient d'en trier le contenu : journaux, magazines, papier carbone (oui, on l'utilise encore) et fragments de plastique (tels que les reliures de certains mémoires) sont jetés avec les vieux dossiers, et la valeur du ballot chute alors de manière catastrophique. Les recycleurs n'en veulent alors plus. Ils assurent que leur métier est de recycler, pas de trier. *The New Scientist* rapporte qu'une grande

compagnie de recyclage du verre, près de Boston, rejette des lots de verre s'ils contiennent ne fût-ce qu'une seule tasse de porcelaine.

Pour bien faire, il faudrait que le préposé à l'enlèvement des vieux papiers place dans des sacs différents les journaux, les plastiques et le papier de bureau proprement dit. Il faudrait même qu'il arrache les reliures de plastique, par exemple, pour les mettre dans un sac à part. Puis que le préposé à l'enlèvement du verre usagé fouille la totalité des lots pour en extraire les objets de porcelaine. Travail considérable.

Toute une technologie du tri est donc en train de naître, et, en Allemagne par exemple, il existe déjà un système de tri optique qui permet d'éliminer le plastique des lots de verre usagé. Mais, en ce qui concerne le tri du papier, on ne connaît pas encore de méthode qui permette de distinguer le papier journal, par exemple, du papier de bureau.

Le problème peut se compliquer aussi du fait des habitudes d'un pays. Aux Etats-Unis, par exemple, les bières sont conditionnées dans des bouteilles de verre clair ou blanc ; étant donné que les Américains consomment beaucoup de bières d'importation, qui sont embouteillées dans du verre vert, des montagnes de ce

dernier sont en train de se constituer sans que personne en veuille... Mais il peut aussi se compliquer du fait de nouvelles technologies : l'encre des imprimantes électroniques est assimilable à un plastique.

Nous quittons donc à grand train la pure et sim-

ple incinération des déchets pour entrer dans une technologie du recyclage extensif qui fait à peine ses premiers pas. Reste une question, l'une des moins explorées de l'écologie : l'industrie du recyclage n'accroît-elle pas à sa façon la pollution ?...

G.M

MÉDECINE

Hémochromatose : de l'utilité d'un dépistage précoce

Cette maladie génétique héréditaire n'a jamais fait la une des journaux, et encore moins l'objet d'un Téléthon. D'après des récentes statistiques effectuées en France et aux Etats-Unis, il ressort pourtant qu'une personne sur 200 est porteuse du gène de l'hémochromatose.

En général, les patients porteurs du gène ignorent le mal dont ils sont atteints et supportent ainsi la maladie pendant de nombreuses années, sans qu'aucun signe ne soit décelable. C'est la raison pour laquelle elle est bien souvent diagnostiquée trop tard, voire *post mortem* ou même jamais.

Faute d'enquêtes épidémiologiques à l'échelon national, on ignore combien de personnes décèdent chaque année du développement (problèmes cardiaques, cirrhose, diabète-

te, cancer) de l'hémochromatose. Le diagnostic précoce (par analyse du taux de fer sérique) permet d'appliquer au patient un traitement simple (saignées périodiques) qui évite les complications et assure au malade une vie normale et durable.

Il est donc particulièrement recommandé aux gens fatigués ayant trop de fer dans le sang ou encore à l'entourage familial d'un malade de se mettre en rapport avec l'association Hémochromatose France (BP 7777, 30912 Nîmes Cedex), récemment créée.

P.R.

● **Sida, un gros progrès de laboratoire** : le décodage de la transcriptase réverse, enzyme clé du virus HIV, qui devrait permettre de comprendre pourquoi elle résiste bien à ses inhibiteurs.

● **Les spécialistes russes de l'espace ont révélé aux Américains**, avec lesquels ils espèrent collaborer, les progrès importants qu'ils ont réalisés dans le domaine de la propulsion nucléaire, afin d'expédier une mission humaine sur Mars dans un avenir proche. Cette fusée serait expédiée de la base russe de Semipalatinsk.

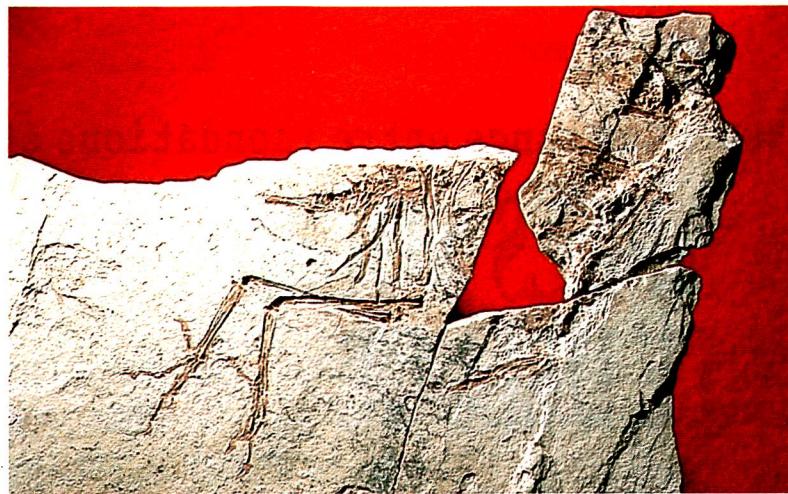
● **Les Japonais vivent de plus en plus longtemps :**

76,2 ans en moyenne, pour les hommes, et 82,5, pour les femmes, contre 81,5 ans pour les Françaises, qui étaient censées vivre les plus vieilles au monde.

● **Armes à feu :** la nécessité des interdictions confirmée. Une étude du *New England Journal of Medicine* démontre que, dans le district de Columbia, où se trouve la capitale fédérale Washington, les restrictions à la vente des armes à feu ont réduit les homicides de 25 % et les suicides de 23 %. On sait que ces restrictions font l'objet d'une violente opposition d'un lobby américain, en dépit des taux records de criminalité aux Etats-Unis. L'exemple doit intéresser tous les autres pays.

● **Bactérie productrice d'hémoglobine humaine** ultrapure mise au point par la firme américaine Somatogen. L'hémoglobine en question a été essayée chez l'homme. Premier grand pas vers du sang artificiel sans problèmes.

● **Les échos de cette rubrique ont été réalisés par** Corinne Jamma, Gerald Messadié, Pierre Rossion et Gabriel Veraldi.



PALÉONTOLOGIE

L'oiseau de Chine dit zut aux fixistes

L'évolutionnisme postulait, et postule toujours, que les oiseaux ont dérivé des reptiles. A preuve, l'archéoptéryx, animal d'il y a 150 millions d'années, où se mélangent des caractères de reptile et d'oiseau. Mais après l'archéoptéryx, rien. Les créationnistes et les fixistes ricanent donc.

Comme on dit couramment, un oiseau ne fait pas le printemps, et un archéoptéryx ne prouve pas l'évolution.

On avait ensuite trouvé des empreintes d'autres oiseaux plus récents, l'une en Espagne, l'autre en Mongolie. Elles n'offraient que des informations fragmentaires.

Mais deux paléontologues (1) viennent de trouver dans le lit d'un lac, en Chine, les empreintes de sept oiseaux fossiles, de la taille d'un moineau, vieux de 135 millions d'années, c'est-à-dire postérieurs de 15 millions d'années à l'archéoptéryx. C'est un chaî-

non manquant, qui fournit plusieurs informations cruciales sur "ce qui s'est passé" après l'archéoptéryx.

En premier lieu, il indique clairement la transition entre l'aile rudimentaire de l'archéoptéryx et l'oiseau moderne : l'aile pouvait se replier complètement, en vol ou au repos. Les serres volumineuses de l'archéoptéryx se sont réduites pour laisser la place à des doigts nettement plus petits, témoignant que l'animal n'avait plus autant besoin

d'assurer une locomotion terrestre. Le bréchet et les attaches de l'épaule suggèrent une musculature beaucoup plus développée, plus susceptible de fournir l'énergie au battement des ailes.

Le sinornis, puisque tel est le nom de l'oiseau de Chine, n'est cependant pas encore un oiseau moderne, car il conserve toutes les côtes abdominales et la symphyse pubienne de ses ancêtres reptiliens.

G.M.

(1) *Science*, 14 février 1992.

PÉDIATRIE

Les bébés doivent dormir sur le dos

On ne sait quand la mode de mettre les bébés de moins de six mois sur le ventre a commencé. Elle devrait prendre fin : selon le *Journal of the American Medical Association*, elle accroît

de 20 % à 67 % les risques de mort subite du nourrisson. En Nouvelle-Zélande, une campagne d'information auprès des mères a réduit l'adoption de la posture ventrale de 42 % à 2 % et les

cas de mort subite du nourrisson sont alors tombés de 6,3 à 1,3 pour 1 000. Idem à Bristol, en Grande-Bretagne, où ce type d'accidents a baissé de 50 % après une campagne similaire. G.M.

DOSSIER : La France entre inondations et sécheresse

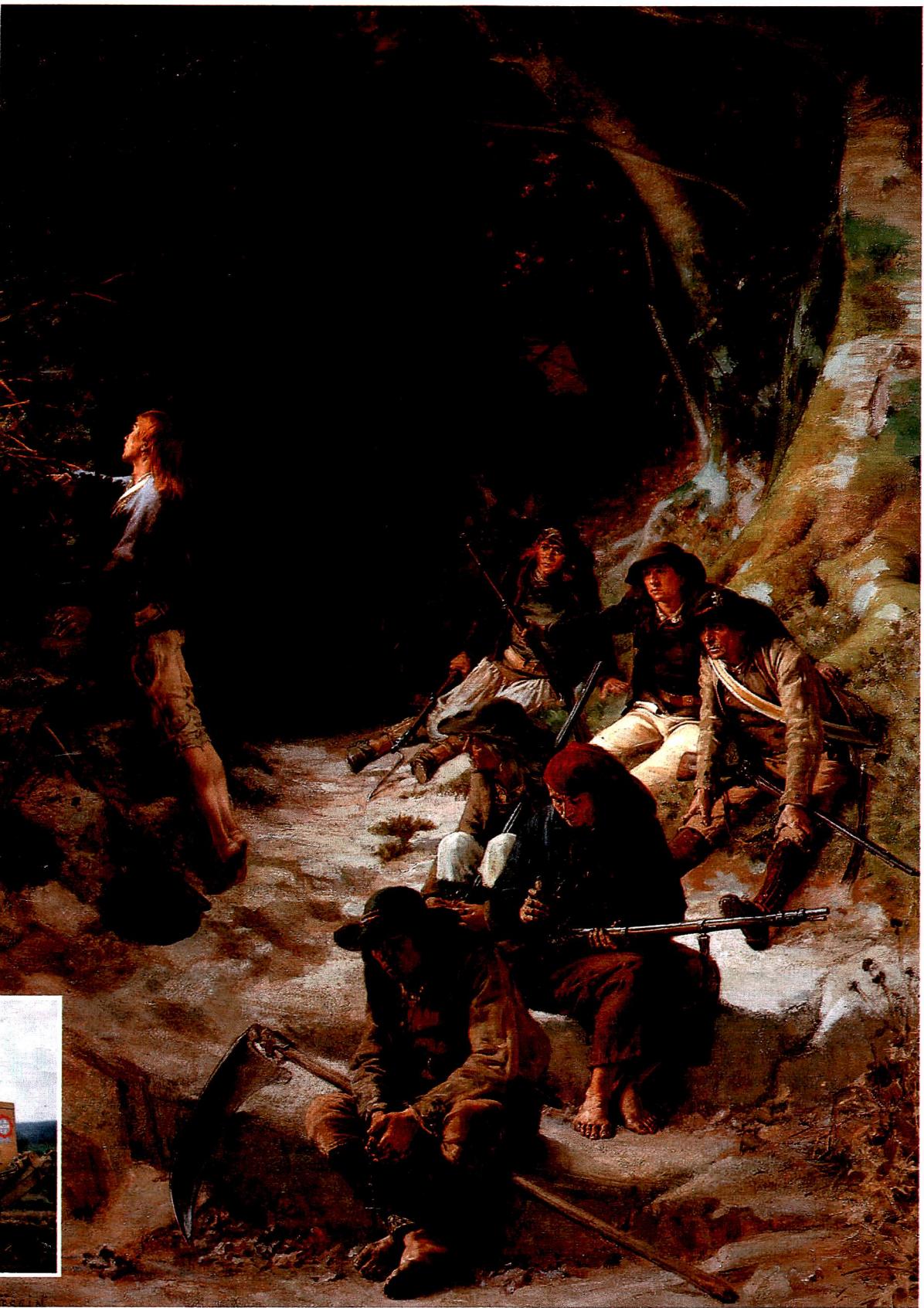
APRÈS NOUS, LE DÉLUGE

d'ailleurs louable, de remembrement (des champs plus grands accessibles aux machines), nous avons, rien qu'en Bretagne, détruit 200 000 km de haies (cinq fois le tour de la Terre). Nous avons, un peu partout, asséché quelques millions d'hectares de marais, éponges naturelles capables d'absorber

Des armées entières de Chouans pouvaient naguère se cacher dans les chemins creux de la Vendée.

Depuis quarante ans, sous le prétexte, sans dommage d'énormes excès de pluie. Nous avons drainé des champs immenses pour que l'eau s'écoule au plus vite vers les fonds où des ruisseaux approfondis l'emmènent à plein bord jusqu'aux fleuves, puis à la mer. Conclusion : les nappes souterraines n'ont plus le temps de stocker cet excès d'eau. Et tout de suite après l'inondation de la surface, nous connaissons la pénurie d'eau. Au total, certes, les rendements agricoles ont augmenté. Ont augmenté quoi ? Les surplus que nous ne pouvons pas vendre.





A près nous la friche ! Depuis que l'environnement est à la mode, les agriculteurs ne manquent pas une occasion de rappeler qu'ils ont une "mission sociale d'entretien de la nature". Sans eux, clament-ils, verts pâturages, petits chemins et bosquets auront tôt fait de se muer en une jungle hostile et inhospitalière.

Il est vrai que tous les paysages actuels ont été façonnés par la main de l'homme et notamment par des générations de paysans qui savaient utiliser la nature tout en la préservant. Mais depuis quelques décennies, les méthodes ont changé. Les paysans sont devenus des exploitants agricoles voire des "industriels de l'agriculture" et ces derniers ont troqué les pioches, les scies et les faux de leurs ancêtres pour des pelleteuses, des tronçonneuses et des débroussaillants. L'image du "jardinier de la nature" a vécu. Et le bilan écologique des nouveaux aménageurs de choc qui lui ont succédé est catastrophique.

Les régions bocagères ont particulièrement trinqué. En Bretagne, où l'on peut véritablement parler de massacre, la direction régionale de l'environnement (Diren) estimait fin 1981, à partir de photos aériennes et d'images satellites, que 150 000 km de haies boisées avaient été abattues par les agriculteurs depuis la fin des années 1940. La cadence ne s'étant pas ralentie depuis, on estime aujourd'hui ce chiffre à 200 000 km. Soit une bande de forêt longue de cinq fois le tour de la Terre ! Sachant qu'un kilomètre de haie équivaut *grossso modo* à un hectare de forêt, la Bretagne a ainsi perdu près de la moitié de ses surfaces boisées en moins d'un demi-siècle. «Pas besoin d'aller en Amazonie pour voir les arbres disparaître», constate amèrement Jean-Yves Morel, l'un des responsables de l'association Eau et Rivières de Bretagne. «Mais, là-bas au moins, les gens défrichent pour se nourrir et survivre tandis que nous, nous le faisons pour produire des excédents.»

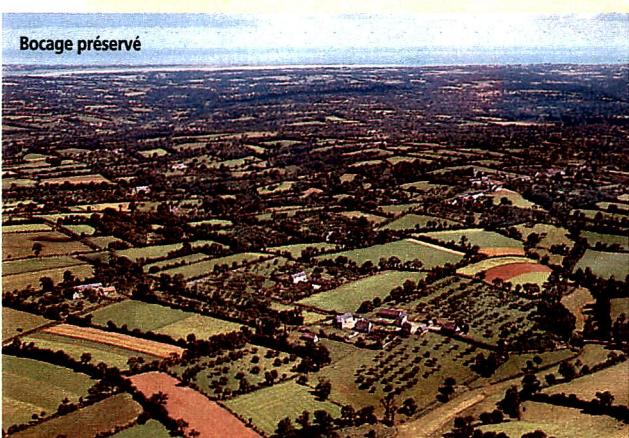
Les zones humides (tourbières, plaines alluviales, marais côtiers...) n'ont pas non plus été épargnées. En France, ces écosystèmes de grande valeur ne couvrent plus aujourd'hui qu'une superficie de 1,5 million d'hectares. Soit trois fois moins qu'il y a un siècle. La pression de l'urbanisme et l'endiguement des ri-

LE REMEMBREMENT :

Il suffit que l'utilité d'un remembrement soit signalée au préfet par des agriculteurs, des propriétaires ou des conseillers municipaux (la pétition d'une seule personne suffit !) pour que celui-ci crée par arrêté, et en accord avec le conseil général, une Commission communale d'aménagement foncier (CCAF). Très souvent, et comme par hasard, ce sont les représentants locaux de la Fédération nationale des syndicats d'exploitants agricoles (FNSEA) qui sont à l'origine de la démarche. Présidée par le juge du tribunal d'instance, la CCAF comprend le maire, trois représentants des propriétaires fonciers désignés par le conseil municipal, trois représentants des exploitants agricoles (1) désignés par la chambre d'agriculture, deux fonctionnaires de la

direction départementale de l'agriculture (DDA), un responsable des services fiscaux et, depuis la loi de 1975, une personne qualifiée pour la protection de la nature (PQPN).

Une fois constituée, la CCAF présente un projet d'aménagement foncier, sur tout ou partie du périmètre de la commune, qu'elle soumet ensuite à enquête publique. Pendant quinze jours, le projet est affiché en mairie et publié dans la presse locale. Par ailleurs, un cahier d'observations est mis à la disposition des habitants. Ensuite, la CCAF prend position sur le dossier et le transmet à la Commission départementale d'aménagement foncier puis au conseil général. Si les avis de ces trois instances sont favorables, le préfet ordonne le début des opérations par un deuxième ar-



vières ont aussi une part de responsabilité. Les villes ont empiété sur les zones humides et les rivières ayant été endiguées, ne les approvisionnant plus en eau. Mais la grande majorité de ces surfaces ont été mises en cultures, notamment dans le marais poitevin où les deux tiers ont été asséchées depuis 1973.

Dans les sols de limons du Nord de la France, l'agrandissement des parcelles, le labour de prairies permanentes situées en fond de vallée et l'évolution des méthodes de cultures sont à l'origine de graves

UNE PROCÉDURE AUTORITAIRE

rétré. Bien qu'il existe d'autres procédures plus souples comme les échanges amiables, dans 95 % des cas le projet débouche sur un remembrement.

A aucun moment, l'accord de la majorité des propriétaires de la commune n'est requis. En cas de désaccord, il n'y a pas d'autre solution que de déposer un recours devant la commission départementale d'aménagement foncier. De quoi décourager tous ceux – et ils sont nombreux – qui craignent de se perdre dans le dédale des couloirs des administrations !

Autre anomalie, les propriétaires, tout comme les exploitants agricoles, ne nomment pas directement leurs représentants au sein de la CCAF. Mieux, cette dernière étant une autorité administrative, elle n'est pas tenue de siéger publiquement. C'est donc généralement à huis clos qu'elle dépouille les résultats de l'enquête publique et prépare, par la suite, le projet d'aménagement foncier avec le concours d'un géomètre. Ce dernier classe toutes les terres du périmètre à remembrer selon un système assez complexe de points qui tient compte de leur surface et de la qualité de leur sol. La redistribution s'opère de façon à ce que chaque propriétaire retrouve le nombre de points qu'il totalisait au départ.

La procédure est encore plus expéditive lorsque le tracé d'une

autoroute ou d'une voie ferrée doit traverser le territoire d'une commune ou en cas de construction d'un grand ouvrage (centrale nucléaire, zone industrielle...). Dans ce cas, l'article 10 de la loi prévoit que la CCAF est nommée d'office par le préfet... Il s'agit, en l'occurrence, de remédier aux dommages causés aux exploitations agricoles. La création d'une autoroute, par exemple, peut obliger les agriculteurs riverains à faire un détour de plusieurs kilomètres pour accéder à leurs parcelles. La redistribution des terres s'avère alors nécessaire. Ainsi, le ministère de l'Agriculture s'attend à ce que 700 000 hectares de terres soient remembres dans les quinze prochaines années, en fonction des projets d'autoroute et de TGV !

Enfin, une fois l'opération lancée, il est impossible de s'y opposer. Tous les propriétaires dont les terres sont situées dans le périmètre de remembrement doivent se plier à la procédure. D'où des conflits fréquents pouvant aller, dans certains cas extrêmes, jusqu'à l'emprisonnement, voire l'internement, de l'agriculteur récalcitrant, comme cela s'est produit. Dans un pays où le droit de propriété est érigé en dogme, un tel "déficit démocratique" a de quoi surprendre. Au ministère de l'Agriculture, on se retranche derrière l'argument selon lequel

une certaine "efficacité" était nécessaire dans le contexte de l'après-guerre. Quitte à écorner certains principes. Y aurait-il eu, en effet, autant d'aménagements fonciers en France si les projets avaient été soumis au vote de tous les propriétaires d'une même commune ?

De toute évidence, le caractère contraignant de la loi a permis dans bien des cas de venir à bout des résistances des agriculteurs. Sans parler de la propagande active menée dans les cours de ferme et les salles communales par les syndicats agricoles, les conseillers des chambres d'agriculture et les fonctionnaires des DDA pour engager les agriculteurs à suivre la marche du "progrès". Le remembrement a été présenté, puis perçu à la longue, comme un acte symbolique, un moyen

radical de rompre avec une culture paysanne démodée et de toute façon condamnée à disparaître. «En Bretagne, où les premiers remembrements n'ont démarré qu'au milieu des années 1950, il a fallu près de dix ans pour convaincre les agriculteurs d'accepter de détruire leur paysage et de se déposséder de leurs terres familiales», explique Jean-Clau de Lefèuvre, biologiste au Muséum national d'histoire naturelle à Paris. Une chose est sûre, si autant de moyens avaient été consacrés depuis trente ans à la protection de l'environnement en milieu rural, les agriculteurs ne se retrouveraient pas en position d'accusés comme ils le sont aujourd'hui...

(1) Ceux-ci sont fréquemment locataires ou fermiers, et ne sont donc pas propriétaires de tout ou partie des terres qu'ils cultivent.

Bocage remembré



phénomènes de ruissellement et d'érosion de terre. La situation est très critique sur toute la bande littorale qui s'étend du Havre à Calais sur une largeur de 100 km. En Seine-Maritime, et particulièrement dans le pays de Caux, au nord de Rouen, entre une et vingt communes sont inondées chaque année depuis trente ans. Avec parfois des conséquences dramatiques. En 1975 et en 1978, suite à deux orages, des torrents de boue provenant des secteurs agricoles situés en amont, ont dévalé sur les villes d'Étre-

tat et de Saint-Valéry-en-Caux provoquant la mort de cinq personnes et causant des centaines de millions de francs de dégâts.

Enfin, la concentration excessive d'élevages industriels dans certaines régions et l'apport mal raisonné d'engrais et de produits phytosanitaires ont largement contribué à la dégradation de la qualité des eaux superficielles (rivières, fleuves, lacs) et souterraines (nappes phréatiques et alluviales). Sans parler de la mort biologique de nombreux ruisseaux

DES FONCTIONNAIRES "INTÉRESSÉS"

Le principe est choquant. Pourtant, le fait que des fonctionnaires touchent des primes sur les travaux qu'ils réalisent pour les collectivités locales est légal. Abrogé à la Libération, ce système – qui date de l'Ancien Régime – a été rétabli par deux lois de 1948 et de 1955, avant d'être modifié en 1979. Il s'applique à de nombreuses administrations et corps de fonctionnaires : agriculture, équipement, ponts et chaussées, génie rural, eaux et forêts...

Jusqu'en 1979, le paiement de ces primes ou "rémunérations accessoires" ("rémunac" pour les initiés) se faisait au niveau de chaque département. Les directeurs de service répartissaient le gâteau en fonction du "chiffre d'affaires" réalisé par chacun de leurs agents. Plus on avait construit de routes, plus on avait arasé de haies et massacré de rivières, meilleur était le salaire en fin d'année. Dans certains cas celui-ci pouvait carrément doubler.

Depuis 1979, le système a été amendé. Désormais, tous les

prélèvements effectués sur les travaux réalisés par les ingénieurs de l'Etat (de 5,5 à 8,5 % du montant hors taxe) sont globalisés au plan national et reversés ensuite aux départements. Pour l'agriculture, c'est la mission d'ingénierie publique, à Paris, qui effectue la distribution selon une grille extrêmement complexe en répartissant la manne entre les départements les plus "rémunérateurs" et les autres.

De fait avant la création de ce pot commun, il était bien plus avantageux de travailler en Ille-et-Vilaine, où les remembrements vont bon train, qu'en Lozère... L'intérêt est donc moins direct et les anomalies moins criantes. Mais, au bout du compte, les ingénieurs ont tout de même intérêt à réaliser un certain volume de travaux s'ils veulent maintenir leur pouvoir d'achat. Comme l'écrit Yves Mény, professeur à l'Institut d'études politiques de Paris, dans un remarquable livre intitulé *la Corruption de la République*⁽¹⁾ : «L'essentiel du changement porte sur l'amé-

lioration des apparences, sur l'atténuation des formes les plus contestables de cette corruption en forme légale et réglementaire.» Le mot est lâché et l'auteur enfonce le clou : «que dirait-on d'un maire dont les indemnités seraient modulées en fonction des investissements réalisés dans sa commune ? Ailleurs qu'en France, cette situation serait au mieux qualifiée de conflit d'intérêt, au pire de corruption.»

Dans les années d'après-guerre, où il y avait urgence à reconstruire le pays, cette idée d'intéresser les fonctionnaires au moyen de primes pouvait à la rigueur se justifier. Cela permettait aussi d'éviter la fuite des cervaux vers le secteur privé où les salaires étaient bien supérieurs. Aujourd'hui encore, le salaire de base d'un ingénieur d'une DDA se situe autour de 12 000 F mensuels, soit deux fois moins que dans le privé pour un poste équivalent. Les primes permettent donc de réduire l'écart, en portant la rémunération effective aux environs de 18 000 F – 20 000 F. Ne serait-il pas pos-

sible, maintenant que la reconstruction de la France est terminée et que l'agriculture coule sous les excédents, de réintégrer tout simplement le montant de ces primes dans les salaires ?

En fait, l'Etat s'accommode fort bien d'un système qui lui permet de sous-payer ses fonctionnaires et de laisser le complément à la charge des collectivités locales. Le contribuable n'y voit que du feu : il paie en taxes locales ce qu'il économise en impôts sur le revenu. Par ailleurs, le montant des rémunérations accessoires n'étant pas inclus dans le calcul des retraites, l'Etat réalise ainsi de substantielles économies en versant moins de cotisations sociales. Mais surtout, comme l'écrit encore Yves Mény, la réintégration des primes dans les salaires, l'obligerait à «rémunérer au même niveau d'autres catégories [de fonctionnaires] qui pourraient plus ou moins légitimement y prétendre». L'Etat, qui veut tout contrôler, n'a pas les moyens de ses ambitions.

(1) Fayard 1992, 141 p., 140 F.

et petites rivières dont le lit a été creusé, endigué et rectifié à coups de pelleteuse pour évacuer plus rapidement les eaux provenant des surfaces drainées (voir encadré p. 74)...

Les remembrements menés tambour battant depuis les années 1950 sont, pour une bonne part, à l'origine de ces atteintes au milieu naturel. Leur objectif – tout à fait louable en soi – consiste, sur un périmètre donné, à redistribuer les terres entre leurs différents propriétaires de façon à agrandir la taille des parcelles et à les regrouper autour des corps de ferme. Fin 1990, le ministère de l'Agriculture estimait que 13,7 millions d'hectares de terres avaient été remembres en France. Ce qui représente plus de 40 % de la surface agricole utile et le quart de la superficie totale du pays. Les régions où la restructuration foncière a été la plus intense se situent au nord d'une ligne Bordeaux-Genève. On trouve en tête la Champagne-Ardennes avec 92,38 % de terres remembres, l'Ille-

de-France (88,88 %), l'Alsace (84,93 %), la Picardie (81,62 %), la Lorraine (73,86 %) et la Bretagne (59,29 %). Certains secteurs ont même été remembres deux fois ! Le Sud, traditionnellement hostile à cette procédure, se situe loin derrière avec seulement 10,59 % pour le Midi-Pyrénées, 7,34 % pour le Languedoc-Roussillon et 6,77 % pour la Corse.

Le succès du remembrement, au moins en ce qui concerne la moitié nord du pays, s'explique en partie par des raisons historiques et économiques. Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, la France est importatrice de biens alimentaires et garde en mémoire le triste souvenir des pénuries de l'Occupation. Avec l'aide du plan Marshall, un gigantesque effort est entrepris pour moderniser l'agriculture. Tracteurs et machines agricoles se répandent dans les campagnes ; la génétique se développe ; la fertilisation et la protection chimique des plantes se généralisent : la course aux rendements est lancée avec les résultats

que l'on sait. Les rendements en blé, par exemple, triplent en un peu moins de quarante ans passant de 20 à 60 quintaux par hectare en moyenne nationale.

Mais dans de nombreuses situations, la structure foncière des exploitations agricoles est inadaptée aux nouvelles méthodes de production. Les parcelles sont trop dispersées et exiguës. Ce qui engendre des pertes de temps, l'usure du matériel et des surcoûts d'autant moins supportables que les agriculteurs sont de plus en plus lourdement endettés, en particulier à cause de l'achat d'équipements et de matériels agricoles nouveaux.

Le remembrement apparaît donc comme la solution idéale. D'autant que la procédure, basée sur une loi datant du 9 mars 1941 modifiée à deux reprises en 1975 et en 1985, est extrêmement autoritaire. Ce qui a permis, dans bien des cas, de venir à bout des résistances manifestées par certains agriculteurs et certains propriétaires fonciers (voir encadré p. 62).

Malheureusement, cette opération apparemment bénigne ne se limite pas à de simples échanges entre propriétaires. Et c'est à partir de là qu'a commencé le massacre. Le fait de redistribuer les terres rend en effet nécessaire la réalisation de certains travaux dits "connexes". Des chemins d'exploitation et éventuellement des routes doivent être créés. De plus, il faut que, contrairement à l'ancien, ce nouveau réseau de desserte soit suffisamment large pour permettre le passage des engins agricoles. De même, un certain nombre d'anciennes limites de parcelles (fossés, talus, haies...) sont supprimées pour ne pas gêner le travail des machines. Le remembrement est aussi l'occasion de procéder à des travaux hydrauliques de grande envergure. Il est en effet plus intéressant de drainer une surface de 10 hectares d'un seul tenant que dix petites parcelles éparses d'un seul hectare. Et il est également plus facile de réaliser, dans la foulée, les aménagements destinés à évacuer les eaux excédentaires : création de fossés, creusement du lit d'un ruisseau, suppression de méandres, etc.

Ces interventions, gravement dommageables pour les milieux naturels, sont largement subventionnées. Jusqu'aux lois de décentralisation de 1983, l'Etat était le principal bailleur de fonds. Depuis, les conseils généraux ont pris le relais. Le remembrement proprement dit est pris en charge à 100 % et ne coûte pas un sou aux agriculteurs. A raison de 1 300 F/ha en moyenne et sachant que 310 000 ha ont été remembres en France en 1990, la facture globale s'élève à plus de 400 millions de francs par an. Sans compter les travaux connexes, bien que ceux-ci ne soient que partiellement pris en charge. Le montant des subventions variant d'un département à l'autre, il est difficile de donner des

chiffres nationaux. Mais la fourchette va de 35 % à 60 % du montant des travaux hors taxe. Le reste est financé par l'Association foncière de remembrement (AFR) sous forme de prêts.

Chargée de faire exécuter les travaux connexes décidés par la Commission communale d'aménagement foncier ou CCAF (cette structure administrative pilote le remembrement au sein de la commune – voir encadré p. 62), l'AFR est dirigée par des propriétaires nommés pour six ans par le préfet sur proposition du conseil municipal et de la chambre d'agriculture. Tout comme ceux de la CCAF, ses membres ne sont donc pas directement élus par leurs pairs. Siègent également au sein de ce bureau, le maire ou l'un de ses conseillers ainsi qu'un délégué de la Direction

Des "fossés anti-chars" pour drainer l'eau

Inutile et coûteux, le creusement de tranchées de 1,50 m à 2 m de profondeur, pour évacuer rapidement les eaux de drainage, contribue à abaisser le niveau des nappes phréatiques. Ce qui agrave les conséquences des épisodes de sécheresse sur la végétation.



départementale de l'agriculture (DDA). Mais surtout, aux termes de la loi, l'AFR est une association à caractère forcé : tous les propriétaires du périmètre de remembrement sont tenus d'y adhérer. Qu'ils soient d'accord ou non avec le volume et la nature des travaux connexes décidés par le bureau de l'AFR. Par conséquent, ils devront obligatoirement s'acquitter de la taxe au remembrement destinée à payer le remboursement des emprunts contractés pour financer la part des travaux qui n'est pas prise en charge par le conseil général. Il en coûte en moyenne entre 60 F et 120 F par hectare parfois pendant quinze ans ! Si bien qu'un propriétaire qui voudrait refuser le remembrement et s'opposer, par exemple, à l'arachissement de ses anciennes haies, n'en devra pas moins laisser passer les bulldozers et contribuer en plus au paiement de la facture !

Enfin, les ingénieurs des DDA touchent des primes, ou rémunérations accessoires, proportionnelles au volume des travaux (de 5,5 % à 8,5 % du montant hors taxe) qu'ils sont chargés de réaliser

pour le compte des AFR. Dans les années 1970, certains directeurs de DDA situés dans des départements où les remembrements allaient bon train, parvenaient ainsi à doubler leur salaire. Aujourd'hui encore, les primes représentent jusqu'à 60 % de la rémunération d'un ingénieur. «Non seulement Attila est lâché dans la nature, mais en plus on le paie au mètre carré d'herbe qu'il brûle», commente un responsable d'une agence de l'eau.

Le système est en effet on ne peut plus pervers (voir encadré p. 64), car les ingénieurs des DDA qui sont, rappelons-le, membres des AFR et secrétaires des CCAF, participent à la fois à la commande et à la réalisation de travaux sur lesquels ils touchent des pourcentages. Même en restant honnête, il est difficile, quand son revenu en dépend, de ne pas, d'une façon ou d'une autre, pousser à la consommation. De là à se demander si certains travaux n'ont pas été surdimensionnés, il n'y a qu'un pas. Fallait-il, par exemple, massacrer autant de ruisseaux et de petites rivières à coups de pelleteuse quand un simple nettoyage des berges ou du lit aurait suffi ? Aurait-on détruit autant de haies et de chemins creux dans les régions de bocage ? Aurait-on asséché et labouré autant de marais et de prairies humides ?

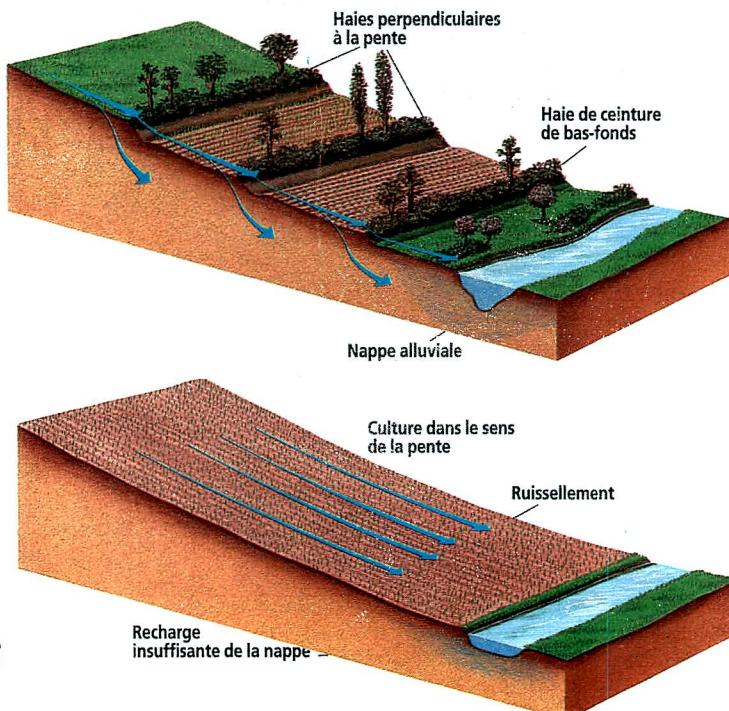
Loi autoritaire, association à caractère forcé, subventions, fonctionnaires «motivés» : tout a été mis en oeuvre, d'un point de vue législatif et administratif, pour inciter les agriculteurs à transformer les campagnes en de vastes chantiers et à ne plus se comporter comme ces «jardiniers de la nature» qu'ils prétendent être encore.

Certes, dans de nombreuses situations, les restructurations foncières étaient nécessaires. Mais, à de rares exceptions près, elles ont été (et sont encore) conduites de façon très brutale dans une optique purement agricole, sans tenir compte de leurs impacts sur l'environnement. Or selon, le relief et la nature des sols, le simple fait d'agrandir les parcelles ou de supprimer certaines limites physiques (fossés, haies, talus etc.) peut être lourd de conséquences notamment sur le plan hydrologique.

«Tout ce qui freine l'eau est bon, tout ce qui l'accélère est mauvais», rappelle Guy Oberlin, hydrologue au Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et des forêts (CEMA-GREF). D'un côté on garde et on préser-

Moins de crues en hiver, plus d'eau en été

Les haies perpendiculaires aux pentes et celles qui ceinturent les fonds de vallée freinent le ruissellement de l'eau et limitent l'intensité des crues. Elles facilitent également l'infiltration de l'eau dans le sol, contribuant ainsi à la recharge des nappes alluviales et au soutien du débit des cours d'eau pendant les périodes sèches. Mais dans la majorité des cas, ces haies, qu'il aurait fallu conserver en priorité, ont été passées au bulldozer.





ve la ressource, ce qui peut s'avérer intéressant, surtout en période de sécheresse comme c'est le cas en France en ce moment. De l'autre, on accentue les phénomènes de ruissellement et d'érosion de terre, ce qui ne manque pas de provoquer des désordres dans les zones situées en aval : inondations de plus en plus fréquentes et brutales, salissement des routes (dépôts de boue) pouvant causer des accidents de la circulation, embaumement et pollution des cours d'eau par les phosphates et les pesticides fixés sur les particules de terre mise en mouvement, etc.

Les plaines céréalières comme la Beauce ou la Brie sont à l'abri de tels déboires, bien qu'elles aient été intensément remembrées. Mais on ne peut pas en dire autant de régions au relief plus chahuté. C'est notamment le cas, cité plus haut, de la Seine-Maritime, de la Picardie et du Nord-Pas-de-Calais.

Les sols de ces régions, très épais, sont d'une grande fertilité. Mais ils ont aussi l'inconvénient d'être très instables et de former rapidement, sous l'impact des gouttes de pluie, une croûte superficielle imperméable, propice au ruissellement et à l'érosion dès que la pente de la parcelle atteint seulement 3 % ou 4 %. Ce phénomène, dit de "battance", est dû à la très haute teneur de ces sols en limons (entre 60 % et 70 %), particules fines qui ont la propriété de se souder entre elles au contact de l'eau. Jean-François Ouvry, ingénieur à l'Association régionale pour l'étude et l'amélioration des sols (AREAS) à Saint-Valéry-en-Caux (Seine-Maritime) explique qu'il suffit de 60 mm à 80 mm de pluie cumulée après un travail du sol pour qu'une croûte

Les polluants ruissellent sur le plastique

Pour hâter la levée des plants, le maïs est de plus en plus cultivé sous plastique. Mais, sur les parcelles en pente, l'eau ruisselle plus vite, entraînant avec elle des particules de terres chargées d'engrais et de pesticides qui se déposent en contre-bas – comme ici dans le bassin de retenue de la Chèze qui alimente la ville de Rennes en eau potable...

de battance se forme. Or, cela représente à peine 10 % de la pluviométrie annuelle de nos régions. La capacité d'infiltration du sol qui était de 40 mm à 60 mm d'eau par heure au départ devient alors quasiment nulle : c'est comme si la parcelle était recouverte d'un film plastique sur toute sa surface.»

Dès lors, à la moindre précipitation, l'eau va se mettre en mouvement et ruisseler vers le fond du bassin versant, ou talweg⁽¹⁾. Mais elle le fera d'autant plus vite que la pente est longue et accentuée et qu'elle rencontrera un faible nombre d'obstacles sur son chemin. Or, on l'a déjà vu, plus la vitesse de l'eau est élevée et plus sa capacité érosive est importante.

Plusieurs éléments permettent de freiner cette course et d'en limiter les dégâts. Les racines des plantes, tout d'abord, fixent le sol et l'empêchent d'être entraîné par l'eau, tandis que les parties aériennes (tiges et feuilles) le protègent contre l'impact des gouttes de pluie et freinent, par conséquent, la

(1) Un bassin versant, ou *impluvium*, est divisé en trois niveaux : des lignes de crête qui correspondent aux points d'altitude les plus haut ; des versants sur lesquels l'eau des précipitations s'infiltra ou ruisselle et un talweg qui correspond aux points les plus bas et où l'eau se concentre pour former éventuellement un ruisseau.

formation de la croûte de battance. Dans les zones agricoles, les prairies qui restent en place pendant une longue période (prairies permanentes) constituent la couverture végétale la plus efficace. Viennent ensuite les cultures semées à l'automne : blé, orge ou colza qui protègent le sol durant l'hiver, période critique où les précipitations les plus importantes sont enregistrées. En revanche, le maïs, la pomme de terre, la betterave sucrière, le lin ou certaines variétés de blé et d'orge, qui sont semés au printemps, laissent le sol nu pendant la majeure partie de l'année, notamment en hiver.

Labouer le sol en suivant les courbes de niveau – c'est-à-dire perpendiculairement à la pente – permet également de lutter contre l'érosion, car les sillons sont orientés de façon à s'opposer au ruissellement. Une étude de la Food and Agriculture Organization (FAO) a montré que cette technique permet, dans certaines situations, de réduire de 50 % les pertes de terre sur des pentes de 4 % à 6 %. Malheureusement, elle n'est pas toujours applicable, en particulier si la pente de la parcelle n'est pas homogène. Enfin, tous les éléments qui compartimentent le paysage (talus, haies, fossés) bloquent l'eau avant qu'elle ne prenne trop de vitesse.

Depuis un demi-siècle, la restructuration foncière a contribué à supprimer la majorité de ces obstacles. Mais, en augmentant la longueur des parcelles, on a augmenté du même coup la longueur des pentes. Or on sait aujourd'hui que lorsque celle-ci est doublée, la vitesse de l'eau peut être multipliée par quatre en fin de parcours. Ce qui accroît de 40 % les phénomènes d'érosion !

Le remembrement a également permis de pratiquer la monoculture sur de grandes surfaces. Les agriculteurs peuvent, par exemple, n'implanter qu'une seule culture sur une parcelle de 20 hectares, là où auparavant on en dénombrerait souvent une dizaine appartenant à différents propriétaires. Les cultures n'ayant pas le même taux de couverture végétale à une date donnée, ce morcellement créait un effet "patchwork" favorable à la rétention de l'eau. Ainsi, lorsque l'une de ces petites parcelles gardait son sol nu en hiver, celle située plus bas pouvait contribuer à freiner le ruissellement pourvu qu'elle soit recouverte de blé ou de luzerne. Idem pour la parcelle suivante et ainsi de suite. Un tel dispositif ne fonctionne plus lorsque l'ensemble est homogénéisé. On imagine le résultat lorsque de grandes surfaces pentues d'un seul tenant restent nues pendant des mois...

De plus, les cultures de printemps ont pris une part prépondérante dans les assolements de ces régions du nord de la France. Or le maïs, la betterave sucrière et la pomme de terre n'assurent, même en

pleine végétation, qu'une très mauvaise couverture du sol dans la mesure où elles sont cultivées en rangs espacés de 60 à 80 cm. Par ailleurs, la récolte de la betterave et de la pomme de terre s'effectue aujourd'hui avec des engins lourds qui tassent le sol, surtout en conditions humides. Et les empreintes de roues forment des rigoles propices au ruissellement.

Enfin, dans ces régions de grande culture, d'importantes surfaces de prairies permanentes ont été retournées depuis la dernière guerre à mesure que l'élevage disparaissait. Et, depuis 1984, l'instauration des quotas laitiers a contribué à accroître la tendance. Dans le pays de Caux, où cette activité subsiste encore, les prairies qui se situaient dans les fonds de vallées ont été regroupées autour des corps de ferme, à la faveur du remembrement. Si bien que la plupart des talwegs qui étaient autrefois enherbés ont été mis en culture. L'eau, qui comme on vient de le voir, dévale les pentes de plus en plus vite, se concentre sur des sols ameublis et donc très érodables où elle creuse, au beau milieu des parcelles, des rigoles gigantesques pouvant atteindre 1 m voire 2 m de profondeur pour de 2 m à 6 m de large (voir photos p. 71) ! De véritables oueds dans lesquels l'eau s'engouffrera à la faveur d'un orage dû à un peu violent, provoquant les catastrophes évoquées au début de cet article.

L'arasement massif des haies dans les régions bocagères a également engendré des phénomènes d'érosion, quoique moins spectaculaires que ceux que nous venons de décrire. Certes dans de nombreuses situations, le maillage bocager était trop dense. Il fallait éclaircir. Mais il ne fallait pas pour autant tout arracher ou presque, comme cela s'est produit en Bretagne où, encore une fois, les deux tiers des haies ont disparu depuis quarante ans ! D'autant que les haies n'ont pas seulement l'avantage d'arrêter l'eau, elles constituent aussi de précieux brise-vent, tant pour les cultures que pour les animaux au pâturage, lorsque les conditions climatiques sont défavorables (voir encadré p. 69). Dans les secteurs débocagés, Pierre Luet, vétérinaire dans l'Allier, constate une re-crudescence de diarrhées et d'infections pulmonaires ainsi que des retards de croissance chez les veaux mis à l'herbe à la sortie de l'hiver...

Des études réalisées en Bretagne, dès le début des années 1970 par des chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) et de l'université de Rennes, ont montré que deux types de haies jouaient un rôle prépondérant dans la lutte contre l'érosion et la régulation du régime hydrique des cours d'eau. Les scientifiques avaient alors formulé des recommandations visant à préserver au moins ces boisements linéaires dans les projets de remembrement. Mais jusqu'à ces toutes dernières an-

nées, pratiquement personne n'en a tenu compte.

Ces haies qu'il aurait fallu conserver en priorité sont, d'une part, celles qui sont implantées parallèlement aux courbes de niveau sur les parcelles pentues (qui barrent donc la pente) et, d'autre part, celles qui ceinturent les zones humides de bas-fond en bordure de cours d'eau (voir dessins p. 66). Com-

posées d'arbres (chêne, châtaignier, orme, saule...), d'arbustes (noisetier, aubépine, prunelier...) et de plantes herbacées, les haies bretonnes sont généralement implantées sur un talus, c'est-à-dire un promontoire de terre parfois empierre à environ 1,50 m de haut, bordé ou non de chaque côté par un fossé. Il ne s'agit donc pas de boisements naturels mais bien

L'EFFET BRISE-VENT DES HAIES

Pour être un bon brise-vent une haie doit remplir certaines conditions. Si elle est trop imperméable et trop dense (1), elle agit comme un mur : le vent heurte violemment l'obstacle, passe par dessus et redescend aussitôt sur la parcelle, attiré par le vide qui crée un appel d'air. Dans ce cas de figure la distance de protection est faible.

Si à l'inverse, la haie est constituée d'arbres très espacés, le vent se concentre dans les vides intercalaires pour former des tourbillons (2). L'effet protecteur est là aussi quasi-nul.

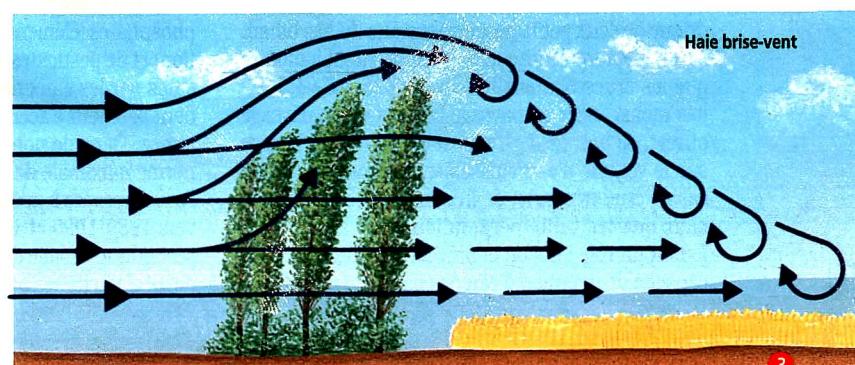
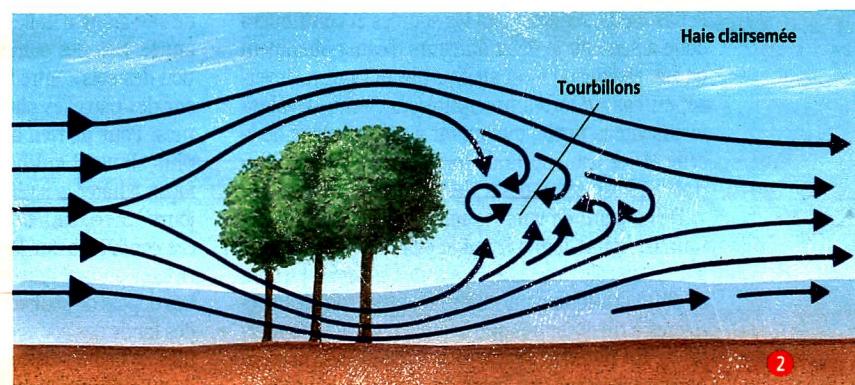
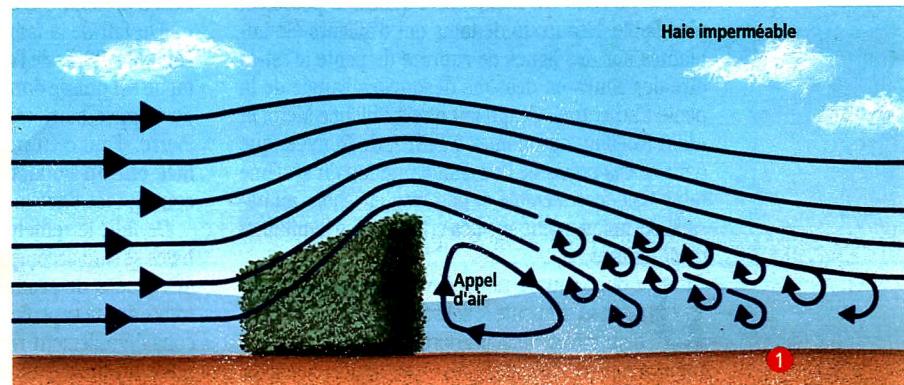
En fait, pour obtenir une efficacité maximum, la haie doit être semi-perméable (3), de façon à filtrer et à ralentir le flux d'air incident. Une partie de ce flux traverse la haie tandis que l'autre partie la contourne. La première s'oppose alors à la descente rapide de la seconde, augmentant ainsi la distance de protection qui peut atteindre de 8 à 10 fois la hauteur de la haie. A condition toutefois que cette dernière soit continue, pour éviter la formation de tourbillons comme dans le cas précédent, et qu'elle entoure toute la parcelle de façon à freiner le vent, quelle que soit sa direction.

Mais un champ, même ceinturé de haies de bonne qualité, ne sera que faiblement protégé s'il est isolé. A l'échelon régional, la succession des haies a un effet cumulatif. Dans le début des années 1970, Gé-

rard Guyot et Bernard Seguin, bioclimatologistes à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA), ont ainsi

montré que la vitesse du vent est réduite de 30 % à 50 % dans les paysages bocagers par rapport aux zones ouvertes. A

ce propos, les haies situées sur les parties les plus élevées, et donc les plus exposées au vent, sont les plus efficaces.



de structures élaborées par l'homme, parfois depuis fort longtemps puisque certains talus datent de l'époque romaine.

Les haies parallèles aux courbes de niveau sont d'excellents remparts contre le ruissellement. Elles retiennent aussi les particules de terre transportées par l'eau depuis le haut du champ. Chantal Carnet, agronome à l'INRA, a montré que dans les parcelles au sol limoneux peu à moyennement épais sur roche-mère granitique, il y a accumulation de terre à l'amont des talus et érosion à l'aval. Une succession de haies de ce type permet donc de diviser la parcelle en gradins et par conséquent de réduire la pente moyenne du versant. Or, on le sait maintenant, la puissance érosive de l'eau est moins forte quand la pente est plus faible. Beaucoup de talus ont d'ailleurs été implantés sur des lignes de rupture de pente (c'est-à-dire des zones en dessous desquelles l'angle de la pente s'accentue). Ce qui fait dire à Philippe Mérot et Alain Ruellan, agronomes à l'INRA de Rennes, que dans ce cas précis «le lieu d'implantation du système talus-haie-fossé semble ne pas avoir été choisi au hasard ou uniquement sur des critères de délimitation de propriété.»

De plus, sous le talus, le système racinaire des arbres fragmente le sol sur une grande profondeur créant ainsi une forte porosité favorable à l'infiltration verticale de l'eau. Cette dernière stockée provisoirement dans le sol, transitera lentement vers le bas-fonds, réalimentera les sources et contribuera donc à soutenir le débit du cours d'eau, notamment en été, époque où il est au plus bas (étage). A l'inverse, en cas de fortes précipitations, l'eau dévalera moins vite la pente, diminuant ainsi l'intensité de la crue et les transports de terre et de polluants (nitrates, phosphates, pesticides...).

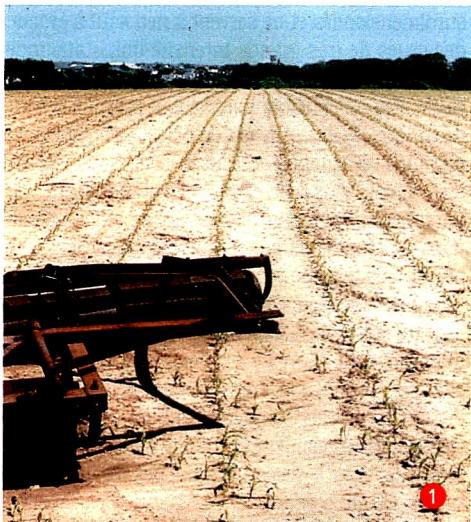
De ce point de vue, les talus de ceinture qui entourent le bas-fonds humide des bassins versants jouent un rôle privilégié. Ces zones saturées en eau, et donc pratiquement imperméables, sont les premières à ruisseler dès que la pluviométrie est importante. En retenant l'eau sur le versant, les haies de bordure forment une sorte de barrage qui limite le risque d'inondation. En comparant le régime hydrique de deux petits bassins versants du Morbihan, l'un remembré, l'autre non, Philippe Mérot a montré que les crues d'intensité moyenne sont de 1,5 à 2 fois moins fortes en paysage bocager qu'en paysage ouvert, ou *openfield*. L'effet stabilisateur du bocage sur le volume d'eau ruisselé est moins marqué en cas de crue très forte, de fréquence rare. Mais il est clair que les talus perpendiculaires aux pentes jouent un rôle tampon et améliorent globalement la capacité de rétention d'eau des bassins versants.

Les aménagements fonciers ont eu aussi, directement et indirectement, des conséquences néfastes sur la qualité des eaux en Bretagne. Jean-Claude Pierre, l'un des fondateurs de l'association Eau et Rivières, parle d'une «ouedification» des rivières bretonnes, autrefois célèbres pour leur richesse en saumon. Après de gros orages, les eaux se chargent de sédiments, provenant de l'érosion des bassins versants, pendant des périodes souvent très longues. Ainsi, en juin 1990, l'eau du Blavet, fleuve côtier qui se jette près de Lorient, n'a pu être rendue potable pendant plus d'une semaine. L'augmentation de la turbidité des cours d'eau nuit par ailleurs fortement aux élevages d'huîtres et de moules situés à proximité des estuaires.

«Du fait de la faible capacité de rétention de son sous-sol, 80 % de l'eau potable consommée en Bretagne est puisée dans les rivières, le reste provenant de nappes souterraines», poursuit Jean-Claude Pierre. «Pour cette raison, toutes les activités de surface ont un impact direct sur la qualité de l'eau consommée dans la région.»

De fait, le remembrement et la disparition des haies se sont accompagnés d'un changement profond des modes de production agricole. En l'espace de trente ans la superficie des prairies permanentes a été considérablement réduite en Bretagne pour laisser place au maïs (utilisé comme fourrage ensilé pour l'alimentation des bovins) et aux prairies temporaires de ray-grass d'Italie qui ne restent en place qu'une année. Soit des cultures moins propices à la protection des sols contre l'érosion, implantées de surcroît sur des parcelles plus grandes et généralement pentues. Pour ne rien arranger, le maïs est de plus en plus souvent cultivé sur bandes de plastique, de façon à hâter la levée des graines et gagner quelques jours à la récolte (voir photo p. 67). Pas étonnant dans ces conditions que la vase s'accumule dans le lit des rivières portant gravement atteinte à la vie aquatique. Les dépôts de sédiments bouchent en effet les cavités des fonds des cours d'eau dans lesquels vivent quantités de mollusques et de larves d'insectes qui servent de nourriture aux poissons.

De plus, ces particules de terre sont chargées de phosphates (éléments responsables de l'eutrophisation) et de pesticides. Sans parler des nitrates, véhiculés par les eaux de drainage et de ruissellement, dont la teneur s'accroît dangereusement d'année en année. Dans de nombreux secteurs de la région, la norme maximale de 50 mg/l est dépassée, rendant l'eau impropre à la consommation. Au cours des hivers 1989-1990 et 1990-1991, en pleine période de sécheresse, la ville de Rennes a dû lâcher 5 millions de m³ d'eau de ses barrages de retenue : la teneur en



Des oueds en Normandie

Dans les sols limoneux du pays de Caux, la pluie forme rapidement en surface une croûte de terre imperméable (1), d'autant plus propice au ruissellement que tous les obstacles à la divagation de l'eau (fossés, haies, limites de parcelles...) ont été supprimés. De profondes ravines (2) finissent par se creuser dans les zones de bas-fonds. A la faveur d'un orage un peu violent, celles-ci peuvent se transformer en de véritables oueds sahariens provoquant l'inondation des villes situées en contre-bas (3). Un phénomène qui touche aussi la Picardie et le Pas-de-Calais.

nitrates était supérieure à 100 mg/l ! Soit une perte qui représente environ 40 % de la consommation annuelle de la ville...

Malgré cela, les opérations de remembrement et de drainage se poursuivent comme si de rien n'était sur les bassins versants qui alimentent ces réserves d'eau potable. Sur les communes de Saint-Thurial et de Pleumeleuc, on peut voir depuis un an, à la place des anciennes prairies à moutons, des parcelles de maïs cultivées dans le sens de la pente s'arrêter à quelques dizaines de mètres seulement des eaux du barrage de la Chèze, situé à une vingtaine de kilomètres de Rennes : autant y déverser directement engrais et pesticides ! Pire, il n'est même pas sûr que ces aménagements soient rentables à long terme. Les sols de ce secteur, situés sur du schiste rouge (une roche très dure et imperméable) sont superficiels, peu fertiles et très érodables compte tenu de leur haute teneur en limons. «De toutes façons, d'ici

à cinq ans, la quasi-totalité des agriculteurs de Saint-Thurial seront à la retraite», confie un habitant de cette commune. On peut dès lors se demander à qui profite vraiment de telles opérations...

A quelques kilomètres du Mont-Saint-Michel, un fossé qui collecte les eaux de drainage de plusieurs parcelles cultivées en maïs, débouche directement dans le Rozel, un affluent du Couesnon, à 2 m seulement en amont du point de captage des eaux qui alimentent la petite ville de Pontorson en eau potable. On croit rêver. Surtout que ces travaux, réalisés sous le contrôle des ingénieurs de la DDA, n'ont pas été effectués il y a quinze ans, à une époque où tout le monde se fichait pas mal de protéger l'environnement, mais cet hiver !

Pour ne rien arranger, la région s'est littéralement couverte depuis vingt ans, d'élevages industriels de bovins, de porcs et de volailles qui produisent quantités de lisiers riches en azote organique et en nitrates.

En matière de déjections, on estime que ces animaux représentent l'équivalent d'une population de 34 millions d'êtres humains ! Alors que la Bretagne ne compte qu'à peine 2,8 millions d'âmes... Ces lisiers ont une haute valeur fertilisante, mais la plupart des agriculteurs n'en tiennent pas compte quand ils les épandent sur leurs cultures, seule façon pour eux de s'en débarrasser. Ils ont pris l'habitude d'apporter des engrains chimiques qui font double emploi, ce qui fait que de grandes quantités de nitrates subsistent dans les sols après la récolte et migrent progressivement vers les nappes et les cours d'eau.

De même, beaucoup de prairies humides situées dans les bas-fonds ont été drainées dans le cadre des aménagements fonciers, en même temps que l'on arrachait les bandes d'arbres qui bordent les cours d'eau. Or, ces zones fréquemment inondées et riches en carbone (feuilles des arbres, débris végétaux...) sont de véritables usines de "dénitrification" naturelles : les nitrates (NO_3) en solution dans l'eau de la nappe souterraine sont métabolisés par certaines bactéries (*pseudomonas*, *thiobacillus*...) et transformés en azote (N_2) qui se dégage dans l'atmosphère. Ce processus d'épuration est très efficace et très répandu (*voir encadré page ci-contre*). «D'ailleurs comment expliquer autrement que la teneur de l'air en azote reste stable autour de 80 % ?» interroge André Mariotti, directeur du laboratoire de biogéochimie à l'université Paris VI. «Or, à condition que les agriculteurs gèrent bien leur fertilisation, il suffirait de garder des bandes d'arbres de 10 m à 20 m de large le long des cours d'eau pour éliminer la quasi-totalité des reliquats de nitrates qui proviennent des parcelles agricoles limitrophes et empêcher qu'ils n'aillent polluer l'eau des rivières.»

Au lieu de celà, les terrains des fonds de vallée sont cultivés jusqu'au ras des cours d'eau sans laisser aucune bande de protection. «S'ils pouvaient labourer le lit des rivières certains agriculteurs le feraien», constate Jean-Yves Morel, déjà cité. Parfois les cultures sont si proches du cours d'eau que celui-ci est régulièrement arrosé d'engrais et de pesticides par les rampes de pulvérisation.

Toujours à la faveur des remembrements, les ruisseaux qui traversent ou séparent les nouvelles parcelles sont fréquemment "tirés au cordeau" : les haies de bordure sont arasées et les méandres sont supprimés pour faciliter le travail des engins agricoles. Les ingénieurs des DDA en profitent aussi pour faire approfondir le lit afin d'accélérer l'évacuation des eaux de drainage. Après une telle opération chirurgicale, le cours d'eau ressemble à un véritable fossé antichar et ses fragiles équilibres biologiques sont durablement perturbés. Plus grave, la plupart de ces travaux sont

surdimensionnés et ne servent à rien sauf à évacuer des crues de très grande intensité qui, statistiquement, ne se produisent peut-être qu'une fois par siècle. «Les ingénieurs veulent à tout prix que la sortie des drains [NDLR - tuyaux en polychlorure de vinyle servant à l'évacuation de l'eau en excès dans le sol] ne reste jamais sous l'eau et que celle-ci soit évacuée des parcelles en quelques heures. Or de telles précautions sont inutiles et ne sont que le fruit de vieilles habitudes : la terre ne va pas exploser sous le reflux de l'eau dans les drains et la majorité des cultures peuvent très bien supporter un sol gorgé d'eau pendant quarante-huit heures !» explique Guy Oberlin, déjà cité également. Par ailleurs, le creusement excessif du lit des cours d'eau, conjugué à la pose des drains enterrés à une profondeur de 1,20 m dans le sol contribue à abaisser le niveau des nappes d'eaux souterraines. Ce qui a pour effet de diminuer les capacités de réserve hydrique du sol et donc d'aggraver les conséquences des épisodes de sécheresse sur la végétation, les arbres - ou ce qu'il en reste - en particulier.

Pour que la gabegie soit complète, beaucoup de régions se lancent maintenant dans de gigantesques travaux d'irrigation. Après avoir tout fait depuis quarante ans pour évacuer l'eau par des aménagements intempestifs, le débit des rivières en été est devenu trop faible pour assurer l'arrosage des cultures. Tout que le maïs-ensilage qui couvre aujourd'hui d'immenses surfaces (1,5 million d'hectares en France, contre 250 000 ha en 1960) est une plante très gourmande en eau. Que la pluviométrie soit insuffisante en juillet et en août, au moment de la floraison, et les rendements sont sévèrement affectés. Or, vu leur endettement et leur manque de trésorerie, les agriculteurs qui misent sur cette culture pour nourrir leurs bêtes en hiver, ne peuvent plus se permettre le moindre écart. Et les ingénieurs des DDA et les entreprises de travaux publics qui se sont enrichis en bétonnant les rivières vont pouvoir maintenant en faire autant en créant des retenues d'eau ou des lacs collinaires...

Même si la réalité ne change guère sur le terrain, une prise de conscience est en train de naître dans les milieux officiels. Ainsi, le rapport sur l'aménagement foncier, paru en juillet 1990, sous la direction d'Henry Adam, ingénieur général du génie rural, des eaux et des forêts au ministère de l'Agriculture, reconnaît que, dans les débuts du remembrement, «les études préalables [sur l'environnement] n'existaient pas. Les travaux étaient vite décidés, la prise en compte de certains problèmes réels, tels que le maintien de la faune, de la flore, la lutte contre l'érosion, le maintien d'un paysage typique, était insuffisante, voire nulle.»

Depuis la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de

DES USINES DE DÉNITRIFICATION NATURELLES

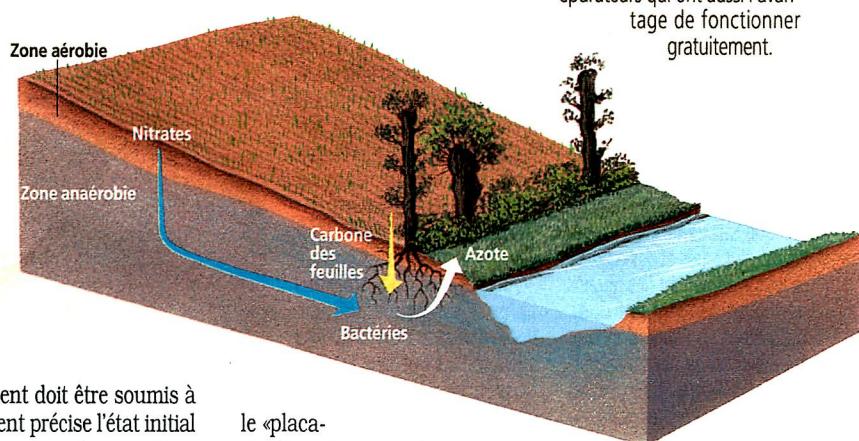
Lorsqu'un sol est inondé, le milieu n'est plus en contact avec l'air et sa concentration en oxygène (O_2) diminue rapidement. On dit que les conditions sont anaérobies. Dès lors, pour respirer, c'est-à-dire utiliser l'énergie contenue dans les molécules de sucre simple (glucose en particulier), certaines bactéries (*pseudomonas*, *thiobacillus*...) ont la faculté d'utiliser les atomes d'oxygène contenus dans la molécule de nitrate (NO_3^-) et de réduire cette dernière en azote (N_2) qui se dégage dans l'atmosphère. Les ripisylves, nom donné aux forêts et aux lisières d'arbres qui bordent les cours d'eau, sont des milieux très propices

au déroulement de ce processus biochimique : le sol y est inondé plusieurs mois dans l'année et les feuilles des arbres fournissent le carbone nécessaire à la réaction.

Il s'agit en fait de véritables usines de dénitrification natu-

relles. Gilles Pinay et Henri Des-camps, chercheurs en écologie au CNRS à Toulouse, ont montré que, sur les bords de la Garonne, une bande de 30 mètres de ripisylve suffisait à ramener les teneurs en nitrates de la nappe alluviale aux limites du

détectable. Mêmes résultats aux Etats-Unis où il a été constaté que la charge des eaux souterraines en nitrates était réduite de 90 % après seulement 19 mètres de trajet sous une ripisylve. D'où l'intérêt de préserver ces précieux écosystèmes épurateurs qui ont aussi l'avantage de fonctionner gratuitement.



la nature, chaque remembrement doit être soumis à une étude d'impact. Ce document précise l'état initial du site, analyse les effets des travaux prévus sur l'environnement et détaille les mesures concrètes que le maître d'ouvrage doit prendre pour compenser les dommages infligés au milieu naturel. Tout cela est très beau sur le papier, mais dans les faits personne ou presque ne tient compte des conclusions de ces études. Pas plus que des remarques formulées par la "personne qualifiée pour la protection de la nature" ou PQPN (généralement un professeur d'histoire naturelle) qui doit siéger au sein des CCAF (voir encadré p. 62) depuis la loi du 11 juillet 1975. On a vu récemment des agriculteurs abattre, en toute impunité, des kilomètres de haies avant même que l'étude d'impact ne soit terminée...

Le rapport Adam propose donc de faire obligation aux commissions communales de justifier les raisons pour lesquelles elles refusent d'appliquer certaines recommandations formulées dans l'étude d'impact (replantation ou préservation de certaines haies, création de chemins de randonnées...). Chose à laquelle elles ne sont absolument pas tenues pour l'instant. Enfin, ce document suggère que les membres desdites commissions suivent des stages de formation à la protection de l'environnement et que les responsables de l'étude d'impact (qui appartiennent généralement à un bureau d'études privé) participent plus activement à l'élaboration de tout ou partie du projet d'aménagement foncier. Cela afin d'éviter

le «placage d'un document théorique sur une réalité forcément complexe», précise le rapporteur. Par ailleurs, ce travail conjoint empêcherait que l'étude d'impact ne soit terminée après que la CCAF ait déjà bouclé son projet d'aménagement foncier, soit bien trop tard pour que ce dernier puisse être amendé.

Autre sujet de réflexion : beaucoup de haies sont arasées en dehors du programme de travaux connexes décidé par les CCAF. En Bretagne, on estime que ces arrachages sauvages représentent environ la moitié des 200 000 km de haies abattues depuis le début des remembrements. L'opération est parfaitement légale : un propriétaire peut supprimer une de ses parcelles boisées sans avoir à demander la moindre autorisation, pourvu que sa superficie soit inférieure à 4 hectares. Les haies étant des boisements linéaires, elles ne sont donc pas protégées par cette réglementation. Si bien qu'un agriculteur peut abîmer tout un paysage en abattant des kilomètres de haies sans avoir de comptes à rendre à personne, alors que le propriétaire d'une maison devra solliciter un permis de construire pour avoir le droit d'ouvrir une simple fenêtre sur l'une de ses façades ! Dans le cadre de la réflexion menée suite à la publication du rapport Adam, le ministère de l'Agriculture réfléchit à la mise en place d'un dispositif juridique qui empêcherait à des particuliers de sup-

LA CHENALISATION DES RIVIERES : PLUS

Les aménagements brutaux réalisés depuis une trentaine d'années en France sur les cours d'eau ont des conséquences bien plus graves pour la vie aquatique qu'une pollution chimique. Robin Cuinat, délégué régional du Conseil supérieur de la pêche (CSP) pour l'Auvergne et le Limousin, l'a constaté en 1982 en comparant les populations de poissons et d'invertébrés avant et après la chenalisation du Litroux, une petite rivière de Limagne qui se jette dans l'Allier. L'opération consiste à transformer un cours d'eau en un vulgaire canal, censé être digues (enrochements, levées de terres, murs) dans l'unique but de faciliter l'écoulement des crues et des eaux de drainage provenant des terrains agricoles. Moyennant quoi, l'eau étant un élément incomprimible, on ne fait que reporter les problèmes et les risques d'inondation vers les zones situées en aval...

On distingue trois grands types de travaux :

- Le recalibrage : la section du lit est agrandie et approfondie (de 0,50 m à 2 m) à l'aide de pelles mécaniques pour lui donner un profil transversal homogène en forme de trapèze afin d'améliorer la stabilité des berges.

- Le reprofilage : la pente de la rivière est uniformisée sur tout ou partie de son cours pour accélérer la vitesse d'écoulement de l'eau.

- La rectification : la plupart des méandres sont supprimés ou adoucis.

Enfin, la végétation qui couvre les rives est éliminée. Ces dernières sont rehaussées, grâce aux matériaux extraits du lit. Mais il arrive aussi fréquemment qu'elles soient par la suite enrochées ou bétonnées : la rivière dont la longueur du cours a été raccourcie suite aux travaux d'"aménagement" a tendance à reprendre son tracé initial, provoquant l'effondrement des berges si celles-ci sont insuffisamment consolidées...

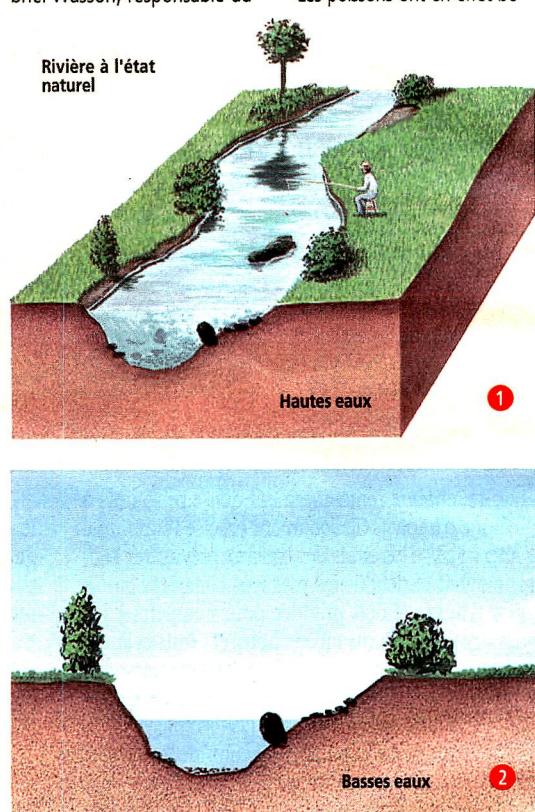
Quoiqu'il en soit, trois ans après ce traitement de choc, Robin Cuinat a constaté qu'il ne survivait plus que cinq espèces de poissons dans le Litroux sur les quatorze présentes avant les travaux. La biomasse piscicole avait chuté de 150 kg à seulement 20 kg par hectare, les trois quarts étant constitués de loches, une espèce pratiquement inexistante au départ et d'un faible intérêt halieutique. Truites et brochets avaient en revanche quasiment disparu. Enfin, la densité d'animaux invertébrés, maillon essentiel de

la chaîne alimentaire, n'était plus que de 5 500 individus par m² dans la partie chenalisée, contre 17 000 par m² dans la partie amont du Litroux restée en l'état.

Comme l'explique Jean-Gabriel Wasson, responsable du

laboratoire d'hydroécologie au CEMAGREF à Lyon, «c'est la diversité de l'habitat aquatique qui crée la richesse biologique d'un cours d'eau. En homogénéisant le milieu, la chenalisation aboutit à sa mort lente».

Les poissons ont en effet be-



primer des haies ou des bois qu'il était prévu de conserver dans l'étude d'impact. Ce serait effectivement la moindre des choses !

Seconde anomalie, la loi ne prévoit pas d'intégrer la valeur économique des boisements linéaires dans le classement des terres lors des redistributions de parcelles. Résultat : dès qu'il est question de procéder à un remembrement, nombre d'agriculteurs se précipitent sur leurs tronçonneuses pour abattre leurs arbres de crainte de devoir les céder ultérieurement à l'un de leurs voisins et de ne pas récupérer, en échange, des haies de même valeur. Ce qui est, somme toute, un réflexe très humain. Normalement l'article 7 du code rural interdit les abattages durant les opérations de remembrement ainsi que «tous travaux visant à modifier l'état des lieux». Mais dans la pratique

cette réglementation est régulièrement transgessée. Dans l'attente d'une éventuelle modification de la loi sur ce point, le conseil général d'Ille-et-Vilaine a décidé, en mars dernier, d'instituer le versement de soutien entre propriétaires pour compenser les pertes subies sur la valeur économique des boisements lors des échanges. Reste à savoir comment cette louable intention sera effectivement appliquée...

Il faut dire que les haies n'ont plus, aux yeux des agriculteurs, le même intérêt que par le passé où elles servaient à la fois de délimitation de propriété (le fil de fer barbelé les a remplacées) et de fourniture de bois de chauffe. Leur richesse faunistique et floristique, leurs effets bénéfiques dans la lutte contre le vent, l'érosion, les inondations et les pollutions des cours d'eau sont encore très mal perçus. Si bien que, quand

GRAVE QU'UNE POLLUTION CHIMIQUE !

soin de trouver dans la rivière des abris où frayer (gravières, végétation), se nourrir et se protéger contre les prédateurs mais aussi contre les variations de débit et de température de l'eau. En donnant au lit un profil, une profondeur et un tracé

uniformes et en retirant la quasi-totalité des éléments grossiers (gros cailloux, vieilles souches d'arbres), on supprime du même coup les alternances de bas-fonds (mouillées) et de hauts-fonds où les vitesses d'écoulement de l'eau sont dif-

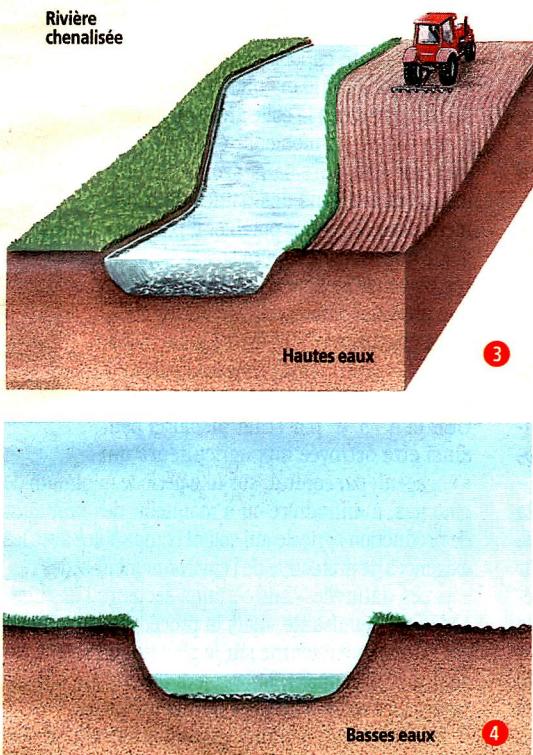
férentes. Dès lors, les poissons et en particulier les juvéniles, ne trouvent plus aucun abri où se réfugier en cas de crue, ce qui entraîne des mortalités importantes (1 et 3). Même chose, pendant l'étiage (période de basses eaux) où, du fait du comblement des moulles, la profondeur de l'eau devient au contraire très faible sur toute la section de la rivière (2 et 4). D'où une augmentation de la température et de la luminosité qui accélère les phénomènes d'eutrophisation et, par conséquent, l'appauvrissement du milieu en oxygène.

Par ailleurs, le fait de retirer à la rivière toute possibilité de débordement – au moins sur certaines portions de son cours (prairies, peupleraies) – pénalise la reproduction du brochet qui a l'habitude de profiter des crues pour aller frayer dans la végétation des rives.

En Bretagne, le CSP a également constaté que de nombreuses truites quittaient la rivière principale pour aller se reproduire dans le chevelu des petits ruisseaux qui l'alimentent. A condition, bien sûr, que ceux-ci ne soient pas transformés en collecteurs d'eaux de drainage surchargées en nitrates (jusqu'à 400 mg/l dans les Côtes-d'Armor !)... L'unifor-

misation de l'habitat aquatique aboutit aussi à la sélection de quelques espèces, les mieux adaptées à ces nouvelles conditions, au détriment de toutes les autres qui disparaissent progressivement. C'est notamment le cas de la loche dans le Litroux.

Bien souvent les "aménageurs" justifient ces travaux dévastateurs et coûteux par l'absence d'entretien de la part des riverains. De fait, laissés à eux-mêmes, les buissons ont tendance à proliférer et les arbres, qui ne sont plus exploités, finissent par tomber, obstruant les lits. De plus, cet ombrage excessif élimine la végétation et le phytoplancton (le manque de lumière réduit la photosynthèse), la vase finit par accumuler et l'accès à la rivière devient difficile. Mais le CSP a trouvé d'autres remèdes plus doux que le bulldozer : l'organisation de chantiers de nettoyage auxquels participent bénévolement les adhérents des associations de pêche. En Bretagne, de 200 à 300 km de rivières et de ruisseaux sont entretenus chaque année de cette façon. Un bon moyen de prouver qu'il est possible d'aménager intelligemment les rivières en se passant des "conseils" des ingénieurs et des technocrates.



elles ne sont pas abattues, bon nombre de haies ne sont plus entretenues et condamnées ainsi à une mort lente. Les arbustes qui assurent leur régénération sont inexistant ou détruits à coup d'herbicides pour "faire propre". Sans parler des incidences de la crise économique et morale qui ronge les campagnes. Pourquoi les agriculteurs – endettés pour certains jusqu'au cou – s'aventureraient-ils à planter ou à entretenir de jeunes merisiers ou de jeunes chênes qui ne seront rentables que dans cinquante ou cent ans alors que beaucoup ne savent pas si leurs enfants leur succéderont, ou si eux-mêmes seront encore agriculteurs l'année suivante ?

Enfin, depuis peu, certains conseils généraux bretons encouragent la replantation de haies à l'aide de subventions (jusqu'à 60 % du coût des plants). Dans

les Côtes-d'Armor, 27 km de haies ont été reconstituées en 1985, 75 km en 1991 et il est prévu d'en replanter une centaine de kilomètres cette année. L'Ille-et-Vilaine a récemment adopté une politique comparable. Bravo ! Malheureusement, dans le même temps, les agriculteurs continuent d'en arracher autant, sinon plus. En outre, ces arbres, plantés souvent dans de mauvaises conditions, meurent au bout de quelques années... L'opération a pourtant au moins un mérite : celui de permettre aux organisations agricoles et aux conseils généraux de montrer à l'opinion publique que les remembrements sont plus respectueux de l'environnement que par le passé. On a vu ce qu'il en était...

Sur le plan hydraulique, bien des erreurs pourraient être évitées si les aménagements fonciers

étaient conçus de façon plus concertée. Actuellement, l'immense majorité des remembrements sont menés dans le cadre beaucoup trop restreint des communes. La France en compte pas moins de 36 572 (soit plus que les onze autres pays de la CEE réunis) pour une superficie moyenne d'environ 1 200 hectares : de véritables timbres-poste. Or, lorsqu'elle dévale les pentes, l'eau ignore les limites administratives et les travaux réalisés sur la commune X peuvent avoir des effets dévastateurs sur la commune Y. Par exemple, un secteur géographique peut devenir sujet aux inondations suite aux aménagements irraisonnés effectués par une commune située en amont. Mais, à l'inverse, il arrive que des municipalités prennent le risque d'autoriser la construction de lotissements dans des zones naturellement inondables. Dès lors, ces dernières ont-elles le droit d'exiger de leurs voisins d'en haut qu'ils investissent dans des installations (barrage de retenue notamment) destinées à les protéger contre les crues ? « Il faudrait mener les remembrements et les aménagements hydrauliques à l'échelle des bassins versants, et non plus des communes, en amenant les municipalités situées sur le périmètre à s'entendre sur un projet d'ensemble qui soit cohérent », estime encore Jean-François Ouvry.

Par ailleurs, les géomètres chargés de réaliser la redistribution des terres, au mètre carré près, entre les différents propriétaires, travaillent sur des cadastres et n'ont généralement aucune compétence en matière d'hydraulique. Or, on l'a vu, la simple modification du parcellaire peut générer des phénomènes d'érosion. Depuis deux ans, le conseil général et la DDA de Seine-Maritime, ont donc chargé Jean-François Ouvry, spécialiste de ces questions au sein de l'AREAS, d'intervenir dans chacun des remembrements décidés sur ce département : une initiative pour l'instant bien isolée. Le rôle de cet ingénieur consiste, après une étude minutieuse de la géographie du périmètre, menée en collaboration avec la CCAF, à soumettre à cette dernière et au géomètre des aménagements visant à compenser les effets pervers de la modification brutale des paysages : enherbement de talwegs, creusement de fossés, plantation de haies, création d'une digue de retenue ou d'une zone d'expansion de crue de plusieurs hectares en aval du bassin versant...

Mais ces travaux ont un coût en termes d'argent et de surface. Comment convaincre les agriculteurs d'aliéner leurs terres qui se situent sur des points stratégiques en vue d'y réaliser des aménagements d'intérêt collectif ? « Très souvent, on s'arrange pour que la commune située en aval de la zone à remembrer achète des terres à l'intérieur du périmètre de re-

membrement. Il est facile ensuite, lors des échanges, de regrouper ces dernières sur le secteur où il faut, par exemple, créer une retenue qui la protégera contre les inondations », explique Jean-François Ouvry. La commune d'aval peut également s'engager à financer tout ou partie des travaux.

La même question se pose vis-à-vis de la préservation des zones humides d'intérêt écologique ou des terres situées à proximité d'un captage ou d'une retenue d'eau potable. Si le maintien de ces zones en l'état permet à la collectivité de profiter d'une nature harmonieuse et de consommer une eau pure sans avoir à investir massivement dans des usines de traitement pour la rendre potable, il paraît logique que les agriculteurs soient rémunérés en conséquence. C'est notamment ce que prévoit le fameux article 19 du règlement européen n°797 du 12 mars 1985, modifié en 1991. Une prime annuelle de 1 100 F par hectare (payée à 25 % par la CEE et à 75 % par l'Etat membre) peut ainsi être octroyée aux agriculteurs qui s'engagent, par contrat, sur une période minimum de cinq ans, à « introduire ou à maintenir des pratiques de production agricole qui soient compatibles avec les exigences de protection de l'environnement et des ressources naturelles » sur certains secteurs sensibles. L'idée est séduisante, mais la procédure d'agrément est extrêmement lourde sur le plan administratif. En sept ans seulement, six projets de ce type ont été agréés en France à l'échelle de micro-régions.

Parallèlement, certains conseils généraux se servent du produit de la taxe sur les espaces naturels sensibles, qu'ils lèvent sur certaines opérations immobilières, pour acquérir des terrains présentant un intérêt écologique. Ils peuvent aussi, le cas échéant, aider financièrement les communes désireuses de faire de même. C'est notamment ce qui se passe en Ille-et-Vilaine où le conseil général vient de décider, en mars dernier, de soutenir à 50 % l'achat par les municipalités de haies, de chemins ou de prairies de fond de vallée qui doivent à tout prix échapper au massacre. L'achat de 500 ha de terres, dont la gestion serait confiée à des agriculteurs dans le cadre de l'article 19, est également programmé. Même chose dans le Finistère où l'assemblée départementale va consacrer plusieurs millions de francs à l'achat de 10 000 à 15 000 ha de landes, de tourbières et de fonds de vallée menacés par l'enrésinement (plantation de forêts de conifères) ou l'intensification agricole. Malheureusement, peu de départements ont aujourd'hui re-





cours à cette procédure et les communes ne peuvent préempter, à l'occasion des remembrements, que 2 % des terrains du périmètre.

Ensuite, ces initiatives, si louables soient-elles, ne pèsent pas lourd par rapport à la masse des subventions au drainage et aux aménagements hydrauliques accordées sans discernement aux agriculteurs. Pire, la taxe foncière prélevée par les collectivités locales sur les prairies permanentes et les zones humides est en moyenne plus élevée que sur les terres labourées qui sont pourtant d'un bien meilleur rapport : de l'ordre de 600 à 800 F par hectare pour les premières contre 300 F pour les secondes. En clair, plus on assèche de marais, plus on laboure de prairies et moins on paie d'impôts !

Si la fiscalité s'en mêle aussi, on voit mal comment on pourra empêcher la mise à sac de ce qui reste de nature et de paysages. La vérité est que les conditions économiques imposées aux agriculteurs nécessitent des gains de productivité constants. Dans cette fuite en avant effrénée, il n'y a pas de place pour la haie qu'il faut contourner, pour le ruisseau sinuieux qu'il faut longer, ou pour la prairie permanente insuffisamment productive. Par ailleurs les remembrements, et l'intensification agricole qui en découle, font vivre beaucoup trop de monde pour qu'on les stoppe du jour au lendemain : géomètres,

Fleuves de boue après l'orage

La suppression des haies et l'agrandissement des parcelles agricoles accélèrent l'érosion. La terre arrachée aux versants s'accumule dans le lit des rivières qu'elle comble progressivement. En juin 1990, après un gros orage, l'eau du Blavet, fleuve côtier breton, n'a pu être rendue potable pendant une semaine.

entreprises de travaux publics, bureaux d'études, ingénieurs de DDA et, indirectement, constructeurs de machines agricoles (plus les parcelles sont grandes, plus les tracteurs vendus peuvent être gros), fabricants et distributeurs de semences, d'engrais, de pesticides et d'aliments du bétail... Comme l'écrit François Terrasson, maître de conférences au Muséum national d'histoire naturelle et auteur de la *Peur de la nature* (2), «ce que le remembrement efface, ce ne sont pas seulement les anciens chemins, les anciennes limites, les arbres et les papillons, c'est aussi tout un système équilibré de collaboration entre l'homme et la nature.» Un système où «l'homme pouvait modifier l'écosystème à son profit mais s'interdisait de le remplacer totalement par ses œuvres.»

Quant à la nécessité "vitale" d'entretenir l'espace naturel, que notre société et ses exploitants agricoles se rassurent : cela fait quatre milliards et demi d'années que la nature existe ; et, pendant tout ce temps, elle a su fort bien se passer des "services" de l'humanité.

Marc Mennessier



L'ABUS D'ALCOOL EST DANGEREUX POUR LA

De l'art de verser une bière.

*Incliner d'abord le verre,
verser lentement, très lentement...
le remplir jusqu'à
mi-hauteur, voilà !
Le redresser complètement
et verser d'un trait,
pour obtenir
une mousse fine et onctueuse.
Harmonie subtile. Attente ultime...*



3 siècles d'amour de la bière.

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

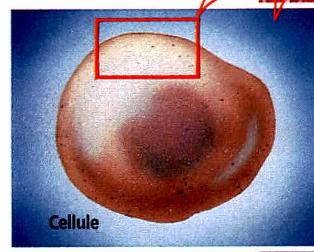
LES RADIATIONS NOUS FONT VIEILLIR

Tchernobyl : en plein cœur de la "zone interdite" où nous avons enquêté, des chercheurs russes et ukrainiens travaillent à comprendre les dégâts biologiques causés par les séquelles de l'explosion, en avril 1986, du réacteur numéro 4. D'après les premiers résultats, les radiations ionisantes, même à faibles doses, dérègleraient le métabolisme cellulaire, affaibliraient les défenses immunitaires et provoqueraient un stress organique menant au vieillissement prématûr de l'organisme.

Il aura fallu attendre mars 1990 pour que soit créé, à l'initiative du ministère ukrainien de l'énergie atomique et avec la participation d'une centaine d'organisations russes, biélorusses et ukrainiennes, entre autres, le centre de recherche de Pripiat, destiné à étudier les effets de l'irradiation sur les organismes vivants. Après quatre ans de politique du «pur mensonge», pour reprendre les termes du Pr Konstantin Konstantinovich Dushutin, directeur du centre, pendant lesquels tout manquement au dogme en vigueur était sanctionné par le licenciement du coupable, il aura suffi de deux années de recherches véritablement scientifiques pour arriver à des résultats qui, même s'ils ne sont encore que préliminaires, n'en sont pas moins alarmants.

L'hypothèse avancée par les chercheurs du centre de Pripiat est que l'un des effets, jusqu'ici largement ignoré, des faibles radiations est le dérèglement du métabolisme des lipides, notamment les lipides phosphorés (phospholipides), constituants de la membrane cellulaire. Celle-ci a des fonctions vitales : elle est, entre autres, le lieu de passage obligé des substances absorbées ou éliminées par la cellule, ainsi que le site de l'activité des protéines qui servent de récepteurs à de nombreuses substances, comme les protéines du système immunitaire qui "reconnaissent" les corps étrangers susceptibles d'agresser l'organisme.

Selon cette hypothèse, un faible rayonnement radioactif suffirait à provoquer la peroxydation des phos-

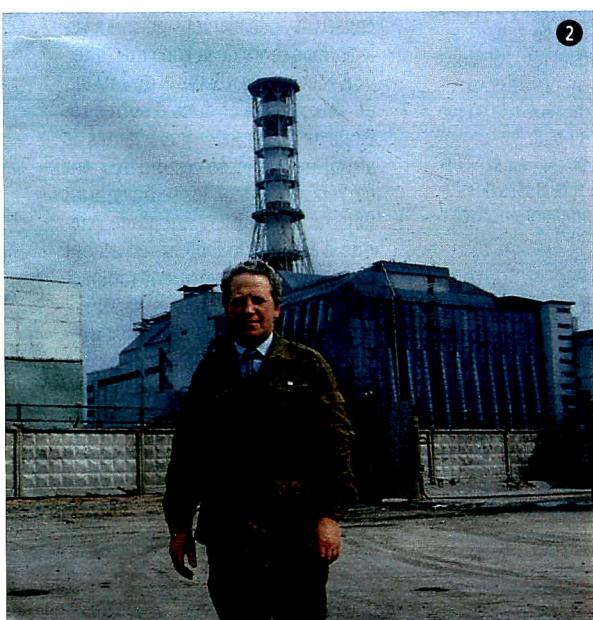
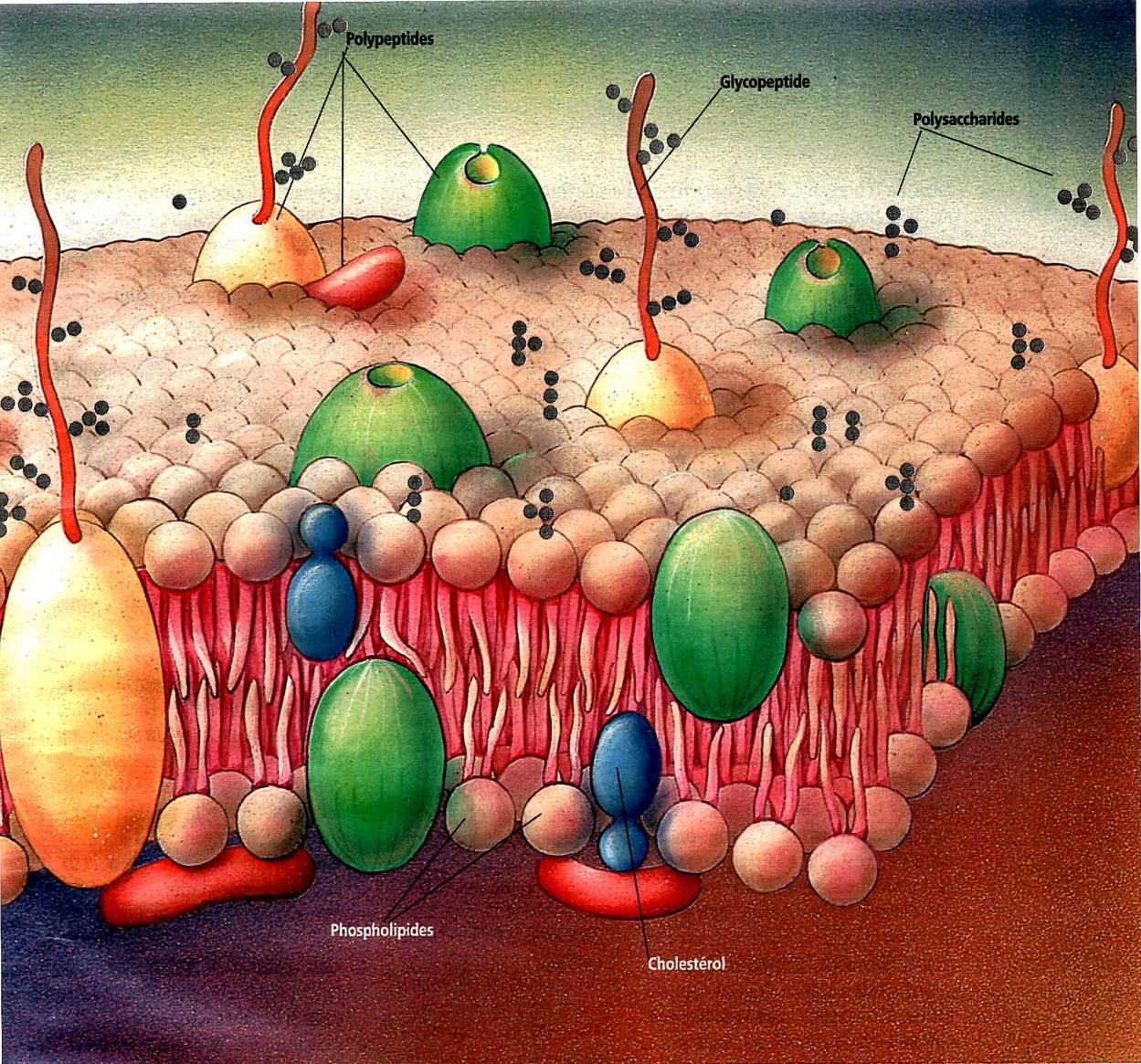


Cellule



pholipides (c'est-à-dire que ces derniers fixent une quantité excessive d'oxygène). Ce mécanisme déclencherait une série d'événements dans tout l'organisme, provoquant les nombreux "symptômes de Tchernobyl", y compris les troubles psychiatriques, souvent attribués à la "radiophobie" – la peur de vivre dans un environnement irradié.

C'est en effet dans une région que le Pr Dushutin n'hésite pas à qualifier de «laboratoire unique au monde» que ces chercheurs mènent leurs observations. Pripiat, où le centre est installé, était une ville de 58 000 habitants, située à 3 km seulement des réac-



Tchernobyl : l'effet sur les cellules

L'exposition répétée à des faibles doses de radiations ionisantes a un effet jusqu'ici peu exploré : la production incontrôlée de radicaux libres oxygénés très réactifs, qui dérèglent le métabolisme des différentes molécules lipidiques de la membrane des cellules vivantes (1). Résultat : la membrane devient alors moins capable de remplir son rôle vital de lieu de passage obligé des substances absorbées ou éliminées par la cellule, ainsi que de site de l'activité des protéines qui servent de récepteurs à de nombreuses substances, comme les protéines du système immunitaire, qui "reconnaissent" les corps étrangers susceptibles d'agresser l'organisme. De plus, elle vieillit prématûrement. C'est ce que constatent, d'après leurs travaux sur les animaux et les plantes au centre de recherche de Pripiat, près de Tchernobyl et de sa désormais célèbre centrale nucléaire accidentée en 1986, les Prs Dushutin (2), directeur du centre, et Goulaya (3), directrice du laboratoire de biochimie des cellules à l'institut Palaouguine de biochimie à Kiev.

teurs de Tchernobyl. C'est aujourd'hui une ville fantôme, abandonnée par ses habitants. Les soixante-quinze scientifiques, qui se relaient pour ne pas séjournier trop longtemps d'affilée dans cet environnement empoisonné, ont transformé les bâtiments désertés depuis 1986. Ainsi, une crèche pour enfants est devenue le laboratoire de radiologie, une remise au bord du lac de refroidissement a été aménagée pour y étudier les effets des radiations sur les poissons, et une partie des vastes serres construites pour alimenter les habitants de Pripiat en fruits et légumes frais sert aujourd'hui aux recherches sur les conséquences de l'irradiation sur les plantes et sur les animaux.

Empoisonné, cet environnement le restera pendant encore des dizaines d'années. L'explosion de Tchernobyl a libéré, en effet, au moment de l'accident et dans les jours qui ont suivi, plus de deux cents types de radionucléides, éléments chimiques instables qui se transforment en émettant des radiations. Chaque radionucléide est caractérisé par le type de radiation qu'il émet (rayons alpha, bêta, gamma, ou neutrons) et par sa période, ou demi-vie, c'est-à-dire le temps qu'il faut pour que la moitié d'une quantité donnée de radionucléides se désintègre. La période des radionucléides libérés en 1986 variait entre moins d'une seconde et plus d'un milliard d'années. Les radionucléides à courte période ont, depuis, été dégradés en grande partie ; un des plus nocifs parmi eux est l'iode 131, dont la période est de huit jours. L'iode se concentre dans la thyroïde et il est vraisemblable que le rayonnement émis par l'iode 131 a accru le risque de cancer de cette glande dans la population atteinte.

Deux autres radionucléides, à période plus longue, et libérés en grande quantité dans la région, sont considérés comme particulièrement dangereux à long terme : le strontium 90 et le césium 137. Le premier (période de vingt-huit ans) possède des propriétés chimiques semblables à celles du calcium, dont il prend la place dans les os. La radioactivité qu'il émet est source de cancers, notamment de la moelle osseuse. Le strontium 90 libéré à Tchernobyl représente environ $3 \text{ à } 4 \times 10^{18}$ (3 à 4 milliards de milliards) becquerels de radioactivité⁽¹⁾. Rela-

tivement lourdes, les particules de strontium n'ont pu être dispersées très loin et sont retombées principalement sur l'Ukraine et la Biélorussie voisine. Leur pénétration dans le sol est lente : pendant des années, le strontium restera cantonné dans les quelques premiers centimètres, où il est absorbé par la végétation et par les animaux qui la mangent.

Le césium 137 (période de trente ans) se comporte dans la chaîne alimentaire de façon analogue au potassium et atteint l'homme essentiellement par les aliments ; or on sait que le potassium intervient dans de nombreuses réactions métaboliques et dans les processus de conductivité électrique, notamment dans les nerfs. Selon un bilan établi par Marvin Goldman, professeur de radiobiologie à l'université de Californie (Davis), à partir des données recueillies en Ukraine et dans les pays voisins, environ 10^{17} becquerels de césium ont été libérés pendant et après l'accident.

Comme dans le cas du strontium, les plus grandes concentrations de césium se situent dans le voisinage immédiat de la centrale. La zone située dans un rayon de 30 km alentour a été déclarée interdite et la totalité de la population de Pripiat a été évacuée. Mais la pollution est loin de respecter ce cercle parfait (voir carte) et, en fait, quelque huit mille personnes travaillent encore dans la région radioactive⁽²⁾ ; elles résident pour la plupart à Slavouitch, un village situé à une cinquantaine de kilomètres de la centrale et construit spécialement pour les reloger en dehors de la zone interdite.

A Kiev même, distante de 140 km de Tchernobyl, et dans d'autres régions, des retombées importantes de strontium 90 et de césium 137 ont été repérées. Ainsi, les sédiments au fond du lac de Kiev, une vaste retenue d'eau sur le Dniepr, en amont de la ville, sont fortement radioactifs.

Selon le Pr Victor Dimitrovich Romanenko, directeur de l'institut d'hydrobiologie de Kiev, le lac est irrécupérable : les radionucléides déposés dans les sédiments «sont là pour l'éternité» et il ne faut surtout pas y toucher. Vider le réservoir équivaudrait à répandre la pollution dans le Dniepr ; mieux vaut ne pas trop les remuer et attendre sagement que la radioactivité diminue. Fort heureusement, la région dispose de

LES DOSES PLUS OU MOINS PERMISES

La plus grande confusion règne en ce qui concerne les «doses admissibles» qu'un homme peut absorber tout au long de sa vie. En 1958, les National Council of Radiation Protection des Etats-Unis proposaient pour le public la dose de 0,5 rem/an, alors que la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) abaissait la barre à 0,17 rem/an. Actuellement, la CIPR préconise 0,5 rem/an pour le public et admet une dose 10 fois plus importante pour les professionnels susceptibles d'être exposés à des radiations durant leur travail. En fait, la plupart des chercheurs s'accordent pour dire qu'il n'y a pas de «seuil» en dessous duquel les radiations ne provoquent pas de dommage – ce qui implique que même les radiations naturelles, provenant du sol ou de l'espace cosmique, sont susceptibles de provoquer des mutations nocives.

vastes réserves d'eau fossile dans des nappes souterraines, utilisées pour alimenter les villes.

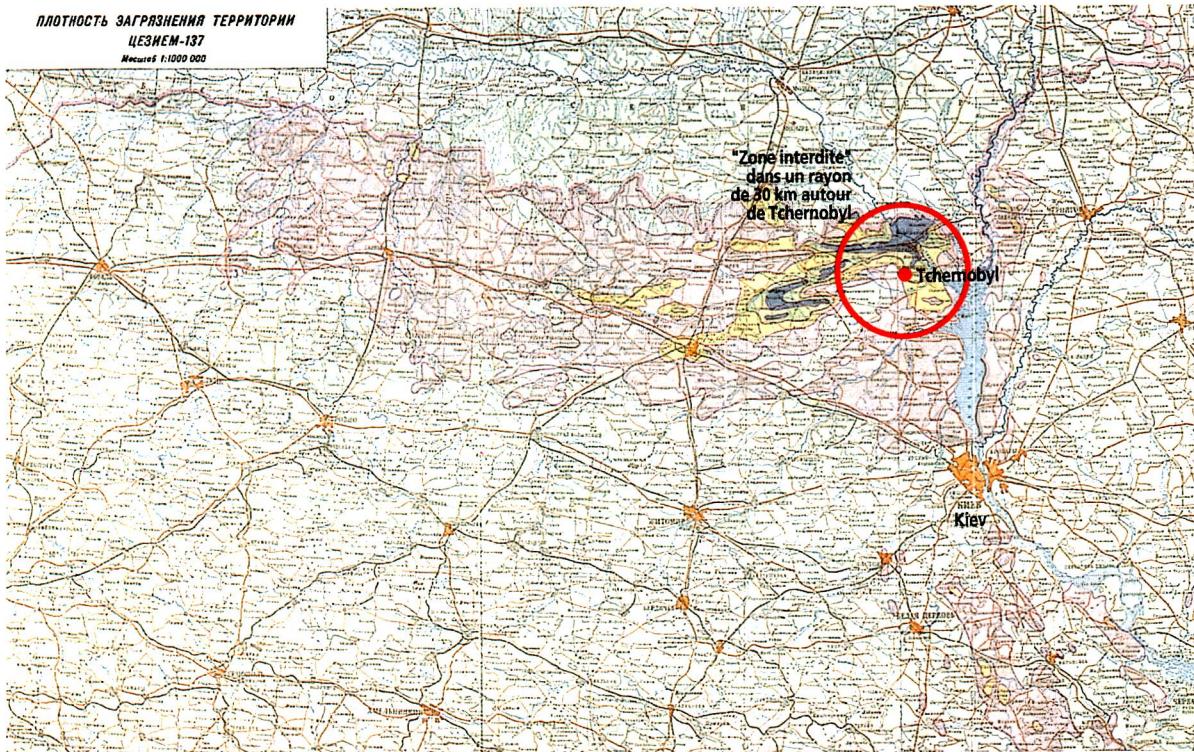
De quelle façon cette radioactivité menace-t-elle l'homme ? Elle peut être absorbée par l'organisme de quatre manières différentes : 1) par exposition du corps lors du passage d'un nuage radioactif ; 2) par inhalation de radionucléides ; 3) par exposition aux radionucléides déposés (surtout sur le sol) ; 4) par ingestion de radionucléides, soit par contamination directe d'aliments, soit par transfert de radionucléides au travers de la chaîne alimentaire (végétaux et animaux) aboutissant à l'homme.

Six ans après l'accident, seules les deux dernières sources d'irradiation présentent encore un risque important, les deux premières ayant atteint leur maximum de nocivité dans les jours qui ont suivi l'accident, causant plus de 200 cas de "maladie aiguë de la radiation". Celle-ci serait responsable d'une trentaine de morts et d'un nombre inconnu de cancers pouvant se déclarer des années plus tard. Aujourd'hui, le risque d'inhalation ne peut se produire que lors d'un orage ou d'un incendie dispersant dans l'air les particules déposées dans le sol ou absorbées par la végétation.

Plusieurs millions de personnes sont donc suscep-

Fini la politique du mensonge

«Nous avançons vers la victoire du communisme», continue de déclarer le fronton de ce bâtiment abandonné de Tchernobyl. Depuis deux ans (seulement) que le mensonge et le silence ont cédé la place aux recherches véritablement scientifiques, la vérité se fait jour. La pollution par le césum 137, par exemple, apparaît telle qu'elle est vraiment sur la carte ci-dessous (même si sa pénétration n'est pas indiquée en Biélorussie, au-delà de la frontière nord de l'Ukraine). On voit que la dispersion des faibles doses (en rose) des radionucléides de césum n'est pas limitée à la zone interdite - cercle de 30 km de rayon autour de Tchernobyl délimitant le périmètre des fortes doses (en violet) - mais s'étend "en plume" loin vers l'ouest, ainsi que vers le sud, bien au-delà de Kiev qui est déjà à 140 km de Tchernobyl.



tibles d'être exposées à de faibles doses radioactives qui, cumulées tout au long de leur vie, pourraient s'élever à une cinquantaine de rem⁽³⁾ (voir encadré p. 82). «Nous cherchons à évaluer le risque que représentent de telles irradiations et, en fin de compte, à mettre au point des moyens de s'en protéger» déclare le Pr Dushutin. Ce chercheur souligne qu'il s'agit là d'un problème qui préoccupe les scientifiques du monde entier, celui des effets des faibles radiations. Nous étudions les particules "chaudes", leur distribution dans l'atmosphère, le sol et l'eau, leur distribution, leur migration, leur absorption par les plantes cultivées et les forêts, leurs effets sur les organismes vivants.»

Les recherches portent aussi sur les méthodes de décontamination des divers milieux. Ainsi le topinambour accumule-t-il avec beaucoup d'efficacité le césium dans ses feuilles ; tout le problème est ensuite de s'en débarrasser ! Une telle désactivation biologique, selon Dushutin, ne semble donc pas offrir, pour l'instant, de solution miracle pour éliminer la radioactivité des terres agricoles.

Plusieurs équipes étudient les effets à long terme sur les organismes vivants. Dans une des serres de Pripiat sont logés une centaine d'animaux – porcs, chiens, rongeurs et, surtout, des visons, dont les réactions et la sensibilité sont comparables à celles de l'homme, ce qui en fait des "cobayes" prometteurs. D'après les études menées sur ces animaux par l'équipe du Pr Nadejda Maximovna Goulaya, directrice du laboratoire de biochimie des cellules à l'institut Palaouguine de biochimie à Kiev, les radiations perturbent la synthèse des phospholipides en créant des radicaux libres. Ces derniers sont des molécules insaturées, possédant, comme le disent certains chercheurs, un "électron célibataire" qui cherche un partenaire. Ils se combinent donc facilement avec de nombreux autres éléments chimiques et peuvent perturber les réactions biochimiques. Dérivés de nombreux processus physiologiques, comme la digestion des aliments et la respiration, ils sont aussi produits par irradiation. Alors que la peroxydation naturelle, contrôlée par des enzymes et par les anti-oxydants, fait partie du métabolisme normal, la peroxydation "sauvage" provoquée par l'irradiation échappe à ce contrôle.



4



3

Pripiat, le laboratoire de la ville fantôme

Pripiat, où est installé le centre de recherche sur l'effet des radiations sur les organismes vivants, était une ville de 58 000 habitants, située à 3 km seulement des réacteurs de Tchernobyl. C'est aujourd'hui une ville abandonnée par ses habitants. Soixante-quinze scientifiques ont transformé les bâtiments désertés depuis 1986. Les serres qui fournissaient les habitants en fruits et légumes sont pour la plupart abandonnées (1). Une d'elles est devenue laboratoire de recherche sur l'effet des radiations sur les plantes (2). Dans d'autres, des animaux – chiens (3), chats, porcs, vaches, visons (4), etc. vivent dans un milieu pollué. Ils sont ensuite sacrifiés et leurs tissus soumis à l'analyse biochimique, qui a révélé que les faibles radiations perturbent le fonctionnement de la membrane des cellules (voir dessin p. 80).

Or, on sait, comme l'écrit Jacques Coppey, directeur de recherches (INSERM) dans la section de biologie de l'institut Curie, à Paris, «que les radiations ionisantes induisent de multiples dommages par les espèces radicales très réactives qu'elles génèrent au sein des tissus dans lesquels elles sont absorbées. Certains de ces dommages – cassures ou brèches dans l'ADN et les peroxydes membranaires – peuvent enclencher des processus donnant naissance à plusieurs types de cancers.» Mais aussi, ajoute-t-il, «les peroxydations lipidiques membranaires réalisées par les rayonnements ionisants peuvent donner naissance à des pontages [des liaisons, ndlr] entre phospholipides et protéines... Il est possible que le pouvoir tumorigène [cancérogène, ndlr] des radiations ionisantes soit, en partie, provoqué par un déséquilibre de cette nature, ce qui n'a pas jusqu'ici été étudié.» Le Pr Goulaya remarque aussi qu'on n'a guère prêté attention jusqu'à présent aux dommages autres que génétiques que pourrait provoquer la peroxydation des phospholipides.

Dans une communication préliminaire portant sur la comparaison des lipides de cinq animaux de Pripiat et d'autant d'animaux de "contrôle", vivant dans un site éloigné de Tchernobyl, le Dr Goulaya, le Pr Dushutin et le Dr Leonid Petrovich Filchagov, directeur-adjoint du centre, écrivent : «On peut affirmer avec suffisamment de certitude que chez des animaux d'apparence saine, capables de se reproduire et



1



2

conservant leurs fonctions vitales, nous avons mis en évidence des modifications sérieuses de la composition lipidique d'organes fondamentaux. Chez ces animaux, le niveau de peroxydation des lipides est élevé, et nous avons mis à jour des formes de lipides pratiquement inexistantes chez les animaux de contrôle, résultant d'une peroxydation sauvage. La proportion d'acides gras saturés est également modifiée. En tenant compte du fait que près de 80 % des phospholipides interviennent dans les membranes cellulaires, ces données reflètent la structure des membranes, et par conséquent le fonctionnement des échanges qui s'y produisent. On peut supposer que la mise à jour de la composition qualitative et quantitative des lipides pourrait servir de base à la mise au point d'un test de diagnostic des effets des faibles radiations sur l'organisme et permettrait de rechercher de nouveaux médicaments capables de le protéger de la radioactivité.»

La modification des lipides membranaires, ajoute le Dr Goulaya, pourrait expliquer notamment des phénomènes psychiques comme la dépression, généralement attribuée aux effets psychologiques de la "radiophobie" : celle-ci décluserait des atteintes aux membranes des cellules du système nerveux central. «Des psychiatres russes et ukrainiens, qui avaient d'abord soutenu la thèse officielle selon laquelle la radiophobie était la cause principale des troubles psychiques, changent d'avis, explique le Dr Goulaya. Une première

enquête a montré que ces troubles ne semblent pas liés à la "phobie" mais, en partie au moins, à des atteintes physiologiques.»

La mortalité accrue dans la région et la grande susceptibilité aux maladies infectieuses courantes (grippe, rhume, infections pulmonaires) pourraient, elles aussi, résulter de l'exposition chronique à de faibles doses de radiations. Ces effets seraient d'autant plus sensibles que l'alimentation est pauvre en légumes frais contenant des vitamines (A, C, E) et autres antioxydants dont le rôle protecteur est connu.

«Il nous semble très probable, dit le Dr Goulaya, que les faibles doses de radiation provoquent un stress organique généralisé, qui mène à un vieillissement précoce de l'organisme. Ces faibles doses se situent en dessous de 50 rem. Elles ne provoquent pas de changements brutaux dans l'apparence et le comportement des animaux, mais les cellules sont stressées, c'est-à-

dire que les mécanismes de défense et d'adaptation de l'organisme travaillent à la limite de leurs capacités.» La composition des lipides dans le cerveau et dans le cœur se trouve changée. D'autres chercheurs ont observé que certaines modifications des phospholipides mènent à des troubles cardio-vasculaires. «Nos animaux semblent vieillir précocement et le nombre de petits dans les portées diminue.»

Certains chercheurs occidentaux contestent la validité de ces hypothèses, fondées il est vrai sur de très petits échantillons et sur des observations récentes : ils pensent que les faibles doses de radiations ne suffisent pas à perturber directement le métabolisme des phospholipides. La plupart de ces chercheurs concentrent leurs efforts sur les effets des radiations sur l'ADN, longue molécule au sein du noyau, porteuse du message héréditaire propre à chaque individu. On sait que les mutations de l'ADN peuvent entraîner des séquelles à long terme, notamment des cancers.

«Un des problèmes, c'est qu'il n'y a pas de symptôme précis, spécifique de la "maladie de la radiation", remarque le Dr Filchagov. Bien sûr, on sait que les traitements par irradiation et les fortes doses peuvent provoquer la chute des cheveux. Mais à part cela, il n'y a pas de preuve directe que les arythmies cardiaques, les maladies du sang, les cancers, soient des symptômes de la maladie de la radiation. On se fonde sur des données statistiques et épidémiologiques, qui prêtent souvent à confusion, et dont l'étude est d'ailleurs peu développée dans notre pays.» Ajoutons que, jusqu'à la perestroïka et les événements qui ont suivi, les données démographiques et épidémiologiques étaient traitées comme des secrets d'Etat. Elles commencent à peine à devenir disponibles. Ainsi, récemment, une émission d'information de la radio ukrainienne signalait une augmentation de la mortalité à Kiev au début de l'année par rapport à la même période de l'année précédente, mais on ne dispose pas de statistiques précises.

D'autres scientifiques, français notamment, avaient, en revanche, déjà observé des effets comparables à ceux mis en évidence par leurs collègues de la



Plusieurs millions de personnes en danger

De vastes zones de l'Ukraine (voir carte p. 83) et de Biélorussie sont aujourd'hui contaminées par des faibles doses de radiations ionisantes dues à l'accident de Tchernobyl, en 1986. Plusieurs millions de personnes sont donc susceptibles d'en subir la nocivité. Plus gravement exposées sont les personnes qui ont décidé de rentrer chez elles, dans la "zone interdite", menaçant parfois de mettre fin à leurs jours si on les forçait à s'en éloigner. Ce sont des paysans vivant en autarcie (1), mais qui se rendent occasionnellement sur les marchés des villes voisines (2), y apportant des produits contaminés. Le mois dernier, une petite fille est née dans la zone ; elle semble tout à fait normale.



CEI. C'est le cas du Pr Coppey, qui avait noté, il y a près de deux ans, que le vieillissement d'un organisme traduit essentiellement une diminution de la qualité et de l'efficacité des communications entre les cellules. «De fait, dit-il, les cellules "parlent" entre elles sans cesse selon un langage moléculaire dont la précision permet de maintenir l'équilibre au sein de l'organisme (...) La relâche de ces interactions entre cellules semble liée à l'accumulation de radicaux libres avides d'oxygène dans les membranes cellulaires (...) Un des effets dominants des radiations délivrées à doses importantes ou à petites doses répétées dans le temps est de brouiller les communications, de perturber les interactions entre les cellules et les mécanismes réparateurs d'accidents et, ainsi, d'accélérer le vieillissement des tissus atteints.» Les peroxydes lipidiques se promènent, transmettant au loin l'agression initiale, ajoute-t-il. La radiation ionisante peut ainsi "donner un coup de vieux". Lorsqu'elle atteint les membranes des cellules nerveuses du cerveau, les dégâts sont irréversibles. Il est trop facile d'attribuer des troubles mentaux à de vagues causes psychologiques : les troubles physiologiques, peu étudiés, peuvent suffire...

Les conclusions du Pr Goulaya évoquent également celles du Dr J. Emerit, du service de médecine interne



à l'hôpital de la Salpêtrière (Paris), spécialisé dans l'étude des radicaux libres et la peroxydation lipidique, qui écrivait en 1991 : «Lorsque la production de radicaux libres oxygénés est importante, ou que le système de protection est insuffisant, un état de stress oxydatif est obtenu (...) L'exposition à des radiations ionisantes résulte en une pure production non contrôlée de radicaux libres oxygénés, à la fois extra et intracellulaires. Le stress oxydatif est probablement impliqué dans l'athérome, dû à des dépôts lipidiques sur les parois artérielles (...) comme dans le vieillissement et la cancérogenèse.»

Dans la poursuite de leurs recherches, les scientifiques de la CEI rencontrent des problèmes matériels. «Nous possédons encore peu de matériel adéquat, dit le Pr Dushutin. Nos détecteurs de radiation ambiante et de dosage des aérosols sont assez grossiers. Nous n'avons pas la possibilité de nous intéresser aux effets du plutonium, dont l'étude est très coûteuse. Nous disposons, en revanche, d'un laboratoire qui est, si l'on peut dire, "naturel", pour l'étude des faibles doses de radiations. Nous sommes prêts à collaborer, et à mettre nos données à la disposition d'autres chercheurs.» C'est là un grand pas en avant, après toutes ces années pendant lesquelles les effets des radiations

et l'étude des mesures de protection étaient traités comme des secrets militaires.

Les scientifiques occidentaux veulent en savoir plus avant de se prononcer. Mais ils n'excluent pas que leurs collègues ukrainiens et russes aient mis le doigt sur un effet important, jusqu'ici peu étudié, des faibles doses de radiation. En outre, les Occidentaux sous-estiment souvent la valeur des travaux scientifiques réalisés en URSS autrefois et dans la CEI aujourd'hui. A tort, nous dit le Pr Emerit. Ils ont fabriqué la bombe atomique et la bombe à hydrogène, et "marché" dans l'espace. «Dans l'étude de la peroxydation des lipides, ils ont réalisé des travaux remarquables.»

Alexandre Dorozynski

(1) 1 becquerel, ou Bq, équivaut à une désintégration par seconde ; 1 curie équivaut à $3,7 \times 10^{10}$ becquerels, et représente la radioactivité de 1 g de radium environ.

(2) On compte parmi elles 4 000 personnes qui s'occupent de la centrale, dont un bloc va être réactivé l'hiver prochain pour pallier le manque d'énergie résultant d'une pénurie de pétrole. L'Ukraine, en effet, ne subvient qu'à environ un tiers de ses besoins énergétiques. En outre, un millier est employé dans les transports, 800 au contrôle de la radiation, dosimétrie du personnel, des aliments, des lieux de travail, analyse du sol et de l'eau.

(3) Le rem, initiale de *Röntgen Equivalent for Man*, est l'unité de mesure des doses radioactives reçues par un homme. Il est égal au produit de la dose absorbée par un "facteur de qualité" qui tient compte de la plus ou moins grande nocivité des radiations.

PAR LUC AUGIER

CARBURANTS : LES MOTEURS VICTIMES DU SUPER

Renault, Peugeot et Citroën accusent : il faut durcir les normes qui régissent l'essence. Certains carburants – même livrés par de grandes compagnies pétrolières – empoisonnent les moteurs. La meilleure qualité est réservée au super sans plomb 98. Mais, dans la pratique, on préférerait la trouver dans le super plombé traditionnel et l'eurosупer 95 qui, à eux seuls, suffisent aux besoins du parc automobile français.

Voilà maintenant trois ans que les constructeurs ont publiquement mis en cause la qualité des carburants. L'initiative est partie de Renault. Les clients revenaient dans les garages en se plaignant de performances qui baissaient, de consommations qui augmentaient, de moteurs qui cliquetaient, quand leurs pistons ne fondaient pas sous les effets de l'auto-allumage. Au démontage, on découvrait des dépôts alarmants recouvrant les queues de soupapes, tapisant les chambres de combustion, encrasant les carburateurs ou obstruant les injecteurs comme de véritables cellules cancéreuses. L'image de la marque était en péril. Les hommes du bureau d'études s'en ouvrirent à leurs homologues de PSA, qui s'avouèrent victimes du même mal. Le



diagnostic fut rapide : la mauvaise qualité des carburants en était responsable. Chez Peugeot, des 205 GTI perdaient la moitié de leur puissance parce que les injecteurs étaient bouchés. Chez Renault, des turbos explosaient par éclatement de l'échangeur air/air parce que la silice contenue dans l'essence fabriquait un vernis qui collait les soupapes de décompression !

Cette situation n'était pas spécifique à la France. Elle était tout aussi gravement vécue en Allemagne et en Grande-Bretagne. Mais à l'heure où la réglementation anti-pollution devait obligatoirement passer par les catalyseurs, et donc par une gestion électronique en boucle fermée de l'allumage et de l'injection, exigeant non seulement une grande précision mais aussi une dérive nulle des réglages au



Super : prix plafond, qualité plancher

Le traditionnel super au plomb est utilisé par 70 % des automobilistes français. Or, aucun des super plombés commercialisés en France, aussi bien dans les stations des marques que dans les grandes surfaces (où le litre est vendu jusqu'à 60 centimes moins cher), ne satisfait au "cahier des charges qualité des constructeurs français".

cours de la vie du moteur, il n'était plus question de tolérer que les choses restent en leur état actuel.

Renault et PSA ont procédé à une enquête approfondie sur le terrain. Ils se sont rendu compte que les spécifications administratives réglementant les carburants n'étaient même pas respectées. L'été dernier encore, 10 % des essences distribuées dans



l'Hexagone étaient trop volatiles. Une essence trop volatile provoque des ratés, voire une irritante difficulté à démarrer à chaud. Simple désagrément la plupart du temps, mais lourd de conséquences en certains cas : trois ratés consécutifs peuvent détruire un système anti-pollution par catalyseur.

Or, ces spécifications administratives sont aujourd'hui notoirement insuffisantes pour garantir le bon fonctionnement, et surtout le maintien des qualités et des réglages dans le temps des moteurs modernes. Des moteurs dont les caractéristiques ne répondent pas seulement à un objectif technologique, mais aussi à de sévères normes anti-pollution.

Renault et PSA ont donc édicté leur propre cahier des charges. Leur initiative a reçu l'adhésion de leurs concurrents étrangers. Il s'agissait de protéger le consommateur et l'environnement. Deux causes apparemment assez péremptoires pour faire très rapidement évoluer la législation. «Le dialogue a été

engagé avec toutes les branches de la profession pétrolière, producteurs, raffineurs et distributeurs, quels qu'ils soient, précise Marc Lalière, secrétaire général des études chez Renault. Il n'était pas question de promouvoir Elf parce qu'il est lié à Renault, Esso parce qu'il est recommandé par Peugeot ou Total parce qu'il est marié à Citroën. Ces contrats de préconisation concernent les lubrifiants, pas les carburants. Le dialogue a été aussi ouvert avec les pouvoirs publics. Nous aurions voulu aboutir à une identification par un sigle, sur le lieu de vente, de tout carburant satisfaisant à nos exigences.» Or, trois ans après, le ministère des Finances n'a toujours pas accordé son feu vert, le ministère de l'Industrie ne fait rien pour forcer les événements et la direction des hydrocarbures fait le dos rond.

Face à cette inertie désespérante à l'échelle d'un pays, il est utopique d'espérer une législation adéquate à la dimension européenne. Non seulement à la dimension de la CEE mais à celle des dix-huit

INJECTEURS, SOUPAPES, CHAMBRES DE

Voici l'état des huit soupapes (1) d'un moteur quatre cylindres au bout de 30 000 km avec une essence de mauvaise qualité. Grâce à leur température de fonctionnement plus élevée, les soupapes d'échappement sont propres. En revanche, les soupapes d'admission sont chargées d'un dépôt spongieux qui étrangle les conduits d'admission et retient les gouttelettes d'essence. D'une part, le mélange gazeux air-carburant pénètre moins facilement

dans la chambre de combustion, ce qui dégrade les performances ; d'autre part, le dosage du mélange air/essence est perturbé, ce qui peut entraîner la destruction rapide d'un système de dépollution catalytique, car celui-ci doit fonctionner avec un mélange d'une une richesse rigoureusement constante.

Certaines essences ne provoqueront pas des dépôts sur les soupapes, mais en produiront sur les parois des chambres de combustion. Ils

en modifieront la forme et en diminueront le volume, créant des points chauds et augmentant le taux de compression. Le remplissage de la chambre sera moins bon, les performances diminueront, mais le moteur sera aussi plus exigeant en indice d'octane. Il deviendra ainsi sensible à l'auto-allumage et pourra être rapidement détruit.

Autre point sensible à l'en-crassement dans un moteur : les injecteurs. Les dépôts encombrent la zone annulaire entre le téton et l'orifice qu'il traverse (2). La forme du jet et sa densité en sont très affectées (3), ce qui provoque

une dégradation des performances et des qualités d'inflammation. Là encore, on peut en arriver à la destruction rapide d'un système de dépollution par catalyseur.



pays d'Europe de l'Ouest. Dix-huit pays pourvus du même droit de vote mais dont six seulement peuvent être motivés par la volonté de leurs constructeurs. Les autres étant amenés à défendre des intérêts différents, ceux des pétroliers notamment, sur le dos des consommateurs.

Alors, depuis trois ans, Renault et PSA ont dépensé 10 millions de francs pour faire eux-mêmes avancer le dossier. Ils passent au crible les carburants qui leur sont proposés et en suivent le maintien et la qualité sur le terrain. Pour informer le consommateur, ils autorisent le détaillant à faire figurer sur sa pompe la mention «conforme au cahier des charges qualité des constructeurs français». Et ce qui est bon pour les Renault, Citroën et Peugeot, l'est naturellement pour les autres marques. Les tests d'homologation auxquels procèdent ces constructeurs français sont mondialement reconnus et effectués sur des moteurs de référence : Mercedes pour l'enrassement des soupapes, Opel pour

les chambres de combustion, Peugeot 205 GTI pour les injecteurs et deux moteurs Renault pour les carburateurs et l'accroissement d'exigence en indice d'octane.

Et le constat qu'ils dressaient le 1^{er} juin n'était pas à la gloire des pétroliers. 70 % des voitures à essence s'alimentent au supercarburant plombé. Or, aucune essence super commercialisée dans l'Hexagone, quel que soit le lieu de distribution, ne satisfait au cahier des charges ! Certaines de ces essences sont meilleures que d'autres, comme Mobil et Fina, mais aucune n'est irréprochable. Comme si ce carburant, pourtant le plus cher à la pompe, jusqu'à 5,75 F le litre sur autoroute début juin, n'était plus l'objet de préoccupation de la part des pétroliers, comme s'il tendait à devenir le dépotoir des raffineries.

Car c'est sur le sans-plomb à 98 d'indice d'octane que les pétroliers font porter tous leurs efforts. Le label de Renault et PSA, garantissant la qualité et le

COMBUSTION, LES MÉFAITS DES DÉPÔTS

Tous ces tests sont normalisés (200 heures de fonctionnement) et effectués sur des moteurs de référence afin d'aboutir à une appréciation objective : Mercedes M 102 E



pour les dépôts sur les soupapes, Opel 1,2 litre OHV pour l'enrassement des chambres, Renault Cléon fonte pour l'enrassement des carburateurs, Peugeot 205 GTI pour les injecteurs, Renault 1,7 l pour l'accroissement de l'exigence en indice d'octane.

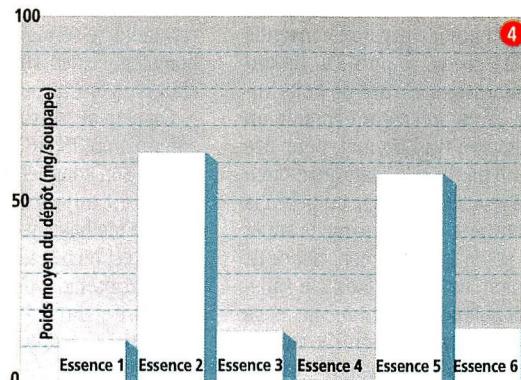
Les essences doivent être suffisamment détergents pour éviter ces dépôts, mais ces propriétés détergentes doivent se vérifier sur toute la chaîne avec des additifs compatibles et complémentaires. Il

n'est pas non plus acquis qu'une essence convenablement détergente parvienne à nettoyer complètement un moteur déjà encrassé : elle peut, par exemple, y parvenir au niveau des soupapes mais pas au niveau de la chambre de combustion.

Les essences satisfaisantes encrassent aussi. Six essences ont été testées pour mesurer l'enrassement qu'elles provoquent au niveau des soupapes d'admission sur le moteur de référence Mer-

cedes au bout de 200 heures de fonctionnement. Les six sont toutes jugées comme acceptables sur ce point précis, bien que les mesures aient révélé de substantielles différences dans leurs niveaux d'enrassement (4) : l'essence 4 n'enrasse pas du tout mais l'essence 2 enrasse près de six fois plus que la 1.

Pour effectuer les mesures d'enrassement, il faut à chaque fois démonter les soupapes et peser les dépôts. La procédure étant lente et coûteuse, on s'efforce de trouver des modélisations plus simples mais tout aussi irréfutables. Pour ce test particulier, par exemple, BMW a trouvé une solution de remplacement en faisant tomber goutte à goutte de l'essence sur un plan incliné chauffé à l'aplomb du premier contact essence/métal. On s'aperçoit que l'essence glisse librement sur le plan incliné puis accumule les dépôts éventuels un peu plus loin, sur le métal refroidi.



LES DIESEL AUSSI

Plus d'un Français sur trois choisit aujourd'hui une voiture à moteur Diesel. Les automobilistes sont, en effet, de plus en plus séduits par l'économie lors du passage à la pompe, malgré un investissement supérieur, mais aussi par les progrès extraordinaires de ces moteurs en matière de performances et d'agrément.

Cependant, plus encore que pour les moteurs à essence, ces vertus sont étroitement liées à la qualité du gazole. Renault et PSA militent pour un indice de cétane amélioré. De 50 à 52 à l'heure actuelle, ils ne désespèrent pas de le voir progresser à 60 pour obtenir une combustion plus douce, plus progressive et plus complète, réduisant d'autant le niveau sonore, les fumées et les émissions.

Les deux constructeurs français militent aussi pour une réduction des teneurs en aromatiques, qui aurait les mêmes effets et éloignerait aussi le

spectre des émissions cancérogènes. Ils dénoncent l'action corrosive de certains gazoles sur les bougies de pré-chauffage et les réservoirs, la tendance au moussage qui rend les pleins fastidieux, les méfaits de l'encrassement, la dispersion des densités qui met en échec la précision des systèmes d'injection, puisque ceux-ci se fondent sur des paramètres volumiques.

Enfin, ils ont obtenu gain de cause sur les teneurs en soufre qui favorisent les émissions de particules, au point qu'un moteur Diesel catalysé émet plus de particules que s'il ne l'était pas quand le gazole qu'il brûle contient du soufre ! De 0,2 % actuellement, la teneur en soufre sera obligatoirement réduite à 0,05 % en 1996.

Il reste que le gros problème du gazole, actuellement, réside dans les caractéristiques très inégales des produits distribués, par la faute d'une réglementation trop libérale.

suivi, est accordé à BP, Elf-Antar, Esso, Mobil, Shell et Total. Mais Fina est recalé et Agip n'a pas présenté de dossier d'homologation. Le constat est donc plus rassurant. Mais, hélas ! ce sans-plomb 98 est inutile et onéreux ; c'est un non-sens pour le parc actuel. Les constructeurs n'en ont jamais été demandeurs. Les pétroliers l'ont lancé à grand renfort de publicité au début de l'été 1989 pour tirer profit de la détaxation de 41 centimes par litre consentie au sans-plomb par les pouvoirs publics. Ils ont donc préservé leurs marges et assuré de bons volumes de distribution en le présentant comme un substitut au super plombé traditionnel, pour des usagers qui n'en avaient pas besoin mais qui étaient alléchés par la qualité revendiquée, par un prix à la pompe attractif (25 centimes de moins que le super plombé aujourd'hui), et par la bonne conscience de protéger l'environnement, ce qui est faux : le sans-plomb n'est pas moins polluant par lui-même, mais son utilisation est impérative pour que le catalyseur – quand les voitures en sont munies – puisse fonctionner.

Mais ces voitures catalysées peuvent se contenter de sans-plomb à 95 d'indice d'octane, c'est-à-dire de l'eurosuper. Or, les pompes qui distribuent ce dernier carburant sont implantées avec parcimonie et, du coup, les faibles quantités délivrées en accroissent anormalement le prix. Logiquement, il devrait y avoir largement plus de dix centimes d'écart entre le litre de sans-plomb 98 et le 95. Car gagner un point d'octane par un autre moyen qu'avec des sels de plomb coûte très cher au niveau du façonnage. Or, à la pompe, la différence n'est que de 5 centimes... quand le client a le choix et quand il n'est pas découragé par la file d'attente au pied du poste 95. Pire, sa qualité est moins bonne. De six pour le 98, le nombre des références qui résistent à l'examen de Renault et de PSA tombent à trois : Elf-Antar, Esso et Total.

Tout le parc actuel pourrait se satisfaire de deux types d'essence : d'un côté les voitures anciennes, qui ont besoin d'un indice d'octane de 97 et éventuellement du rôle lubrifiant du plomb pour la tenue de leurs sièges de soupapes. Le super plombé leur est destiné. D'un autre côté, les voitures récentes, catalysées ou non : l'eurosuper 95 leur suffit. Le sans-plomb 98 est donc sans justification et ne représente qu'un gâchis puisqu'il exige une plus grande dépense d'énergie en raffinerie, ce qui pèse sur la balance commerciale et sur la pollution de l'atmosphère ; et puisqu'il complique les circuits de distribution. Son intérêt n'est fondé que sur un artifice fiscal. Les pouvoirs publics seraient avisés de revoir leur copie et de moduler les taxes. En diminuant celles qui pèsent sur le super plombé et en alourdisant celles du super sans plomb 98, ils auraient les moyens d'assainir la situation et de préserver l'intérêt de la collectivité.

« La qualité des sans-plomb 98 ne doit pas être l'arbre qui cache la forêt, constate Marc Lalière, déjà cité. Qu'aucun produit ne satisfasse à nos exigences dans cette catégorie ne me gênerait pas. En revanche, je serais comblé si la liste des références homologuées en super plombé et en eurosuper 95 était plus fournie. »

On peut se consoler en prévoyant que la vogue du sans-plomb 98, qui est une singularité française, a atteint son sommet. Les installations qui le produisent sont aujourd'hui arrivées à saturation. Et comme les besoins de sans-plomb iront s'accroissant, c'est bien l'eurosuper 95 qu'il faudra inéluctablement promouvoir. Les constructeurs ont, toutefois, une part de responsabilité dans cette aberration. Depuis trois ans que le sans-plomb a été introduit sur le marché français, ils ont très mal informé leurs clients. Aujourd'hui encore, ceux-ci ne

savent pas toujours à quelle essence se vouer. Il aurait pourtant été très simple de faire visiblement figurer les besoins requis sur la trappe à essence : «super plombé seulement», «super plombé ou éventuellement super 98», «sans-plomb seulement, quel qu'il soit». Cela, non seulement en sortie de chaîne, mais aussi *a posteriori*, chaque fois que la voiture d'un client passe dans le réseau de la marque. On éviterait que des voitures exigeant du plomb soient endommagées parce que l'usager a cru bien faire en faisant le plein au sans-plomb plus moderne, moins cher et réputé moins polluant. On éviterait aussi que d'autres s'en remettent au sans-plomb 98 alors que du sans-plomb 95 leur suffirait.

D'autant plus que, demain, le panorama risque d'être encore plus confus. Les Allemands qui, historiquement, ont toujours eu un faible pour l'essence ordinaire, évoquent la possibilité de lancer un sans-plomb 91 !

Il n'empêche, les pétroliers sont bien malvenus de récupérer à leur profit la communication récente des constructeurs, déplaçant le débat du terrain technique aux intérêts commerciaux en revendiquant l'exclusivité de la qualité. Cela, comme par

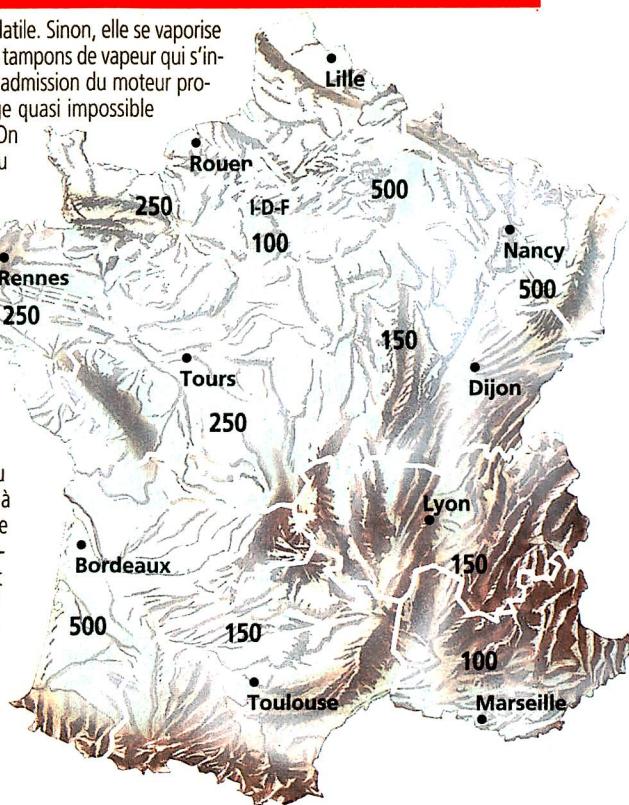
hasard, à la veille des grandes migrations des vacances pour attirer le chaland chez eux et le détourner des grandes surfaces, qui ont ravi 40 % du marché au réseau de marques. Etrangement oubliées par les constructeurs, ces grandes surfaces qui vendent l'essence jusqu'à 60 centimes moins cher le litre ! «Même si elles nous soumettaient un dossier d'homologation, leur structure commerciale et leur approvisionnement diversifié ne nous permettraient pas de procéder à un suivi de la qualité qu'elles proposent, regrette Marc Lalière. Mais nous ne les condamnons pas. Nous entretenons le dialogue avec elles et nous sommes disposés à les aider, compte tenu des intérêts de leurs clients, qui sont aussi les nôtres. Il n'est pas exclu que certains additifs puissent représenter une garantie de qualité.»

Car ce sont ces additifs, par leurs vertus détergentes pour l'essentiel, qui font toute la différence. En maintenant la propreté des moteurs, et donc la précision et l'efficacité des réglages d'origine au bénéfice des performances, de la consommation et du contrôle de la pollution. Mais ces additifs doivent exercer leur action d'un bout à l'autre de la chaîne :

(suite du texte page 163)

LES FRANÇAIS INÉGAUX DEVANT LE DÉMARRAGE À CHAUD

Plus le climat est chaud, moins l'essence doit être volatile. Sinon, elle se vaporise sous l'effet de la seule température ambiante et les tampons de vapeur qui s'insèrent alors dans les canalisations arrivant au circuit d'admission du moteur provoquent des ratés, allant jusqu'à rendre le démarrage quasi impossible après un arrêt prolongé au soleil, moteur très chaud. On nomme cet incident de fonctionnement *vapor lock*, ou percolation. Voici quelle en était la fréquence suivant les régions durant l'été 1989, en affectant l'indice 100 à l'Ile-de-France. Les distorsions ne s'expliquent pas seulement par le climat puisque la Côte d'Azur n'était pas plus atteinte que l'Ile-de-France. En revanche, l'indice était cinq fois plus élevé non seulement en Aquitaine, mais aussi dans l'Est. Il était donc dû à des approvisionnements de qualité douteuse, en provenance de la péninsule ibérique d'une part, et de l'Europe du Nord d'autre part, au point de toucher un usager sur deux ! On s'est aperçu à l'époque que le tiers de l'essence livrée dans l'Hexagone n'était pas conforme aux normes administratives en matière de volatilité, que les constructeurs jugent pourtant encore trop peu sévères. Ce constat a fait grand bruit dans la corporation des pétroliers. Un an plus tard, la proportion d'essences trop volatiles était tombée à 17 %, mais l'été dernier encore 10 % des essences distribuées étaient toujours hors normes.



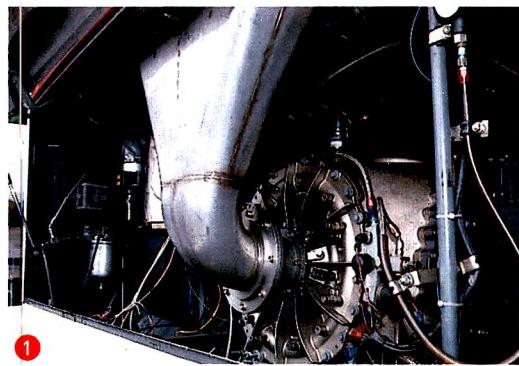
PAR JEAN-PIERRE GOSSELIN

FEU VERT POUR LES TURBINES

Un nouveau moteur à turbine pour les bus ou les camions, expérimenté au Japon, consomme 20 % de moins qu'un moteur diesel équivalent, est 30 % moins volumineux, pèse moitié moins, fait cinq fois moins de bruit et diminue des trois quarts les vibrations transmises au plancher ! Qui dit mieux ?

La turbine se présente plus que jamais comme une alternative idéale au moteur à pistons : elle est moins gourmande en énergie, moins polluante et s'accommode de différents carburants. Jusqu'alors, ses vertus reconnues ont buté sur un certain nombre de difficultés, dont un manque de souplesse d'utilisation qui la rendait incompatible avec l'automobile. Toyota, parmi d'autres, a pris conscience de ces exigences spécifiques et se pose en leader en la matière.

La turbine fonctionne selon les mêmes principes que le moteur à pistons alternatifs. Elle admet de l'air (le comburant), le comprime, lui ajoute un carburant, et le gaz combustible ainsi confectionné



1

est enflammé ; la dilatation violente qui s'ensuit produit une pression mise à profit pour entretenir un mouvement mécanique. Mais la turbine met ce principe en œuvre beaucoup plus élégamment :

- La compression de l'air n'est plus assurée par la montée d'un piston mais par la rotation d'une première roue à aubes, le compresseur (*voir dessin p. 96*).
- La dilatation des gaz, créatrice du mouvement, n'exerce plus sa pression sur la descente du même piston mais sur une deuxième roue à aubes, la turbine de puissance.
- Dans la chambre de combustion, l'explosion des gaz n'est plus intermittente et programmée mais continue.

3

- Les pièces ne sont plus animées d'un mouvement alternatif transformé par un système bielle-manivelle mais d'un mouvement de rotation permanent.

Avantages : silence, équilibre, absence de vibrations, diminution du nombre de pièces en mouvement, faculté à brûler indifféremment n'importe quel combustible et réglage facile de la combustion au bénéfice des émissions polluantes.

Inconvénients : propension à fonctionner à haut régime (près de 100 000 tr/min), nécessité d'une plus grande précision de fabrication et d'usinage, résistance délicate aux hautes températures, évacuation de gaz très chauds dans l'atmosphère et manque de souplesse à cause d'une inertie très forte





2

s'opposant aux variations de régime, aussi bien à l'accélération qu'au ralentissement. C'est pour avoir méprisé ces postulats que les applications à la propulsion terrestre, impliquant d'incessantes variations de vitesse au gré du terrain et du trafic, ont jusqu'alors échoué. On s'attachait à concevoir des turbines susceptibles de se substituer directement aux moteurs à pistons, en leur assignant un objectif de puissance de 100 kW ou 136 chevaux, et leur rendement était insuffisant. Aujourd'hui, on explore deux autres voies, radicalement différentes l'une de l'autre.

D'un côté, on envisage des turbines beaucoup plus petites, de 30 ou 40 kW, utilisées pour entraîner les générateurs électriques de voitures hybrides. Elles ne sont plus directement reliées aux roues, elles peuvent donc tourner à régime fixe ; du coup, l'inertie, jusque-là pénalisante dès qu'il s'agissait d'accélérer ou de ralentir, n'a plus d'importance. Conséquence, plus de problème pour doter la turbine de pièces en céramique surdimensionnées en épaisseur – et donc plus résistantes – pour l'isolation thermique et les chambres de combustion. C'est peut-être par là qu'on débouchera sur des rendements satisfaisants. Peugeot, par exemple, a recours à des petites turbines Microturbo, qui servent habituellement au démarrage des réacteurs d'avion, pour son prototype "Vert".

A l'autre extrémité, on peut par ailleurs espérer mettre au point des turbines beaucoup plus grosses

Déjà 60 000 km d'essais sur route

La turbine GT 31 Toyota (1) est techniquement au point, affirme-t-on chez le constructeur japonais. Sur la voiture particulière (2), elle servira à entraîner le générateur d'un moteur électrique. Comme moteur direct, elle est montée sur l'autocar haut de gamme Hino (3). Ce dernier roule presque quotidiennement, il a déjà parcouru 60 000 km et fourni une foule d'informations car il est bardé de nombreux capteurs.

pour entraîner directement, cette fois, des véhicules, en l'occurrence des cars ou des poids lourds : aux Etats-Unis, certains gros camions traversent déjà le pays d'une côte à l'autre propulsés par des turbines qui s'accommodeent fort bien de ces longs parcours à vitesse constante et du très mauvais gazole américain. Un usage tout aussi indiqué pour les chars d'assaut, en Suède et aux Etats-Unis notamment : le rapport poids/puissance très favorable de la turbine et sa faculté de digérer tous les carburants rend son utilisation intéressante pour les besoins militaires, où l'on ne se préoccupe pas des coûts.

Toyota s'impose aujourd'hui comme l'un des leaders en la matière, explorant la voie de la turbine, parmi d'autres (moteurs deux temps essence ou diesel, avec ou sans soupapes, diesels gazole/méthanol à injection conjointe, quatre-temps essence/méthanol, filtres à particules, etc...) Mais là aussi, les investigations ont repris après avoir échoué pour avoir fait fausse route.

Voilà quatre ans, le prototype GTV (Gas Turbine Vehicle), mu par une turbine GT 41 de 100 kW, avait été particulièrement décevant. L'échappement était encore trop chaud, le démarrage délicat, les accélérations lamentables. Il n'était à l'aise qu'en vitesse stabilisée, sur piste ou autoroute dégagée. Face à ces

handicaps, les avantages en silence et en absence de vibrations ne justifiaient pas la solution. Pour la voiture particulière, Toyota est donc lui aussi revenu au couple turbine/générateur pour recharger les batteries et alimenter les moteurs électriques d'un véhicule hybride, très silencieux, économique, satisfaisant en autonomie et doté d'un comportement routier analogue à celui des voitures à essence, c'est-à-dire parfaitement apte à s'insérer aisément dans le trafic.

Côté poids lourds, Toyota expérimente la turbine GT 31, fruit de recherches amorcées en 1964, qui roule quotidiennement sur un autocar Hino qui a déjà parcouru 60 000 km et fourni une foule d'informations car il est bardé de nombreux capteurs et enregistreurs. L'intérêt immédiat de cette turbine, qui se dispense encore d'éléments en céramique, tient en quelques chiffres. Elle ne mesure que 80 cm de haut, 80 cm de large et 100 cm de long : c'est 30 % de volume en moins que le diesel qui équipait le véhicule à l'origine. Elle ne pèse que 600 kg contre 1 100 au diesel. Enfin, alimentée par le même gazole, elle ne consomme que 33 litres aux 100 km au lieu de 41,6 pour le diesel, soit 20 % d'économie. Le plus étonnant est que la GT 31 ne développe que 330 chevaux, contre 600 au diesel d'origine. Cette donnée est finalement peu importante, l'essentiel étant le couple, 140 mkg, égal à celui du diesel.

On voit donc clairement l'intérêt de la turbine pour le constructeur et le transporteur : un moteur plus petit et plus léger, c'est une charge marchande supérieure. Et comme la consommation est plus faible, la rentabilité est meilleure.

Le bilan n'est pas sans faiblesses, toutefois. Car, comme la turbine est très chaude, il faut calorifuger efficacement le compartiment moteur... qui n'est donc finalement pas plus compact. De plus, il faut alimenter la turbine en air et placer ses échappements, eux aussi beaucoup plus chauds qu'un moteur classique, dans une zone de sécurité. Sur le prototype Toyota, ces deux fonctions sont regroupées à l'arrière, tout en haut de la carrosserie : l'air pénètre par deux énormes fenêtres de 55 cm de large sur 80 cm de haut, l'échappement s'opérant à travers deux grosses buses de 30 cm de diamètre. Pour rendre le tout silencieux, des "persiennes" arrêtent le bruit mais pas le flux des gaz. C'est tout de même très encombrant et, si l'ensemble peut être discrètement in-

GT 31 : UN MOTEUR D'AVION POUR LES

L'air est aspiré par le centre (1) du compresseur radial (2) à raison de 1,5 kg par seconde lorsque le régime de croisière de 54 000 tr/min est atteint. Il est comprimé dans un rapport de 6 à 1 (contre 10 à 1 dans un moteur 4 temps essence et 22 ou 23 à 1 dans un diesel). Une fois comprimé, il pénètre dans la chambre de combustion (3), où il brûle après avoir été mélangé aux fines gouttelettes de carburant pulvérisées par un injecteur (4). La dilatation des gaz de la combustion crée un vent violent et très chaud qui anime deux turbines. La première (5) est reliée au compresseur, la seconde (6) à la transmission. Pour améliorer le rendement et, surtout, obtenir plus de couple, on a disposé devant la seconde turbine des petites aubes mobiles (7) qui pivotent sur elles-mêmes, en déviant les gaz chauds de façon à leur donner un maximum d'efficacité à tous les régimes.

Cette seconde turbine, dite de puissance, tourne à 42 000 tr/min. C'est peu pour une turbine mais considérable pour une boîte de vitesses de camion, conçue pour travailler autour de 2 500 tours. Entre les deux, Toyota a donc installé un réducteur (8), deux pignons travaillant dans un rapport de 15,6 à 1 : l'arbre de sortie de la turbine ne tourne ainsi plus qu'à 2 650 tr/min au régime de croisière, ce qui est acceptable par la boîte

automatique ZF à convertisseur et 5 rapports.

Après passage dans la seconde turbine, les gaz ont perdu beaucoup de leur énergie, mais restent très chauds. Avant de sortir à l'air libre (9), ils passent dans deux échangeurs (10), disques en céramique alvéolée d'environ 43 cm de diamètre sur 7 cm d'épaisseur. Ils tournent lentement, à raison de 20 tours par minute. Ils laissent passer les gaz mais la céramique retient leur chaleur. C'est donc une céramique bourrée de calories qui, quelques instant plus tard, traverse le conduit d'admission (11) de la turbine. Là, la chaleur est transmise à l'air d'admission, qui est alors réchauffé, d'où un rendement amélioré par cette récupération d'énergie.

L'échangeur est donc une pièce maîtresse du système. Il ne faut pas que ses alvéoles se bouchent, ni que les gaz brûlés se mélangent à l'air admis : les problèmes de matériaux, d'étanchéité et de fiabilité sont encore ardu et nul ne les maîtrise encore parfaitement.

Dans sa configuration actuelle, la GT 31 dispose d'un

trégré sur la face arrière d'un autobus, il en sera différemment sur un camion !

Par ailleurs, la turbine ne permet pas de freinage moteur, ce qui impose des solutions techniques coûteuses. Les quatre freins sont à disque, avec assistance et ABS, plus un "retardeur" (frein électrique) à courants de Foucault sur la transmission. C'est une solution parfois obligatoire en Europe, pour des raisons de sécurité, mais elle est ici impérative et sollicitée en permanence. Et comme la turbine est lente à

VOITURES

démarrage électrique (12) puissant, 3 kW, qui entraîne rapidement le compresseur à 10 000 tr/min. La chambre de combustion est dotée d'une bougie d'allumage qui fonctionne durant 5 secondes, après quoi la combustion "s'auto-entretenir".

La turbine n'a pas de système de refroidissement et elle a un seul circuit de lubrification, utilisant la même huile que les réacteurs d'avion : on vérifie seulement le niveau tous les

5 000 km, la consommation étant négligeable.

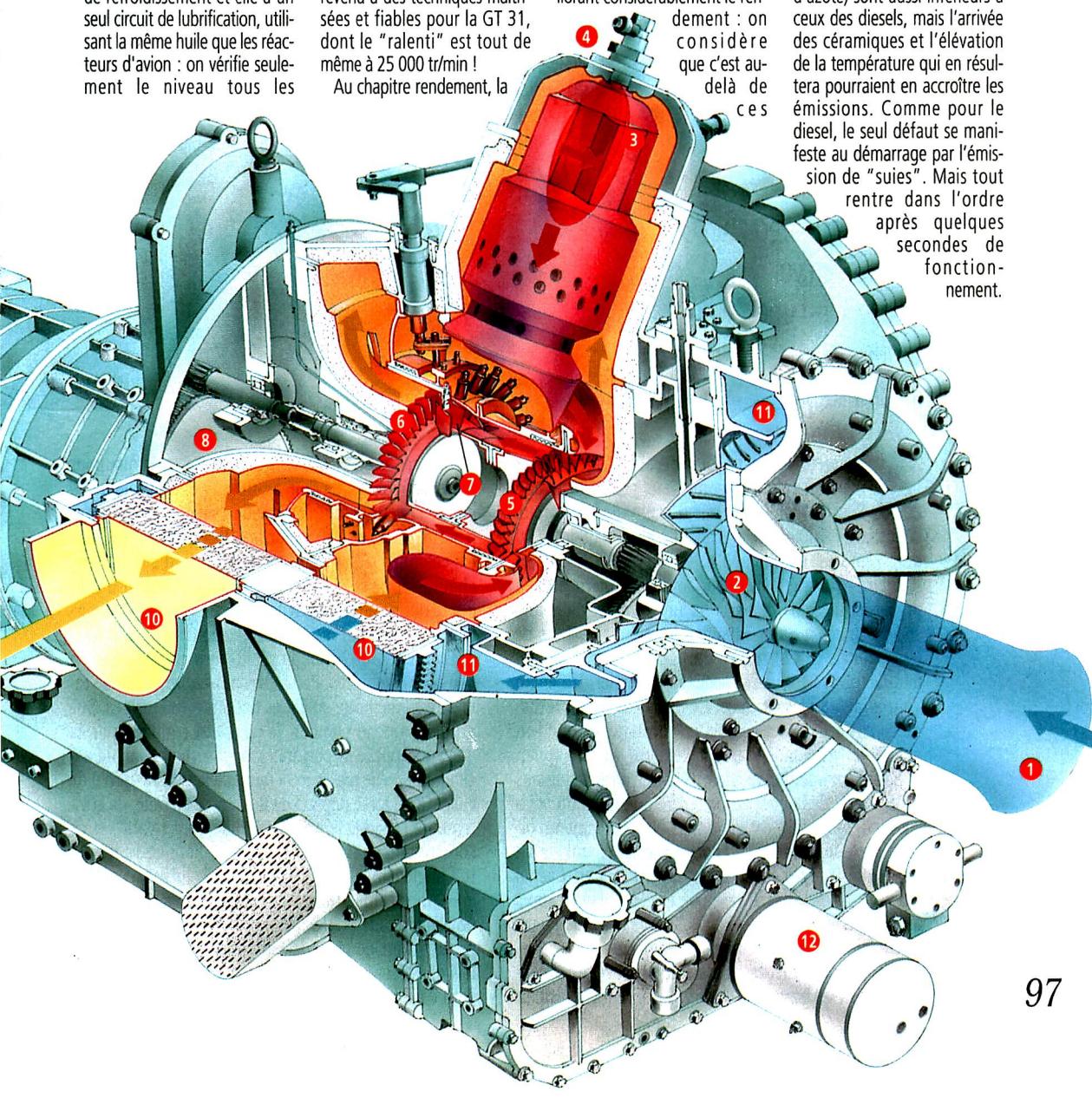
Sur le plan technique, la GT 31 s'apparente plutôt aux turbines aviation françaises, ses deux arbres tournant sur des roulements. Pour ses petites turbines (30 et 100 kW, à 100 000 tr/min), Toyota avait expérimenté des "paliers à gaz" mais est revenu à des techniques maîtrisées et fiables pour la GT 31, dont le "ralenti" est tout de même à 25 000 tr/min !

Au chapitre rendement, la

GT 31 fonctionne actuellement avec une température d'entrée de turbine chaude de 1 050 °C, que supportent des pièces en Inconel, un alliage métallique réfractaire. Des essais sont en cours avec des brûleurs et aubes de turbine en nitride de silicium, une céramique qui accepte des températures de 1 300 °C, améliorant considérablement le rendement : on considère que c'est au-delà de ces

1 300 °C que la turbine surclassera vraiment le diesel.

Et, à l'inverse des moteurs à pistons, la turbine GT 31 satisfait sans problème aux règlements antipollution : elle dégage très peu de CO (monoxyde de carbone) et de HC (hydrocarbures inbrûlés), quel que soit le carburant. Ses NOx (oxydes d'azote) sont aussi inférieurs à ceux des diesels, mais l'arrivée des céramiques et l'élévation de la température qui en résultera pourraient en accroître les émissions. Comme pour le diesel, le seul défaut se manifeste au démarrage par l'émission de "suies". Mais tout rentre dans l'ordre après quelques secondes de fonctionnement.



PAR GERMAIN CHAMBOST

1 400 km SANS MOTEUR ET SANS ESCALE

En ralliant Vinon (Var) à Fès (Maroc) en 13 heures et 30 minutes, Gérard et Jean-Noël Herbaud (ci-dessous), vélivoles français, ont battu, le 17 avril dernier, un double record du monde à bord d'un planeur biplace ASH 25 (ci-contre) : celui de distance libre, et celui de distance avec but fixé. En vol à voile, c'est une prouesse incontestable.



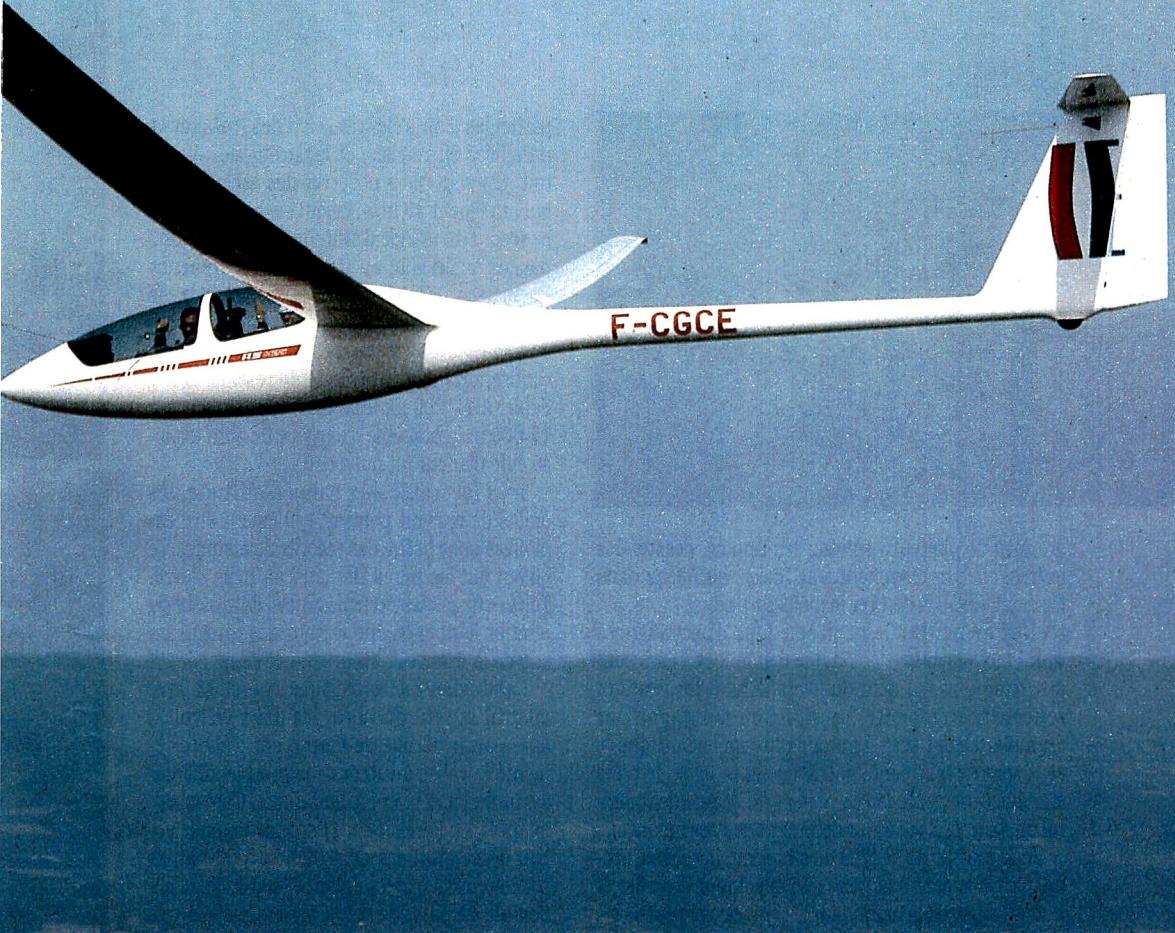
Avant leur départ de Vinon, dans le Var, les deux pilotes avaient annoncé leur point d'arrivée : Fès, au Maroc, soit une distance en ligne droite dépassant 1 400 km (le précédent record était de 1 100 km). Les deux champions, Gérard et Jean-Noël Herbaud, vélivoles chevronnés, sont également pilotes professionnels, le premier à Air Inter, l'autre dans une société privée à Saint-Etienne, dans la Loire. Lors de leur exploit, ils ont utilisé un planeur d'origine allemande, un ASH 25 de la société Schleicher. Un engin de très haute performance. Et, pour parcourir la distance entre Vinon et Fès, ils ont pratiqué ce que l'on appelle le "vol d'onde". Le *nec plus ultra* du vol à voile.

Sans remonter jusqu'à Icare et à ses ailes de plumes collées avec de la cire, on peut dire que l'idée du vol à voile a des origines fort lointaines. Voler comme un oiseau était déjà le rêve de Léonard de Vinci, qui écrivit son traité *Del volo senza batter ali per favor del vento* (du vol sans battement d'ailes avec l'aide du vent) après avoir observé dans le ciel les évolutions des milans, rapaces familiers du bassin méditerranéen.

Les grands planeurs qu'utilisent aujourd'hui les vélivoles sont les frères de ceux que le Florentin dessinait

à l'époque, au XVI^e siècle. Lui avait compris que pour rester immobiles en l'air au-dessus de la proie qu'ils guettaient, ou pour s'élever peu à peu sans même avoir à battre des ailes, les oiseaux se placent d'instinct dans les colonnes d'air chaud qui montent du sol, en été : chauffé par le soleil, le sol transmet sa chaleur à l'air, ce qui donne naissance à des courants ascendants verticaux. Le planeur qui s'y engage montera avec eux.

Bien entendu, dans la réalité, les choses sont un peu plus complexes. Pour les comprendre, il faut se remettre en mémoire quelques notions élémentaires. Sur un avion ou un planeur, le poids est équilibré par ce que l'on appelle la portance, force aérodynamique ascendante créée par l'écoulement de l'air sur le profil de l'aile. Cette force dépend de la surface de l'aile, de la vitesse de l'écoulement de l'air (dite "vent relatif") et de l'orientation de l'aile par rapport au lit de ce vent relatif ("angle d'incidence"). Mais, dans le même temps, se crée une traînée (due aux tourbillons qui prennent naissance derrière les ailes) qui s'oppose à l'avancement : point de portance sans traînée, telles sont les lois de l'aérodynamique et de la mécanique du vol. On peut cependant minimiser cette traînée, ou plutôt ob-



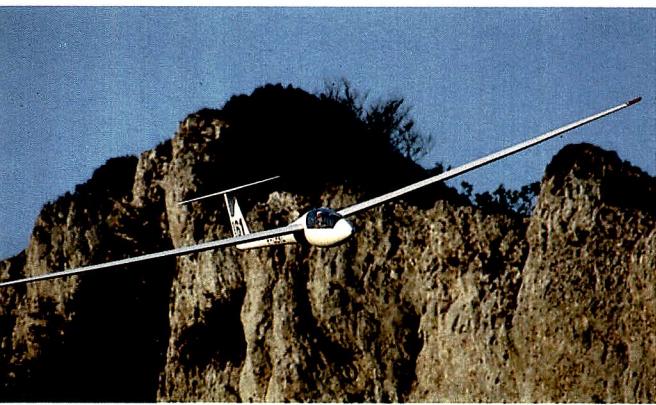
tenir le rapport le plus favorable entre portance et traînée, ce que l'on appelle la finesse maximale. Avec des profils d'aile très élaborés, des ailes à grand allongement (rapport entre l'envergure et la largeur de l'aile : plus l'envergure est grande et la largeur petite, plus grand est l'allongement), on obtient aujourd'hui des finesse maximales de 60. En clair, cela signifie que, partant de 1 km d'altitude, un engin de ce type pourra parcourir 60 km de distance en vol plané, pour peu qu'il adopte l'angle d'incidence adéquat, celui qui donne le meilleur rapport portance/traînée.

Car, pour planer, un planeur doit transformer de l'altitude en vitesse, autrement dit il doit descendre. Au départ, donc, un planeur doit avoir de l'altitude. Et cette altitude lui est donnée de l'extérieur, par différents moyens (voir encadré p. 102), puisqu'il n'a pas de moteur qui lui permette d'en acquérir. Une fois dans les airs, pour voler le plus longtemps possible, le planeur doit impérativement trouver des courants ascendants qui annuleront son "taux de chute", cette perte d'altitude continue et inexorable.

Ces courants ascendants sont de plusieurs sortes. On peut en distinguer essentiellement trois.

Les courants thermiques, tout d'abord, ceux que Léonard de Vinci avait identifiés en observant les oiseaux de proie. Mais ce n'est que petit à petit que leur intérêt s'imposa. Pendant longtemps, on estima que les courants thermiques étaient trop localisés, trop étroits pour être utilisés avec profit. On les traversait, on se sentait aspiré vers le haut le temps de cette traversée, mais c'est tout. Certains aviateurs avaient fait ce constat lorsqu'ils passaient sous des nuages cumuliformes, par exemple. En réalité, le nuage en question matérialisait l'ascendance qui amenait de l'humidité vers le haut, provoquait la condensation de celle-ci en altitude et la formation dudit nuage. Les vélivoles se servent d'ailleurs de ces cumulus pour repérer les ascendances. Mais il existe des ascendances sans cumulifications : on parle alors de "thermique pur".

Quoi qu'il en soit, c'est en 1920 que Thoret inventa la méthode permettant de tirer un profit maximal de ces courants thermiques pour les pilotes de vol à voile : la spirale. Après avoir localisé l'ascendance, le vélivole se mettait à spiraler, à virer presque sur place de façon continue, de manière à ne pas sortir de la colonne d'air chaud. C'est ainsi qu'en été, on voit souvent des



groupes de planeurs spiraler les uns au-dessus des autres, chacun cherchant à se "caler" au mieux dans l'ascendance et à en tirer le meilleur parti.

L'effet de pente. Ce deuxième type d'ascendances utiles aux vélivoles est d'origine dynamique : elles sont provoquées par la défexion vers le haut du vent qui rencontre une pente, un flanc de montagne par exemple. L'effet sera d'autant plus important que le vent sera fort, la pente accentuée et la ligne de crête étendue (une pente isolée permet un écoulement latéral du vent, qui se fait au détriment de l'ascendance).

Pour profiter de ce type de situation, le vélivole évolue parallèlement à la pente, en effectuant des aller et retour le long de la montagne. Ce type de vol peut se révéler assez éprouvant physiquement, car des turbulences sont souvent associées aux courants ascendants. De plus, si l'air monte sur une face de la pente, il redescend de l'autre côté dès le franchissement de la ligne de crête, provoquant ce que l'on appelle des courants rabattants, expression parfaitement explicite. Les turbulences sont très fortes, sous le vent, et les planeurs n'ont pas intérêt à s'y aventurer car ils courrent alors le risque d'être soumis à des efforts aérodynamiques dangereux et d'être plaqués au sol.

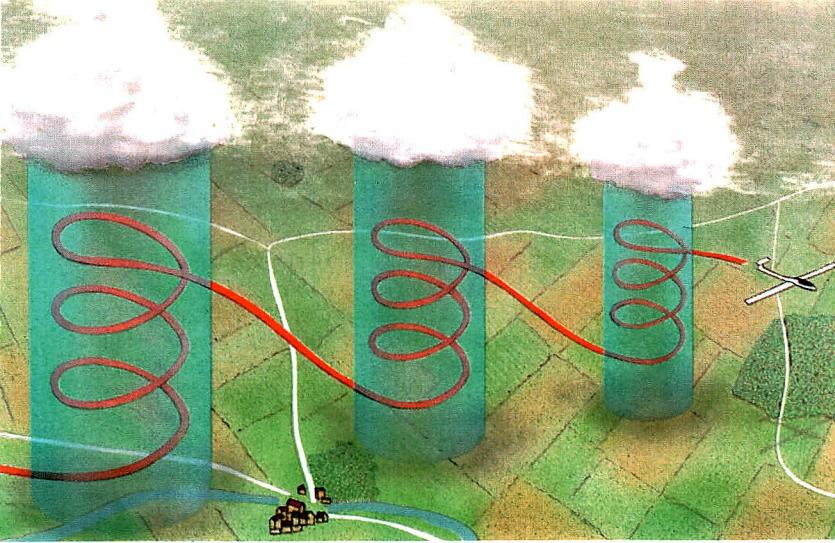
Le vol d'onde. Si le vent soufflant sur une pente atteint une certaine vitesse, de l'ordre d'une quarantaine de km/h au minimum, il peut déclencher ce que l'on appelle un système ondulatoire, troisième type d'ascendance utilisable par les vélivoles. La force du vent est alors suffisante pour que le mouvement ascendant dû à la pente se transmette aux couches atmosphériques élevées, et l'onde de ressaut peut se propager très loin, en altitude et surtout en distance, de la pente ou de la ligne de montagne sur laquelle elle a pris naissance. L'air se soulève en quelque sorte comme un ressac invisible, succession de vagues créées par le vent. La tranche inférieure, soumise à l'effet direct de la pente, est en général assez turbulente, mais l'écoulement devient laminaire dans la couche supérieure, les

particules d'air s'élevant selon des trajectoires parallèles entre elles, et la turbulence disparaît. On peut alors observer des ascendances qui atteignent 10 m/s, ce qui est considérable. Le record du monde d'altitude a ainsi été établi par un Américain, au-dessus des montagnes Rocheuses : 14 100 m ! Mais on cite aussi le cas dramatique d'un pilote suédois qui, en 1952, aux Etats-Unis, se trouva incapable de redescendre, pris dans une onde de ressaut formidable. A 12 000 m, il perdit connaissance et à 17 000 m la bouteille d'oxygène de bord explosa et le planeur fut pulvérisé.

Très favorable aux gains d'altitude, les ondes de ressaut peuvent également être exploitées pour battre des records de distance, ce qu'ont fait les frères Herbaud au mois d'avril. Tous deux pilotes professionnels, ils avaient pu étudier le phénomène durant des années au sud de la France et au-dessus de l'Espagne.

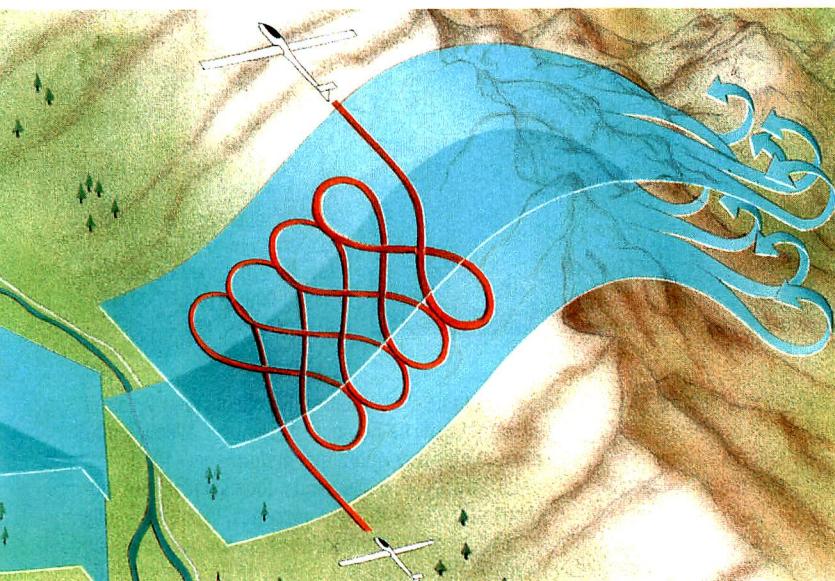
La situation météorologique s'y prêtant, avec mistral et vent du nord, les deux vélivoles, après avoir décollé de Vinon, ont d'abord remonté la vallée du Rhône jusqu'à Montélimar, avant de piquer vers le sud-ouest, Carcassonne, puis les Pyrénées et l'Espagne au sud. Volant à des altitudes de 4 000 ou 5 000 m, ils profitèrent au maximum de l'effet d'onde, bénéficiant, en plus, de vents arrière parfois très forts : jusqu'à 100 km/h.

Au total, les deux pilotes ont volé 13 heures et 30 minutes pour rallier Fès, parcourant une distance réelle de quelque 1 700 km (c'est la distance en ligne droite qui compte pour le record ; en l'occurrence, nous l'avons dit, plus de 1 400 km). C'est qu'ils ont dû parfois louoyer pour aller chercher les fameuses ondes de ressaut en altitude. Ils étaient aidés en cela par les prévisions établies par les météorologues, mais également par un système de navigation qui leur fournissait leur position avec une précision extrême, à 10 m près ! Il s'agissait du GPS, *Global Positioning System*, qui se réfère à une constellation de satellites américains. Cela leur permit par exemple de revenir vers une zone favorable qu'ils venaient de quitter pour se diriger vers une autre qu'ils croyaient, à tort, encore meilleure. Le GPS les délivrait donc des soucis de la navigation. Et leur planeur, on l'a dit, était un appareil de très grande qualité, l'ASH 25. Ce biplace d'entraînement et de performance, qui pèse 480 kg à vide, a une envergure de 25 m et une finesse supérieure à 57. Il fait partie de la gamme présentée par la société



1. SOUS LE CUMULUS L'ASPIRATEUR

On voit souvent les planeurs décrire des cercles dans le ciel. C'est que le pilote a réussi à s'engager dans la colonne d'air ascendant à la verticale d'un cumulus ; et s'il tourne en rond, c'est pour s'y maintenir afin de gagner un maximum d'altitude. En "sautant" d'un nuage à l'autre, un planeur peut couvrir de très longues distances.



2. ESCALADER LA MONTAGNE EN LACETS

Pour profiter de l'ascendance créée par un vent qui rencontre une montagne, le pilote maintient son planeur au sein du courant porteur qui monte le long de la pente. En faisant décrire à son planeur, au raz de la montagne (**photo p. de gauche**), des va-et-vient en 8 allongés, le pilote se maintient, là aussi, le plus longtemps possible dans l'ascendance, pour gagner un maximum d'altitude et, partant, pour parcourir la plus grande distance. Mais, arrivé au sommet, attention aux vents rabattants qui risquent de plaquer l'avion au sol sur l'autre versant !



3. HAUT ET LOIN SUR LES VAGUES DU VENT

Un vent arrivant sur une pente à plus de 40 km/h a assez de force pour que l'ascendance qui en résulte se transmette aux hautes couches de l'atmosphère. Et le mouvement ondulatoire qu'il crée est suffisamment puissant pour se poursuivre horizontalement très loin au-delà du relief (au lieu de se rabattre comme dans le cas précédent). Le vol d'onde, ainsi que l'appellent les vélivoles, permet de battre des records d'altitude (attention au manque d'oxygène) et de distance. C'est le nec plus ultra du vol à voile.

CET OISEAU NE SAIT PAS S'ENVOLE TOUT SEUL

Seuls les motoplaneurs (voir *Science & Vie* n° 892, p. 92) peuvent décoller par leurs propres moyens et gagner l'altitude à partir de laquelle, moteur coupé, ils redeviennent planeurs purs. On constate d'ailleurs que les véliques, longtemps réticents à ce genre de pratique, sont de plus en

plus nombreux à l'adopter. Les constructeurs allemands offrent souvent des modèles motorisés de leurs planeurs.

Pour les planeurs "purs", on peut faire appel à différents moyens de lancement.

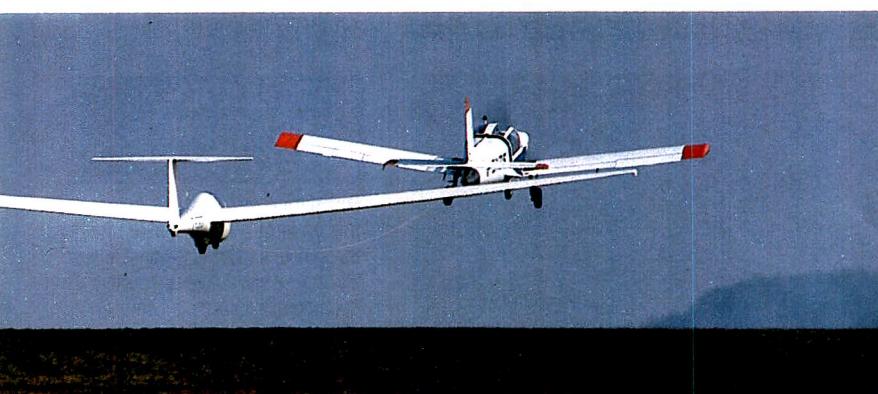
Le treuil, avec un moteur fixe au sol et qui fait tourner un tambour sur lequel s'en-

roule un câble de traction, permet de faire décoller le planeur et de le hisser à quelques centaines de mètres de hauteur. Le câble, dont l'extrémité est constituée par une boucle, est fixé à un crochet situé sous le nez du planeur ; il se détache tout seul lorsque ce dernier arrive presque à la

verticale du treuil.

Le remorquage fait appel à un véhicule qui roule et accélère au sol, tirant derrière lui le planeur. Mais, il faut bien l'avouer, ce type de remorquage, expérimenté et utilisé après la Première Guerre mondiale, n'eut qu'une existence éphémère.

Très vite on en vint au remorquage par avion, essayé dès 1927 en Allemagne. Un avion à moteur assez puissant tire derrière lui le planeur au bout d'un câble et, grâce à des signaux visuels, indique au pilote du planeur le moment où il doit ouvrir le crochet qui le tient attaché. Cette méthode offre une grande souplesse d'emploi et elle est aujourd'hui généralisée, les autres moyens appartenant pour la plupart au domaine des souvenirs...



allemande Schleicher et qu'importe en France la société Schroeder de Sarreguemines.

Avec 40 000 véliques et 8 000 planeurs en service, l'Allemagne fait figure de pionnière dans le domaine du vol à voile (sur un total de 120 000 pilotes dans le monde et 26 000 machines). En France, on recense à peine 15 000 pratiquants et 1 600 planeurs. Car si chez nous le vol à moteur est florissant, outre-Rhin les aéroclubs continuent de vivre sur une longue tradition qui date de l'entre-deux guerres, lorsque l'Allemagne ne pouvait officiellement renforcer son armée ou son aviation militaire et avait choisi le truchement du vol à voile, activité sportive, pour former les pilotes dont le III^e Reich voulait se doter. Aussi les universités allemandes mènent-elles des programmes de recherche très poussés en association avec les constructeurs.

En France, il n'existe qu'un seul constructeur de planeurs, Centrair (sur l'aérodrome de Le Blanc dans l'Indre). Centrair, ou plus exactement la Société nouvelle Centrair, rachetée en 1988 par le groupe CFCI, construit deux types de planeurs : un monoplace, le *Pégase* et un biplace, le *Marianne*. Le premier, avec une envergure de 15 m et une masse à vide de 250 kg, a une finesse de 41. Il a été construit à 450 exemplaires et est produit à raison d'un par semaine. Le second, avec 18 m d'envergure et une finesse de 40, a été construit

à une centaine d'exemplaires. Excellents pour l'école et l'entraînement, ils ne peuvent rivaliser avec les machines allemandes quant aux performances (1).

Mais, français ou allemands, tous les planeurs modernes sont construits en composites, le bois et la toile ayant peu à peu été abandonnés depuis une vingtaine d'années. Les composites, à base de fibre de verre, de kevlar ou parfois de carbone, permettent de gagner en masse et de réaliser des ailes de grande envergure et surtout à très grand allongement. Une aile à grand allongement aura une traînée moindre, par réduction des tourbillons de bout d'aile. D'où des gains importants en finesse, facteur souvent décisif au plan des performances. Or, seuls les matériaux composites offrent la résistance nécessaire pour réaliser des ailes de 25 m d'envergure, comme sur le planeur ASH 25 des frères Herbaud. Leur record, qui a suscité à juste titre l'admiration du monde vélicole, est ainsi le fruit d'une préparation minutieuse de leur part, conjuguée avec l'emploi des technologies les plus modernes.

Germain Chambost

(1) Pour soutenir la construction nationale, la Fédération française de vol à voile, accorde des subventions et des prêts sans intérêt aux clubs de vol à voile qui acquièrent des *Pégase* et des *Marianne* : 40 000 F de subvention et 80 ou 100 000 F de prêts sur cinq ou dix ans, pour un *Pégase* qui coûte 233 000 F à l'achat et un *Marianne*, qui coûte 391 000 F.

ECHOS DE L'INDUSTRIE

TRAVAUX PUBLICS

Des taupes sous la ville

Des micro-tunneliers urbains posent sous nos pieds, sans qu'on s'en aperçoive, toutes sortes de canalisations et de tubes. Plus de tranchées. Plus de marteaux-piqueurs.

Le tunnel sous la Manche a rendu célèbres les gigantesques tunneliers qui l'ont percé. Mais sait-on qu'il existe des "micro-tunneliers", qui travaillent sous nos pieds, en pleine ville, sans ouverture de tranchées, pour l'installation de tuyaux beaucoup plus modestes que ceux du tunnel ?

Deux puits, l'un au départ, l'autre à l'arrivée, suffisent à ces machines discrètes. Et l'on supprime les tranchées, la poussière, la gadoue, le bruit des marteaux-piqueurs. On peut, par exemple, les utiliser pour la pose de tuyaux d'eau potable de 80 cm de diamètre.

C'est ce travail qui vient d'être mené à bien à Sarcelles, pour le compte du syndicat des eaux d'Île-de-France, par la société Valentin, une filiale de la Compagnie générale des eaux. Une première en France.

Quatre micro-tunnels ont ainsi été creusés, chacun à partir de deux puits. Les deux premiers tunnels franchissent la rue du Moulin-à-Vent et l'avenue de la Division-Leclerc où la circulation est très importante. Sous les roues des voitures, les taupes mécaniques avançaient de 18 m par jour.

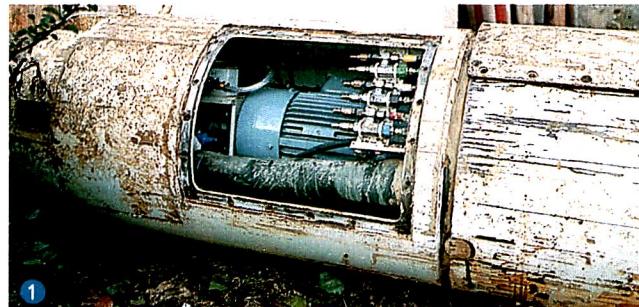
Les deux autres tunnels passent à une profondeur de 11 m, sous la route nationale 16 et sous ses bretelles de raccordement avec la départe-

mentale 125. L'un de ces deux tunnels est long de 74 m, l'autre de 24 m, avec une pente de 15 cm par mètre. Il n'a pas fallu plus de deux jours pour creuser ce dernier, et la circulation n'a jamais été interrompue. Une autre opération de ce type vient de démarrer dans le site préservé de la Vallée-aux-Loups, près de Chatenay-Malabry.

De même que les gros tunneliers, la technique "micro" vient du Japon, où elle est utilisée depuis une quinzaine d'années.

Comme ses grands frères, le micro-tunnelier est un robot qui exerce quatre fonctions : l'abattage des terres, le soutènement provisoire des parois latérales et celui du front de taille (assuré par la machine elle-même) et l'aspiration des boues.

Matériellement, la machine se présente tout simplement sous la forme d'un tube métallique de deux mètres de long comprenant une tête foreuse et un concasseur, entraînés par



L'intérieur du micro-tunnelier : dispositif de transmission de la poussée et relais de la télécommande vers la tête de l'engin.

un moteur (1). Trois petits vérins hydrauliques, de faible course, placés sur la périphérie de la tête de ce "tube" et reliés au centre de pilotage en surface, servent à assurer son orientation. Une centrale de poussée à vérins fait avancer le tunnelier, dont la tête en rotation creuse et évacue la terre dans le concasseur. Un circuit d'eau sous pression transporte les boues dans un bac de décantation.

Le robot se guide en suivant les indications d'un faisceau laser émis dans l'axe de la ga-

lerie à creuser et qu'il vise en permanence. Ce faisceau a été préalablement calculé, compte tenu de la topographie et de la géologie du terrain, pour définir la trajectoire de la machine.

L'avancement du micro-tunnelier est surveillé et piloté depuis la surface à l'aide d'un ordinateur qui reçoit les informations concernant le positionnement et l'état du robot (pression en front de taille, vitesse de rotation, déviations de route, etc.). Toutes ces données sont reçues et exploitées en temps réel. Il ne reste plus, au fur et à mesure de l'avance, qu'à mettre en place, grâce à la centrale de poussée, les tuyaux qui sont d'abord soudés, puis "glissés" dans le tunnel creusé (2). En plus des avantages cités, le travail revient 10 % moins cher qu'un chantier classique avec ouverture de tranchées.





INFORMATION TECHNIQUE

Normes connexion

Quand on fabrique un produit, mieux vaut qu'il soit d'emblée conforme aux normes de la Communauté européenne. Car ce vaste marché des Douze, où les biens, personnes, services et capitaux vont circuler librement, est désormais là : ce n'est plus qu'une question de jours.

Encore faut-il, pour qu'ils soient acceptés sur le marché communautaire, que nos produits respectent normes et réglementations en vigueur chez nos voisins, comme eux devront respecter les nôtres. Sinon, il faudra "revoir notre copie", même s'il ne s'agit que de modifier des détails, jusqu'aux plus mineurs. Ce qui serait extrêmement coûteux, et représenterait une grosse perte de temps. Du temps abandonné à la concurrence, qui disposerait de tout le loisir nécessaire pour rattraper l'avance technologique et l'originalité du produit "non conforme".

C'est pourquoi les trois grands pays industriels européens – la France, l'Allemagne et la Grande-Bretagne – démarrent l'édition de Normlage, une série de CD-ROM permet-

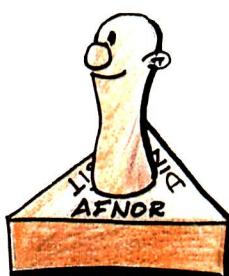
tant à chacun de disposer à tout moment et en quelques secondes, sur un thème bien précis, du texte intégral des normes (et projets de normes) des trois pays qui, en matière de normalisation internationale, font pour ainsi dire la loi.

Normlage a été conçu par les associations de normalisation française (AFNOR), britannique (BSI) et allemande (DIN), avec l'approbation de l'ISO (Organisation internationale de normalisation). Son utilisation a été simplifiée à l'extrême : un menu donne des instructions de manipulation claires et précises. Il suffit d'appuyer sur quelques touches et l'information est disponible.

Le premier disque couvre des normes fondamentales pour la compétitivité des entreprises de tous les secteurs industriels, comme l'assurance qualité, la certification ou la maintenance. Il contient 340 documents en texte intégral, ce qui représente plus de 11 000 pages et 700 fiches bibliographiques. Tout cela est communiqué en trois langues – français, anglais et allemand.

Les deux prochains disques Normlage s'attaqueront à ces grands pans de l'industrie que sont la mécanique et la métallurgie. Ils seront tenus à jour tous les deux mois.

Pour tout renseignement : AFNOR, Tour Europe, Cedex 7, 92049 Paris-La Défense. Tél. : (1) 42 91 55 55.



PÉTROLE

Les polluants pistés à la trace

Armateurs et capitaines de pétrolier devront désormais y réfléchir à deux fois avant de dégazer en pleine mer. Les chercheurs du département des sciences de la mer, du centre de recherches de Battelle, aux Etats-Unis, ont mis au point un ensemble de technologies qui va permettre de les identifier plus facilement et de façon quasi certaine.

D'abord, avec le procédé d'analyse Finger Print Analysis, on peut désormais déceler l'origine de la plupart des pollutions pétrolières. Parce que le pétrole brut d'un pays est différent non seulement de celui d'un autre, mais aussi, dans le même pays, d'un site pétrolifère à l'autre. Sur la base d'échantillons récoltés sur les fonds marins et les plages d'une région donnée, les techniciens de Battelle sont ainsi à même de préciser les provenances des diverses nappes et résidus d'hydrocarbures. Comme l'on connaît les routes et les dates de passage des pétroliers, les conclusions ne se

ront pas très difficiles à tirer.

D'autre part, pour affiner cette analyse et rendre encore plus sûres ses conclusions, Battelle a également mis au point un système qui permet de reconstituer le type et le niveau de dégradation des hydrocarbures. Un pétrole brûlé n'a pas la même composition moléculaire qu'un pétrole ayant subi une dégradation naturelle, et les résidus collés aux roches sont différents de ceux déposés au fond de la mer. On parvient également à estimer depuis combien de temps un dépôt s'est effectué à un endroit précis, donc à dater la pollution. Ce qui facilite encore la recherche des responsables.

Ces compétences particulières ont fait que Battelle a été mandaté pour évaluer et caractériser les dommages causés à l'environnement par le pétrolier *Haven*, battant pavillon chypriote, éventré par une série d'explosions en avril 1991 dans le golfe de Gênes, où il a déversé 144 000 tonnes de brut.

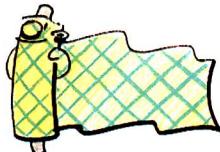
AUTOMOBILE

La voiture au garage, c'est pour les autres

Une large majorité de Français (64 %) souhaitent la limitation de l'usage de l'automobile en ville, pour y améliorer la circulation. Ils sont encore beaucoup plus nombreux (88 %) à estimer que l'accroissement de la circulation routière nuit à l'environnement.

Notre sens civique se serait-il tellement développé ? Il faut, hélas, rapidement déchanter : seules 39 % des personnes in-

terrogées se disent prêtes à renoncer à leur voiture «pour leurs déplacements de tous les jours». Il faut donc en conclure que ce sont «les autres» qui doivent, sinon se sacrifier, du moins s'entasser dans les rames de métro, les compartiments de train, ou les bus surchargés et chaotiques. Pour que les automobilistes puissent enfin rouler en paix, en toute bonne et «verte» conscience...



TEXTILE

Martin le mannequin teste le confort des vêtements

Le "confort thermique" est devenu l'une des préoccupations majeures des fabricants de textiles. Parce que l'on attend aujourd'hui d'un vêtement qu'il ne soit pas seulement, suivant les cas, chaud, frais ou imperméable à l'eau, mais aussi qu'il assure l'évacuation de la transpiration, qu'il reste léger quelle que soit son utilisation, et qu'il soit agréable au porter et au toucher.

Ces exigences de l'utilisateur se manifestent non seulement pour les vêtements eux-mêmes (classiques, sport, randonnée, vêtements chauds, vêtements de milieu hospitalier, etc.), mais aussi pour les revêtements de siège (transport, ameublement) ou ceux du couchage (couvertures, matelas, sacs de couchage).

Pour aider les industriels à trouver de nouvelles matières textiles alliant ainsi des qualités souvent contradictoires, l'Institut textile de France (ITF), situé à Ecully, près de Lyon, vient de mettre à leur disposition un ensemble de moyens techniques uniques en Europe.

● Un caisson climatique : c'est un tunnel de 6 m x 2 m où l'on peut soumettre les vêtements à de grandes variations de température, grâce à une paroi chaude qui monte à +50 °C, et à une paroi froide qui descend à -10 °C. Ce caisson est également capable de reproduire des taux d'humidité de 10 % à 90 %, et de créer des "vents" de 0,1 à 10 m/s. Cette enceinte climatique peut recevoir des "cobayes" humains pour tester, en conditions réelles, vêtements, sièges, sacs de couchage, sacs à dos, etc.

● 4 modules KESF, ces initiales correspondant à Kawabata Evaluation System for Fabric (système Kawabata d'évaluation pour le tissu). Il s'agit ici d'apprécier le confort tactile. Ces systèmes permettent de classer les textiles selon des paramètres qui expriment leur comportement aux sollicitations courantes. La "main de l'étoffe", jusqu'ici évaluée par le seul jugement de l'expert, peut ainsi maintenant s'établir scientifiquement, à coup sûr, en fonction de la mesure des paramètres mécaniques (traction, cisaillage, compression, flexion, état de surface, etc.).

Avec ces données objectives, les ingénieurs peuvent désormais établir (et visualiser sur écran) des graphiques multicritères, qui tiennent compte du comportement global des étoffes, et apprécier leur aptitude à la confection, ou juger des transformations qu'elles doivent éventuellement subir pour acquérir telle ou telle qualité qui leur fait défaut.

● Enfin, Martin, le mannequin qui vient du froid. Il arrive de Suède, et c'est une sorte de



robot doté d'une morphologie humaine, destiné à mesurer la déperdition thermique du corps humain. Articulé, il peut reproduire, sans fin, des activités comme marcher ou pédaler à bicyclette. Le corps de Martin est divisé en 35 zones (pieds, mains, avant-bras, etc.), chauffées chacune par une résistance prenant en compte la température "normale" de la zone humaine simulée. Il reproduit ainsi parfaitement l'excès ou la déperdition thermique du corps et informe précisément de leurs localisations, indiquées par les zones où les résistances sont plus ou moins souvent et plus ou moins fortement sollicitées. Quel que soit le textile, Martin "photographie" ainsi ses propriétés thermiques, et indique s'il doit être renforcé ou allégé – et à quel endroit.

ROUTES

Quand la cartographie supprime les accidents

Une cartographie adaptée peut diminuer les accidents de la route. C'est ce que veut prouver un colloque organisé par l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité (INRETS), les 1^{er} et 2 octobre prochains. L'INRETS lance aujourd'hui un "appel à communication" pour ce colloque sur le thème de la Cartographie des accidents de la

route : modes d'analyse et de représentation.

But : mettre en rapport les professionnels de la sécurité routière et les chercheurs qui s'intéressent à la cartographie considérée comme une aide au diagnostic et à la décision en matière routière.

Seront étudiés les accidents aussi bien en milieu urbain qu'en rase campagne, quel

que soit l'espace géographique : sections de route, routes considérées en tant qu'unités administratives, approches ponctuelles.

Pour tout renseignement : Sylvain Lassarre, département évaluation et recherche en accidentologie, INRETS, 2 avenue du Général-Malleret-Joinville, 94114 Arcueil Cedex. Tél. : (1) 47 40 71 50.

PLAISANCE

Un hors-bord sur la galerie de votre voiture

Le Marlin est un petit bateau où peuvent s'installer deux personnes, et qui atteint la vitesse d'un hors-bord traditionnel – tout en coûtant beaucoup moins cher. Il est assez puissant pour tracter un skieur et assez léger et compact – 73 kg sans le moteur, qui se fixe à l'extérieur, 2,9 m de long, 1,3 m de large, 0,76 m de profondeur – pour pouvoir être hissé sur la galerie d'une voiture.

Ses dimensions réduites et son faible poids font que le Marlin est plus rapide et consomme moins de carburant que les plus gros bateaux équipés d'un même moteur (de 11,25 à 18,5 kW). Même à

pleine vitesse, avec sa coque en plastique renforcé de verre et de mousse, il reste stable.

Une autre version du même bateau est le Marlin Jet Bug, qui a la même coque, mais est propulsé par un moteur intérieur de 3,75 kW. On peut aussi le transporter sur une voiture (il pèse 83 kg). Il a été conçu pour les débutants et la location sur les plans d'eau.

La société britannique qui fabrique ces deux bateaux annonce la mise au point prochaine d'un accessoire qui permettra à une seule personne de les hisser sur la galerie d'une voiture. Cette société recherche des agents en France.



Pour toute information : M. E. Muller, Marlin Marine Distribution Company, 84 Taylors Avenue, Cleethorpes, South Humberside, DN35 OLW, Grande-Bretagne. Tél. : (19) 44 472 69305.

■ **La 1^{re} convention internationale d'affaires sur le génie biologique et médical, "GBM 92",** se tient à Vichy, les 1^{er} et 2 juillet. On attend une centaine d'industriels et de chercheurs des secteurs public et privé. Contact : Christophe Solignac, Adhésion et associés, 9 rue de l'Ancienne-Mairie, 92100 Boulogne. Tél. : (1) 48 25 26 04.

ÉNERGIE NATURELLE

Promenade à 30 km/h sur un vélo solaire

Point n'est besoin d'être bien endurant pour se lancer à bicyclette par monts et par vaux si l'on emprunte la "solarbike" autrichienne. Elle a même fait ses preuves en gra-

vissant la plus haute montagne d'Autriche, le Grobglockner, se classant par la même occasion au deuxième rang de la course pour la coupe du monde des véhicules élec-

triques. La solarbike est en effet équipée d'un système de récupération de l'énergie solaire conçu pour de longs trajets et de rudes montées.

Un moteur de 24 V, agissant sur la roue avant par l'intermédiaire d'un galet d'entraînement, est relié à deux batteries de 15 Ah. Ces batteries sont alimentées par des panneaux solaires, ainsi qu'on le voit sur notre photo. La commande d'utilisation du moteur solaire est d'une simplicité désarmante : c'est une simple poignée tournante.

Le système est livrable sous la forme d'un vélo entièrement équipé, mais aussi sous forme de kit que l'on adapte soi-même à sa bicyclette.

Pour tout renseignement : Schachner Zweirad Center, Mittlerer Markt 17, A. 3361 Aschbach, Autriche. Fax : (19) 07448/3681.

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

L'Europe enquête sur les produits pirates

La Commission européenne a décidé de réagir contre la contrefaçon, et de protéger les Européens contre les copies qui sont faites de leurs créations un peu partout dans le monde et principalement en Asie du Sud-Est et au Moyen-Orient.

Mais pour bien résoudre les problèmes, négocier efficacement avec les pays extérieurs aux Douze, encore faut-il parfaitement savoir de quoi il retourne. Quelles difficultés rencontrent les créateurs, inventeurs et industriels européens pour lutter contre les produits pirates, c'est ce que la Commission a demandé, dans un questionnaire, aux propriétaires de droits d'auteur pour des marques, des appellations d'origine, des brevets, des dessins et modèles, des topographies de "puces" électroniques et des inventions de nouvelles plantes.

Ce questionnaire, largement diffusé, est en cours d'exploitation et l'on espère qu'il débouchera sur des accords précis – et respectés. Mais il nous semble qu'une grave lacune devrait être comblée : *quid* de la contrefaçon à l'intérieur des Douze eux-mêmes ? Car les contrefauteurs ne doivent pas toujours être cherchés bien loin : l'Italie, à titre d'exemple, n'a pas en la matière très bonne réputation... Et il y a mieux encore – nous voulons dire plus grave : il arrive que les copies soient exécutées dans le pays même de la création. En France, par exemple... (Science & Vie n° 889, p. 104).

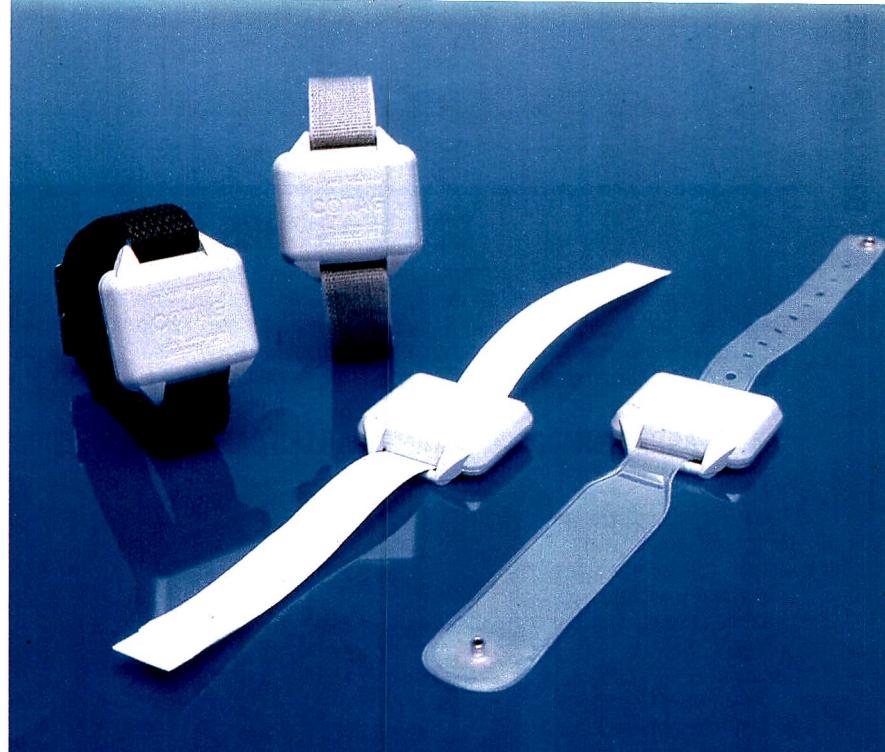


HÔPITAUX

Le bracelet anti-escapade

Il est maintenant possible de surveiller à distance les personnes ayant une fâcheuse tendance à errer et se perdre, telles que les malades souffrant de troubles neurologiques graves (comme la maladie d'Alzheimer), ceux se trouvant en traitement psychiatrique ou les personnes atteintes de confusion. La solution consiste à les équiper d'un bracelet identificateur de la taille d'un bracelet de montre, le "Wanderer 3900". L'émetteur qu'il contient, au signal personnalisé, active les détecteurs installés à toutes les sorties qui ne doivent pas être franchies.

Dès que le malade s'en approche, soit une alarme se déclenche, soit l'information est transmise aux récepteurs portatifs des personnels infirmiers. Le système peut également



être relié à un centre de surveillance général mémorisant toutes les tentatives de sortie des différents malades. C'est ainsi que dans une maison de retraite danoise, où cinquante malades portent le Wanderer 3900, en seulement un an, on a enregistré 2 000 tentatives

de sortie "illégales". Ce bracelet permet non seulement d'éviter des accidents (circulation, intempéries), mais également la mobilisation d'équipes de recherche (comme dans le cas de cet acteur amnésique, perdu dans le métro parisien, et retrouvé grâce à sa notoriété).

té). Il apporte aussi un important soulagement au personnel infirmier si chargé.

Le Wanderer 3900, produit anglais, est maintenant disponible en France auprès de Delia Protection, 15 rue Buisson-aux-Fraises, 91303 Massy. Tél. : (1) 60 11 55 66.

■ Tri automatique des rebuts

Un capteur d'émission acoustique monté sur une presse d'emboutissage est capable de déceler un signal significatif d'éventuelles déchirures sur la pièce emboutie. Et ce signal, par l'intermédiaire du capteur, commande l'éjection automatique de la pièce défectueuse. Ce système, mis au point par le CETIM (Centre technique des industries mécaniques), est actuellement installé chez un sous-traitant automobile, où il contrôle les quelque 15 000 pièces produites journallement - vérifiées jusqu'ici par un contrôle visuel, pénible et fastidieux. Aux dernières nouvelles, tout fonctionne parfaitement. Contact CETIM : Jean Collober, tél. : (1) 44 58 34 63.

RÉCUPÉRATION

Ne changez plus de chaussures, recyclez-les !

Jusqu'où profitera-t-on du recyclage ? Et des effets de marketing qu'il permet ? Car il est clair que, dans le cas présent, ils constituent l'objectif essentiel. Normal : nous nous trouvons dans les secteurs à la fois de la consommation grand public et de la mode, et celle-ci se doit d'avoir une pointure d'avance.

"Pointure", c'est bien le mot, puisqu'il s'agit de chaussures usagées, que Nike, qui se définit comme "le leader mondial du sport et du fitness" (traduisez : la forme, le bien-être), se propose de recycler. Enfin, pas toute la chaussure : la semelle extérieure,

pour faire de nouvelle semelle. La production commencera dans un an.

Nike Inc., Oregon (Etats-Unis), affirme avoir mené durant plus d'un an des recherches intensives en laboratoire, pour mettre au point une semelle recyclée aussi performante et durable, en matière de résistance et d'élasticité, que celle d'une chaussure standard. Que couvre ce brevet de "technologie écologique" ? La récupération du caoutchouc de la vieille semelle, et son mélange avec du caoutchouc neuf, pour constituer une nouvelle semelle.

Un brevet a du reste été pris,

que Nike va, par souci de l'environnement (quel esprit civique !), laisser expirer par ses concurrents. Si tout le monde a accès à ce brevet, on peut se demander pourquoi il a été pris. Un brevet n'a d'autre utilité que de verrouiller un marché. Ou faut-il penser qu'il s'agit de publicité ? Qui songerait, pourtant, à détourner ce son objet une préoccupation aussi sérieuse que l'environnement ?

Alors, il faut déjà s'y préparer : à côté des divers conteneurs destinés à récupérer les déchets, il y en aura sans doute sous peu un spécial "vieilles chaussures de sport".

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" c/o *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.

ARRÊT IMMÉDIAT GARANTI PAR LES BARRIÈRES DE SÉCURITÉ "HERCULE"

Quoi ?

Quatre câbles d'acier de haute résistance qui se dressent pour interdire le passage à tout véhicule cherchant à pénétrer de force dans un lieu protégé.

Comment ?

Pour arrêter les véhicules qui veulent forcer leur accès, les ambassades, consulats, lieux officiels et centres industriels "sensibles", principales cibles des camions explosifs, voitures piégées ou "kamikazes", ont – lorsqu'ils sont mieux protégés que par de simples sacs de sable – disposé des herses qui se dressent dès l'effraction décelée, et sur les pointes desquelles viennent s'empaler les engins "inamicaux".

Le seul reproche que l'on puisse faire à ces dispositifs, destinés à des situations de "crise" – où chaque dixième de seconde compte –, est qu'ils sont "longs" à devenir opérationnels : de 4 à 6 secondes. Moins de temps qu'il n'en faut



au véhicule agressif pour forcer protections et barrages.

Il suffit d'une demi-seconde à la barrière échelonnée Hercule pour tendre, de part et d'autre de l'accès protégé, ses quatre câbles parallèles d'acier haute résistance, de 20 mm de section. Aucune possibilité de passage ne subsiste : le câble inférieur reste au ras du sol, le câble supérieur est tendu à 1,20 m de haut.

En position normale, ces câbles reposent sur la chaussée, pratiquement invisibles et imperceptibles. Ils se lèvent par action sur un bouton-poussoir, ou bien automatiquement, si un véhicule force une barrière ordinaire à bras horizontal la précédent. Pas de système compliqué, risquant la panne – qu'il soit électrique, pneumatique ou hydraulique : les câbles et leur

système de relevage sont solides et robustes, ancrés dans le béton, seuls soumis aux chocs. Les mécanismes de relevage, une série de ressorts à compression et à torsion agissant de concert, restent ainsi protégés.

Pour qui ?

La société qui a mis au point la barrière d'arrêt Hercule cherche des agents en France.

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 d'abord être étudiées par notre service technique.

LES TÉLÉPHONES AU PANIER

Quoi ?

La solution radicale contre les dépréciations, partout où l'on est conduit à prêter des téléphones.

Comment ?

Les prêts de téléphone sont très répandus (palais des congrès, hôpitaux, hôtels). Il est tout aussi fréquent que les combinés disparaissent, ou soient rendus dans un plus ou moins triste état.

Plutôt que d'avoir à nettoyer et à désinfecter consciencieusement tous les appareils, un employé à la maintenance du palais des congrès de Nice, a créé... le téléphone jetable.

Il s'agit tout simplement d'une boîte en carton, type paquet de Gitanes, de 4 cm sur 18 cm. Elle forme un fourreau dans lequel se glissent le clavier, le micro, le haut-parleur et la carte électronique

constituant un téléphone classique.

Pour qui ?

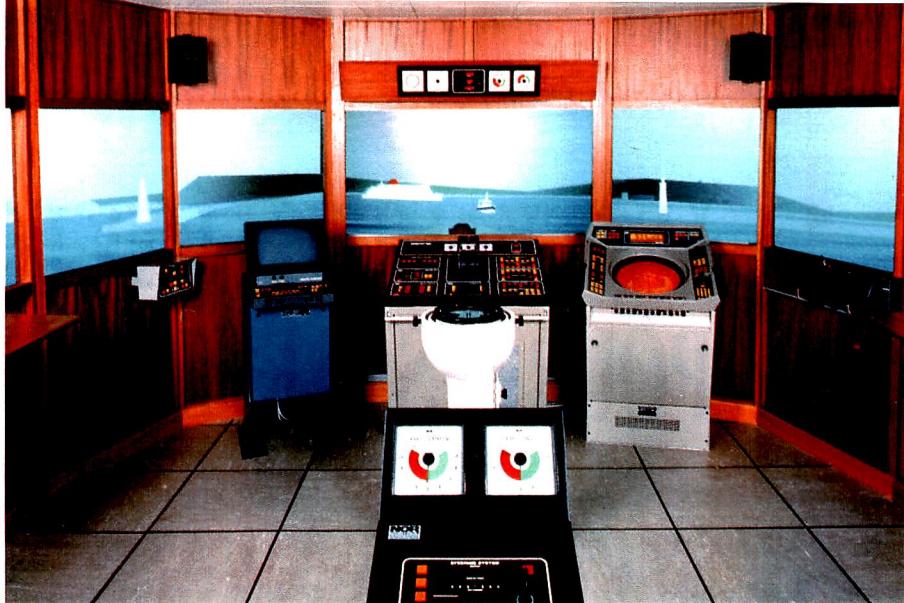
L'inventeur a déjà réalisé quelques prototypes avec des éléments de récupération. Il cherche un constructeur en téléphonie qui accepterait de le fournir régulièrement. Le téléphone jetable ne devrait pas coûter plus de 100 F. Il pourrait aussi constituer un support publicitaire.



■ La Fondation du brevet français devient France Brevets

Brevets. Crée il y a une dizaine d'années pour promouvoir l'innovation en France, l'association a décerné chaque année les "Trophées de l'entreprise innovatrice" à des entreprises performantes, et remis des distinctions à des innovateurs français participant au Salon international des inventions, des techniques et produits nouveaux de Genève. Cette année, France Brevets participera aux "Trophées nationaux de l'innovation", décernés dans chacune des régions françaises, avec une finale à Paris en novembre 1992. Contact : Geneviève Barruel, Promo 2000. Tél. : (1) 42 67 71 40.

■ Le tonnage de la flotte communautaire réduit de moitié en 10 ans, ainsi que le nombre des travailleurs des pays de la CEE employés sur les navires (150 000 contre 300 000). Aucun mystère derrière ce phénomène ; tous ces bateaux "disparus" sont simplement passés sous pavillon de complaisance, et emploient des marins à coût d'autant plus bas qu'ils ne bénéficient d'aucune protection sociale.



SIMULATEURS

Navigation à vue

Ce nouveau simulateur de passerelle de navire, réalisé par Thomson-CSF et Norcontrol, constitue l'un des éléments essentiels de la formation dispensée par l'Ecole nationale de la marine marchande de Saint-Malo.

Il est équipé du système de génération d'images de synthèse "Visa", de Thomson, qui permet l'entraînement à la navigation à vue, à la navigation radar et radio-électrique, au suivi d'un alignement ou d'un

relèvement constant, à l'anti-collision dans différentes conditions de visibilité, et à la présentation au mouillage et au chenalage.

Visa permet de visualiser (synthétiquement) le jour, la nuit et le crépuscule, sous différentes conditions de luminosité, de temps et de visibilité. Le champ visuel couvre 235°, il est projeté sur cinq écrans. On peut ainsi représenter avec beaucoup de réalisme des scènes telles que des côtes

avec amers identifiables (objets fixes repérables de loin), des chenaux balisés, l'approche des côtes pour présentation au mouillage, l'entrée d'un port caractérisé par un trafic maritime intense, etc.

Thomson-CSF confirme ainsi sa position de leader mondial dans la simulation navale puisque, directement ou par l'intermédiaire de filiales, elle est également dans le peloton de tête dans le domaine des simulateurs sous-marins.

LOGICIELS

Larousse croise ses dictionnaires et visualise leurs mots

Pour connaître l'orthographe, la définition, les synonymes ou la traduction d'un mot, alors même qu'on travaille sur son micro-ordinateur, le premier éditeur mondial de dictionnaires et d'encyclopédies présente ses dictionnaires sous forme de disquettes pour ordinateur (de type PC et bientôt Macintosh). C'est la collection "la Référence électronique Larousse" qui comprend pour l'instant, trois titres :

● le *Dictionnaire de français* : 50 000 mots et leurs définitions ;

- le *Dictionnaire des synonymes* : 70 000 mots et 400 000 synonymes ;
- le *Dictionnaire anglais/français, français/anglais*, qui donne la traduction de 40 000 mots.

Grâce à ces dictionnaires, toute personne qui écrit une lettre, un texte, un rapport ou un livre sur ordinateur, peut, sans quitter son document, vérifier l'orthographe et la définition d'un mot, rechercher ses synonymes, ou bien encore connaître sa traduction de français en anglais, et inversement.

L'informatique apporte ainsi à l'utilisateur des possibilités nouvelles. Par exemple, il peut visualiser sur son écran tous les mots se référant à un thème défini (botanique, électricité...).

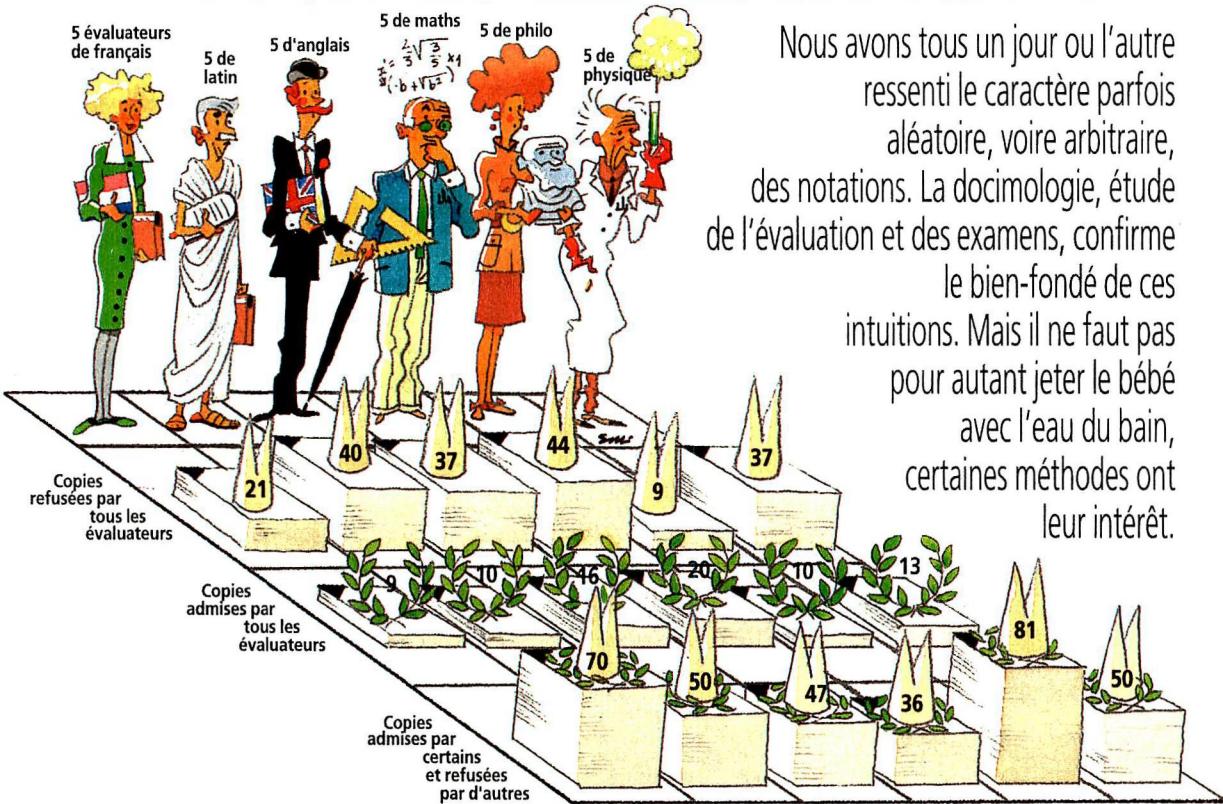
Ces dictionnaires sont diffusés, au prix de 1 175 F TTC l'un, par Softissimo auprès de la FNAC et de revendeurs de micro-informatique traditionnels d'une part, et par Larousse dans le circuit des librairies d'autre part.

Prochains titres annoncés de "La référence électro-

nique" : *Thésaurus*, pour lier des mots et des idées, *le Perfect Secrétaire*, qui regroupera tous les renseignements indispensables à un secrétariat efficace, ainsi que des lettres types prêtes à l'emploi, et enfin *Citations et Proverbes*.



LES EXAMENS : UNE LOTERIE POUR LES ÉLÈVES MOYENS ?



Nous avons tous un jour ou l'autre ressenti le caractère parfois aléatoire, voire arbitraire, des notations. La docimologie, étude de l'évaluation et des examens, confirme le bien-fondé de ces intuitions. Mais il ne faut pas pour autant jeter le bébé avec l'eau du bain, certaines méthodes ont leur intérêt.

Je suis recalé à mon examen, le prof m'a vraiment saqué ! – Moi, c'est le contraire, le prof a noté large.» Propos classiques, probablement tenus par certains candidats rennais au baccalauréat de 1989. Cette année-là, une étude menée après les épreuves a souligné de gros écarts de notation. Exemple : deux élèves de la même classe ayant la même moyenne annuelle en mathématiques (10/20), corrigés par des jurys différents, obtiennent respectivement 10/20 et 18/20 à l'examen. Autre cas, dans une classe de sciences économiques et sociales, deux élèves ayant 13,5/20 et 8/20 de moyenne annuelle sont, contrairement à toute attente, notés 7/20 et 15/20 à l'écrit. Le français n'échappe pas à ces constats, d'où une remarque du rectorat

Passera, passera pas

Une étude détaillée, conduite avec des copies et des correcteurs bien réels, par H. Pierron, spécialiste de psychologie expérimentale, démontre de manière éclatante que le sort des élèves moyens, quelle que soit la matière, dépend du correcteur sur lequel tombe leur copie. Dans une des expériences de cette étude, voici les verdicts rendus pour 100 copies dans six matières (français, latin, anglais, mathématiques, philosophie, physique), les épreuves de chaque matière étant corrigées indépendamment par cinq professeurs. On voit, pour le français, par exemple, que 21 copies ont été refusées unanimement par les cinq correcteurs de cette matière, 9 autres ont été reçues, alors que 71 ont été admises par certains et recalées par d'autres.

de l'académie de Rennes qui reconnaît à ce sujet que «des distorsions parfois importantes entre les notations des divers examinateurs sont constatées».

Ces cas sont bien connus des docimologues (du grec *dokimē* : épreuve, et *logos* : science), spécialistes de l'évaluation et des examens, qui placent depuis plusieurs décennies sur les causes de ces écarts et essaient d'y remédier, sans grand succès à ce jour.

Un écart de 13 points pour la même copie ! Une étude déjà ancienne, mais toujours d'actualité, donne le ton. Henri Piéron, spécialiste de psychologie expérimentale, avait publié – il y a trente ans déjà – une enquête portant sur 100 copies de baccalauréat tirées au hasard. Elles furent soumises à six groupes (pour les six matières suivantes : composition française, version latine, anglais, mathématiques, philosophie et physique) de cinq correcteurs. Dans les notes attribuées, on a observé jusqu'à 13 points d'écart pour un même devoir de composition française, et de 12 points pour la version latine et la philosophie ! Les matières scientifiques ont été traitées à peine moins sévèrement : 9 points d'écart pour les mathématiques, et 8 points pour la physique.

Lors d'une autre expérience, 76 correcteurs ont reçu 3 copies de composition française. L'éventail des appréciations recueillies par l'une des copies est plus qu'impressionnant : 34 correcteurs ont donné 6 ou 7 points, 20 ont attribué 4-5, 6 n'ont accordé que 2-3, et il y a même eu un correcteur qui a noté moins de 2. Chez les plus généreux, 10 ont noté 8-9, 3 sont allés jusqu'à 10-11 et deux ont consenti 12-13. Une telle différence d'appréciation a fait dire à Henri Piéron que «pour prédire la note d'un candidat, il vaut mieux connaître son examinateur que lui-même !» Inquiétant.

Certains professeurs évaluent autant l'élève sur le résultat du problème que sur sa compréhension de l'énoncé, même en mathématiques, science réputée exacte. D'autres non, d'où les différences. En français, c'est encore plus subtil, puisqu'un professeur peut choisir ou non de juger les idées et le style, en plus de la connaissance d'un sujet, de l'orthographe, etc. Et que l'importance relative accordée à ces différents éléments varie d'un professeur à l'autre. Jean Cardinet, chercheur à l'Institut romand de recherches et de documentation pédagogiques (en Suisse) reconnaît ainsi qu'il peut y avoir autant de façons de mettre des notes qu'il y a d'enseignants. Une autre recherche a d'ailleurs souligné que les professeurs qui se croyaient sévères notaient plus généreusement que les autres, démontrant ainsi qu'ils se connaissent mal eux-mêmes.

Il n'y a pas que les caractéristiques personnelles de l'évaluateur qui influent sur la note donnée. Georges Noizet et Jean-Paul Caverni, ont mis en évidence au cours d'une autre expérience, en 1975, que les évaluateurs peuvent être influencés par les informations fournies sur les copies corrigées (non anonymes pour les besoins de l'expérience) : réputation du lycée d'où proviennent ces copies, classes fortes ou faibles, profession des parents, voire nom des candidats. Par ailleurs, en dehors de toute information sur les élèves, deux phénomènes essentiels interviennent dans le jugement du correcteur : le contraste et l'assimilation.

Le contraste : beaucoup d'enseignants reconnaissent un décalage entre les notes qu'ils accordent aux premières et aux dernières copies. Cela a été confirmé expérimentalement : 3 copies ayant obtenu 12/20 ont été mélangées d'abord à 12 copies médiocres, puis à 12 très bonnes copies. Soumises à cinq correcteurs différents, ces trois exercices ont obtenu en moyenne 16/20 dans le premier lot, et moins de 10/20 dans le second. On peut donc en conclure que les examinateurs corrigent «par comparaison» d'un devoir avec les autres.

Au cours d'une autre étude, on a fait corriger le même paquet de copies, dans un certain ordre, par un groupe d'évaluateurs et, dans l'ordre inverse, par un second groupe. Résultat : dans les deux cas, les dernières copies sont sous-évaluées, et les premières surévaluées. A l'exception de la toute première, sévèrement traitée. Noizet et Caverni expliquent ainsi le cas de la toute première copie : comme l'évaluation est une «activité de

Une même copie sera surévaluée au milieu de copies médiocres ...



... et sous-évaluée au milieu de copies de haut niveau.



comparaison entre une production scolaire à évaluer et un modèle de référence», l'évaluateur n'a au début de son travail que le résultat exact de l'exercice comme référence. Pour les copies suivantes, c'est le premier devoir qui sert de référence : on ne compare plus une copie au modèle de référence, mais les copies des élèves entre elles.

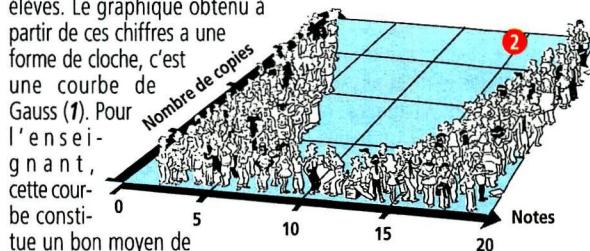
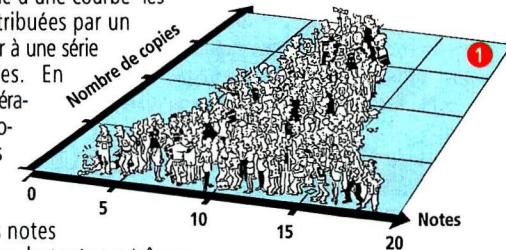
L'assimilation : on a vérifié expérimentalement que, lors de l'attribution d'une note, le professeur tient compte des notes obtenues antérieurement par un élève. On a soumis à différents correcteurs une version anglaise portant une note présentée comme celle obtenue par l'élève lors d'un précédent exercice. On a constaté que la moyenne des notes données à cette copie par les différents correcteurs varie de plus ou moins 2 points sur 20 selon la note antérieure.

Cette situation a moins de cinq chances sur mille d'être due au hasard. Noizet et Caverni attribuent cet "effet d'assimilation" à un processus de réduction de la dissonance cognitive (voir *Science & Vie* n° 892, p. 68) : l'évaluateur adopte une attitude sélective vis-à-vis des informations figurant sur la copie, cherchant à éviter celles qui pourraient contredire son attente et qui le mettraient en situation de dissonance. Il s'adapte, en

DIS-MOI QUI A CORRIGÉ

On peut schématiser sous la forme d'une courbe les notes attribuées par un correcteur à une série de copies. En règle générale, la majorité des copies obtiennent des notes moyennes, les notes extrêmes étant le lot de quelques rares élèves. Le graphique obtenu à partir de ces chiffres a une forme de cloche, c'est une courbe de Gauss (1).

Pour l'enseignant, cette courbe constitue un bon moyen de s'auto-évaluer : si elle ne varie pas,



fait, à ce qu'il sait, ou croit savoir, de l'élève.

L'évaluation idéale n'existe pas. Certains enseignants, conscients des limites de leur jugement, utilisent leurs propres procédures de modération. Ils lisent toutes les copies avant de les évaluer, les annoter, les classer par rang, voire confrontent

LA MOYENNE INJUSTE CORRIGÉE ...

Imaginons à dessin une situation un peu caricaturale. Deux élèves obtiennent presque la même moyenne annuelle, l'un en ayant progressé (6, 9, 12) et l'autre régressé (14, 10, 6). Lequel mérite de passer dans la classe supérieure ? La réponse peut paraître claire, et pourtant si l'on se réfère au strict verdict de la moyenne, le premier redouble et le second réussit.

Pour réduire ces injustices, Yvan Abernot, maître de conférences en sciences de l'éducation à l'université Louis-Pasteur de Strasbourg (voir les *Méthodes d'évaluation scolaire*,

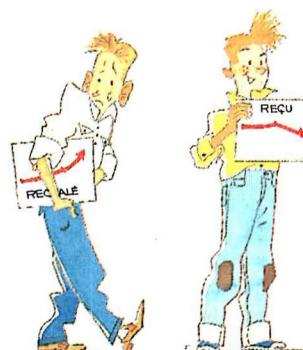
re, éditions Bordas 1988), propose de valoriser le progrès et de sanctionner la régression,

en faisant la somme algébrique des écarts des notes d'une série et d'y ajouter (ou

d'en retrancher, selon le signe) une partie à la moyenne, disons le tiers ou le quart.

Pour l'élève qui progresse et qui est normalement recalé puisqu'il n'a que 9 de moyenne (6 + 9 + 12 = 27 : 3 = 9), la proposition d'Yvan Abernot donne :

Ecart entre 6 et 9 = +3
Ecart entre 9 et 12 = +3
Somme des écarts = +6
Quart de cette somme : +1,5
Note finale : 9 + 1,5 = 10,5
L'élève passe.



Pour l'élève qui régresse, mais qui passe puisqu'il a 10 de moyenne (14 + 10 + 6 = 30 : 3 = 10), la proposition d'Yvan Abernot donne :

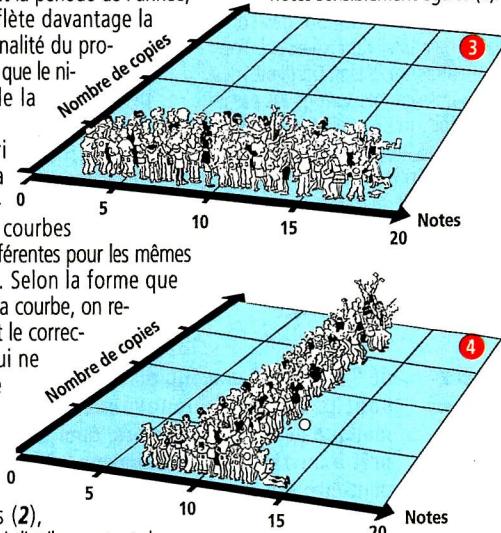
Ecart entre 14 et 10 = -4
Ecart entre 10 et 6 = -4
Somme des écarts = -8
Quart de cette somme : -2
Note finale : 10 - 2 = 8
L'élève est recalé.

TA COPIE

par exemple, quelle que soit la classe et la période de l'année, elle reflète davantage la personnalité du professeur que le niveau de la classe.

Henri Piéron a observé des courbes très différentes pour les mêmes copies. Selon la forme que prend la courbe, on reconnaît le correcteur qui ne donne que des notes extrêmes (2), celui qui distribue autant de chacune des notes (3), ou celui qui

attribue à toutes les copies des notes sensiblement égales (4).



leurs corrections, ce qui se pratique lors de certains concours. Les docimologues, pour qui la note "vraie" est un mythe, ont cherché d'éventuelles améliorations au système, dont voici quelques exemples :

● La double correction. Cet usage courant constitue une amélioration, mais, somme toute, fort relative. L'expérience montre que la double correction par des examinateurs couplés au hasard ne présente de véritable intérêt que si elle est l'occasion pour ceux-ci de confronter leurs points de vue, afin d'arriver à une évaluation optimale. Mais il reste toujours le risque d'associer des examinateurs tous deux indulgents ou, au contraire, sévères.

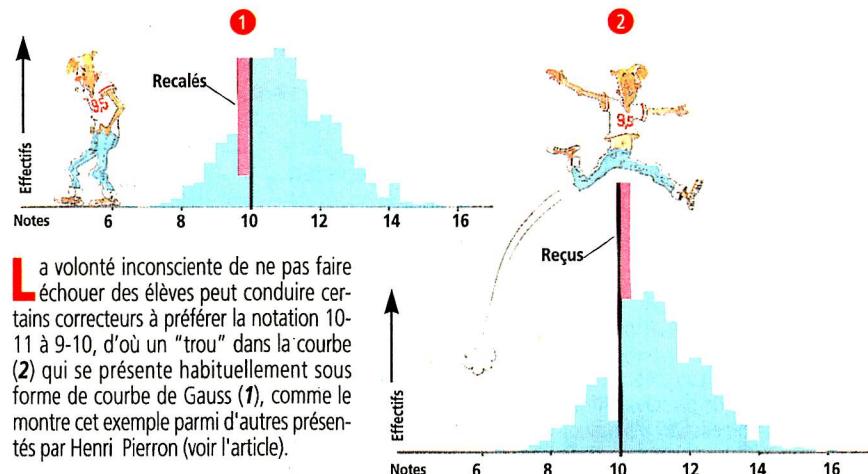
● L'ajustement des moyennes. Dans cette méthode, on invite

l'examineur sévère à relever l'ensemble de ses notes pour se rapprocher de la moyenne générale. Cette procédure est rarement adoptée, car les professeurs considèrent qu'ils jugent en toute objectivité la qualité des devoirs.

● L'évaluation continue. Beaucoup d'enseignants pensent que les notes obtenues sur une année donnent un meilleur reflet de l'élève et réduisent l'arbitraire de la note unique. Pourtant, il ne faut pas oublier les influences auxquelles sont soumis les professeurs, c'est pourquoi Noizet et Caverni estiment que cette procédure gagnerait en crédibilité si l'évaluateur ne connaissait pas l'auteur de la copie. Autrement dit, celui qui note n'est pas celui qui enseigne, et il change à chacun des devoirs rendus par l'élève. D'après les spécialistes, l'évaluation continue n'a de sens que dans les cas d'évaluation formative (voir encadré p. 114).

● L'utilisation de questionnaires à choix multiples (QCM) comme alternative à la note unique : plusieurs réponses sont proposées pour une question, une seule est la bonne et il faut cocher la case correspondante. L'examineur possède des barèmes qu'il applique selon le nombre de réponses justes et fausses, il ne fait pas intervenir son jugement.

... OU FORCÉE



La volonté inconsciente de ne pas faire échouer des élèves peut conduire certains correcteurs à préférer la notation 10-11 à 9-10, d'où un "trou" dans la courbe (2) qui se présente habituellement sous forme de courbe de Gauss (1), comme le montre cet exemple parmi d'autres présentés par Henri Piéron (voir l'article).

FINI LE VERDICT DE L'EXAMEN-ROI ?

Evaluation scolaire, pour les parents, signifie notes sur un livret et passage périodique d'exams. Les docimologues, eux, distinguent trois types d'évaluation complémentaires :

- L'évaluation sommative fait le bilan des apprentissages. C'est l'image traditionnelle, sous forme d'examens et de notes dans un carnet.
- L'évaluation prédictive : on estime les capacités futures de l'élève en vue d'une sélection ou orientation. Les spécialistes la voient comme une conséquence directe de la précédent-

te et s'y intéressent moins.

- L'évaluation formative, enfin – la plus prisée – permet une correction immédiate sans forcément utiliser les notes. L'évaluateur s'intéresse d'avantage au processus d'apprentissage de l'élève – afin de l'améliorer au besoin – qu'à la notation. Pour Jean Cardinet, déjà cité, cette méthode «apparaît de plus en plus comme l'activité fondamentale de tout maître en interaction avec sa classe». Elle impose cependant de pratiquer une pédagogie où le professeur connaît les problèmes individuels des

élèves, rôle souvent difficile par manque de temps. Autre écueil, celui des élèves et des parents qui, conditionnés par l'évaluation sommative, ne s'intéressent qu'aux notes, sans tenir compte des commentaires du professeur. Toujours selon Jean Cardinet, «les enseignants sont gênés par le fait qu'une fois formulée, la note leur échappe et devient une réalité "objective" par rapport au fonctionnement de l'école. Ils n'ont plus la possibilité d'en modifier le sens par des explications, ni même d'en minimiser l'importance».

mentale sur le comportement des correcteurs». Les efforts réalisés (voir encadré sur les recommandations ministrielles) sont insuffisants pour mettre en place des procédures d'évaluation plus équitables, ainsi que les investissements nécessaires. Il manque également une formation des enseignants à la docimologie. Est-ce par crainte de froisser leur susceptibilité que cela n'a pas encore été décidé ?

Il existe beaucoup de bons professeurs qui sont peut-être de mauvais correcteurs par manque de formation ; alors, quel ministre sera prêt à ouvrir ce dossier majeur ? Majeur, mais peut-être pas assez médiatique ?

Jacques Lecomte

Bibliographie :

- Sur le caractère aléatoire des évaluations scolaires et les remèdes éventuels :
H. Piéron, *Examens et Docimologie*, PUF, 1963.
G. Noizet et J.-P. Caverni, *Psychologie de l'évaluation scolaire*, PUF, 1978.
- Y. Abernot, *les Méthodes d'évaluation scolaire*, Bordas, 1988.
- Sur les diverses formes d'évaluation :
R. Abrecht, *l'Evaluation formative, une analyse critique*, De Boeck-Wesmael, 1991.
L. Allal, *Vers une pratique de l'évaluation formative*, De Boeck-Wesmael, 1991.
J. Cardinet, *Evaluation scolaire et Pratique*, De Boeck-Wesmael, 1988.
J. Cardinet, *Evaluation scolaire et Mesure*, De Boeck-Wesmael, 1988.
J. Cardinet, *Pour apprécier le travail des élèves*, De Boeck-Wesmael, 1988.
- C. Delorme et coll., *l'Evaluation en questions*, ESF, 1990.
- C. Hadji, *l'Evaluation, règles du jeu*, ESF, 1990.

LES INSTRUCTIONS DU MINISTÈRE

Afin de «permettre une évaluation plus juste et la réduction des aléas» au baccalauréat, le ministère de l'Education nationale a formulé des recommandations aux recteurs et inspecteurs d'académie, dont voici l'essentiel.

Les concepteurs de sujets sont invités à fournir des indications de correction accompagnées de barèmes chiffrés. Une commission d'harmonisation composée d'ensei-

gnants et animée par l'inspecteur pédagogique régional doit se réunir immédiatement après les épreuves écrites afin d'élaborer des recommandations précises sur le sens de la correction, l'évaluation des erreurs, l'appréciation des qualités et le niveau attendu.

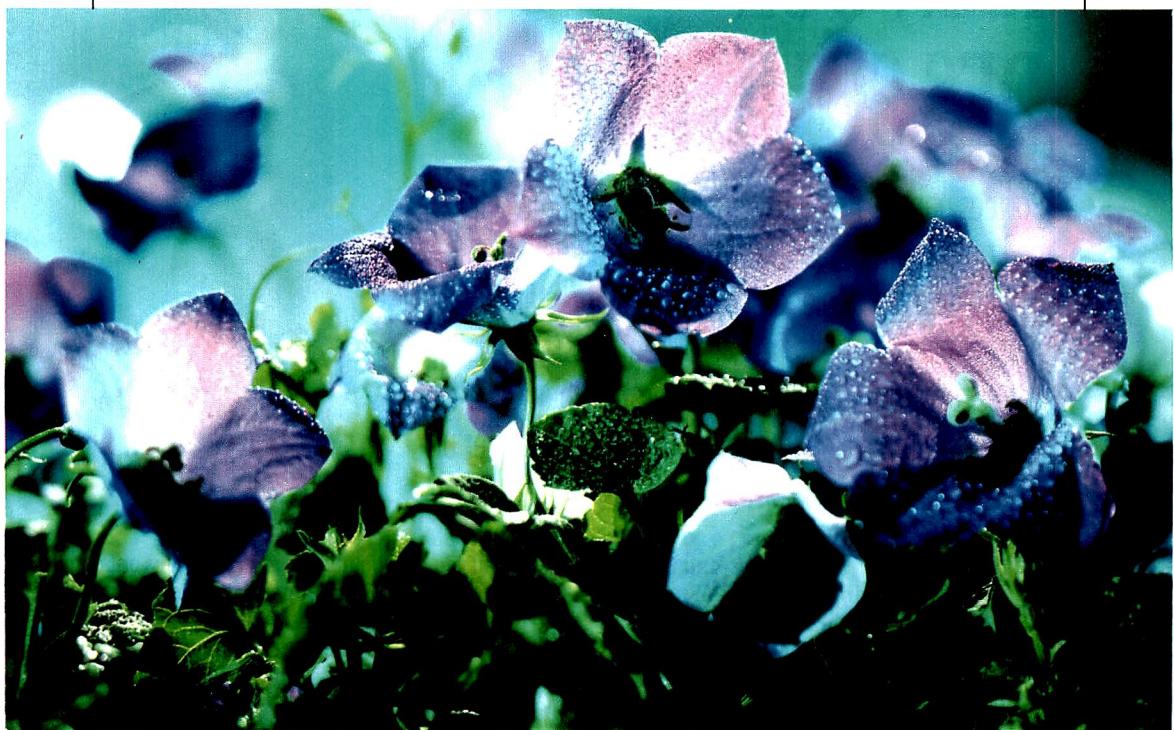
Ces informations doivent être adressées à tous les correcteurs. Les différents examinateurs d'une même discipline qui ont corrigé le même

type d'épreuves se réunissent, avant de remettre leurs notes, pour réfléchir sur leurs évaluations respectives et procéder à la comparaison des moyennes de notes qu'ils ont attribuées. Si les présidents de jury constatent des disparités importantes dans les grilles de notation, ils peuvent demander aux correcteurs d'effectuer les révisions nécessaires. Les jurys doivent consulter systématiquement les notes

du livret scolaire, surtout dans les cas où il existe des écarts de performance importants entre les résultats de l'examen et ceux de l'année. Les examinateurs des épreuves orales pourront également le consulter, avant ou après le passage du candidat.

En cas de contestation, les élèves peuvent demander à consulter leur copie, suivant les modalités fixées par les recteurs.

La campanule ne supporte pas les gaz d'échappement, c'est pourquoi on la trouve aux abords des voies ferrées.



L'électricité
l'énergie la plus propre.

Respect
de l'environnement.

Aucun déchet
d'hydrocarbures
dans la nature.

Vous ne supportez pas les gaz d'échappement ? La nature non plus, pour elle c'est même une question de vie ou de mort. L'infrastructure ferroviaire a un rendement trois fois plus élevé qu'une

autoroute, elle prend beaucoup moins de place et surtout ne pollue pas. La réalisation d'ouvrages permettant par exemple de faire passer le train en souterrain est facilitée par l'utilisation

de l'électricité et l'absence de gaz d'échappement. Ainsi, l'électricité est l'énergie qui respecte le mieux l'environnement, voilà pourquoi aujourd'hui 85 % du trafic SNCF est électrifié.

SNCF

SNCF, le progrès ne vaut que s'il est partagé par tous.

PAR HERVÉ LHUISSIER

INGÉNIERIE HORS INFORMATIQUE : PAS DE PROBLÈMES, RIEN QUE DES SOLUTIONS !

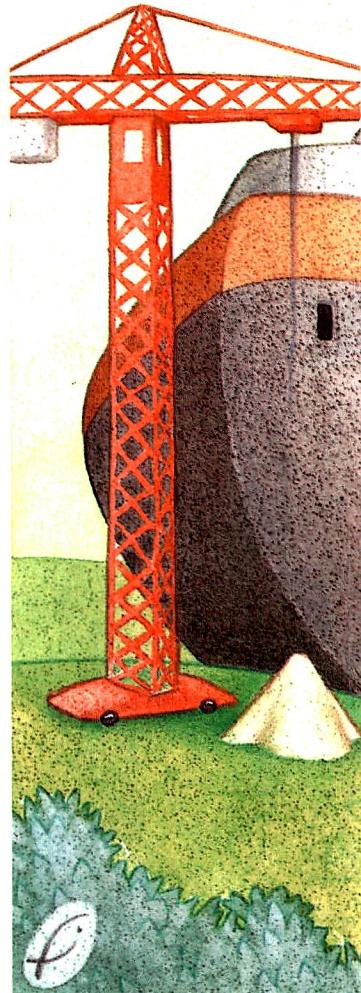
Portées par des marchés dynamiques, comme celui de l'optimisation des équipements industriels et publics, les sociétés d'ingénierie proposent des prestations de plus en plus complètes et accroissent leur spécialisation par secteur. Conséquence : elles embauchent avant tout des cadres expérimentés, qui viennent étoffer un encadrement déjà majoritaire en proportion.

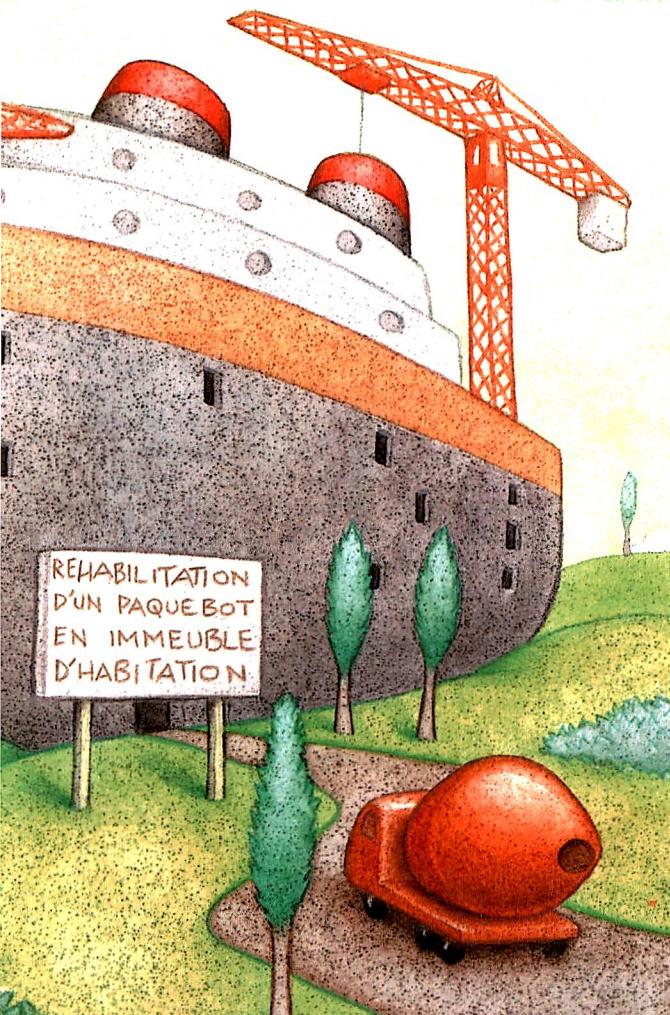
Qu'il s'agisse de fabriquer une turbine de centrale hydro-électrique, de réaliser une salle d'opération ou de déménager un siège social, l'ingénierie a pour mission de concevoir et de réaliser des installations en optimisant les investissements et exploitations qui s'y rapportent. Elle est ainsi amenée à conseiller ses clients⁽¹⁾ dans la formulation de projets qui sortent de leur domaine de compétences habituel. «Pour l'immen- se majorité des entreprises, une opération à caractère exceptionnel ne peut – par définition – justifier l'emploi permanent d'une équipe d'experts capables de la mener à bien», explique Jean Roche, président-directeur général de la société Beten (PME d'ingénierie de cinquante personnes). Pour effectuer les études de faisabilité et suivre le projet pas à pas, il est donc logique de faire appel à des spécialistes extérieurs qui veilleront au respect de la qualité, des coûts et des délais.

Au départ, ces spécialistes travaillaient en grande majorité au sein des entreprises prestataires, par exemple des sociétés de construction ou des fournisseurs industriels (ingénierie intégrée). Mais, peu à peu, leur travail a nécessité des compétences

de plus en plus pointues. Les prestataires ont donc eu tendance à abandonner cette étape devenue trop complexe et l'ingénierie a ainsi formé un secteur d'activité à part entière. Il compte aujourd'hui environ 2 000 entreprises de plus de six personnes (majoritairement des PME).

Une société d'ingénierie répond en général à un appel d'offres lancé par une entreprise. Mais il arrive aussi qu'elle devance l'appel d'un client potentiel, ayant alors identifié les besoins de celui-ci avant même qu'il ne les ait formulés. Elle dispose dans ce cas-là d'une longueur d'avance sur ses concurrentes. Dans les deux cas, l'offre de collaboration prend la forme d'un devis détaillé qui précise le projet à réaliser, les prix et les délais correspondants. Sa proposition acceptée, la société réalise les études de conception, définit les cahiers des charges et lance à son tour les appels d'offres qui lui permettront de sélectionner les divers intervenants : constructeurs, sous-traitants et fournisseurs. Elle prépare ensuite les différents contrats définissant leurs attributions respectives et s'occupe éventuellement du montage financier qui permettra au client de disposer des fonds nécessaires





D'ailleurs, «un bâtiment quelconque en compte à lui seul plusieurs dizaines : des fondations et des structures à la climatisation en passant par l'éclairage, le câblage ou l'acoustique», précise Jean Roche. D'autant qu'à quelques exceptions près, l'heure est plus que jamais au recensement sur le métier de base pour les entreprises prestataires. Ce recul de l'ingénierie intégrée profite évidemment aux sociétés d'ingénierie, qui se trouvent face à trois options.

Elles peuvent, d'une part, panacher savoir-faire, secteurs d'intervention et marchés géographiques ; une pratique – l'«ingénierie à tout faire» – qui ne se conçoit pratiquement plus que par le biais d'alliances depuis la crise des grands travaux du début des années 1980. D'autre part, certaines sociétés d'ingénierie choisissent de rassembler leurs compétences en amont (financement) et en aval (formation) dans un seul secteur. Enfin, d'autres se spécialisent au contraire dans un savoir-faire très précis (le calcul de structures, par exemple) mais multisecteurs.

C'est le cas de Séchaud et Metz qui passe du génie civil ou nucléaire à la construction d'ouvrages d'art et de sites de production. S'adaptant aux exigences du béton armé ou précontraint, de la charpente métallique ou à câbles, il lui arrive également de vérifier la conformité de structures existantes. Comme celles d'une centrale nucléaire, par exemple, lorsque son cahier des charges est modifié par l'apparition de nouvelles normes. Cette société effectue également de la réhabilitation industrielle et immobilière. Elle transforme ainsi des immeubles ordinaires en immeubles de grand standing avec appartements en duplex et parking à plusieurs niveaux.

Que la spécialisation s'observe par savoir-faire ou secteurs (salles blanches, salles de sport, ouvrages d'art), elle correspond à des créneaux que les entreprises exploitent en fonction de leur taille, de leurs habitudes ou de leurs priorités stratégiques du moment. Séchaud & Metz travaille ainsi en collaboration avec Bouygues au projet de la Bibliothèque de France. Son partenaire se chargeant, entre autres tâches, de l'étude des fameuses tours, et Séchaud et Metz, du calcul des structures du socle.

à la réalisation de son projet. En tant que maître d'œuvre, la société d'ingénierie contrôle la conformité de l'ouvrage (en se référant au cahier des charges), ainsi que le respect des coûts et des délais. S'il y a lieu, elle peut aussi diriger les travaux⁽²⁾ et assister son client lors de la mise en route de l'installation (chaîne d'assemblage par exemple).

Dans bien des cas, sa tâche ne s'arrête pas là. Comme les SSII⁽³⁾, certaines sociétés d'ingénierie forment le personnel qui travaillera sur le matériel dont elles ont supervisé la réalisation et la mise en place, et dont elles effectueront parfois la maintenance. Il arrive également qu'elles assistent leurs clients dans la distribution de leurs produits, par exemple en adaptant des véhicules de livraison (étape logistique), et, à travers des évaluations périodiques, qu'elles les aident à optimiser le fonctionnement de leurs installations.

Caractérisée par ses trois principaux domaines d'intervention que sont le bâtiment (bureaux, logements, cantines, hôpitaux), les infrastructures (ouvrages d'art, génie civil) et l'industrie (ateliers ou processus de production), l'ingénierie rassemble une grande variété de spécialités et de savoir-faire.

Plus rares, les sociétés à savoir-faire multiples regroupent souvent plusieurs bureaux d'études (voir encadré ci-dessous). Le groupe Serete compte ainsi plusieurs filiales, implantées dans diverses régions et pays, qui exploitent chacune un domaine d'activités recouvrant des métiers et des marchés spécifiques : industrie, construction et techniques avancées (productique et informatique), etc. Exception qui confirme la règle, Beten exporte des usines modulaires dans les PECO (Pays d'Europe centrale et orientale).

L'originalité de ces structures est de pouvoir convenir à de nombreux types d'activités, notamment la production de biens de consommation électroniques, de matériel médical, ou encore la production agro-alimentaire. Entre autres réalisations, cette société a mis au point un robot guidé grâce à une caméra vidéo et capable d'effectuer diverses opérations en zone nucléaire contaminée. Pour la petite histoire, ce robot était à l'origine une

sont très rares», souligne Jean Roche, pour qui cet argument constitue sans doute le principal attrait du secteur. Autonomie, sens du travail en équipe et de la responsabilité par rapport à sa propre tâche reviennent également assez souvent dans les propos des responsables du recrutement. A ces qualités s'ajoutent l'aptitude à communiquer et, pour certains postes (lorsqu'il est question de montages financiers notamment), une solide expérience professionnelle. En effet, lors des travaux d'approche (soumissions de projets), c'est souvent celle-ci qui fait la différence. «Nos clients aiment connaître les projets auxquels leurs interlocuteurs ont pris part précédemment», confirme Elisabeth Normandin, responsable du recrutement de Serete.

Ainsi donc, si les grandes sociétés continuent d'embaucher une proportion assez importante de jeunes diplômés et de cadres débutants (50 % du recrutement chez Serete), elles s'intéressent aussi à des professionnels disposant d'une expérience de cinq ans et plus. C'est bel et bien ce type de profil qui est essentiellement recherché dans le secteur de l'ingénierie, constitué, rappelons-le, d'une majorité de PME. En tant que telles, elles souhaitent évidemment s'entourer de candidats immédiatement opérationnels et qui ont fait leur preuves... auprès de la concurrence si possible !

Au départ, ces ingénieurs (70 % des recrutements) et techniciens (en général des dessinateurs-projeteurs) ont souvent fait leurs premières armes dans l'exploitation-réalisation : le service entretien et travaux neufs d'une grande entreprise, par exemple.

En majorité, ils sont sortis d'une grande école spécialisée (du type Ecole nationale des ponts et chaussées ou Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie), mais parfois aussi se sont spécialisés "après coup" : par exemple, l'Ecole polytechnique féminine suivie d'un diplôme du Centre des hautes études en construction. Mais si une dominante – comme le bâtiment par exemple – se retrouve dans le profil des cadres d'une entre-

LA DIVERSIFICATION OU RIEN !

Contrairement à la majorité des sociétés d'ingénierie, engagées sur la voie de la spécialisation ou de la complémentarité de compétences intégrées (du financement à la maintenance en passant par la formation), certaines entreprises n'hésitent pas à sortir de leur domaine de compétences traditionnel. Filiale du CEA, la SGN (Société générale pour les techniques nouvelles) s'est ainsi lancée dans la productique et la conception de systèmes de production automatisés. La SGTE (Société générale des techniques et études) a, pour sa part, créé une division "fiabilité et informatique" qui

vient étoffer sa palette d'activités dans les infrastructures, le bâtiment et les transports terrestres. Outre l'ingénierie appliquée aux constructions des secteurs tertiaires et industriels, la Serete s'intéresse pour sa part à la logistique, à l'informatique graphique et au "consulting" : préconisation de stratégies qui ne sont

pas forcément liées à un investissement. La Sodeteg (filiale de Thomson), elle, met au point des logiciels de test des aptitudes professionnelles. Plus originale encore est l'attitude d'entreprises à l'origine extérieures au secteur, et qui ont choisi de rejoindre celui-ci. Spécialiste des moteurs Diesel marins, CCM Sulzer s'est ainsi reconvertis dans la fabrication de génératrices pour centrales thermiques, qu'elle vend quasiment clés en main !



machine scandinave servant à l'exploitation minière !

Pour convenir aux multiples facettes de l'ingénierie, la curiosité, l'inventivité et l'adaptabilité sont évidemment de rigueur puisque les candidats sont appelés à ne travailler que sur des prototypes. «Même si ces derniers font appel à des techniques ou à des procédés connus, "l'ingénieriste" doit les recombiner différemment à chaque fois. Les séries

prise, celle-ci est souvent à prendre au sens large. De nombreux projets (du type centrale nucléaire, par exemple) empruntent en effet des techniques à des domaines voisins, comme les ouvrages d'art, par exemple.

Chez Serete, diversification oblige, les profils sont encore plus variés : les diplômés de Centrale, Supélec ou de génie chimique côtoient des "Arts et Métiers" et des "Mineurs". Tous commencent généralement leur carrière au sein de la direction technique de chacune des filiales du

groupe. Selon les contrats signés par la direction commerciale, ils sont répartis sur les projets correspondant à chaque filiale, supervisés par la direction des projets. Une dizaine d'entre eux doivent d'ailleurs être embauchés (à environ 180 000 F) d'ici la fin de l'année prochaine parmi une cinquantaine de cadres. Après quelques années, ils auront la possibilité d'intégrer la direction commerciale ou celle des projets, en devenant, par exemple, chargés d'affaire (chefs de projet).

Tout irait pour le mieux dans le meilleur des

LES DÉBOUCHÉS DU SECRÉTARIAT

A lors que beaucoup d'entreprises des secteurs industriel et tertiaire ne peuvent confier à leurs secrétaires que des tâches classiques, les sociétés d'ingénierie (surtout celles de petite taille) leur permettent d'évoluer vers des postes aux responsabilités plus variées et plus motivantes. Principalement recrutées par le biais de l'intérim, elles peuvent ainsi être amenées à formuler chaque étape du projet sous forme de rapports techniques. Ils servent non seulement à matérialiser l'état d'avancement du projet

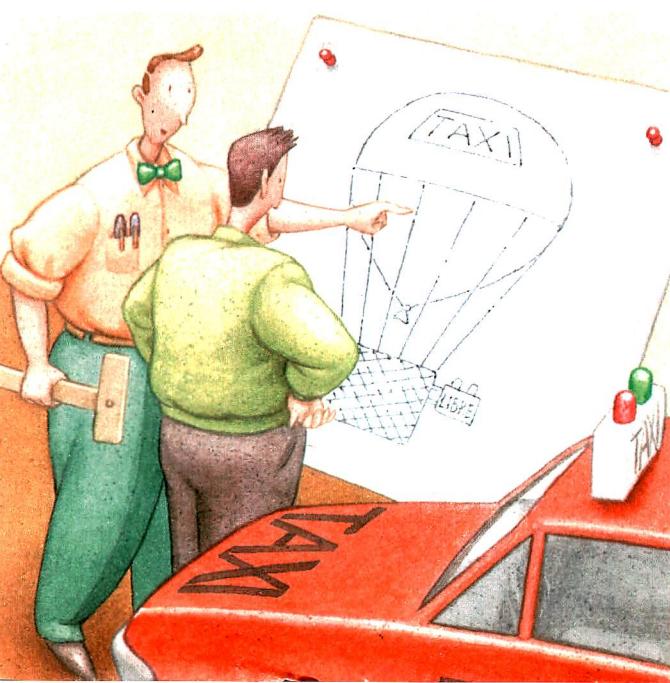
mais également de pièces à conviction en cas de litige avec le client. Évidemment, ce type de poste, qui correspond en fait à celui d'assistante d'ingénieur, s'adresse avant tout à des candidates motivées. «Pour peu qu'elles aiment la technique et qu'elles soient prêtes à s'investir dans leur travail [NDLR : consacrer leurs week-ends à se familiariser avec des domaines d'application changeants], elles peuvent y arriver», affirme Jean

Roche, p.d.g. de la société Beten. Si elles sont trilingues, leur salaire mensuel peut alors dépasser les 15 000 F.



mondes si, justement, ces ingénieurs n'étaient pas si difficiles à débusquer ! Pour Jean Pierre Warcollier, directeur administratif de Séchaud et Metz, ils utilisent en effet leur bagage technique comme un tremplin pour s'orienter vers la finance ou le contrôle de gestion dans des entreprises du tertiaire. «Alors qu'ils sont immédiatement opérationnels dans le domaine du calcul dynamique ou de la résistance des matériaux», déplore-t-il. Il avoue également éprouver des difficultés à recruter des dessinateurs. Selon lui, au-delà du désintérêt à l'égard des postes à pourvoir dans les bureaux d'études, les formations sont insuffisantes qualitativement et quantitativement.

«D'un côté, les titulaires d'un bac technique présentent un certain nombre de lacunes, tant en connaissances générales que techniques... De l'autre, les BTS/DUT (B-TP, génie civil...), vers lesquels nous sommes obligés de nous tourner, préfèrent souvent travailler dans les méthodes (4) ou la conduite de travaux», résume-t-il. Il faut dire que, dans l'ingénierie, on ne leur confie bien souvent au départ que des études de structure (dessin) alors qu'ils sont théoriquement capables de les concevoir. «Perçu comme un peu ingrat par les intéressés, ce début de carrière (trois ans environ) est notre seule façon de



leur faire acquérir l'expérience nécessaire pour compléter leurs connaissances théoriques», ajoute Jean Pierre Warcollier. Ces quelques années offrent également l'occasion de les tester à moindres risques... Une préoccupation qui, selon la taille de l'entreprise, justifie assez souvent le recours à l'intérim ou aux contrats à durée déterminée en tant que période d'essai.

Précisons tout de même que la valeur ajoutée (chiffre d'affaires) "par tête" atteint en moyenne 500 000 à 600 000 F par an dans une PME comme



Beten... Naturellement, les salaires sont déterminés en conséquence. Ils représentent d'ailleurs environ 80 % des frais de fonctionnement d'une entreprise de ce secteur. Chargé des calculs tenant compte de la "documentation d'amont" (cahier des charges et normes spécifiques à l'ouvrage), un ingénieur d'exécution gagne

18 000 F par mois. Il dispose éventuellement d'une première expérience dans l'exploitation qu'il doit adapter au travail de conception qui l'attend à son arrivée dans l'entreprise. Selon la taille du projet sur lequel il travaille, cet ingénieur est

placé soit sous la direction d'un ingénieur qualifié ou principal qui, lui, dispose d'une expérience de cinq ans environ (salaire : 20 000 F mensuels), soit sous celle d'un chef de projet. Ce dernier est un professionnel confirmé dont le salaire peut atteindre 35 000 F.

Hervé Lhuissier

Impossible de recenser ici l'ensemble des formations préparant plus ou moins directement aux métiers de l'ingénierie. C'est pourquoi nous nous contentons d'indiquer les coordonnées de quelques écoles parmi les plus connues.

● Centre des hautes études de la construction (CHEC), 6-14 rue La Pérouse, 75116 Paris. Tél. : (1) 40 69 52 66.

● Conservatoire national des arts et métiers (CNAM), 292 rue Saint-Martin, 75141 Paris Cedex 03. Tél. : (1) 40 27 20 00.

● Ecole centrale des arts et manufacture de Paris (Centrale), Grande Voie des Vignes, 92295 Châtenay-Malabry Cedex. Tél. : (1) 46 83 64 64.

● Ecole des mines de Paris, 60 bd Saint-Michel, 75006 Paris. Tél. : (1) 42 34 90 00.

● Ecole nationale supérieure des arts et industries de Strasbourg (ENSAIS), 24 bd de la Victoire, 67084 Strasbourg Cedex. Tél. : 88 35 55 05.

● Ecole nationale supérieure des industries chimiques (ENSIC), 1 rue Grandville, BP 451, 54001 Nancy Cedex. Tél. : 83 35 21 21.

● Ecole nationale supérieure d'ingénieurs de génie chi-

mique (ENSIGC), Institut national polytechnique de Toulouse, chemin de la Loge, 31078 Toulouse Cedex. Tél. : 61 52 92 41.

● Ecole supérieure d'électricité (ESE "Supélec"), Plateau du Moulon, 91192 Gif-sur-Yvette Cedex. Tél. : (1) 69 41 80 40.

● Ecole spéciale des travaux publics, du bâtiment et de l'industrie (ESTP), 57 bd Saint-Germain, 75240 Paris Cedex 05. Tél. : (1) 46 34 21 99.

● Ecole nationale des ponts et chaussées (ENPC, modules génie civil et bâtiment), 28 rue des Saints-Pères, 75007 Paris. Tél. : (1) 42 60 34 13.

Quant à l'APEC, elle consacre une fiche "Secteur" (n° 21, Ingénierie) et deux fiches "Fonctions" à ce domaine : ce sont respectivement les n° 3.5 (Expertise et assistance technique) et 4.3 (Projets, affaires). Cette dernière fiche donne de nombreuses indications sur la fonction d'ingénieur d'affaires (chef de projet), ainsi que sur le type de profil et d'évolution de carrière qui lui correspondent.

● APEC, 51 bd Brune, 75014 Paris. Tél. : (1) 40 52 20 00.

Dans l'un de ses fameux "Publi-spéciaux" datant de mai 1990, *l'Usine nouvelle* s'est intéressée à l'ingénierie. Vous y trouverez des informations générales et, également, les coordonnées de nombreuses entreprises de ce secteur.

● *L'Usine nouvelle*, 59 rue du Rocher, 75008 Paris. Tél. : (1) 43 87 37 88.

Mais pour tout savoir sur l'ingénierie, il importe de connaître au moins une adresse : celle de la Chambre syndicale des sociétés d'études techniques et d'ingénierie.

Cet organisme professionnel – le Syntec – est divisé en départements qui représentent en effet toutes les branches de ce secteur d'activité, et disposent de nombreuses brochures et documentations. L'une d'elles, sous forme de plaquette, indique les chiffres-clés du secteur ainsi que les adresses des entreprises adhérentes : tout ce qu'il faut pour faire acte de candidature !

● Syntec-Ingénierie, 3 rue Léon-Bonnat, 75016 Paris. Tél. : (1) 45 24 43 53.

(1) Chefs d'entreprise, investisseurs institutionnels, etc.

(2) Il s'agit alors de missions d'OPC (Ordonnancement, pilotage et coordination).

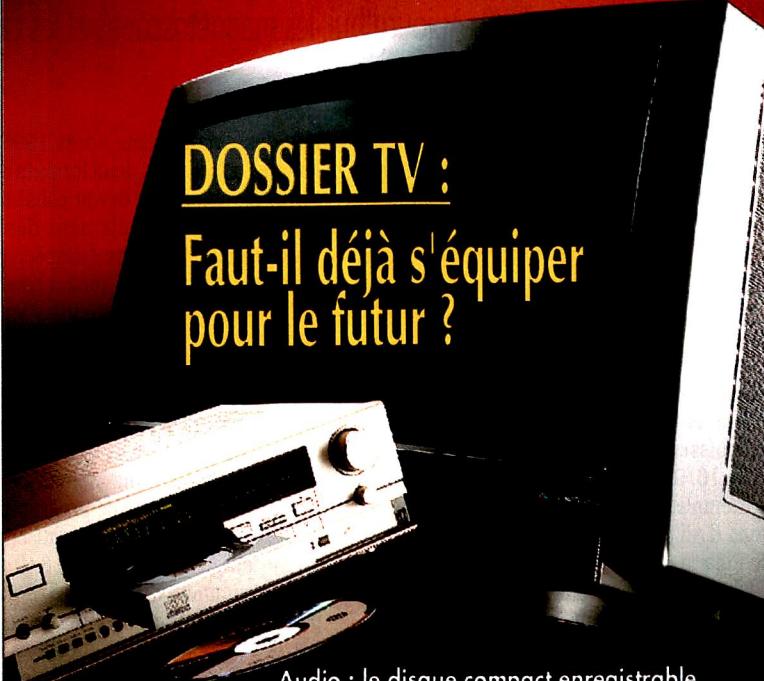
(3) Sociétés de services et d'ingénierie en informatique. Voir *Science & Vie* n° 891, p. 126.

(4) Sur un chantier, il est souvent nécessaire de fabriquer des outils de coffrage spéciaux. L'activité "méthodes" consiste notamment à gérer l'utilisation de ces outils, de façon à optimiser leur exploitation. Par exemple, pour qu'ils puissent être réutilisés pour un autre type de coffrage. Conséquemment, ces outils sont parfois imposés par le maître d'ouvrage à l'entreprise de construction qui devra trouver le moyen de les faire correspondre (éventuellement en les adaptant) à un nouveau cas de figure.

**En moyenne, un téléviseur dure 8 ans.
Avant de l'acheter, vérifiez qu'il ne sera
pas démodé dans 6 mois.**

SCIENCE & VIE
HIGH TECH
PHOTO • VIDEO • TV • SON • TELECOM

DOSSIER TV :
Faut-il déjà s'équiper
pour le futur ?



Audio : le disque compact enregistrable
Vidéo : les super caméscopes
Photo : essais des compacts étanches

Tous les trois mois,
SCIENCE & VIE HIGH TECH fait le point sur les innovations
technologiques et les nouveaux matériels
en photo, vidéo, TV, son.
SCIENCE & VIE HIGH TECH :
à lire absolument avant de choisir votre nouvel équipement.

102 DES LE 10 JUIN CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX

PAR PAULE SULLY

LA VIDÉO AU FORMAT CINÉMASCOPE

Quarante ans après le cinéma, la télévision adopte le format large. En quelques mois, toutes les grandes firmes européennes d'électronique ont mis sur le marché des téléviseurs avec écran 16/9. Aujourd'hui, les magnétoscopes et les caméscopes sont à leur tour gagnés par le 16/9.

La télévision change de format, abandonnant celui d'origine au profit d'un autre plus large, proche du cinémascope : 16/9. Du moins le fait-elle avec les nouveaux standards de transmission en couleur, et plus particulièrement avec la TVHD (Télévision à haute définition) et le D2-MAC Paquet, système intermédiaire aujourd'hui en service pour assurer la transition entre cette TVHD et nos anciens standards PAL et SECAM.

En France, comme dans la plupart des pays de la CEE, de plus en plus d'émissions en D2-MAC (et toutes les émissions expérimentales en TVHD) sont diffusées en 16/9. Vous avez peut-être déjà remarqué, par exemple, lors des transmissions des jeux olympiques d'Albertville, ou des compétitions de tennis de Roland Garros, une bande annonce défilant en début d'émission dans le bas de l'image, avec le texte : «Ce programme est diffusé en format large 16/9».

Cette information s'adresse aux possesseurs de téléviseurs 16/9. Elle leur rappelle que, s'ils sont équipés d'un décodeur D2-MAC, ils ont avantage à capter l'émission dans ce standard par le satellite TDF, car ils la recevront automatiquement au format 16/9 et avec son stéréophonique numérique. Quant à ceux qui possèdent un téléviseur 16/9 sans décodeur (réception en SECAM), ils pourront également bénéficier du format large, mais devront le demander eux-mêmes à l'aide de la télécommande.

Le format 16/9 est appelé à se généraliser dans les prochaines années. Déjà, de nouvelles chaînes comme RAI-SAT en Italie, ou Filmnet en Hollande, ne diffusent plus qu'en 16/9 et D2-MAC. Il en sera de même en France et en Allemagne d'ici 1995 pour tous les programmes D2-MAC (Antenne 2, Canal Plus, Arte – en remplacement de La Sept –, MCM Euromusique, ainsi que les quatre chaînes alle-

mandes). Mais même après 1995, et pendant de longues années, les deux formats de télévision (4/3 et 16/9) vont encore devoir cohabiter. Et, durant la période de renouvellement des téléviseurs (la transformation du parc européen dans la CEE durera probablement au moins une quinzaine d'années), les chaînes diffuseront leurs programmes dans les deux formats (procédé Simulcast, déjà utilisé, par exemple, par Antenne 2).

Quoiqu'à ses débuts, le format 16/9 ne concerne déjà plus seulement la télévision et les téléviseurs : tout le matériel vidéo va devoir s'adapter. Comment enregistrer sur un magnétoscope dans un format donné et lire ensuite ce programme sur un écran d'un autre format ? Comment enregistrer sur un même magnétoscope du 16/9 et du 4/3 ? De même, comment filmer en 16/9 avec un caméscope ? Plusieurs constructeurs ont commencé à donner des réponses à ces questions en commercialisant, dès le début de 1992, des appareils dotés d'une fonction 16/9 : Philips VR 8139 ainsi que Thomson S 7000.

Ces magnétoscopes sont équipés de circuits reconnaissant automatiquement les formats 4/3 et 16/9. Ainsi, pour une émission en D2-MAC et format 16/9, la commutation avec le téléviseur s'établit sans passer par la télécommande. En ce qui concerne les autres caractéristiques de ces deux appareils, il est à noter que le VR 8139 est conçu pour la lecture et l'enregistrement du S-VHS PAL et du VHS PAL/SECAM. Et qu'il est équipé d'une entrée lui permettant de recevoir et d'enregistrer les émissions diffusées par satellite avec la meilleure qualité possible. Le S 7000 est un S-VHS, Thomson estimant que seul le S-VHS convient à la qualité améliorée des images D2-MAC. Le magnétoscope enregistre aussi le PAL ou le SECAM.



Cadrage sur mesure

Lawrence d'Arabie, film à grand spectacle conçu pour l'écran large (1), est de ceux qui souffrent particulièrement de la diffusion sur un téléviseur ordinaire. Ou bien l'image n'occupe qu'une mince bande centrale et perd tous ses détails, ou bien son centre est agrandi au format 4/3 et les personnages sur les côtés sont coupés ou même éliminés (2). Le système Cadrimage permet de diffuser un tel film à la fois sur écran 4/3, en adaptant le cadrage au contenu de l'image (donc sans coupure des personnages essentiels à la compréhension) (3), et sur écran 16/9, avec un léger ajustage de format (4).



Un pas a été franchi par Philips, voici quelques jours, avec l'annonce de la naissance d'une nouvelle gamme de magnétoscopes, dite "Turbo drive" (voir encadré p. 124), dont tous les modèles sont au format 16/9 et 4/3. Appelés à remplacer ceux de la gamme actuelle, ces magnétoscopes seront commercialisés progressivement ; l'un est disponible dès aujourd'hui en VHS : VR 5229 (2 têtes PAL-SECAM, son hi-fi stéréophonique, prix : 4 700 F) ;

un second, le VR 4229, le sera en juillet (4 têtes PAL-SECAM, prix : 4 300 F) ; un troisième sera lancé fin 1992 (VR 7229, 4 têtes PAL-SECAM, son hi-fi stéréo, prix non fixé). Les autres modèles Turbo drive seront disponibles au printemps 1993.

D'autres constructeurs suivront. JVC a sorti, il y a plus d'un an, un magnétoscope comportant un dispositif de reconnaissance automatique du format. Il s'agit du modèle HRS 4700 E S-VHS PAL,

qui est uniquement commercialisé dans les pays d'Europe du Nord (ceux-ci utilisant largement le D2-MAC depuis 1988). Cette firme a indiqué qu'elle lancerait sur le marché français, en décembre 1992, un modèle équivalent mais en PAL/SECAM, sous la référence HRS 6800 MS.

Nokia, le fabricant finlandais, troisième grand de l'électronique européenne, proposera un modèle VHS avec commutation 16/9 fin 1992. La plupart de ces appareils ont cependant leurs limites techniques. Ils ne restituent pas totalement la qualité de l'image émise en D2-MAC. En effet, cette dernière est reconvertisse en vidéo composite PAL ou SECAM. Aujourd'hui, il n'y a pas de magnétoscope uniquement D2-MAC au format 16/9. Ce genre d'appareil n'existe qu'à l'état de prototype. Philips en a fait une démonstration publique à Berlin il y a deux ans. Sa commercialisation n'est pas envisagée pour l'instant.

Par ailleurs, le format 16/9 a également fait son apparition sur des caméscopes. Chez Hitachi, tout d'abord, plusieurs modèles comportent un système de traitement numérique du signal vidéo. Il s'agit du DSP (Digital Signal Process), processeur numérisant l'image dès sa sortie du capteur, afin de la traiter pour éliminer certains défauts et pour assurer sa compression (horizontale ou verticale) en permettant ainsi un changement de format. Ce système se retrouve sur l'Hitachi VM 4400 S S-VHS, le VME 23 E, 8 mm monophonique, et le VME 25 E en 8 mm stéréophonique. Ce dernier modèle est disponible en version normale et version étanche pour le sport.

JVC, d'autre part, propose des caméscopes dotés d'une commande "mode cinéma 16/9". En fait, c'est un système limité ne permettant pas de filmer directement au format 16/9. Il s'agit simplement de la création d'une bande noire au-dessus et au-

(suite de la page 164)

DES MAGNÉTOSCOPE FABRIQUÉS AU LASER PAR DES ROBOTS

Philips, premier constructeur européen de magnétoscopes, vient de lancer dans son usine de Vienne (Autriche) la production d'une gamme de modèles dont la technologie innove sur trois points principaux.

● Le mécanisme d'entraînement de la bande est doté d'un moteur asservi électriquement, le "Turbo drive", autorisant un démarrage rapide. La lecture intervient 3,7 secondes après l'introduction de la cassette (5 s avec l'Akai VS-F 600 ou le Sony SLV 615, 5,5 s avec l'Hitachi VT-F55, 5,8 s avec le Panasonic FS 90). De même, le rebobinage d'une cassette est considérablement accéléré : 95 s pour une cassette E 180, contre 150 s avec le Panasonic FS 90, 180 s avec l'Hitachi VT-F55, 189 s avec le JVC HRS 4700 EG, 243 s

avec le Sony SLV 615, 260 s avec l'Akai VS-F 600. Afin que cette accélération ne déchire pas la bande, un frein ralentit son défilement en début et en fin de cassette. Le Turbo drive équipera tous les magnétoscopes futurs de Philips.

● Les tolérances de fabrication ont été resserrées pour améliorer l'image. Pour les obtenir, ce sont des robots, mis au point après trois ans de recherches, qui se chargent du montage. Certaines opérations de haute précision sont faites au laser sous contrôle d'ordinateur. C'est le cas de la découpe des têtes vidéo qui permet d'obtenir un entrefer d'un micromètre en moins de deux secondes. Les micro-soudures sont également faites au laser par des ro-

bots en une fraction de seconde, et avec une précision de deux micromètres.

● Autre technologie exclusive de Philips : le processus de calibrage permet de monter et de régler tous les éléments de défilement de la bande directement sur un châssis métallique, avec un niveau de tolérance étroit. Le suivi des pistes et la synchronisation des têtes sont assurés par contrôle numérique. Les pertes de qualité de l'image s'en trouvent diminuées.

Pour fabriquer sa nouvelle gamme de magnétoscopes, Philips a totalement réorganisé son usine de Vienne. Toutes les pièces sont conçues et fabriquées sur place. Les bureaux d'études, autrefois au siège de la firme à Eindhoven, ont été transférés à Vienne.

Les chaînes de production ont été entièrement automatisées et informatisées. Ce qui permet une précision de fabrication sans précédent et, surtout, une grande

constance des caractéristiques. Cela permet aussi de modifier à tout instant le programme de fabrication, afin de l'adapter à la demande au fur et à mesure de son évolution. La capacité de l'usine est de 2,2 millions de magnétoscopes par an, soit plus d'un vingtième de la production mondiale.

Tous les magnétoscopes Turbo drive ont des performances très supérieures à celles des magnétoscopes conventionnels de la même classe. Ils sont dotés du nettoyage automatique des têtes. Ce sont des appareils compacts (largeur 38 cm), d'utilisation simple (la programmation d'un enregistrement n'exige que l'affichage de la chaîne de télévision et l'heure du début d'émission). L'affichage des fonctions se fait en clair et dans la langue choisie par l'utilisateur. Bien entendu, toutes les possibilités habituelles et classiques des magnétoscopes se retrouvent sur les Turbo drive.



Un pavé dans l'euro-mare !

*Der Spiegel et Courier International analysent
votre futur environnement dans ce passionnant hors-série*



BON DE COMMANDE

Nom : _____

Prénom : _____

Adresse : _____

Code postal : _____

Pays : _____

Je souhaite recevoir _____ exemplaire(s) de "Alerte à l'écologie" au prix unitaire de 44 FF port inclus (49 FF étranger). Commande à faire parvenir avec votre règlement établi à l'ordre de Courier International à : Courier International - Vente au numéro 4, rue Raoul Dufy 75020 Paris

100 pages couleur, de nombreux dessins, cartes et graphiques
n vente chez votre marchand de journaux 40 FF

PAR HENRI-PIERRE PENEL

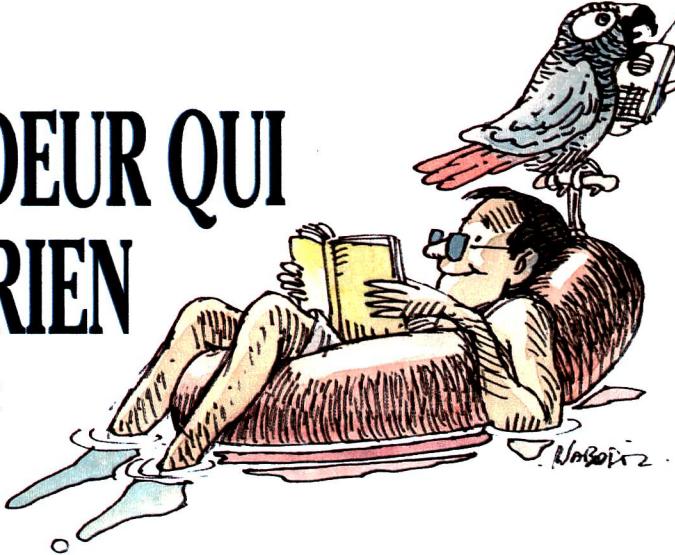
UN RÉPONDEUR QUI NE COÛTE RIEN

Ni carte ni abonnement ne sont nécessaires pour accéder au Mémophone. Ce nouveau service, proposé par France Télécom, est comparable à celui offert par un répondeur téléconsultable.

En cette période de vacances où tout le monde se déplace et change fréquemment de "point d'attache", comment rester en contact avec ses amis ? Certes, il est possible d'acquérir un répondeur-enregistreur téléconsultable, mais, outre son prix d'achat, il n'est pas évident qu'il constitue la solution la plus économique, compte tenu de la taxation des appels téléphoniques interrégionaux. De plus, dans ce cas, il est impératif de ne pas couper l'électricité dans votre lieu d'habitation principale. Enfin, nul n'est à l'abri d'une cassette qui s'enraye, voire de la disjonction inopportun du secteur, suite à un orage, par exemple. Autant de risques qui sont éliminés avec le service Mémophone de France Télécom.

L'idée de départ est simple. Il s'agit, en fait, d'une gigantesque "consigne à messages", dont chaque utilisateur possède une "clé" personnelle, qu'il devra communiquer à ses correspondants éventuels. Le point fort du procédé réside dans sa simplicité d'accès. En effet, n'importe quel combiné téléphonique ou cabine publique permet d'y accéder. A condition toutefois qu'il soit raccordé à un central électronique (tous les postes à clavier où la composition du numéro s'accompagne d'une succession de "bips" de tonalités différentes le sont).

Cependant, du point de vue technique, le procédé Mémophone ressemble plus à un central informatique qu'à un répondeur. En effet, synthétiseurs vocaux et disques durs y remplacent cassettes et autres bandes magnétiques. Notons que "l'intelligence" du système est décentralisée. Mémophone dispose, pour jouer son rôle, de



centres régionaux. Chaque centre dispose en moyenne de soixante lignes couplées. Il peut donc traiter jusqu'à soixante appels simultanément. Pour la mémorisation des messages, trois unités de disque dur, d'une capacité de 1,42 giga-octets (soit 1 420 000 000 octets), assurent la mémorisation de près de 300 heures de messages. En région parisienne le serveur Mémophone a été "gonflé". Le nombre de lignes disponibles y est porté à cent vingt.

Quand à la numérisation de la parole, elle est directement assurée par le réseau lui-même. En effet, n'oublions pas qu'actuellement, la grande majorité des appels téléphoniques que nous lançons (bien que cette opération passe totalement inaperçue pour l'utilisateur) est acheminée sous forme numérique d'un central électronique à un autre. Une simple opération d'adaptation, effectuée grâce au système Transvox Alcatel, suffit à compresser les informations numériques pour mémoriser les conversations.

Si l'agencement régional des serveurs permet de raccourcir les temps d'accès aux messages, et répond aux besoins des utilisateurs durant la majeure partie de l'année, ce n'est plus vrai en période de vacances, quand la "grande transhumance" entraîne bien des Français loin de leur domicile habituel. La connexion sur tel centre ou tel autre dépendant de l'origine de l'appel, il devient alors fort peu probable que ce centre reste commun aux correspondants. Si les serveurs régionaux étaient totalement indépendants les uns des autres, le dispositif perdrat donc une grande partie de son intérêt. C'est pour cette raison que France Télécom a établi des "passerelles" permet-

tant de se connecter sur le serveur de son choix. Mais nous reviendrons plus loin sur ce point.

Ceci dit, plaçons-nous maintenant du côté de l'utilisateur qui crée sa "boîte aux lettres" vocale (dans un premier temps, ne nous préoccupons pas du fait que la messagerie soit locale). Commençons par appeler le serveur. Rien de plus simple : il suffit de composer sur le cadran du combiné - qu'il s'agisse d'une cabine publique ou d'un poste privé - le 36 72.

Dès la communication établie, une voix féminine accueille et guide pas à pas le correspondant. Le serveur lui demande tout d'abord, par l'intermédiaire de cette voix, l'opération qu'il souhaite effectuer. A savoir : créer une boîte aux lettres, en consulter une déjà existante ou, plus simplement, obtenir des indications sur le fonctionnement général du service Mémophone. La réponse à ces diverses questions s'effectue tout simplement en tapant sur le clavier du combiné le numéro correspondant à la fonction recherchée.

Supposons, par exemple, que vous souhaitiez créer une boîte aux lettres. Comme l'indique le serveur, il vous suffit de taper 2. Mémophone vous demandera alors de composer sur le clavier un code d'accès confidentiel de 6 à 10 chiffres - par exemple votre date de naissance. Après validation à l'aide de la touche "dièse" (#), il vous faudra choisir un "mot de passe" de 4 chiffres, à valider de nouveau avec la touche dièse. Le dispositif annoncera alors que votre boîte aux lettres est créée. Il sera désormais possible d'y enregistrer un message, ce que vous invitera d'ailleurs à faire le serveur. Pour cela, il suffit d'appuyer sur la touche 2. Un "bip" indique le début de l'enregistrement. Vous disposez de trente secondes pour laisser votre message. Si la durée de ce dernier est inférieure au temps imparti, il suffit là encore d'utiliser la touche dièse pour terminer l'enregistrement.

A présent, comment consulter votre boîte aux lettres ? En composant le 36 72, puis votre code d'accès et votre mot de passe. Cette fois-ci, pour passer en mode consultation, il faut taper 1, comme l'indique le générateur de voix. Aussitôt, Mémophone indique le nombre de messages contenus par la boîte aux lettres. En utilisant de nouveau la touche 1, vous pourrez les écouter. Ils seront diffusés du plus récent au plus ancien, une impulsion sur la touche 1 permettant à chaque fois de consulter le message précédent. Pour chacun d'entre eux, Mémophone précise le jour et l'heure de leur enregistrement.

Il est bien entendu possible de laisser un nou-

veau message, en réponse à l'un des enregistrements par exemple, en utilisant la touche 2. Le nombre d'annonces par boîte étant limité à cinq, les plus anciennes seront automatiquement détruites au profit des plus récentes. Ceci permet d'éviter toute opération de "nettoyage" de la part de l'utilisateur, et résout le problème de saturation du serveur par des messages devenus inutiles.

Pour que le service Mémophone soit exploitable il faut transmettre, et ceci semble une évidence, code d'accès et mot de passe à vos amis afin qu'ils puissent vous laisser des messages et consulter ceux que vous enregistrez. Notons au passage que rien ne vous interdit de créer plusieurs boîtes, aux codes d'accès différents. Vous pouvez, par exemple, avoir une boîte strictement professionnelle, une autre familiale et une troisième pour vos relations. N'oubliez pas, en effet, qu'une fois en possession du code, chaque correspondant a accès à l'ensemble des messages. Il peut donc être prudent de scinder vos "secteurs d'activité".

Pour terminer, venons-en aux vacances. Comme nous l'avons dit plus haut, le numéro d'appel Mémophone (36 72) est unique pour toute la France, mais les centres serveurs sont régionaux. Si, par exemple, votre boîte aux lettres est sur le serveur parisien et que vous vous trouvez dans la région niçoise, en composant le 36 72 votre appel sera aiguillé vers le serveur de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur - où votre boîte est inconnue. Pour contourner ce handicap, un moyen est prévu. Au lieu du 36 72, il suffit de composer le 36 73, suivi du numéro du département où a été créée la boîte aux lettres, composé deux fois de suite. Dans notre exemple, cela donnerait donc : 36 73 75 75. Notons que ce procédé est valable dans tous les cas de figure. Si, pour la durée de ses vacances, l'utilisateur a créé une boîte aux lettres sur le serveur méditerranéen, ses amis parisiens peuvent lui laisser un message depuis Paris en composant le 36 72 06 06.

Le Mémophone constitue probablement le moyen le plus économique de rester en contact. En effet, son coût d'utilisation est de deux taxes de base par appel, plus une taxe toutes les quarante-cinq secondes. Ceci permet donc de laisser - ou de lire - un message pour 1,54 F. Si l'on considère que la transmission du message comprend son enregistrement et son écoute, son prix global sera donc de 3,08 F : guère plus qu'une lettre.

Henri-Pierre Penel

SCIENCE & JEUX

PHYSIQUE AMUSANTE

Un héliotrope minéral

Il existe des plantes dont la fleur se tourne constamment vers le Soleil, et cela aussi sûrement qu'un arbre pousse droit sur une pente ou qu'une abeille va toujours vers les fleurs. Ces tropismes sont en principe le privilège de la matière vivante, mais on peut les copier avec des servomécanismes autorégulés qui relèvent pourtant du règne minéral.

Le Soleil parcourant le ciel d'est en ouest au cours de la journée n'a jamais fait bouger le moindre caillou ; il n'y a que les ombres qui tournent, ce qui laisse d'ailleurs entendre que l'immatériel puisse être doué de mouvement. Contrairement aux animaux ou aux végétaux, les minéraux ne se déplacent pas tout seuls, du moins à l'état naturel car nous allons voir qu'on peut très bien construire un mobile qui suive le Soleil dans sa course diurne sans posséder le moindre milligramme de matière vivante.

Toutes les plantes se dirigent vers le Soleil, même si cela n'est pas évident lorsque l'on voit les grands arbres d'une forêt qui forment un vaste dôme de feuillage bien régulier et sans orientation particulière apparente. Il suffit pourtant de regarder les arbustes sous les ombrages pour voir que leur mince tronc est incliné dans la direction la mieux éclairée de la futaie ; ce n'est que lorsqu'ils seront devenus assez grands pour voir toute la lumière du ciel qu'ils se redresseront à la verticale.

Il s'agit là encore d'un tropisme, c'est-à-dire d'une croissance ou d'une progression

orientées vers une excitation extérieure qui peut être la lumière, la chaleur, l'eau, etc. On appelle d'ailleurs héliotropes les plantes dont la fleur se dirige de manière évidente vers le Soleil ; la plus connue d'entre elles est l'hélianthie, ou tournesol, ou grand soleil, qui est toujours dirigé vers le sud. Les variétés les plus sensibles sont d'ailleurs orientées plutôt vers l'est le matin et elles passent légèrement à l'ouest le soir.

La lenteur de réaction des fibres végétales ne permet pas au tournesol de faire vraiment un demi-tour entre le lever et le coucher du Soleil, mais il y a tout de même une légère variation d'angle au cours de la journée. Cela suppose un système d'autorégulation – capter le maximum d'énergie – lié à la direction de la lumière, et donc une des toutes premières formes de ce comportement adaptatif qui caractérise la matière vivante.

Nous n'entrerons pas ici dans l'interprétation du fonctionnement des cellules végétales, ce qui nous sortirait du cadre de cette rubrique, mais nous allons voir que l'on peut construire un mobile capable de suivre le Soleil toute la jour-

née. Sans matériel électrique, la chose serait difficile à faire – on peut toutefois imaginer un miroir au foyer duquel on a placé une petite chaudière ; la pression de vapeur serait maximale quand le miroir est dans l'axe du Soleil, et avec des soupapes, des canalisations et des pistons, on peut arriver à ce que cette pression maintienne le miroir dans la direction du Soleil.

Avec des cellules photo-électriques, la chose est bien plus facile à réaliser comme nous allons le voir avec un montage qui est simple dans sa conception, tout en étant capable de se diriger vers une source lumineuse et de la suivre dans ses déplacements. Le Soleil se présente fort bien à l'expérience vu sa grande luminosité, notre montage peut aussi être considéré comme un héliotrope (du grec *Hélios*, Soleil, et *tropion*, tourner) n'appartenant ni au monde végétal, ni au monde animal ; il relève donc du seul règne minéral, ce qui fait sa grande originalité.

Toutefois, il s'agit, comme toujours dans cette rubrique, d'un dispositif de démonstration, réalisable avec des moyens réduits, et qui n'est

que le schéma de ce que serait un montage destiné à une utilisation pratique. En effet, un dispositif suivant à usage technique (par exemple pour orienter dans la direction du Soleil un panneau photovoltaïque) serait conçu différemment. Il comporterait des moteurs avec réducteurs et des capteurs photorésistants associés à des circuits adéquats afin de rendre l'ensemble plus précis.

Notre héliotrope est composé de deux panneaux de 5 photopiles du type croissant montées en série. Chaque cellule donne une tension de 0,45 volt (soit 2,25 volts par panneau) et une intensité d'environ 0,1 ampère (donc un demi-ampère par panneau) à plein éclairement. Ce courant est suffisant pour mettre en rotation une hélice en plastique de 180 mm de diamètre.

Un cache est disposé à 90° (**figures 13 et 14**) entre les deux panneaux solaires, de sorte que si la lumière arrive exactement de face, les puissances débitées sont égales : les deux hélices tournent dans le même sens et à la même vitesse. Le couple est donc nul, et l'ensemble panneaux/ hélices, monté libre sur un axe

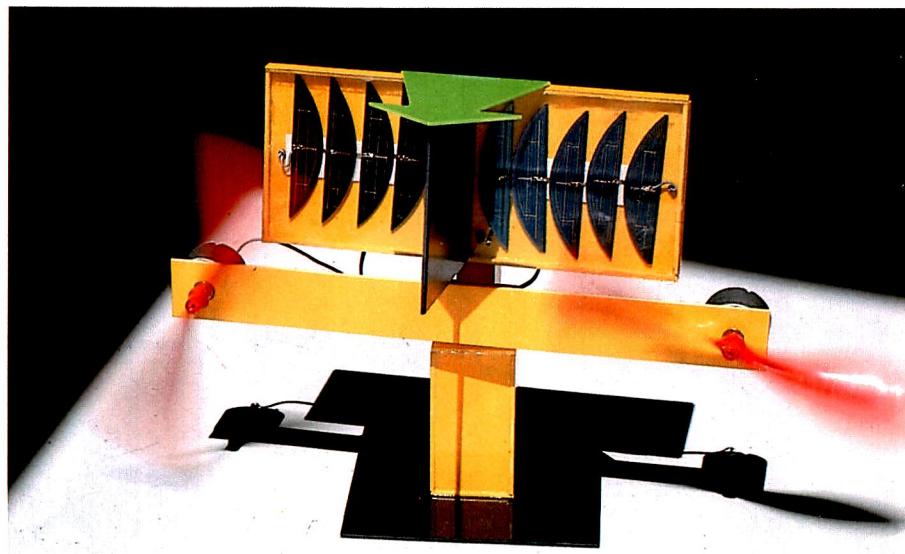
vertical, reste immobile. Si la source lumineuse se déplace latéralement, l'un des panneaux reçoit l'ombre du cache et débite donc moins de courant. Le moteur qui lui est relié du côté opposé reçoit moins d'énergie et sa vitesse baisse, tandis que celui alimenté par la cellule restée en pleine lumière maintient son régime.

Une hélice tire donc moins fort que l'autre, et cette dissymétrie crée un couple qui fait tourner l'équipage jusqu'à ce que le panneau dans l'ombre revienne en pleine lumière ; le régime de la seconde hélice remonte et le couple s'annule. Sur sa lancée, l'ensemble mobile continue à tourner, amenant l'autre cellule dans l'ombre, et un couple de sens contraire apparaît ; l'équipage repart dans l'autre sens et, après quelques oscillations, s'arrête en équilibre face à la lumière. On a donc bien un système autorégulé et, qui plus est, auto-alimenté.

Notons toutefois que notre héliotrope souffre, dans les cas extrêmes, d'un défaut dû à la rusticité de sa conception. Si, au départ, l'un des panneaux est éclairé et l'autre totalement dans l'ombre, les oscillations autour de la position moyenne risquent de s'amplifier au-delà des limites et l'ensemble s'arrête alors dos à la lumière. On peut y parer en prévoyant un amortisseur formé d'une palette liée à l'axe et trempant dans un bain d'huile.

Pour simplifier, nous ne l'avons pas retenu dans le montage qui nécessite les éléments suivants :

- Altuglass 1 mm d'épaisseur, ou rhodoïd.
- Vis laiton de 3 mm, longueur 30 mm, avec borne mollettée ; tige laiton de 3 mm, longueur 80 mm ; fil souple isolé.
- Deux moteurs Mabushi RF 510T, disponibles au BHV, 11 rue des Archives, 75004



Cet héliotrope n'appartient ni au monde animal ni au monde végétal.

Paris. Prix : 95 F pièce. Envoi franco des deux moteurs : joindre à la commande un chèque de 230 F.

- Deux hélices en plastique pour avion à moteur caoutchouc. Chez Eole, 70 bd Saint-Germain, 75005 Paris. 14 F pièce. Envoi franco des deux hélices contre un chèque de 43 F.
- Dix photopiles type croissant. Chez Ecosolaire, 19 rue Pavée, 75004 Paris. 7 F pièce. Envoi franco des 10 photopiles sur commande et chèque de 120 F.

Toutes les pièces sont réalisées en polystyrène de 2 mm d'épaisseur, sauf F1 et F2 qui sont en altuglass ou rhodoïd de 1 mm. On commence par construire le socle, **figure 1**, qui est destiné à soutenir l'équipage mobile et à permettre sa libre rotation. Il recevra l'axe vertical en laiton. Cet axe est solidaire de l'équipage ; il passe par le palier foré dans B1, et repose sur A grâce au logement prévu dans B2.

On tracera, marquera et découpera selon la technique Hobbystyrène les 7 pièces A à

D2 et on les assemblera selon la **figure 2**. Ce faisant, on veillera à la perpendicularité de l'axe par rapport à A – s'il n'était pas vertical, la position d'équilibre ne serait pas indifférente. Comme une porte dont les gonds ne sont pas sur la même verticale, il aurait tendance à revenir tout seul jusqu'à une position fixe.

Le panneau solaire utilise des cellules dites croissantes ; en fait, ce sont des chutes de cellules. Nous l'avons vu, en éclairage maximum, elles débiteront 0,45 volt sous 0,1 ampère. et chaque côté du panneau en comporte cinq montées en série.

On commencera par fabriquer le corps du panneau en découpant les 7 pièces qui le composent – E à F2, **figure 3**. Les pièces F1 et F2 sont des rectangles en altuglass de 1 mm d'épaisseur destinés à protéger les cellules. Ces deux pièces ne seront collées qu'en dernier lieu. On assemblera les six côtés du panneau autour du fond A préalablement

percé de quatre trous destinés au passage des fils de connexion **figure 4**. L'encoche ménagée au centre des deux longueurs du rectangle est destinée à recevoir le cache (**figure 13**).

Notons un point important concernant les cellules solaires : le silicium est un métal très dur mais très fragile – à peu près autant que du verre de même épaisseur. Donc, on veillera à ne jamais le travailler en porte-à-faux au cours des soudures et manipulations diverses.

On commencera par relier à l'aide de deux soudures le verso (face étamée, pôle positif) d'une première cellule au recto (face bleutée, pôle négatif) d'une deuxième cellule – **figure 5**. On répétera l'opération jusqu'à la cinquième cellule. Ce faisant, on veillera à bien aligner les cellules et à laisser un intervalle de 1 à 2 mm entre elles. Le second groupe sera ensuite fabriqué de la même manière. On terminera en soulevant les deux fils isolés de sortie

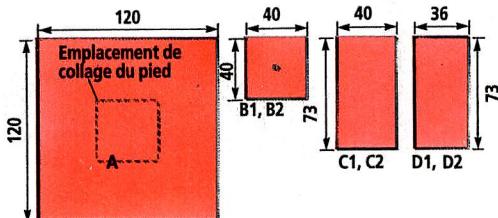


Figure 1

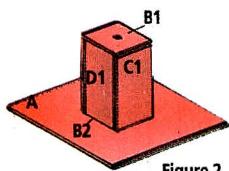


Figure 2

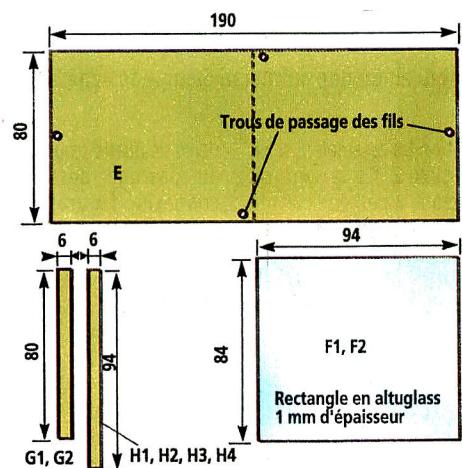


Figure 3

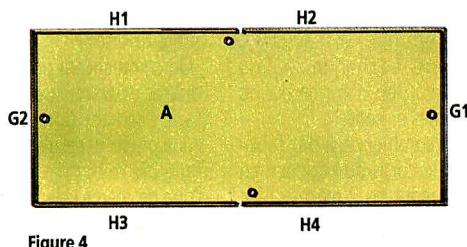


Figure 4

Figure 5

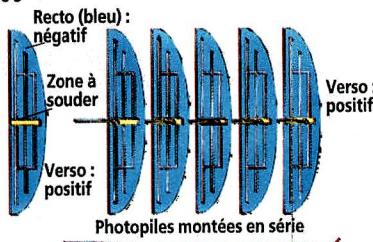


Figure 5

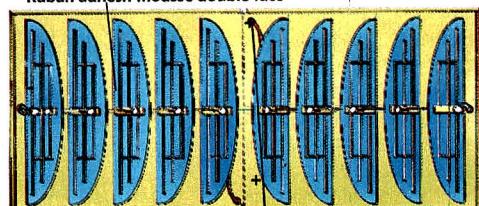


Figure 6 : le panneau solaire

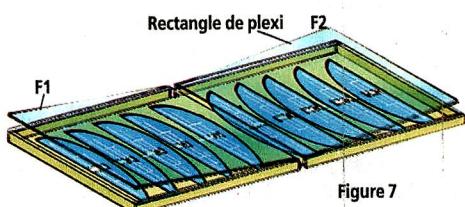


Figure 7

Panneau vu de l'arrière

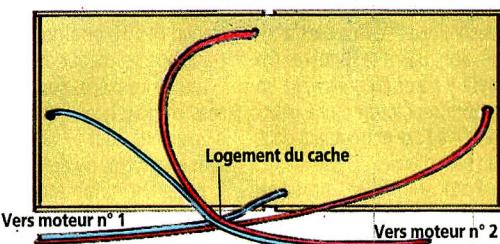


Figure 8 : détail des connexions

(environ 250 mm de long) destinés à relier chaque groupe de cinq cellules au moteur opposé.

Ensuite, on disposera et on collera par pression un mor-

ceau de ruban adhésif double face du type mousse sur le fond du panneau – **figure 6** – et on posera les groupes de cellules bien centrés à leurs

emplacements respectifs. Il faudra faire très attention à la bonne mise en place des cellules car, une fois posées, il sera presque impossible de les

décoller sans les casser. On appuiera très légèrement afin d'assurer leur fixation. Il restera à passer les quatre fils dans les trous prévus à cet effet. Afin

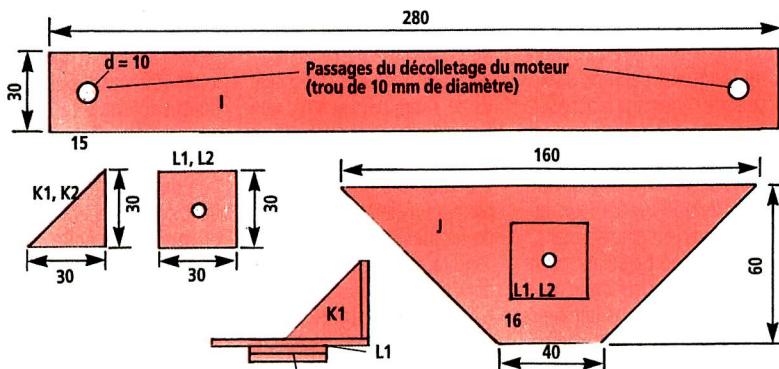


Figure 9

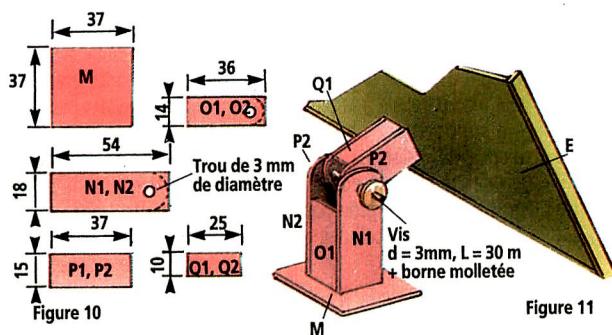


Figure 10

Figure 11

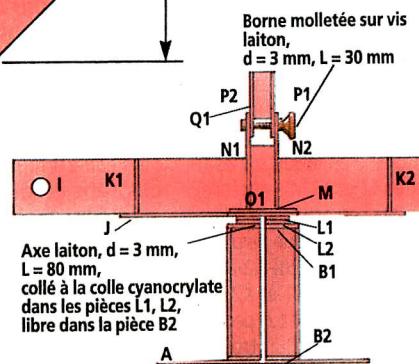


Figure 12

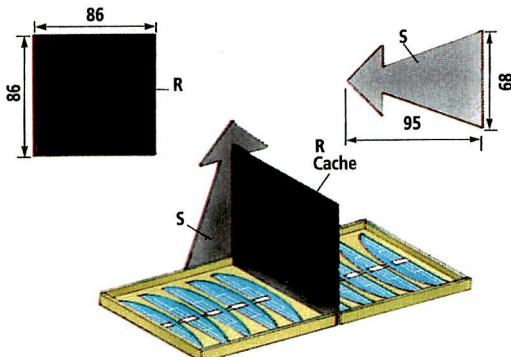
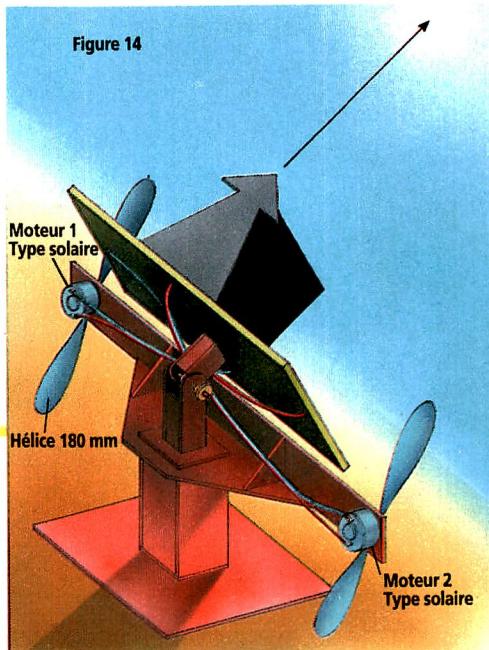


Figure 13

d'éviter qu'une traction éventuelle sur un fil ne soit transmise à la cellule à laquelle il est relié et ne la brise, on fera un nœud qui empêchera tout acci-

dent de ce genre. Lorsque cet assemblage sera terminé, on mettra en place – **figure 7** – et on collera les deux rectangles d'altuglass ou, à la rigueur, de



rhodoïd transparent et non coloré. La **figure 8** montre le verso du panneau terminé et le détail des connexions.

Le support des moteurs est composé de 6 pièces (l à L2) dont les cotes sont données **figure 9**. Le bras supportant les deux moteurs (pièce l) sera percé de deux trous de 10 mm destinés à recevoir la partie décolletée qui se trouve à l'avant des moteurs. Notons que ce moteur convient bien à la faible puissance délivrée par les photopiles, alors qu'il n'en va pas de même pour les autres types de moteur que nous avons essayés.

Comme on le voit sur les **figures 12 et 14** (vue générale), la pièce l est assemblée au trapèze J et maintenue perpendiculairement à celui-ci par les deux équerres K1 et K2. Les deux pièces L1 et L2, percées en leur centre d'un trou de 3 mm, seront collées au milieu

et à 16 mm du bord du plus petit côté du trapèze J – **figure 9**. Les trous sont destinés à recevoir la tige de laiton de 3 mm de diamètre et 80 mm de longueur servant d'axe. Lorsque l'équipage mobile sera terminé, on la collera dans son logement à la cyanocrylate. C'est cette même colle qui servira à immobiliser les deux moteurs dans leur emplacement.

Pour qu'un panneau solaire ait le meilleur rendement, il faut que les rayons lumineux qui le frappent soient perpendiculaires à sa surface active. Donc il faut pouvoir l'orienter ; c'est la raison pour laquelle le panneau est mobile en site grâce à la genouillère – **figures 10 et 11**. Cette disposition a un second avantage : si l'on a trop de lumière (par exemple en plein soleil de midi), la sensibilité du système augmente les risques d'oscillations incontrôlées. Il suffira

alors de modifier l'angle de site pour régler la sensibilité.

La genouillère est composée de deux parties, l'une solidaire du panneau, l'autre du support. Elles sont reliées par une vis de 3 mm terminée par une borne molletée permettant un serrage facile. Si l'on ne peut se procurer une borne, on emploiera un simple écrou. Afin de faciliter la rotation, on arrondira au papier abrasif les deux extrémités des pièces N1, N2 et P1 et P2 – **figure 10**.

Il restera ensuite à les assembler et à coller l'extrémité supérieure de la genouillère comme indiqué **figures 11 et 12**. Après séchage, on collera le socle M sur le trapèze en se reportant à la **figure 14**. On veillera à ce que le panneau soit bien parallèle à la pièce l qui supporte les deux moteurs. Enfin, on soudera, selon le plan de câblage donné **figure 8**, les fils en provenance des groupes de cellules aux moteurs opposés.

Les hélices en plastique utilisées sont à l'origine destinées aux modèles réduits d'avion à moteur caoutchouc ; elles ont un diamètre de 180 mm. Mais il faudra augmenter le diamètre de leur trou central afin qu'il corresponde à celui de l'axe du moteur (2 mm). Pour cela on se procurera un foret de 1,8 mm et on percera le trou à ce diamètre. Ainsi, les hélices pénétreront à force, leur matière relativement souple acceptant cette différence.

Si l'on ne dispose que d'un foret de 2 mm, il faudra assembler les hélices par collage à la cyanocrylate mais en faisant très attention ; il faut déposer un soupçon de colle afin d'éviter qu'elle ne pénètre entre l'axe du moteur et son palier, auquel cas il faudrait racheter un autre moteur.

Etant donné que les cosses des moteurs n'ont pas d'indication de polarité, il faudra

s'assurer que les hélices tournent dans le même sens. Pour cela, on exposera les panneaux à la lumière solaire ou on les placera à 40 cm d'une ampoule de 150 watts. Si l'une des hélices tourne dans le sens contraire de l'autre, on inversera la polarité sur les cosses de l'un des deux moteurs. Pour finir, on découpera et mettra en place le cache R et la flèche S – **figure 13**.

Notre héliotrope terminé, il ne restera plus qu'à le pointer approximativement vers le Soleil. Si tout va bien, il oscillera légèrement et sa flèche s'immobilisera dans la bonne direction. Puis, au fil des heures, il suivra le déplacement diurne de l'astre. On peut faire des essais plus commodes avec une lampe de 150 watts placée à une trentaine de cm devant l'équipage. On constera que, si on la déplace lentement de gauche à droite, la flèche suivra fidèlement le mouvement.

A partir de ce montage de base – deux moteurs alimentés par deux cellules séparées par un écran – il est très possible d'aller plus loin et de créer une version nautique de notre héliotrope. Il faudrait alors le monter sur un petit bateau (en polystyrène expansé) et le munir de deux hélices immergées. Le double panneau serait disposé de telle façon qu'on puisse régler l'angle qu'il forme avec l'axe du bateau.

Il suffirait alors de le disposer face au soleil, matérialisant le cap que le bateau doit suivre. Cet angle serait ensuite conservé par l'embarcation – à moins qu'un vent violent ne le déroute étant donné la faible puissance disponible. Si le montage est très bien fait, le bateau retrouvera toutefois la bonne direction, tout comme un tournesol se tourne vers le sud, même après les plus fortes rafales. **Renaud de La Taille**
modèle Pierre Courbier

A propos de notre laser de poche

Un médecin de Chamalières, le Dr J. Piellet, a réalisé cette version affinée du laser de poche qui faisait l'objet de notre rubrique dans le n° 890 de novembre 1991. Il a monté la diode sur un radiateur pour pouvoir l'utiliser en continu, sans crainte d'échauffement et a noté que sa portée dépasse largement les 50 mètres.



1. Conjonction Lune – Mercure
le 2 juillet, peu après le coucher
du Soleil



JOURNAL DE L'ASTRONOME

Luminosité nocturne

Un colloque international réunit actuellement à Paris des astronomes du monde entier qui veulent attirer l'attention sur les dangers de la pollution lumineuse du ciel pour l'astronomie (voir *Science et Vie* n° 897, p. 32). Les lumières de la civilisation compromettent en effet gravement l'observation du ciel.

On peut toutefois observer, environ une à deux heures après le coucher du Soleil vers l'horizon nord, ou une heure à deux heures avant son lever vers l'horizon sud, une luminosité n'ayant rien à voir avec les aurores boréales. Un spécialiste de cette question, M. B. Albers, de Hambourg, dé-

crit le phénomène de cette façon : «Par des soirées très claires, durant les mois d'été et plus exactement en juillet et en août, quand le crépuscule ne cesse pratiquement pas de toute la nuit vers le

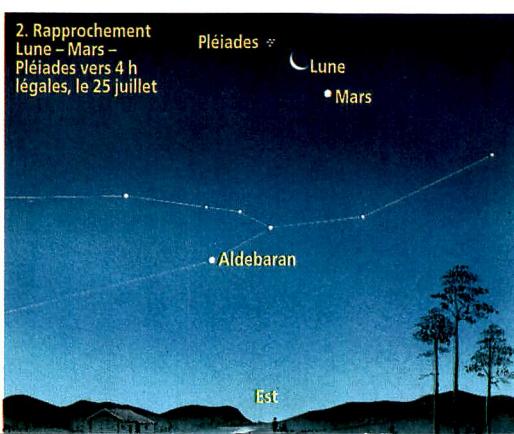
nord, des nuages lumineux apparaissent une à deux heures après le coucher du Soleil, très bas sur l'horizon nord, comme un banc de brume allongé ou en bandes plates et fines, souvent tra-

versés de longues et irrégulières vagues.

Ils peuvent être observés, brillant d'une délicate couleur blanche argentée, quelquefois d'un bleu lumineux avec une légère tonalité jaune or, près de l'horizon. Dans certains cas, ils ont l'air d'être phosphorescents.» D'autres observateurs soulignent que ces nuages sont transparents puisqu'on peut voir des étoiles brillantes au travers. Ce phénomène est appellé nuage noctilumineux.

L'observation des nuages noctilumineux, requiert un air très transparent et peu de turbulences, ce qui se produit fréquemment lors

2. Rapprochement
Lune – Mars –
Pléiades vers 4 h
legales, le 25 juillet



d'une arrivée de grande masse d'air polaire sec et exempt de poussières. De plus, ces nuages ne peuvent être vus de n'importe où ; l'observateur doit se situer entre les latitudes 45° et 60° nord ou sud. Enfin, ce n'est que pendant les mois les plus chauds de l'année que le phénomène est possible. Spangenbergs a dressé une statistique des observations réalisées dans l'hémisphère nord durant la période 1932-1941 :

MOIS	NOMBRE D'OBSERVATIONS	% DU TOTAL
Avril	3	7
Mai	0	0
Juin	8	19
Juillet	25	59
Août	5	12
Septembre	1	3
TOTAL	42	100 %

Le phénomène est plutôt rare, avec 42 observations en neuf ans et sur six mois. Ce faible nombre d'observations vient peut-être aussi du fait que le phénomène est mal connu et certainement parfois confondu avec une aurore ou une luminosité d'origine ter-

reste. Cet article incitera les amoureux du ciel à une plus grande vigilance et peut-être, espérons-le, augmentera de façon significative la connaissance du phénomène.

D'autre part, on remarque que les mois de juin, juillet et août rassemblent 90 % des cas, dont presque 60 % pour juillet ; raison de plus pour être particulièrement attentif ce mois-ci. Les observations pour l'hémisphère sud sont encore plus rares, essentiellement

Mais que sait-on au juste sur la nature du phénomène ? Une simple triangulation a permis de déterminer leur altitude. Ils se situent entre 78 et 85 km au-dessus du sol avec une hauteur moyenne de 82 km. Cela exclut les nuages atmosphériques habituels dont le sommet des plus hauts ne dépasse pas 12-15 km. On a alors pensé aux nuages de poussière dus aux violentes éruptions volcaniques, notamment après des observations plus abondantes de 1963 à 1965, peu après l'éruption du volcan Gunung Agung, à Bali, mais ces poussières se trouvent aux environs de 22-25 km.

Les observations systématiques de Spangenbergs ont permis de noter que dans 72 % des cas les nuages noctilumineux viennent de l'est. On a donc supposé qu'ils pouvaient être formés par les poussières résultant de la combustion des météores lorsqu'ils pénètrent dans la haute atmosphère. L'altitude de 80 km correspond précisément à celle où les météores se produisent et, de plus, la majorité d'entre eux viennent de l'est. Les observations sem-

blent accréditer cette thèse.

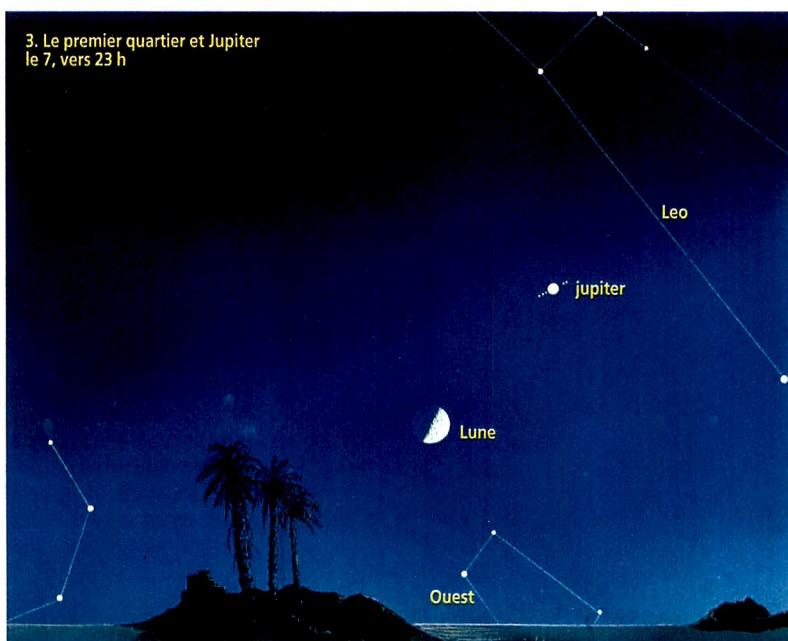
Il faut toutefois mentionner une autre hypothèse, selon laquelle ces nuages seraient dus à une condition physique particulière de l'atmosphère à cette altitude. La température y est habituellement de -73 °C mais des observations en infra-rouge de la raie d'émission de l'oxygène du ciel nocturne ont révélé parfois des températures encore inférieures, de l'ordre de -103 °C. Cette température est si basse que le peu de vapeur d'eau qui s'échappe de la stratosphère pour atteindre cette altitude se transforme instantanément en cristaux de glace.

Dans l'un ou l'autre cas, c'est bien entendu le Soleil, caché sous l'horizon, qui rend ces nuages lumineux. Où se trouve la vérité ? Difficile de trancher pour l'instant, notamment, comme nous l'avons dit, par manque d'observations. Les amateurs témoins de ce phénomène sont invités à nous communiquer leurs observations ; même si elles ne sont que visuelles, elles auront une importance statistique.

En cas d'observation de nuages noctilumineux, il convient de relever le lieu, la date, l'heure ainsi que la position du ou des nuages. Pour ce dernier point, l'idéal est de disposer d'une boussole par alignement, permettant de noter l'azimut du début des nuages et celui de leur fin.

L'estimation de la hauteur au-dessus de l'horizon requiert normalement un clinomètre ou un théodolite mais on pourra se tirer d'affaire en se rappelant que 1 cm à 57 cm, longueur du bras en moyenne, représente un degré. Il suffit donc de mesurer la hauteur qui sépare les nuages de l'horizon avec un double décimètre tenu à bout

3. Le premier quartier et Jupiter le 7, vers 23 h



4. Conjonction Lune – Saturne le 16, vers minuit

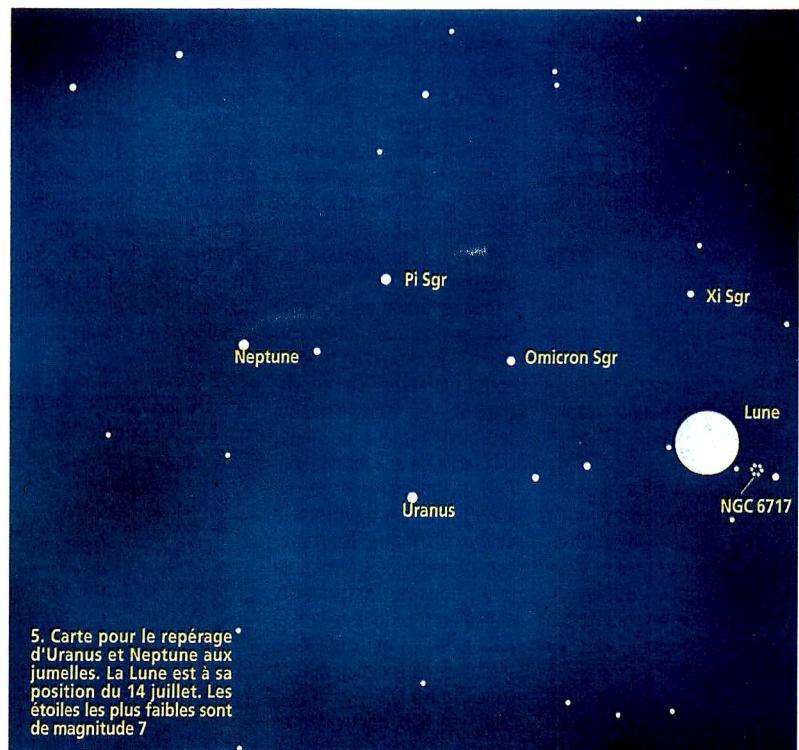


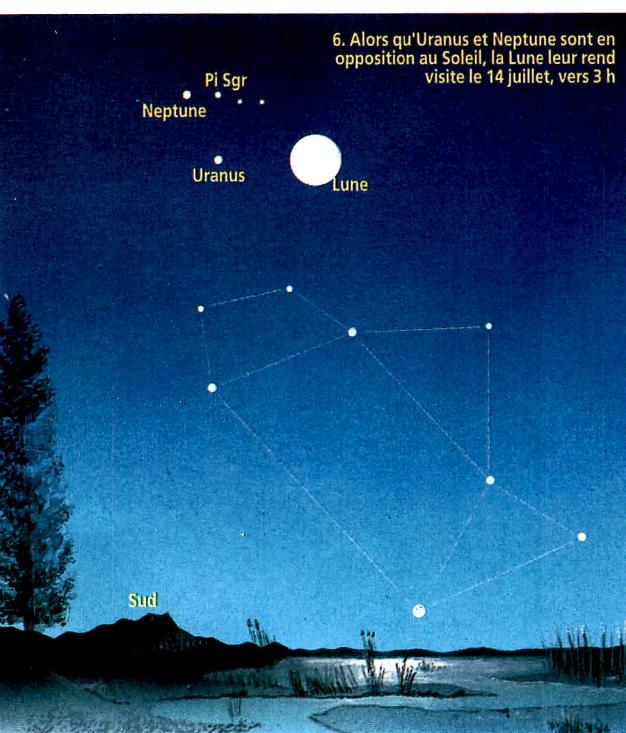
de bras pour avoir une bonne précision.

La photographie des nuages noctilumineux est non seulement possible mais souhaitée. Il faut utiliser un appareil-photo muni d'un objectif de 24 mm à 50 mm de focale et très lumineux, soit un diaphragme de 1,8 ou, mieux, 1,2. L'appareil sera fixé sur un trépied et équipé d'un déclencheur souple. Le film doit être sensible, 400 à 800 ASA, couleur ou diapositive. Le temps de pose s'échelonnera de 5 à 15 secondes. On aura intérêt à faire plusieurs clichés, en prenant soin de noter à chaque fois le temps de pose et l'heure.

Profitez de cet été pour chasser les nuages noctilumineux. La période favorable, c'est-à-dire sans Lune et hors toute considération météorologique, va du 1^{er} au 7 juillet, du 24 juillet au 6 août, puis du 23 août au 5 septembre.

5. Carte pour le repérage d'Uranus et Neptune aux jumelles. La Lune est à sa position du 14 juillet. Les étoiles les plus faibles sont de magnitude 7





6. Alors qu'Uranus et Neptune sont en opposition au Soleil, la Lune leur rend visite le 14 juillet, vers 3 h

Les observations du mois.

Mercure est observable le soir vers l'ouest pendant la première décade. Le 2, elle est en conjonction avec la Lune, dans la constellation du Cancer. On s'aidera de la carte (figure 1) et d'une paire de jumelles pour la localiser.

Mars passe ce mois-ci du Bélier au Taureau. Elle est bien observable toute la deuxième partie de la nuit. En fin de mois, le 25, on assistera à une belle conjonction de la planète rouge avec la Lune, à proximité de l'amas des Pléiades. (figure 2)

Jupiter nous quitte progressivement et se couche donc de plus en plus tôt. On peut toutefois l'observer près de deux heures après le coucher du Soleil. Elle sera en conjonction avec la Lune le 7, vers 23 heures. (figure 3)

Saturne est la reine de juillet. Levée dès le coucher du Soleil, elle brille toute la nuit.

On ne se lassera pas d'admirer ses anneaux. C'est le 16, vers minuit, que la Lune lui rend visite au-dessus de l'horizon nord-est. (figure 4).

Enfin, à la mi-juillet, les deux planètes lointaines, Uranus et Neptune, sont en opposition au Soleil. C'est donc la période de la plus favorable pour les observer.

Leur repérage est possible aux jumelles mais l'utilisation d'une lunette ou d'un télescope est préférable. La carte (figure 5) indique les étoiles qui se trouvent à leur proximité, cela facilitera leur localisation. Avec un grossissement de 150 à 250 fois, on devinera le disque d'Uranus. Neptune, bien plus éloignée, restera un point dans les instruments d'amateurs. Le jour de la fête nationale, les deux planètes seront en conjonction avec la Lune (figure 6).

Bon ciel et bonnes vacances à tous.

Yves Delaye

ÉLECTRONIQUE AMUSANTE

Préamplifiez et correz le son de votre guitare

A la suite de la publication du montage de notre préamplificateur pour micro, de nombreux lecteurs musiciens nous ont écrit pour nous demander s'il était possible de l'utiliser pour connecter une guitare sur une chaîne haute-fidélité et comment lui adjoindre un correcteur de tonalité. Plutôt que de modifier la réalisation que nous vous avions proposée, il nous a semblé préférable de reconsidérer entièrement le problème afin de présenter une réalisation adaptée au mieux à l'utilisation souhaitée. Précisons que son étude technique a été effectuée par M. Sébastien Serurier, de Saint-Dizier, qui n'en est pas à sa première réalisation puisqu'il nous avait déjà proposé la fabrication d'un égaliseur.

Hormis l'amplification en tension, nécessaire à l'adaptation du signal issu du micro, ce préamplificateur permettra donc d'ajuster le timbre de l'instrument de manière à obtenir l'effet désiré. Deux potentiomètres de tonalité, l'un pour les graves l'autre pour les

OU SE PROCURER LES COMPOSANTS

- MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tel. (1) 43 79 39 88.
- PENTASONIC, 10 bd Arago, 75013 Paris, tel. (1) 43 36 26 05.
- T.S.M., 15 rue des Onze-Appartements, 95130 Franconville, tel. (1) 34 13 37 52.
- URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon, Suisse
- Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

aigus, offriront cette possibilité de réglage. Afin de rendre cet effet plus marqué, deux filtres actifs seront utilisés ici. Cela nous amène à étudier le principe de fonctionnement de cette réalisation.

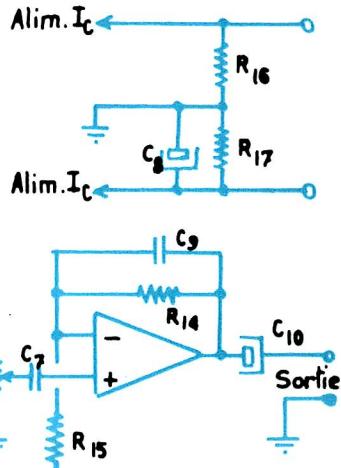
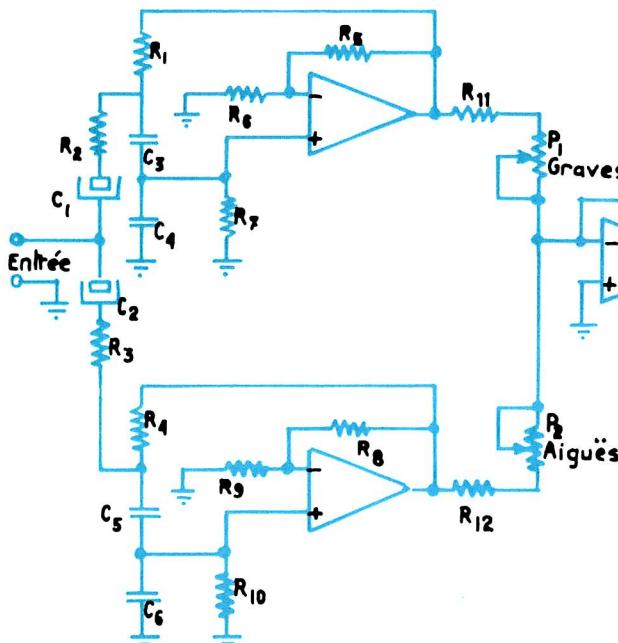
Dès l'entrée du montage, le signal électrique provenant du micro est scindé en deux. Chaque "moitié" est appliquée à un filtre actif, du type passe-bande, réalisé autour d'un amplificateur opérationnel. En raison des valeurs des composants – résistances et condensateur –, le premier filtre ne laissera passer que les graves, le second que les aigus. Le spectre sonore sera donc scindé en deux parties à la sortie de ces filtres. Il suffira alors de mixer ces deux demi-spectres pour retrouver le signal d'origine.

Si toutefois, lors de ce mélange, les proportions de graves et d'aigus ne sont pas respectées, la sonorité globale sera modifiée. C'est exactement ce qu'effectue ce préamplificateur. Le sommateur, au lieu d'être équipé de résistances fixes, est muni de deux potentiomètres. Ces derniers permettront donc d'agir directement sur les graves et les aigus.

Cette opération réalisée, deux autres amplificateurs opérationnels assureront un complément de gain en tension. Un troisième potentiomètre, intercalé entre les deux derniers amplificateurs, permettra d'ajuster le niveau général.

Au total, cette réalisation utilise donc quatre éléments amplificateurs. Cependant ces

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



Etant donné le nombre élevé de composants qu'utilise ce montage, nous ne vous proposerons pas ce mois-ci de schéma de câblage. L'alimentation du circuit intégré sera assurée par les flèches issues de R16 et R17.

derniers, regroupés au sein d'un même circuit intégré, ne coûteront guère plus cher qu'un amplificateur unique.

Le câblage de ce préamplificateur ne doit pas poser de problème particulier. Il faudra cependant prendre soin de bien couper l'ensemble des

bandes conductrices de la plaquette sous le circuit intégré. De même il faudra respecter le brochage de ce dernier ainsi que la polarité des condensateurs chimiques.

De plus, étant donné la faible amplitude des signaux exploités ici, il sera indispensa-

sable de réaliser les connexions d'entrée et de sortie à l'aide de fil blindé dont la tresse métallique sera raccordée au 0 volt. Les fils reliant les cosses des potentiomètres à la plaquette de câblage devront soit être courts, soit également blindés et raccordés au 0 volt.

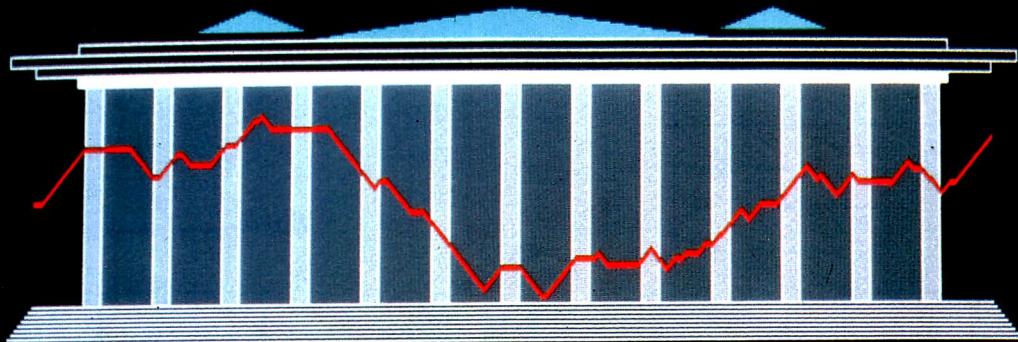
Afin de parfaire encore le blindage et d'éviter ainsi tout ronflement, il est vivement conseillé d'habiller cette réalisation d'un petit boîtier métallique relié au 0 volt. Notons que si vous utilisez des fiches type Jack, cette mise à la masse s'effectuera automatiquement ; le filetage de l'écrou de fixation de ces dernières étant électriquement solidaire du contact de masse.

Parce qu'il consomme relativement peu d'énergie, nous n'avons pas prévu d'alimentation secteur pour ce montage. Il utilisera une pile 9 volts comme source de tension.

Afin d'assurer la mise en route et l'extinction du montage, il sera possible d'utiliser, pour le potentiomètre de volume général, un modèle équipé d'un interrupteur. Cela permettra de ne pas avoir à modifier les réglages de tonalité à chaque mise en route.

NOMENCLATURE

R1 = 12 kilohms	(brun, rouge, orange, or)	R16 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R2 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)	R17 = 4,7 kilohms	(jaune, violet, rouge, or)
R3 = 2,2 kilohms	(rouge, rouge, rouge, or)	C1 = 2,2 microfarads	
R4 = 12 kilohms	(brun, rouge, orange, or)	C2 = 2,2 microfarads	
R5 = 6,8 kilohms	(bleu, gris, rouge, or)	C3 = 330 nanofarads	
R6 = 3,3 kilohms	(orange, orange, rouge, or)	C4 = 330 nanofarads	
R7 = 12 kilohms	(brun, rouge, orange, or)	C5 = 6,8 nanofarads	
R8 = 6,8 kilohms	(bleu, gris, rouge, or)	C6 = 6,8 nanofarads	
R9 = 3,3 kilohms	(orange, orange, rouge, or)	C7 = 100 nanofarads	
R10 = 12 kilohms	(brun, rouge, orange, or)	C8 = 47 microfarads	
R11 = 1,8 kilohm	(brun, gris, rouge, or)	C9 = 330 picofards	
R12 = 1,8 kilohm	(brun, gris, rouge, or)	C10 = 2,2 microfarads	
R13 = 33 kilohms	(orange, orange, orange, or)	P1 = potentiomètre 22 kilohms	
R14 = 27 kilohms	(rouge, violet, orange, or)	P2 = potentiomètre 22 kilohms	
R15 = 1 kilohm	(brun, noir, rouge, or)	P3 = potentiomètre 47 kilohms avec interrupteur	
		Ic = LM 324	



INFORMATIQUE AMUSANTE

La Bourse comme si vous y étiez (deuxième partie)

Le mois dernier notre programme se contentait d'afficher sur l'écran le cours réel d'une valeur ainsi que les deux moyennes mobiles les plus classiques – à savoir la courbe lissée sur une période de cinquante jours et celle correspondant à une période de deux cents jours. Si ces deux courbes sont déjà porteuses d'informations pour les spécialistes, leurs arabesques, bien qu'esthétiques, n'ont rien pour faire vibrer les néophytes du boursicotage que nous sommes. Le but de la seconde partie de ce programme sera donc de les commenter.

D'une part, il calculera, à partir des données qu'elles contiennent, une série d'indicateurs ; d'autre part, il les commentera et donnera une interprétation globale de l'évolution du cours de la valeur. Ce pronostic à court terme permettra d'envisager l'achat ou la vente d'actions. Cependant, notre ordinateur n'est pas pour autant Madame Soleil, ses conclusions peuvent se révéler inexactes. C'est pour cette raison que, lors de l'affichage des indicateurs, le cours réel de la valeur sera rappelé

afin que l'on puisse comparer l'information qu'ils fournissent à ce qui s'est réellement passé les mois précédents.

Cela dit nous n'étudierons pas particulièrement notre programme ce mois-ci. Il tourne effectivement autour de sous-routines utilisant des opérations arithmétiques simples et des courbes tout à fait comparables à celles utilisées le mois dernier. En revanche nous nous attarderons sur son utilisation ainsi que sur la signification des courbes affichées.

Pour cela reprenons l'exécution du programme à partir de la dernière fonction proposée le mois dernier. Il rebouclait sur la question : «Désirez-vous modifier les échelles ? (O/N)». Une réponse négative provoquait alors soit le chargement en mémoire du cours d'une autre valeur soit le retour au MS DOS selon la réponse fournie à la question qui suivait.

A présent, une réponse négative provoque l'exploitation des nouvelles fonctions mises en place par notre ajout. La machine indique alors : «Désirez-vous afficher les indicateurs ? (O/N)». Une réponse négative nous ramènera au

cas de figure précédent. A l'inverse, une réponse affirmative nous amène à l'affichage d'un nouvel écran. Celui-ci présente six graphiques respectivement baptisés : Moy. mobiles, Oscillateur IDOP, Oscillateur RSI, Jour -365, Oscillateur RM et Momentum. Précisons donc la fonction de chacun de ces indicateurs.

Moy. mobiles. Ce graphique n'apporte, en fait, rien de nouveau. Il s'agit simplement d'un rappel du tracé principal sur les 100 dernières cotations. Néanmoins, pour l'ordinateur, son calcul est indispensable afin de pouvoir mentionner, en gris, la courbe réelle du cours sur les autres tableaux.

Jour -365. Les données affichées ici ne seront pas directement prises en compte par l'ordinateur pour ses prévisions. Cependant leur étude peut être intéressante pour fonder un pronostic personnel. Ce tableau présente le cours réel de la valeur ainsi que les deux moyennes mobiles – si elles sont disponibles – sur la période précédant la date anniversaire du jour d'utilisation du pro-

gramme (J-1 an), de -100 cotations à +50 cotations. L'observation de ces courbes permet de mettre en évidence des phénomènes de fluctuations saisonnières du cours. Certaines valeurs, notamment celles liées au tourisme par exemple, peuvent présenter ce type de récurrence dans leur évolution. Notons qu'ici le jour J-365 est matérialisé par un repère vertical rouge.

L'oscillateur RSI (Relative Strength Index) est probablement l'un des plus célèbres. En fait, son but est d'indiquer si l'on se trouve dans une période de vente ou d'achat. Ici nous n'avons rien inventé ; nous nous sommes contentés de faire bêtement appliquer sa formule de calcul par la machine pour obtenir son tracé. Deux repères horizontaux, un rouge et un vert, indiquent respectivement les seuils de vente et d'achat.

Le Momentum fait également partie des indicateurs standard. Pas d'innovation ici non plus donc. Cette fois-ci il n'est plus question de seuils mais de tendance pour déterminer les opportunités de vente ou d'achat.

PROGRAMME DE MISE À JOUR

```

10 SCREEN 9:CLS:CLEAR
20 DIM TT(1100):DIM MJ(80)
30 REM ****
40 REM *      *
50 REM *  Choix du fichier à      *
60 REM *  charger en mémoire.    *
70 REM *      *
80 REM ****
90 COLOR 7:LOCATE 23,1:INPUT "Nom du fichier à mettre
à jour";NT$"
100 LOCATE 23,1:INPUT "Sur quel disque, ou disquette,
dois-je le chercher";DK$"
110 LOCATE 23,1:COLOR 11:PRINT "Chargement en cours,
veuillez patienter.";STRINGS$(15,32)
120 REM ****
130 REM *      *
140 REM *  Chargement du fichier    *
150 REM *  depuis le disque.      *
160 REM *      *
170 REM ****
180 LET NFS$=DK$+":";+NT$+":.BRS"
190 OPEN "I",#1,NF$"
200 FOR I=1 TO 1100
210 INPUT #1,TT(I)
220 NEXT I
230 CLOSE
240 COLOR 8
250 FOR V=5 TO 20
260 FOR H=2 TO 42 STEP 10
270 LOCATE V,H:PRINT "00000"
280 NEXT H
290 NEXT V
300 FOR H=0 TO 4
310 COLOR 7:IF H=4 THEN COLOR 14
320 LET COUR=ABS(TT(5-H)):IF TT(5-H)<0 THEN COLOR 4
330 LOCATE 3,(H*10)+1:PRINT COUR;STRINGS$(3,32)
340 NEXT H
350 LOCATE 1,1:COLOR 7:PRINT "Dernières cotations
saisies le";
360 COLOR 14:PRINT
TT(1098);"/";TT(1099);"/";TT(1100);
370 COLOR 7:PRINT ":"*
380 LOCATE 23,1:PRINT STRINGS$(70,32)
390 LOCATE 23,1:INPUT "Actuellement nous sommes le
(jour)";TT(1098)
400 LOCATE 23,1:PRINT STRINGS$(70,32)
410 LOCATE 23,1:INPUT "Actuellement nous sommes le
(mois)";TT(1099)
420 LOCATE 23,1:PRINT STRINGS$(70,32)
430 LOCATE 23,1:INPUT "Actuellement nous sommes le
(année)";TT(1100)
440 LOCATE 23,1:PRINT STRINGS$(70,32):LET TT(1097)=0
450 LOCATE 23,1:COLOR 7:PRINT "Mise à jour du:";
460 COLOR 14:PRINT
TT(1098);"/";TT(1099);"/";TT(1100)
470 LET HC=1:LET VC=0:LET NBC=0:LET LIQ=1
480 LET VALC=HC+(VC*5)
490 IF MJ(VALC)<0 THEN COLOR 6
500 IF MJ(VALC)>=0 THEN COLOR 11
510 LOCATE VC+5,1+((HC-1)*10)
520 IF MJ(VALC)<>0 THEN PRINT
ABS(MJ(VALC));STRINGS$(4,32)
530 IF MJ(VALC)=0 THEN PRINT " ";STRINGS$(5,48)
540 COLOR 2
550 LOCATE 5,60:PRINT "Validez vos saisies"
560 LOCATE 6,60:PRINT "par 'Entrée'."*
570 LOCATE 8,60:PRINT "Pour les séances de"
580 LOCATE 9,60:PRINT "liquidation faites"
590 LOCATE 10,60:PRINT "précéder le cours du"
600 LOCATE 11,60:PRINT "signe '-' (moins)."
610 LOCATE 13,60:PRINT "Pour corriger une"
620 LOCATE 14,60:PRINT "valeur placer le"
630 LOCATE 15,60:PRINT " curseur (chiffres en"
640 LOCATE 16,60:PRINT "bleu ciel) dessus et"
650 LOCATE 17,60:PRINT "taper 'espace'."*
660 LOCATE 19,60:PRINT "Pour terminer"
670 LOCATE 20,60:PRINT "taper 'F', merci."
680 LET K$=INKEY$:IF K$="" THEN GOTO 680
690 LET K$=AC(S$):IF K>47 AND K<58 THEN GOSUB 1120
700 LOCATE VC+5,1+((HC-1)*10)
710 IF K=102 OR K=74 THEN GOTO 810
720 IF K=45 THEN LET LIQ=-1
730 IF K=13 THEN LET HC=HC+1:LET NBC=0:LET LIQ=1
740 IF MJ(VALC)=0 THEN COLOR 8:PRINT "
";STRINGS$(5,48);STRINGS$(4,32)
750 IF MJ(VALC)>0 THEN COLOR 10:PRINT
ABS(MJ(VALC));STRINGS$(4,32)
760 IF MJ(VALC)<0 THEN COLOR 12:PRINT
ABS(MJ(VALC));STRINGS$(4,32)
770 IF HC=32 THEN LET MJ(VALC)=0:LET LIQ=1
780 IF HC=6 THEN LET HC=1:LET VC=VC+1
790 IF VC=16 THEN LET VC=0
800 GOTO 480
810 LET FMJ=0
820 LOCATE 23,1:PRINT "Mise à jour du fichier ";NT$;
"en cours. Veuillez patienter."
830 FOR S=1 TO 80
840 IF MJ(S)=0 AND FMJ=0 THEN LET FMJ=S-1
850 NEXT S
860 FOR MV=1096 TO FMJ+1 STEP -1
870 LET TT(MV)=TT(MV-FMJ)
880 NEXT MV
890 FOR RP=1 TO FMJ
900 LET TT(RP)=MJ(FMJ+1-RP)
910 NEXT RP
920 REM ****
930 REM *      *
940 REM *  Sauvegarde du fichier    *
950 REM *  sur le même disque.    *
960 REM *      *
970 REM ****
980 OPEN "O",#1,NF$"
990 FOR I=1 TO 1100
1000 WRITE #1,TT(I)
1010 NEXT I
1020 CLOSE
1030 LOCATE 23,1:PRINT "Désirez vous effectuer une
autre mise à jour? (O/N)";STRINGS$(10,32)
1040 LET K$=INKEY$:IF K$="n" OR K$="N" THEN GOTO 1070
1050 IF K$<>"O" AND K$<>"o" THEN GOTO 1040
1060 GOTO 10
1070 SYSTEM
1120 IF NBC=0 AND MJ(VALC)<>0 THEN PRINT CHR$(7):RE-
TURN
1130 LET NBC=NBC+1
1140 IF NBC>5 THEN PRINT CHR$(7):RETURN
1150 IF LIQ=1 THEN LET MJ(VALC)=(MJ(VALC)*10)+(K-48)
1160 IF LIQ=-1 THEN LET MJ(VALC)=(MJ(VALC)*10)-(K-48)
1170 RETURN

```

Les deux oscillateurs suivants, en revanche, sont un peu les "bottes secrètes" de notre logiciel et sont, par conception, mieux adaptés au traitement informatique que les autres paramètres. Cepen-

dant ce n'est pas parce qu'ils sont nouveaux qu'ils sont infaillibles. A l'opposé des précédents, qui nous ont paru un peu moins dans leurs réactions, nous les avons voulu "nerveux". Un peu comme

sur une voiture, ces indicateurs "turbo", s'ils répondent à la moindre sollicitation, peuvent présenter des risques de dérapage important et les platanes boursiers n'ont rien à envier à ceux qui bordent nos

routes. Observons donc ces oscillateurs.

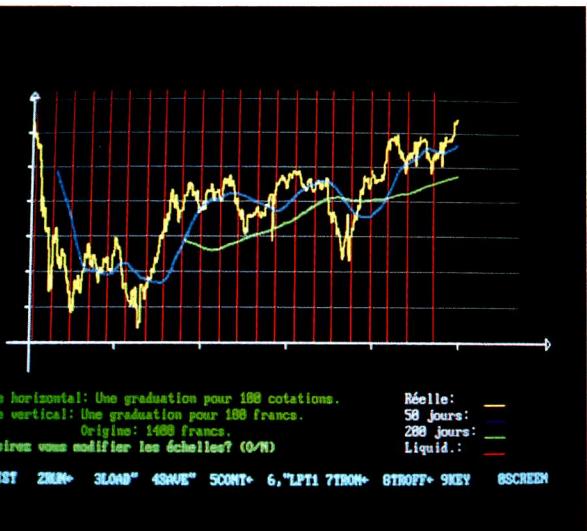
L'oscillateur RM. Son abréviation signifie "réel module"; à ne surtout pas confondre avec "règlement mensuel". Cet indicateur extrapole le

PROGRAMME PRINCIPAL

```

10 CLEAR:SCREEN 9:COLOR 8:CLS
19 DIM RL(150):DIM DSP(150):DIM RLJ(150):DIM
MOM(150):DIM R(200):DIM TEN(200)
20 DIM TT(1100):DIM TL(1100):DIM TLL(1100):DIM
Z(150):DIM RSI(150)
21 REM ****
22 REM * *
23 REM * Tracé du logo de la *
24 REM * page de présentation. *
25 REM * *
27 REM ****
30 COLOR 3:FOR T=0 TO 15
31 PSET ((300-(8*T)),(10+T)):LET X=16*T:DRAW "R=X;"*
32 NEXT T
33 FOR T=0 TO 10
34 PSET ((150-(3*T)),(10+T)):LET X=6*T:DRAW "R=X;"*
35 PSET ((450-(3*T)),(10+T)):LET X=6*T:DRAW "R=X;"*
36 NEXT T
37 COLOR 15:PSET (50,25):LET X=500:LET Y=5:DRAW
"R=X;D=Y;L=X;U=Y;"*
38 PSET (10,30):LET X=580:LET Y=5:DRAW
"R=X;D=Y;L=X;U=Y;"*
39 PSET (25,35):LET X=550:LET Y=5:DRAW
"R=X;D=Y;L=X;U=Y;"*
40 FOR T=0 TO 4
41 PSET (50,(41+T)):LET X=500:DRAW "R=X;"*
42 NEXT T
43 LET X=10:LET Y=100:COLOR 15
44 FOR T=55 TO 535 STEP 40
45 PSET (T,45):DRAW "D=Y;R=X;U=Y;L=X;":PAINT
(T+1,46),7,15
46 NEXT T
47 COLOR 15:FOR T=0 TO 16 STEP 2
48 PSET ((25-T),(145+T)):LET X=550+(2*T):DRAW "R=X;"*
49 NEXT T
50 FOR T=70 TO 530 STEP 40
51 PAINT (T,46),8,15
52 NEXT T
54 LET XC=100:COLOR 4:LET Y=2
55 FOR C=25 TO 575 : LET AL=INT (RND*5)
56 IF AL=0 THEN LET CR=1-(INT(RND*3))
57 LET XC=XC+CR:PSET (C,XC):DRAW "U=y;"*
58 NEXT C

```



```

61 REM ****
62 REM * *
63 REM * Choix du fichier à *
64 REM * charger en mémoire. *
65 REM * *
67 REM ****
100 COLOR 7:LOCATE 20,1:INPUT "Nom du titre à étu-*
dier";NT$*
110 LOCATE 21,1:INPUT "Sur quel disque, ou disquette,
dois-je le chercher";DK$*
120 LOCATE 22,1:COLOR 11:PRINT "Chargement en cours,
veuillez patienter."
161 REM ****
162 REM * *
163 REM * Chargement du fichier *
164 REM * depuis le disque. *
165 REM * *
167 REM ****
200 LET NF$=DK$+"."+NT$+".BRS"
210 OPEN "I",#1,NF$*
220 FOR I=1 TO 1100
230 INPUT #1,TT(I)
240 NEXT I
250 CLOSE
261 REM ****
262 REM * *
263 REM * Choix de la méthode de *
264 REM * traçage des axes. *
265 REM * *
267 REM ****
300 FOR EFF=20 TO 22
310 LOCATE EFF,1:PRINT STRING$(70,32).
320 NEXT EFF
330 LOCATE 15,1:PRINT "Je vais procéder au tracé des
axes."
331 LOCATE 16,1:PRINT "Pour le choix des échelles dé-*
sirez-vous:"
332 LOCATE 18,10:PRINT "- Une graduation automatique
des axes (taper A)"
333 LOCATE 19,10:PRINT "- Une graduation manuelle des
axes (taper M)."
340 LET K$=INKEY$: IF K$<>"A" AND K$<>"a" AND K$<>"M"
AND K$<>"m" THEN GOTO 340
350 IF K$="A" OR K$="a" THEN GOSUB 8000
351 IF K$="M" OR K$="m" THEN GOSUB 8500
360 GOSUB 9000:GOSUB 9600
400 LOCATE 23,1:PRINT "Désirez vous modifier les
échelles? (O/N)";CHR$(7);STRING$(10,32)
410 LET K$=INKEY$: IF K$<>"O" AND K$<>"o" AND K$<>"n"
AND K$<>"n" THEN GOTO 410
420 IF K$="n" OR K$="N" THEN GOTO 450
430 CLS:GOSUB 8500:GOSUB 9000
441 LET TYPE=2: GOSUB 10000
442 LET TYPE=3: GOSUB 10000
445 GOTO 400
450 LOCATE 23,1:PRINT "Désirez-vous afficher les in-*
dicateurs? (O/N)";CHR$(7);STRING$(10,32)
460 LET K$=INKEY$: IF K$<>"O" AND K$<>"o" AND K$<>"n"
AND K$<>"n" THEN GOTO 460
470 IF K$="n" OR K$="N" GOTO 1800
475 CLS
480 GOSUB 10100:COLOR 11
490 LOCATE 23,1:PRINT "Préparation des données en
cours. Veuillez patienter
S.V.P. ";CHR$(7);STRING$(10,32)
491 REM ****
492 REM * *
493 REM * Calcul et tracé des *
494 REM * indicateurs de tendance. *
495 REM * *
496 REM ****

```

```

500 FOR Z=1 TO 150
501 LET LCR=0
502 FOR L=0 TO 3:LET LCR=LCR+ABS(TT(Z+L)):NEXT L
503 LET RL(Z)=INT(LCR/4)
504 NEXT Z
510 LET TMIN=RL(1):LET TMAX=RL(1)
511 FOR I=1 TO 150
512 IF TMIN>RL(I) THEN LET TMIN=RL(I)
513 IF TMAX>RL(I) THEN LET TMAX=RL(I)
514 NEXT I
520 LET FDSP=TMAX-TMIN:LET CDSP=1+INT(FDSP/50)
521 FOR I=1 TO 150
522 LET RL(I)=INT((RL(I)-TMIN)/CDSP):LET DSP(I)=RL(I)
523 NEXT I
524 LET FINTR=100:LET XZ=11:LET YZ=64:LET CLT=14
525 GOSUB 11000
526 LET CLT=8:LET FINTR=150
527 FOR GRH=190 TO 370 STEP 180
528 FOR GRV=65 TO 165 STEP 100
529 LET XZ=GRH+1:LET YZ=GRV-1
530 GOSUB 11000
531 NEXT GRV
532 NEXT GRH
550 FOR I=1 TO 100
551 LET DSP(I)=INT((TL(I)-TMIN)/CDSP)
552 NEXT I
553 LET FINTR=100:LET XZ=11:LET YZ=64:LET CLT=1
554 GOSUB 11000
560 FOR I=1 TO 100
561 LET DSP(I)=INT((TLL(I)-TMIN)/CDSP)
562 NEXT I
563 LET CLT=2
564 GOSUB 11000
600 FOR Z=211 TO 360
601 LET LCR=0
602 FOR L=0 TO 3:LET LCR=LCR+ABS(TT(Z+L)):NEXT L
603 LET RLJ(Z-210)=INT(LCR/4)
604 NEXT Z
610 LET TMIN=RLJ(1):LET TMAX=RLJ(1)
611 FOR I=1 TO 150
612 IF TMIN>RLJ(I) THEN LET TMIN=RLJ(I)
613 IF TMAX>RLJ(I) THEN LET TMAX=RLJ(I)
614 NEXT I
620 LET FDSP=TMAX-TMIN:LET CDSP=1+INT(FDSP/50)
621 FOR I=1 TO 150
622 LET DSP(I)=INT((RLJ(I)-TMIN)/CDSP)
623 NEXT I
624 LET FINTR=150:LET XZ=11:LET YZ=165:LET CLT=14
625 GOSUB 11000
650 FOR I=211 TO 360
651 LET DSP(I-210)=INT((TL(I)-TMIN)/CDSP)
652 NEXT I
653 LET CLT=1
654 GOSUB 11000
660 FOR I=211 TO 360
661 LET DSP(I-210)=INT((TLL(I)-TMIN)/CDSP)
662 NEXT I
663 LET CLT=2
664 GOSUB 11000
691 REM ****
692 REM *
693 REM * Calcul et tracé de *
694 REM * l'oscillateur RSI. *
695 REM *
696 REM ****
710 FOR I=1 TO 150
720 LET AU=1:LET AD=1
730 FOR SCR=0 TO 14
740 IF TT(SCR+I)<TT(SCR+I+1) THEN LET AD=AD+TT(SCR+I)
750 IF TT(SCR+I)>TT(SCR+I+1) THEN LET AU=AU+TT(SCR+I)
760 NEXT SCR
770 LET RSI(I)=INT(100-(100/(1+(AU/AD)))):LET
DSP(I)=RSI(I)/2

```



```

772 NEXT I
780 LET FINTR=150:LET CLT=14:LET XZ=371:LET YZ=64
785 GOSUB 11000
791 REM ****
792 REM *
793 REM * Calcul et tracé du *
794 REM * Momentum. *
795 REM *
796 REM ****
800 FOR I=1 TO 150
805 LET MOM(I)=ABS(TT(I))-ABS(TT(I+4))
810 NEXT I
815 LET CMOM=0
820 FOR Z=1 TO 150
825 IF CMOM<ABS(MOM(Z)) THEN LET CMON=ABS(MOM(Z))
830 NEXT Z
835 FOR I=1 TO 150
840 LET MOM(I)=25+INT((MOM(I)/CMOM)*25)
845 LET DSP(I)=MOM(I)
850 NEXT I
880 LET FINTR=150:LET CLT=14:LET XZ=371:LET YZ=164
885 GOSUB 11000
891 REM ****
892 REM *
893 REM * Calcul et tracé de *
894 REM * l'oscillateur RM. *
895 REM *
896 REM ****
905 FOR I=1 TO 200
910 LET R(I)=ABS(TT(I))/TL(I)
915 NEXT I
920 LET RMA=R(1):LET RMI=R(1)
925 FOR I=1 TO 200
930 IF RMA<R(I) THEN LET RMA=R(I)
935 IF RMI>R(I) THEN LET RMI=R(I)
940 NEXT I
945 LET COEF=50/(RMA-RMI)
950 FOR I=1 TO 200
955 LET R(I)=(R(I)-RMI)*COEF
960 IF I<151 THEN LET DSP(I)=R(I)
970 NEXT I
980 LET FINTR=150:LET CLT=14:LET XZ=191:LET YZ=164
985 GOSUB 11000
991 REM ****
992 REM *
993 REM * Calcul et tracé de *
994 REM * l'oscillateur IDIOP. *
995 REM *
996 REM ****
1005 FOR I=1 TO 160
1010 LET MOYT=0

```

```

1015 FOR SCN=0 TO 4
1020 LET MOYT=MOYT+R(I+SCN)
1025 NEXT SCN
1030 LET TEN(I)=MOYT/5
1035 NEXT I
1040 FOR I=1 TO 158
1045 LET TEN(I)=TEN(I)-TEN(I+1)
1050 NEXT I
1055 LET TMA=TEN(1):LET TMI=TEN(1)
1060 FOR I=1 TO 150
1065 IF TMA<TEN(I) THEN LET TMA=TEN(I)
1070 IF TMI>TEN(I) THEN LET TMI=TEN(I)
1075 NEXT I
1080 LET COEFT= 50/(TMA-TMI)
1085 FOR I=1 TO 150
1090 LET TEN(I)=TEN(I)*COEFT
1095 LET DSP(I)=TEN(I)+25
1100 NEXT I
1100 LET FINTR=150:LET CLT=14:LET XZ=191:LET YZ=64
1105 GOSUB 11000
1200 COLOR 11:LOCATE 23,1:PRINT "Désirez-vous que je
commente ces graphiques ?"
(0/N)";CHR$(7);STRING$(20,32)
1210 LET KS=INKEY$:IF KS<>"O" AND KS<>"o" AND KS<>"n"
AND KS<>"N" THEN GOTO 1210
1220 IF KS="n" OR KS="N" THEN GOTO 1800
1221 REM ****
1222 REM *           *
1223 REM *   Interprétation des   *
1224 REM *   oscillateurs.       *
1225 REM *           *
1226 REM ****
1230 GOSUB 12000
1231 LET X=320
1232 COLOR 2:PSET (25,136):DRAW "R=X;"
1233 COLOR 4:PSET (25,164):DRAW "R=X;"
1240 COLOR 11:LOCATE 20,1:PRINT "Zoom sur l'oscilla-
teur IDOP.";CHR$(7);STRING$(20,32)
1250 FOR I=1 TO 150
1260 LET Z(I)=INT(DSP(I)*2)
1270 NEXT I
1280 LET CT=14:GOSUB 13000
1281 COLOR 2:LOCATE 5,50:PRINT "Cet indicateur"
1282 LOCATE 6,50:PRINT "fournit une tendance"
1283 LOCATE 7,50:PRINT "à court terme sur"
1284 LOCATE 8,50:PRINT "l'évolution de la"
1285 LOCATE 9,50:PRINT "valeur."
1286 LOCATE 15,50:PRINT "Son conseil:"
1290 IF TEN(1)>7 THEN LET TIDOP=1:GOSUB 20100
1291 IF TEN(1)>=-7 AND TEN(1)<=7 THEN LET TIDOP=0:LET
CCIDOP=0
1292 IF TEN(1)<-7 THEN LET TIDOP=-1:GOSUB 20200
1295 LOCATE 16,50:PRINT "Ne pas agir."
1296 IF TIDOP=-1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- VENDRE"
1297 IF TIDOP=1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- ACHETER"
1298 COLOR 11:LOCATE 23,1:PRINT "Pour continuer taper
une touche S.V.P. ";CHR$(7);STRING$(40,32)
1299 IF INKEY$="" THEN GOTO 1299
1300 GOSUB 12000
1301 LET X=320
1302 COLOR 1:PSET (25,150):DRAW "R=X;"
1340 COLOR 11:LOCATE 20,1:PRINT "Zoom sur le Momen-
tum.";CHR$(7);STRING$(20,32)
1350 FOR I=1 TO 150
1360 LET Z(I)=INT(MOM(I)*2)
1370 NEXT I
1380 LET CT=14:GOSUB 13000
1381 COLOR 2:LOCATE 5,50:PRINT "Cet indicateur"
1382 LOCATE 6,50:PRINT "fournit une précision"
1383 LOCATE 7,50:PRINT "sur les possibilités"
1384 LOCATE 8,50:PRINT "de renversement"
1385 LOCATE 9,50:PRINT "de tendance."
1386 LOCATE 15,50:PRINT "Son conseil:"
1387 LET TGMMOM=MOM(1)-MOM(2)
1388 IF MOM(1)>25 AND TGMMOM>0 THEN LET TMOM=1:GOSUB
21100
1389 IF MOM(1)>25 AND TGMMOM<=0 THEN LET TMOM=0:LET
CCMMOM=0
1390 IF MOM(1)<25 AND TGMMOM>0 THEN LET TMOM=0:LET
CCMMOM=0
1391 IF MOM(1)<25 AND TGMMOM<=0 THEN LET TMOM=-1:GOSUB
21200
1395 LOCATE 16,50:PRINT "Ne pas agir."
1396 IF TMOM=-1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- VENDRE"
1397 IF TMOM=1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- ACHETER"
1398 COLOR 11:LOCATE 23,1:PRINT "Pour continuer taper
une touche S.V.P. ";CHR$(7);STRING$(40,32)
1399 IF INKEY$="" THEN GOTO 1399
1430 GOSUB 12000
1431 LET X=320
1432 COLOR 4:PSET (25,130):DRAW "R=X;"
1433 COLOR 2:PSET (25,170):DRAW "R=X;"
1440 COLOR 11:LOCATE 20,1:PRINT "Zoom sur l'oscilla-
teur RSI. ";CHR$(7);STRING$(20,32)
1450 FOR I=1 TO 150
1460 LET Z(I)=RSI(I)
1465 NEXT I
1470 LET CT=14:GOSUB 13000
1471 COLOR 2:LOCATE 6,50:PRINT "Cet indicateur"
1472 LOCATE 7,50:PRINT "fournit une"
1473 LOCATE 8,50:PRINT "indication sur"
1474 LOCATE 9,50:PRINT "les évolutions à"
1475 LOCATE 10,50:PRINT "moyen terme."
1476 LOCATE 15,50:PRINT "Son conseil:"
1477 LET MOYAC=TL(1):LET SINOP=10*INT(MOYAC/10)
1478 LET CRAC=TT(1):LET BIP=0
1480 IF RSI(1)>70 THEN LET TRSI=-1
1481 IF RSI(1)>55 AND CRAC>MOYAC THEN LET TRSI=0:LET
BIP=-SINOP
1482 IF RSI(1)<45 AND CRAC<MOYAC THEN LET TRSI=0:LET
BIP=SINOP
1483 IF RSI(1)<30 THEN LET TRSI=1
1485 LOCATE 16,50:PRINT "Ne pas agir."
1486 IF TRSI=-1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- VENDRE"
1487 IF TRSI=1 THEN LOCATE 16,50:PRINT "- ACHETER"
1488 IF TRSI=0 AND BIP<0 THEN LOCATE 18,50:PRINT
"Vendre si la valeur":LOCATE 19,50:PRINT "chute à
moins de";-BIP;"F."
1489 IF TRSI=0 AND BIP>0 THEN LOCATE 18,50:PRINT
"Acheter si le cours":LOCATE 19,50:PRINT "dépasse la
barre des";+BIP;"F."
1498 COLOR 11:LOCATE 23,1:PRINT "Pour continuer taper
une touche S.V.P. ";CHR$(7);STRING$(40,32)
1499 IF INKEY$="" THEN GOTO 1499
1500 CLS: COLOR 7
1501 REM ****
1502 REM *           *
1503 REM *   Interprétation globale de la   *
1504 REM *   tendance et conclusion.       *
1505 REM *           *
1506 REM ****
1510 LOCATE 15,1:PRINT "Voici le récapitulatif de mes
constatations:"
1520 LOCATE 16,1
1530 IF CCIDOP=3 THEN PRINT "L'IDOP montre une excel-
lente opportunité d'achat pour la séance à venir."
1531 IF CCIDOP=2 THEN PRINT "L'IDOP montre qu'il est
encore intéressant d'acheter."
1532 IF CCIDOP=1 OR CCIDOP=-1 THEN PRINT "ATTENTION:
l'IDOP est à surveiller renversement de tendance pro-

```

bable."

```
1533 IF CCIDOP=0 THEN PRINT "Pour l'IDOP: valeur à
suivre; évolution indécise actuellement"
1534 IF CCIDOP=-2 THEN PRINT "L'IDOP montre qu'il est
encore intéressant de vendre."
1535 IF CCIDOP=-3 THEN PRINT "L'IDOP montre une excellente
opportunité de vente pour la séance à venir."
1540 LOCATE 17,1
1550 IF CCMON=3 THEN PRINT "Le Momentum conseille vivement l'achat."
1551 IF CCMON=2 THEN PRINT "Le Momentum met en évidence une période d'achat."
1552 IF CCMON=1 OR CCMON=-1 THEN PRINT "Le Momentum manque de franchise dans son évolution."
1553 IF CCMON=0 THEN PRINT "Le Momentum est indécis"
1554 IF CCMON=-2 THEN PRINT "Le Momentum met en évidence une période de vente."
1555 IF CCMON=-3 THEN PRINT "Le Momentum conseille vivement la vente."
1560 LOCATE 18,1
1570 IF TRSI=0 THEN PRINT "Le RSI conseille de surveiller le cap des"; SINOP; "Francs."
1571 IF TRSI=1 THEN PRINT "Le RSI conseille d'acheter."
1572 IF TRSI=-1 THEN PRINT "Le RSI conseille de vendre."
1575 LET DLIQ=1:LET NLIQ=1:LET LIQA=0:LET LIQB=0
1580 IF TT(DLIQ)<0 AND NLIQ=1 THEN LET
LIQA=ABS(TT(DLIQ))
1581 IF LIQA<>0 AND TT(DLIQ)>0 THEN LET NLIQ=2
1582 IF TT(DLIQ)<0 AND NLIQ=2 THEN LET
LIQB=ABS(TT(DLIQ)):LET NLIQ=3
1583 IF NLIQ<>3 THEN LET DLIQ=DLIQ+1:GOTO 1580
1584 LET EQLIQ=LIQA-LIQB:LOCATE 19,1
1585 IF EQLIQ<0 THEN LET CCLIQ=-1:PRINT "Chute
de";ABS(EQLIQ);;"Francs sur les deux dernières liqui-
dations."
1586 IF EQLIQ=0 THEN LET CCLIQ=0:PRINT "Cours stable
sur les deux dernières liquidations."
1587 IF EQLIQ>0 THEN LET CCLIQ=1:PRINT "Hausse
de";EQLIQ;"Francs sur les deux dernières liquida-
tions."
1590 LET CONCLU=CCIDOP+CCMOM+CCLIQ+2*(TRSI)
1591 COLOR 14:LOCATE 20,1:PRINT "Ma conclusion: ";
1592 IF CONCLU<7 THEN PRINT "Excellent période
d'achat."
1593 IF CONCLU>6 AND CONCLU<=7 THEN PRINT "Période fa-
vorable à l'achat."
1594 IF CONCLU<=6 AND CONCLU>=-6 THEN PRINT "Patien-
ter quelques jours."
1595 IF CONCLU<-6 AND CONCLU>=-7 THEN PRINT "Période
favorable à la vente."
1596 IF CONCLU<-7 THEN PRINT "Excellent période de
vente."
1600 GOTO 480
1800 COLOR 11:LOCATE 23,1:PRINT "Désirez-vous revenir
à la courbe principale? (O/N)";CHR$(7);STRING$(20,32)
1810 LET K$=INKEYS:IF K$<>"O" AND K$<>"o" AND K$<>"n"
AND K$<>"N" THEN GOTO 1810
1820 IF K$="n" OR K$="N" THEN GOTO 1950
1830 GOTO 430
1941 REM ****
1942 REM *
1943 REM *     Rebouclage du programme *
1944 REM *     ou retour au MS DOS. *
1945 REM *
1947 REM ****
1950 LOCATE 23,1:PRINT "Désirez-vous étudier une
autre valeur? (O/N)";CHR$(7);STRING$(20,32)
1960 LET K$=INKEYS:IF K$<>"O" AND K$<>"o" AND K$<>"n"
AND K$<>"N" THEN GOTO 1960
1970 IF K$="n" OR K$="N" THEN SYSTEM
1980 GOTO 10
```



```
7941 REM ****
7942 REM *
7943 REM *     Sous-routine de calcul *
7944 REM *     automatique des échelles *
7945 REM *
7947 REM ****
8000 LET CMAX=TT(1):LET CMIN=CMAX:LET NCT=0
8001 FOR EFF=15 TO 19
8002 LOCATE EFF,1:PRINT STRING$(70,32)
8003 NEXT EFF
8010 LOCATE 15,1:PRINT "Calcul des axes en cours,
veuillez patienter."
8100 LET SCN=1
8110 LET COT=ABS(TT(SCN)):IF COT=0 THEN LET NCT=SCN-
1:RETURN
8115 IF CMAX< COT THEN LET CMAX=COT
8120 IF CMIN> COT THEN LET CMIN=COT
8130 IF SCN=1100 THEN LET NCT=1100:RETURN
8140 LET SCN=SCN+1:GOTO 8110
8441 REM ****
8442 REM *
8443 REM *     Sous-routine de choix *
8444 REM *     manuel des échelles *
8445 REM *
8447 REM ****
8500 LET CMAX=0:LET CMIN=0:LET NCT=0
8501 FOR EFF=15 TO 19
8502 LOCATE EFF,1:PRINT STRING$(70,32)
8503 NEXT EFF
8510 LET SCN=1:LET MCT=0
8520 IF TT(SCN)=0 THEN LET MCT=SCN-1:GOTO 8600
8530 LET SCN=SCN+1
8540 IF SCN=1101 THEN LET MCT=1100:GOTO 8600
8550 GOTO 8520
8600 LOCATE 15,1:PRINT "Pour le titre ";NT$;" je dis-
pose de";MCT;"citations."
8610 LOCATE 18,1:PRINT STRING$(80,32)
8620 LOCATE 18,1:INPUT "Sur combien de cotations
l'affichage doit-il porter";NCT
8630 IF NCT>MCT THEN LOCATE 20,1:COLOR 12:PRINT
"CHOIX NON VALIDE: NOMBRE CHOISI SUPERIEUR A CELUI DES
COTATIONS DISPONIBLES. ";CHR$(7):COLOR 11:GOTO 8610
8635 IF NCT<2 THEN LOCATE 20,1:COLOR 12:PRINT "*****"
"CHOIX NON VALIDE. *****";CHR$(7):COLOR 11:GOTO 8610
8640 LOCATE 20,1:PRINT STRING$(80,32)
8650 LOCATE 20,1:INPUT "Cote maximale de
l'échelle";CMAX
8660 LOCATE 21,1:INPUT "Cote minimale de
l'échelle";CMIN
8670 IF CMIN>=CMAX THEN LOCATE 21,1:PRINT
CHR$(7);STRING$(70,32):GOTO 8660
8700 RETURN
```



```

8841 REM ****
8842 REM *
8843 REM *      Sous-routine de traçage *
8844 REM *      des axes. *
8845 REM *
8847 REM ****
9000 CLS: COLOR 15
9010 LET X=605:LET Y=244:LET ZV=5:LET ZH=10
9020 PSET(25,225):DRAW "R=X;"
9030 PSET(50,250):DRAW "U=Y;"
9040 PSET(50,1):DRAW "F=Zv;L=2h;B=Zv;"
9050 PSET(635,225):DRAW "G=Zv;U=Zh;F=Zv;"
9100 COLOR 2:LET FH=1:LOCATE 20,17:PRINT "Une graduation par cotation."
9110 IF NCT>50 THEN FH=10:LOCATE 20,17:PRINT "Une graduation pour 10 cotations."
9120 IF NCT>500 THEN FH=100:LOCATE 20,17:PRINT "Une graduation pour 100 cotations."
9125 LOCATE 20,1:PRINT "Axe horizontal:":COLOR 15
9130 LET PAS=INT(500/(NCT/FH))
9140 LET NPCH=500/NCT
9150 FOR BX=50+PAS TO 550 STEP PAS
9160 COLOR 15:PSET (BX,225):DRAW "D=Zv;"
9166 LET DGRH=BX
9170 NEXT BX
9200 LET FOURCH=CMAX-CMIN:LET FV=1
9210 COLOR 2:LOCATE 21,1:PRINT "Axe vertical: Une graduation par franc."
9220 IF FOURCH>20 THEN LET FV=10:LOCATE 21,30:PRINT "pour 10 francs."
9230 IF FOURCH>200 THEN LET FV=100:LOCATE 21,30:PRINT "pour 100 francs."
9240 IF FOURCH>2000 THEN LET FV=1000:LOCATE 21,30:PRINT "pour 1000 francs."
9250 IF FOURCH>20000 THEN LET FV=10000:LOCATE 21,30:PRINT "pour 10000 francs."
9260 LET PAF=INT(200/(FOURCH/FV))-1
9265 LET NPFF=PAF/FV
9270 FOR BY=225-PAF TO 5 STEP -PAF

```

cours des cotations à venir en comparant le cours réel, après un léger lissage, à la moyenne mobile à court terme. Au total, comme on peut le constater en comparant son tracé à celui du cours réel apparaissant en gris, il présente une courbe légèrement en avance sur celle du cours réel et dont les inexactitudes sont

plus marquées. De plus, deux seuils, mentionnés en brun sur l'écran, indiquent si la valeur est surcotée ou sous-cotée.

L'oscillateur IDOP (Indicateur de décision optimisé) signale par ses pics les séances où il juge qu'il est opportun de vendre ou d'acheter. Des repères verts et rouges indiquent respectivement le seuil

```

9280 COLOR 15:PSET (50,BY):DRAW "L=Zv;"
9290 COLOR 8:PSET (50,BY):LET RH=550:DRAW "R=RH;"
9295 NEXT BY
9300 LET SEUIL=FV*(INT(CMIN/FV))
9310 COLOR 2:LOCATE 22,15:PRINT
"Origine:";SEUIL;"francs."
9400 LOCATE 20,60:COLOR 7
9410 PRINT "Réelle: ":";COLOR 14:PRINT "_____
9411 LOCATE 21,60:COLOR 7
9420 PRINT "50 jours: ":";COLOR 1:PRINT "_____
9421 LOCATE 22,60:COLOR 7
9430 PRINT "200 jours: ":";COLOR 10:PRINT "_____
9431 LOCATE 23,60:COLOR 7
9435 PRINT "Liquid. ":";COLOR 4:PRINT "_____
9440 LET LEC=0:LET PRXP=0:LET B=0:COLOR 14
9500 LET TYPE=1:GOSUB 10000
9510 RETURN
9541 REM ****
9542 REM *
9543 REM *      Sous-routine de calcul *
9544 REM *      des lissages 50 et 200 jours. *
9545 REM *
9547 REM ****
9600 LOCATE 23,1:COLOR 7
9610 PRINT "Calcul de la courbe 50 jours. Itération:"
9620 FOR PL=1 TO 1050
9625 LET CVL=0
9630 FOR VL=0 TO 49
9635 IF TT(VL+PL)=0 THEN LET VL=50:LET PL=1051:GOTO
9680
9640 LET CVL=CVL+ABS(TT(VL+PL))
9650 NEXT VL
9660 LET TL(PL)=INT(CVL/50)
9665 LOCATE 23,40:PRINT PL
9670 NEXT PL
9680 LET TYPE=2:GOSUB 10000
9700 LOCATE 23,1:COLOR 7
9710 PRINT "Calcul de la courbe 200 jours. Itération:"
9720 FOR PL=1 TO 900
9725 LET CVL=0
9730 FOR VL=0 TO 199
9735 IF TT(VL+PL)=0 THEN LET VL=200:LET PL=901:GOTO
9780
9740 LET CVL=CVL+ABS(TT(VL+PL))
9750 NEXT VL
9760 LET TLL(PL)=INT(CVL/200)
9765 LOCATE 23,41:PRINT PL
9770 NEXT PL
9780 LET TYPE=3:GOSUB 10000
9900 RETURN
9941 REM ****
9942 REM *
9943 REM *      Sous-routine de traçage *
9944 REM *      des courbes. *
9945 REM *
9947 REM ****
10000 LET LEC=0:LET PRXP=0:LET B=0

```

à partir duquel l'achat, ou la vente, est conseillé. Il s'agit d'un indicateur à très court terme.

Voici donc l'ensemble des graphiques que propose cette nouvelle page. Une fois toutes les courbes affichées l'ordinateur demandera : «Désirez-vous que je commente ces graphiques ? (O/N)». En cas de

réponse négative le programme reviendra vers les menus précédents. Dans l'affirmative la machine passera en revue les trois indicateurs les plus utiles, à savoir l'IDOP, le Momentum et le RSI. Un "zoom" est alors effectué sur chaque indicateur accompagné d'un rappel de sa fonction et d'un commentaire en "tout ou

```

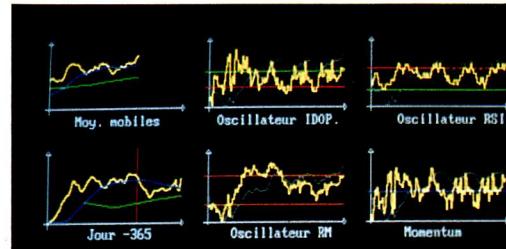
10005 FOR TR=DRH TO 50 STEP -NPCH
10010 LET LEC=LEC+1
10015 IF TYPE=1 THEN LET PTC=ABS(TT(LEC)):LET CLT=14
10016 IF TYPE=2 THEN LET PTC=ABS(TL(LEC)):LET CLT=9
10017 IF TYPE=3 THEN LET PTC=ABS(TLL(LEC)):LET CLT=10
10018 COLOR CLT
10020 LET PRX=225-(INT(PTC-SEUIL)*NPFF)
10025 IF PTC=0 THEN GOTO 10060
10030 LET L=PAS/FH
10031 IF TT(LEC)<0 AND TYPE=1 THEN COLOR
4:PSET(TR,224):DRAW"U=Y;":COLOR CLT
10035 IF PRX>224 AND PRXP>224 THEN GOTO 10059
10042 IF PRX>224 THEN LET B=224-
PRXP:PSET(TR+L,PRXP):DRAW"D=B;":GOTO 10059
10045 IF NPCH>=2 THEN PSET(TR,PRX):DRAW"R=L;"
10050 IF LEC<1 THEN LET B=PRX-PRXP
10051 IF PRX-B>224 THEN LET B=-(224-PRX)
10055 PSET(TR+INT(NPCH),PRX):DRAW"U=B;"
10059 LET PRXP=PRX
10060 NEXT TR
10070 RETURN
10100 COLOR 7:LET TRH=155:LET TRV=65:LET FP=3:LET
FL=6
10110 FOR GRH=10 TO 370 STEP 180
10120 FOR GRV=65 TO 165 STEP 100
10130 PSET(GRH-5,GRV):DRAW"R=TRh;"
10140 PSET(GRH,GRV+5):DRAW"U=Trv;"
10150 PSET(GRH+150,GRV+3):DRAW"E=FP;H=FP;D=FL;"
10160 PSET(GRH+3,GRV-60):DRAW"H=FP;G=FP;R=FL;"
10190 NEXT GRV:NEXT GRH
10200 LOCATE 6,6:PRINT "Moy.
mobiles";"STRING$(8,32);;"Oscillateur
IDOP.";"STRING$(8,32);;"Oscillateur RSI"
10210 LOCATE 13,8:PRINT "Jour -
365";"STRING$(11,32);;"Oscillateur
RM";"STRING$(10,32);;"Momentum"
10300 COLOR 2:PSET(185,33):DRAW"R=TRH;"
10310 COLOR 4:PSET(185,47):DRAW"R=TRH;"
10320 COLOR 4:PSET(365,30):DRAW"R=TRH;"
10330 COLOR 2:PSET(365,50):DRAW"R=TRH;"
10340 COLOR 6:PSET(185,125):DRAW"R=TRH;"
10350 COLOR 6:PSET(185,150):DRAW"R=TRH;"
10360 COLOR 1:PSET(365,140):DRAW"R=TRH;"
10370 COLOR 4:PSET(110,164):DRAW"U=TRV;"
10380 RETURN
11000 LET YTPR=0:FOR T=1 TO FINTR
11010 LET XT=XZ+FINTR-T
11020 LET YT=YZ-DSP(T)
11030 COLOR CLT:PSET(XT,YT):IF YTPR<0 THEN LET
DRV=YT-YTPR:DRAW"U=DRV;"
11040 LET YTPR=YT
11050 NEXT T
11060 RETURN
12000 CLS:COLOR 7
12010 LET X=350:LET Y=150:LET F=5
12020 PSET(10,200):DRAW"R=X;D=F;E=F;H=F;D=F;"
12030 PSET(35,225):DRAW"U=Y;R=F;H=F;G=F;R=F;"

```

```

12040 FOR I=1 TO 150
12050 LET Z(I)=RL(I)*2
12060 NEXT I
12070 LET CT=6:GOSUB 13000
12090 RETURN
13000 LET LD=0:LET VALP=0:COLOR CT:LET P=2
13010 FOR H=1 TO 150
13020 PSET(338-(2*H),199-Z(H)):DRAW"L=P;"
13030 IF VALP<>0 THEN LET V=VALP-Z(H):DRAW"R=P;U=V;"
13040 LET VALP=Z(H)
13050 NEXT H
13060 RETURN
20100 IF TEN(2)<7 THEN LET CCIDOP=3
20110 IF TEN(2)>TEN(1) THEN LET CCIDOP=-1
20120 IF TEN(2)>7 AND TEN(2)<=TEN(1) THEN LET CCIDOP=2
20130 RETURN
20200 IF TEN(2)>-7 THEN LET CCIDOP=-3
20210 IF TEN(2)<TEN(1) THEN LET CCIDOP=1
20220 IF TEN(2)<-7 AND TEN(2)>=TEN(1) THEN LET CCI-
DOP=-2
20230 RETURN
21100 LET CCMOM=3
21110 LET CTM=5-CCMOM
21120 IF MOM(CTM)<=25 THEN RETURN
21130 LET CCMOM=CCMOM-1
21140 IF CCMOM=0 THEN RETURN
21150 GOTO 21110
21200 LET CCMOM=-3
21210 LET CTM=5+CCMOM
21220 IF MOM(CTM)>=25 THEN RETURN
21230 LET CCMOM=CCMOM+1
21240 IF CCMOM=0 THEN RETURN
21250 GOTO 21210

```



Voici le récapitulatif de mes constatations:
ATTENTION: L'IDOP est à surveiller renversement de tendance probable.
Le Momentum est indécis
Le RSI conseille de surveiller le cap des 1960 Francs.
Cours stable sur les deux dernières liquidations.

Ma conclusion: Patienter quelques jours.

Désirez-vous que je commente ces graphiques? (O/N)

1LIST 2RUN+ 3LOAD" 4SAVE" 5CONT+ 6,"LPT1 7TRON+ 8TROFF+ 9KEY 8SCREEN

rien" du type : vendre, acheter ou ne pas agir. L'affichage passera à l'indicateur suivant sur la frappe d'une touche.

Après avoir exploré ces trois graphiques, l'ordinateur établira son commentaire global accompagné d'un avis. Afin de le confronter à votre opinion personnelle l'ensemble des courbes est de nouveau

affiché. En répondant aux questions posées il sera possible soit de revoir le zoom des indicateurs, soit de revenir au graphique principal, soit de charger une autre valeur en mémoire, soit encore de quitter le programme.

Rappelons que, pour pouvoir fonctionner correctement, les fichiers qu'utilise ce

logiciel doivent être remis à jour régulièrement. C'est pour cela que nous vous proposons, en annexe, un petit programme de mise à jour des fichiers.

Enfin ce logiciel est, bien évidemment, perfectible. Nous avons envisagé la possibilité de lui ajouter certains indicateurs et d'affiner son juge-

ment. Si de telles modifications vous intéressent, nous serions heureux que vous nous en avisiez par courrier. Nous pourrions alors juger si la publication de telles modifications se justifie car, faute de place, il nous est évidemment impossible de toutes les publier simultanément.

Henri-Pierre Penel

LIVRES

Léon Chertok
L'Enigme de la relation au cœur de la médecine
Laboratoires Delagrange, *Les Empêcheurs de penser en rond*, 485 p., 130 F.

Michel Steyaert
Hystérie, Folie et Psychose
Laboratoires Delagrange, *Les Empêcheurs de penser en rond*, 121 p., 84 F.

Léon Chertok, aujourd'hui disparu, fut un pionnier dans un domaine qui reste encore largement inexploré, l'hypnose. C'était cohérent avec son intérêt pour les phénomènes psychosomatiques et, dans l'ensemble, pour les effets de la relation malade/médecin, qui inspire le titre de l'ouvrage que voici, préfacé par sa collaboratrice Isabelle Stengers.

Il est nécessaire de préciser, pour le public large, que Chertok était un esprit aussi prudent qu'ouvert, peu enclin à s'engager dans des chapelles. Il est également utile de rappeler que l'hypnose est un phénomène réel, comme en témoignent les hypnoses d'animaux, notamment cobayes et souris.

Ce phénomène gêne aussi bien les médecins que les psychanalystes, parce qu'il est mal connu et qu'il est en général perçu comme un viol de personnalité. Les médecins, sauf quelques-uns qui s'en servent

pour obtenir une suppression de la douleur, répugnent à utiliser une technique dont le mécanisme n'est pas établi ; en effet, l'hypnotisé apparaît comme une cire molle, sur laquelle une empreinte maladroite pourrait laisser des traces durables et malencontreuses. Leur réserve se comprend fort bien. Les psychanalystes, eux, objectent que l'objet de leur art est de guérir la cause et non les symptômes d'une névrose (à quoi Chertok objecte qu'on n'a jamais guéri une névrose par la psychanalyse).

Le mystère demeure donc autant que les préjugés. Car l'hypnose a des effets singuliers : on peut, en effet, provoquer des brûlures de la peau sans aucun contact, simplement par suggestion, tout comme on peut guérir des verrues par suggestion. Nul ne sait où exactement dans le cerveau siège le mécanisme qui réalise ces transformations, ni comment celles-ci se réalisent. Ce serait pourtant intéressant pour l'explication de manifestations somatiques de certains états émotionnels (on a évoqué la possibilité de déclenchement de certains cancers par un relais cérébral), mais Chertok est clinicien, non neurophysiologiste, et il ne s'aventure pas à proposer des explications organiques.

Ceux qui sont familiers de la psychiatrie et de la psychosomatique trouveront grand intérêt dans ces pages, très claires et sans jargon. Ceux qui n'en savent rien y trouveront un excellent aliment à une réflexion originale.

Dans la même collection, que les laboratoires Delagrange financent avec un beau dévouement de mécènes, on trouvera un petit livre fascinant et dérangeant par son originalité ; c'est celui qui, signé par Michel Steyaert et cité plus haut, démontre que l'hystérie n'est ni une psychose, ni une névrose, comme il avait été précédemment soutenu, mais un type de trouble mental qui constitue une catégorie à part ; celle-ci est un délire causé par une exaltation anormale de la personnalité, c'est-à-dire un narcissisme pathologique. L'hystérique est comparable à quelqu'un qui voudrait imposer aux autres, et notamment aux personnes désirées, une image qu'il s'en est faite.

Une volonté de référence à la psychanalyse ne contribue pas vraiment à la clarté de la conclusion, mais ce traité devrait faire date.

Gerald Messadié

Pr Philippe Rouger
L'Empreinte humaine
De l'éthique à la génétique
Mercure de France, 218 p., 140 F.

Fondation Jean-Brachet
L'Homme et ses Génèses
Université de Bruxelles-Vigot, 124 p., 98 F.

Philippe Frossard
La Loterie de la vie
La génétique et ses implications pour l'homme
Dunod, 300 p., 125 F.

Nous avons et nous aurons de plus en plus de livres sur la génétique. Ce qui ne gâte rien, ils sont souvent excellents, comme ceux-ci.

Celui du Pr Rouger, biologiste

et directeur de l'Institut national de transfusion sanguine, traite des divers aspects de l'empreinte génétique, celle que nous avons héritée de nos parents et de nos ancêtres, de ses variations avec et sans effets biologiques, des marqueurs, des 1 500 zones de l'ADN qui font la spécificité de chacun, de l'utilisation pratique de l'identification de l'ADN, et de bien d'autres questions associées. Il prend la peine d'expliquer comment l'ADN s'exprime et il offre en prime un lexique fondamental de la génétique. C'est un modèle du genre.

Il en apprend assez pour qu'on puisse passer à un autre ouvrage de génétique, celui de la fondation Jean-Brachet, qui s'intéresse aux anomalies chromosomiques, énumère leurs causes, explique comment synthétiser de l'ADN *in vitro*, expose les dernières théories sur le cancer, offre un excellent aperçu sur les traitements de certaines carences, bref, constitue un excellent complément d'information pour ceux qui ne possèdent que les bases.

Plus discret, l'ouvrage de Philippe Frossard, biologiste lui aussi, explique les données de certains grands thèmes de la génétique, comme la thérapie génétique, l'éthique des interventions génétiques, les données actuelles sur les causes du vieillissement. Paradoxalement, il retient surtout par des informations incidentes : par exemple, des autopsies pratiquées sur des personnes âgées censées être mortes de mort naturelle ont démontré qu'elles avaient, en fait, succombé à des infections non décelées. Par exemple encore, la schizophrénie des Anglais et des Islandais est différente de celle des Suédois.

L'ouvrage, premier-né d'une nouvelle collection de Dunod,

eut gagné à être un peu resserré, et à éviter des phrases telles que : «La biologie moléculaire est un domaine complexe», ou : «A première vue, il est relativement délicat de présenter les choses telles qu'elles sont». Mais enfin, nous savons que les biologistes ne courent pas après le style.

G.M.

Michel Louis **La Bête du Gévaudan** Perrin, 334 p., 135 F.

Ce livre présente les travers et les qualités des ouvrages de passionnés, et Michel Louis est passionné par son sujet jusqu'à la manie. Il est bien disert, sans doute, mais il semble avoir mis fin aux débats qui entourent depuis deux siècles et demi l'affaire de la Bête du Gévaudan. Celle-ci, les zoologistes, les amis des bêtes et les amateurs d'histoire le savent, fut un monstre mystérieux qui, entre 1764 et 1767, sema la terreur dans le Gévaudan et le sud de l'Auvergne, tuant plus de cent personnes et tenant en échec des battues exceptionnelles organisées par les meilleurs chasseurs du royaume.

La Bête déroula par la singularité de ses attaques : l'auteur, qui dirige un zoo à Amnéville, et semble entretenir d'excellents rapports avec des loups, a beau jeu de prouver que le style de ces agressions n'est pas coutumier des loups. Ceux-ci ne courrent pas après des adultes en plein village, ne déshabillent pas leurs victimes et, surtout, ne les décapitent pas systématiquement, comme avec une lame. De plus, aucun loup ne peut résister à des coups de baïonnettes, ni à des décharges répétées de fusil.

On a dit que c'était un homme déguisé en loup ; il est vrai, dix ans après que la Bête eut vraiment été tuée, un individu habillé d'une peau de

loup commit des meurtres. Mais Louis prouve que la Bête en était bien une. Un vrai loup ? Non, pas vraiment, l'hypothèse défendue dans ces pages est séduisante autant que vraisemblable, et nous ne la défloreronas pas ici pour le lecteur. Ce ne fut, en tous cas, ni un ours, ni une hyène, ni aucune autre bête.

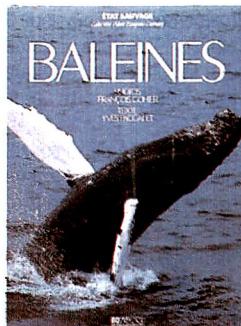
Toutefois, et c'est là le plus captivant de l'affaire, l'auteur montre aussi que cette bête avait été dressée pour tuer. Par qui ? Il met en cause un certain Antoine Chastel, fils de "sorcière" et, en tous cas, mauvais sujet, qui aurait agi de concert avec un aristocrate dégénéré et "sadique", d'Angeniers, tous deux liés ou ne sait par quelle complicité ténébreuse, sans doute teintée de goût pour la sorcellerie, et animés par une cruauté infâme.

Une méticuleuse instruction *post mortem*, un raisonnement rigoureux et une enquête policière qui range le chien des Baskerville auprès des contes aimables.

G.M.

Yves Paccalat François Gohier **Baleines** Atlas, 117 p., 199 F.

Si les baleines étaient musiciennes, Rostropovitch pourrait ranger sa baguette et son archet, car les oreilles des cétacés sont des chefs-d'œuvre dont les cellules sensorielles sont plus nombreuses que chez n'importe quel autre mammifère. Elles leur servent d'ailleurs d'yeux, car l'eau de mer n'est pas limpide. Les fréquences sonores qu'elles perçoivent vont de 20 à 20 000 Hz, contre de 20 à 16 000 Hz pour l'homme. Le cachalot, l'orque, le dauphin, possèdent ainsi un sonar naturel d'une admirable précision :



«Le Pr René-Guy Busnel a montré que, les yeux bandés, un dauphin commun détecte à 1 m de distance un fil de cuivre de 2/10e de mm.»

Ce spécimen du texte de Paccalat donne la densité générale d'information de l'ouvrage. Les photos de Gohier atteignent au maximum de la précision dans le dynamisme, mais aussi du lyrisme dans l'observation scientifique. L'impression (faite à Singapour) atteint à une qualité éblouissante. Le plus blasé des lecteurs devrait y retrouver sa capacité d'émerveillement.

G.M.

Alliage **Savoir... rire** N° 11-12, 98 p., 115 F. Revue trimestrielle Association ANAIS, 78 route de Saint-Pierre-de-Féric, 06000 Nice.

Il nous manquait un équivalent en français de l'impayable publication américaine *Journal of the Irreproducible Results*, c'est-à-dire, pour les anglophones, "journal des résultats irreproductibles". C'est arrangé : *Alliage*, revue impertinentie, l'a fait pour une parution. Du rapport sur les éléphants bleus du lac Saint-Jean à la fausse lettre de Mme de Sévigné, du calcul de Dieu de Boris Vian au traité de cocotologie de Miguel de Unamuno, tout (ou presque) y est destiné à ti-

tiller l'esprit de dérision à l'égard des pédratasses qui, trop souvent, obscurcissent le paysage scientifique.

Relevons l'excellent essai sur le postulat d'Euclide, de Jean Lescure, inspiré des méthodes de l'Oulipo (Ouvroir de littérature potentielle, créé par le mathématicien François Lé Lionnais et Raymond Queneau). Les variations sur thème, comme la posture d'Euclide, le potache d'Euclide, le potager d'Euclide, la potasse d'Euclide, le poteau d'Euclide et autres valent leur non-pesant de malignité. Exemple : «S+6 (d°) : La potasse d'Euclide : si deux druides situés dans une plantation font avec une même seconde les animations intérieures de ! même cotisation dont la somme soit plus petite que deux dromadières, ces deux druides se rencontrent dans cette cotisation.»

Ce genre d'absurdités, que cultiva jadis un mathématicien tel que Lewis Carroll, l'auteur d'*Alice au pays des merveilles*, présente le double intérêt de contraindre à la réflexion, c'est-à-dire à la recherche de liens logiques dans un ensemble illogique, et de faire rire. Et partant, d'éviter de jargoner. Un vaste bravo.

G.M.

Marianne Colombier **La peur en avion et la sécurité aérienne** L'Alhambra, 216 p., 129 F.

Ce n'est pas une peur, c'est une phobie. Elle est basée sur un fait simple : c'est qu'on ne peut pas s'arrêter pour descendre. On aura beau répéter aux gens que l'avion est beaucoup plus sûr que l'auto, rien n'y fait. Un ingénieur général de l'armement, J.-C. Wanner, rapporte le cas d'une dame

qui, dans un avion brinquebalé par une tempête, a détaché sa ceinture et s'est mise à courir dans le couloir.

Commencé sur le ton ironique, le livre s'achève sur le sérieux : on y apprend, par exemple, le protocole de visites techniques d'un Boeing 747. Tous les jours, il subit un contrôle superficiel et une vérification de "check-list" par le pilote. Toutes les 400 h, un check A, qui représente 96 h de main-d'œuvre. Tous les trois checks A, il subit un check B : deux jours d'immobilisation et 300 h de main-d'œuvre. Tous les deux ou trois checks B, un check C : l'avion entre au hangar, est mis sur vérins et inspecté en profondeur. Tous les 76 mois, ou toutes les 15 000 h de vol, l'avion subit un check D : il est "dépeint", pour vérifier qu'il n'y a pas de fissures sournoises, et l'appareil est entièrement décortiqué.

A Toulouse, cela représente 20 000 h de vol pour un 727, 12 000 h pour un 737 (parce qu'il est plus jeune). Un avion est certifié pour pouvoir décoller avec la moitié de sa puissance réelle. C'est pour cela que 11 % du prix d'un billet d'avion sont consacrés à sa maintenance. Pour traiter certaines phobies.

G.M.

Henri Broch
Au cœur de l'extraordinaire
Voyage zététique
Horizon chimérique,
 386 p., 120 F.

Le philosophe grec Pyrrhon avait baptisé "zététique" l'art de chercher la vérité. Art selon lui difficile, car il implique qu'on laisse dans la marge toute théorie et toute affirmation qui ne s'appuient sur des preuves inébranlables. Henri

Broch enseigne la physique à l'université de Nice. Il dirige aussi la collection zététique chez l'éditeur cité plus haut (1).

Le dernier-né de sa collection est de lui-même : c'est un voyage «au cœur de tout ce qui est sidérant, fabuleux, paranormal», et donc extraordinaire. De l'astrologie aux miracles de Lourdes, en passant par les mystères des pyramides ou de l'île de Pâques, les atterrissages extraterrestres, la mémoire de l'eau, il ne reste plus grand-chose à la fin de la promenade.

Pourtant l'auteur est sans parti pris et cherche toujours des traces de vérité dans des dossiers suspects. Exemple : pour lui, les célèbres tablettes de Glozel, près de Vichy, méritent réexamen, car on a extrait de ce site des céramiques que la thermoluminescence date du début de notre siècle, voire de quelques siècles plus tôt, ainsi que des ossements que la datation au 14 C renvoie au Paléolithique.

Broch sait travailler "sur le terrain" ; il a ainsi rendu visite à un médecin «tout ce qu'il y a d'officiel», qui photographie à plusieurs mètres l'aura, ou auréole censée être invisible, qui entourerait le corps de ses patients ; ce qui le mène à diagnostiquer un cancer du sein. Le récit de la visite est piquant... surtout pour le médecin.

Broch reconstitue aussi quelques-uns des tours de marchands de paranormal, comme de prédire, vingt-quatre heures avant le tirage, les numéros gagnants au loto ou marcher pieds nus sur des braises ardentes. Bref, le livre est profondément original.

Cet auteur ne prétend pas à l'exclusivité dans la dénonciation de la pseudo-science, et l'un des intérêts de ce livre est le répertoire thématique et la bibliographie (près d'un millier

de titres) zététiques. C'est bien utile pour tous ceux qu'agace ou inquiète le brouhaha de farceurs, d'escrocs ou de jobards qui traîquent dans le "paranormal". Si l'on ne trouvait pas cet ouvrage en librairie, on peut se le faire adresser à domicile, moyennant un chèque de 120 F, à l'Horizon chimérique, 7-8 rue Leytaire, 33000 Bordeaux. **Michel Rouzé**

(1) La collection comprend déjà *Incrovable... mais faux !* d'Alain Cuniot, *Astrologie, science, art ou imposture*, de Frédéric Lequèvre, et *les Moissons de l'intelligence*, d'Isaac Asimov. Relevant qu'il a fallu l'audace d'un petit éditeur bordelais pour que le public français puisse avoir enfin accès à cet ouvrage du grand écrivain américain, disparu récemment, ennemi juré du charlatanisme pseudo-scientifique. Asimov était membre du comité américain pour l'étude scientifique des allégations de phénomènes paranormaux.

George Gamow
M.Tompkins

Dunod, 240 p., 135 F.

A la bonne heure ! Enfin la réédition en un seul volume de ces deux ouvrages de tout premier ordre ! Gamow, physicien russe de très haut niveau, mort en 1968, fut l'un des pionniers de l'hypothèse du Big Bang, et, pour Jean-Claude Pecker, qui préface la réédition, sa prédiction du rayonnement centimétrique à 3 K aurait dû lui faire partager le prix Nobel avec Penzias et Wilson.

C'est que Gamow, faute grave, avait oublié d'être pédant. Pis, il faisait de la vulgarisation et pis encore, il écrivait bien et clairement, comme le faisait la vieille école (Pecker rappelle à ce propos que Louis de Broglie se refusait à mettre des équations dans ses textes et, au lieu d'écrire $f = m \cdot g$, il écrivait «la force est le produit de la masse par l'accélération»). Pour lui, écrire clair était un acte politique.

Donc, Gamow inventa

M.Tompkins, petit bureaucrate londonien qui se retrouve, ébaudi, dans le monde bizarre de la physique. Au lieu de bêtifier, comme le font certains quand ils prétendent "se mettre à la portée" des profanes, Gamow est poète, à la façon de Jules Verne ; il écrit par exemple : «Explorant plus avant le pays quantique, nos voyageurs rencontrèrent des tas d'autres phénomènes, tels que des moustiques quantiques, qu'on pouvait à peine localiser à cause de leur faible masse.» Entre autres scènes exotiques, la description d'un flirt de M.Tompkins avec une ravissante jeune fille dans un espace courbe à trois dimensions mérite aussi une place dans les anthologies. Les illustrations, un rien démodées et très britanniques, contribuent énormément au charme de la lecture. A ranger auprès des *Voyages de Gulliver* et de *De la Terre à la Lune*.

Citons pour finir le vœu de Pecker : «Il faudra que les journalistes qui cultivent Baudelaire, Proust ou Mallarmé s'habituent à penser qu'Einstein ou Broglie font aussi bien partie de notre culture de base.»

G.M.

Sous la direction de
Daniel Lévine
Amérique continent imprévu
La rencontre de deux mondes
Bordas, 192 p., 285 F.

A ceux qui ignorent tout des Indiens d'Amérique ou qui ne les connaissent qu'à travers les bandes dessinées, ce livre sera une révélation. Comme le titre l'indique, on n'y traite que des Indiens rencontrés par les premiers navigateurs européens, à savoir les Incas et les Azteques de l'Amérique centrale

Nouvelle méthode plus facile, plus efficace

Votre première leçon d'anglais ou d'allemand gratuite

avec cette cassette d'essai de la méthode réflexe-orale

et du Sud et les tribus indiennes de l'Amérique du Nord. On ne trouvera donc rien sur les Mayas dont la civilisation s'est éteinte au X^e siècle, bien avant l'arrivée des premiers Européens.

Contrairement à la légende, les Indiens n'étaient pas des sauvages. Certains, comme les Incas, les Aztèques, les Hurons, les Iroquois, les Taïnos, les Natchez de Louisiane (que Chateaubriand a visités), avaient atteint un haut degré de civilisation dans le domaine de l'art et de l'organisation sociale. A preuve, les magnifiques objets qu'ils nous ont légués : masque iroquois, coiffe de plumes portée par les Indiens mundurucus, casse-tête huron, siège cérémoniel utilisé par les dignitaires taïnos, sans oublier toutes les merveilles de l'art aztèque et inca, davantage connus du public.

On retiendra surtout le chapitre consacré aux Taïnos, d'une part parce qu'ils furent les premiers Américains que les Européens rencontrèrent en mettant les pieds sur ce qu'ils croyaient être le pays du Grand Khan, d'autre part parce qu'il s'agit de la première étude complète sur cette population, longtemps négligée.

Le premier contact eut lieu dans la matinée du 12 octobre 1492, lorsque Christophe Colomb aborda dans l'une des îles Lucayes, dans les actuelles Bahamas. Ils sont alors décrits comme étant de grande taille, bien proportionnés avec le corps ou le visage peints, et ayant des cheveux lisses, épais comme du crin de cheval et coupés court, à l'exception d'une frange qui leur tombe sur les sourcils. Ils ne portaient pas d'armes, car ils ignoraient le fer, mais, en revanche, ils connaissaient l'or, dont ils se faisaient des coiffes ou des

pendentifs qu'ils s'accrochaient à la cloison nasale. Leurs lits étaient des hamacs et leurs embarcations étaient des troncs d'arbre taillés dans la masse.

Leur économie reposait en grande partie sur l'agriculture du coton, du tabac, des tubercules (entre autres, le manioc), du maïs, des haricots, des poivrons, des cucurbitacées et diverses sortes de fruits, comme l'ananas. Leur organisation sociale, enfin, était très hiérarchisée, avec, au sommet, les seigneurs, ou caciques, puis, en dessous, les dignitaires et, en bas, les gens du commun, qui constituaient la dernière classe de la société avant les esclaves.

Problèmes de communication, différences de cultures, au bout de quelques jours, les Taïnos, malgré les cadeaux reçus, se mirent à fuir devant les étrangers. Malentendus qui iront ensuite en s'aggravant. On connaît la suite.

Ecrit par des spécialistes, mais au contenu facile à lire, et illustré de cartes et de photos représentant des objets rarissimes, provenant des réserves du musée de l'Homme, cet ouvrage satisfait à la fois les yeux et l'esprit. Un livre précieux, à conserver.

Pierre Rossion

Bertrand Russell Introduction à la philosophie mathématique

Payot, 384 p., 190 F.

réédition utile d'un ouvrage célèbre écrit en 1919 (en prison, car Russell était objecteur de conscience !) qui fonde la philosophie des mathématiques, dite logicisme. Ouvrage de haute volée, de valeur historique, réservé aux chercheurs.

G.M.

Connaitre une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur.

Vous parlerez dans un délai record: sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que

ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

Vous parlez couramment avec un accent impeccable: la méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous «débrouiller» dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.

Demandez la cassette gratuite: pour vous rendre compte sans risque, demandez la leçon gratuite avec sa cassette en renvoyant le bon ci-dessous.



GRATUITS

1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

Bon à retourner à Service A, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75847 Paris Cedex 17. A 14T



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

Anglais ou Allemand

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

Mon nom Mon prénom

N° et Rue

Code postal Ville

© C.E., Paris, 1988

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

PHOTO

Un reflex expert

Dernier-né des reflex 24 x 36 Dynax de Minolta, le modèle 5 xi intègre un système expert, c'est-à-dire un système doté de multiples réglages automatiques parmi lesquels l'appareil choisit lui-même le programme le mieux adapté au sujet. C'est le cas de l'autofocus, de l'exposition et du flash. Concernant la mise au point, celle-ci se fait en continu sur une large plage de mesures, avec anticipation lorsque les sujets sont mobiles (grâce à l'ordinateur de bord, la mise au point se fait sur la distance à laquelle se trouvera le sujet à l'instant du déclenchement). La lumière est analysée par sept segments de cellules disposées en nids d'abeilles dans le champ de visée, et par un huitième segment pour la périphérie de

l'image. Le système expert détermine automatiquement le meilleur couple vitesse/diaphragme. Mais le 5 xi laisse aussi la possibilité à l'opérateur d'intervenir et de choisir lui-même un programme en privilégiant un diaphragme ou une vitesse. Il peut en particulier faire une mesure spot et une correction d'exposition (+ ou - 4 diaphragmes). A noter également le système de cartes-logiciels (les mêmes que sur les autres modèles Dynax) qui augmente les possibilités de l'appareil, l'obturateur électronique de 30 s au

1/2 000 s, les systèmes de cadrage et pré-cadrage automatiques, les sensibilités de 25 à 5 000 ISO, le retardateur et

l'entraînement motorisé du film. Dimensions : 15,2 x 9,9 x 6,8 cm. Poids : 525 g. Prix : 3 600 F.



ÉCOLOGIE

Des coccinelles dans le courrier

C'est une idée originale qui a démarré à Caen (Calvados), où le service municipal utilise depuis des années des coccinelles

pour se débarrasser des pucerons dans les espaces verts. La société Proferty lui fournit les œufs qui éclosent sur les plantes infes-

tées. Cette entreprise se propose d'élargir son expérience et d'envoyer par la poste des tests à 1 000 destinataires. Ceux-ci recevront dix œufs qui donneront naissance à des coccinelles capables de manger jusqu'à 150 pucerons par jour. Un guide sur l'élevage des coccinelles est joint à l'envoi. Pour compléter son information, la société Proferty demande aux testeurs de renvoyer une fiche comportant des détails sur l'expérience. Renseignements : Michèle Frénel, 20 rue des Eglantiers, 14000 Caen. Tél. : (16) 31 75 31 00.

SON

Un studio amateur

Véritable studio d'enregistrement pour amateurs, c'est ce qu'est le Portastudio 464 de TEAC. L'appareil, de dimensions très modestes (44,1 x 11,5 x 35,6 cm et 5 kg), comprend une console pour le mixage de douze sources sonores et un magnétophone quatre pistes à cassette. De plus, il est doté d'une entrée source extérieure avec dolby stéréo, d'un réducteur de bruit DBX et d'un dispositif d'insertion d'effets spéciaux. Prix : 5 990 F.



COMMUNICATION

Un journal en braille

Le premier hebdomadaire d'information en braille vient de naître dans les Alpes-Maritimes, grâce à une collaboration entre le CCNV (Centre de communication non visuelle) et le quotidien *Nice-Matin*. Les articles, sélectionnés par un comité de lecture, sont saisis sur ordinateur et traduits en braille grâce à un logiciel spécialisé. Une embosseuse, imprimante qui restitue en relief les caractères braille, se charge ensuite de l'édition. Ce journal est aujourd'hui disponible sur abonnement. Ajoutons que le poste de traduction, qui comporte un scanner, un ordinateur et l'embosseuse, est à la disposition de tout non-voyant désireux d'obtenir une version braille d'un ouvrage. Des postes de ce type sont déjà installés dans des écoles (Nice et Grasse) et un autre sera placé à la bibliothèque de la faculté de droit de

Nice, en octobre prochain. Renseignements : CCNV, au Centre international de communication avancée, route des Crêtes, Sophia-Antipolis, 06560 Valbonne. Tél. : (16) 92 94 21 41.



SON

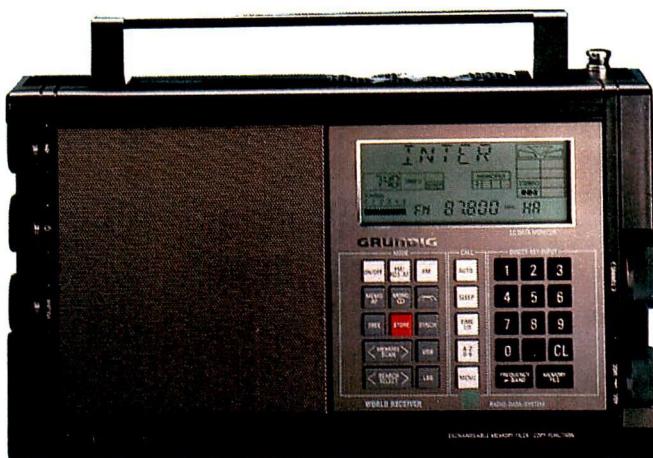
Microcassette dans un boîtier design

La miniaturisation et les performances des magnétophones et dictaphones Pearl-corder, d'Olympus, ont fait leur succès. Voici aujourd'hui le Pearl-corder L-400, ultra-minimatisé : 7 x 5 x 2 cm et 90 g. De plus, ce magnétophone est traité comme un objet d'art, avec revêtement en alliage de cuivre, étain et nickel. Il se déclenche à la voix et est autoreverse (durée totale de la bande : 3 heures). Ses performances en fréquences sont de 400-4 000 Hz à 2,4 cm/s et de 400-2 700 Hz à 1,2 cm/s. Prix : 2 450 F.



SON

À l'écoute du monde, chez vous



Le Satellit 700 de Grundig est un récepteur radio programmable, destiné aux voyageurs et aux radio-amateurs. C'est le premier poste de ce type pouvant analyser les informations RDS (Radio Data System). Ce système de recherche automatique d'émissions en modulation de fréquence, adopté dans toute l'Europe, permet de capter le meilleur émetteur diffusant une station de radio.

Le Satellit reconnaît les signaux RDS, affiche en clair le nom de la station, et se recalcule automatiquement sur l'émetteur FM le plus proche. Douze stations ondes courtes préréglées sont mémorisées avec huit fréquences différentes pour chacune. Il est en outre programmé avec soixante-quatre emplacements pour enregistrer des fréquences, dotées chacune de huit possibilités. On peut ajouter trois modules de mé-

moire supplémentaires, ce qui porte à 2 048 les possibilités de fréquences captables avec cet appareil. Ce poste, surtout destiné à capter les ondes courtes, possède un système de reconnaissance des signaux BLU (Bandes latérales uniques) indispensable à la réception des émissions radio-amateurs. Pour tous ces programmes, l'utilisateur suit un menu sur un écran à cristaux liquides. Il peut aussi inscrire sur cet écran le nom de

la station (8 caractères) correspondant à la fréquence qui l'intéresse. Le Satellit a une puissance musicale de 2 x 3 W en stéréo, une horloge programmable sur deux fuseaux horaires et une alarme. Livré avec deux antennes (MF/OC et PO/GO), il peut se fixer sur un tableau de bord (30,4 x 17,8 x 6,6 cm ; 1,8 kg). Il fonctionne sur secteur avec un adaptateur, sur batterie rechargeable de 9 à 12 V ou sur piles. Prix 4 000 F.



VIDÉO

Un téléviseur "poids plume"

Audiosonic, marque hollandaise de la société Electronics Nederland, commercialise un téléviseur (Audiosonic KRB 1572) de dimensions réduites (25,5 x 26 x 32,5 cm ; 5,8 kg), conçu pour les voitures, caravanes et bateaux. Doté

d'un écran de 25 cm, il est PAL/SECAM, comporte une prise d'antenne, une prise périphérique et possède une télécommande infrarouge avec affichage des fonctions sur l'écran. (Electronique Mirabeau, 17-21 rue de Javel 75015 Paris). Prix : 2 590 F.



PHOTO

Un compact sans réglages

Le ZM 3, fabriqué par la firme australienne Hanimex, est l'un des 24 x 36 les plus simples du marché. Doté d'un zoom 6,7-9,5 de 35-52 mm sans réglage, il permet la prise de vues depuis 2,20 m. Sa vitesse d'ob-

turation est fixée au 1/120 s. Le boîtier intègre un flash et la motorisation du film (100 ou 400 ISO) concerne le chargement, l'avance et le rebobinage. Dimensions : 12,7 x 7 x 3,6 cm. Poids : 245 g. Prix : 450 F.

PHOTO

Format panoramique sur un 24 x 36 à zoom

L'AZ-220 Wide Zoom, d'Olympus, est le premier appareil 24 x 36 compact équipé d'un zoom (3,5-6,5 de 28-56 mm) commutable en appareil panoramique. Dès que l'utilisateur sélectionne ce mode, le champ du viseur s'agrandit d'un facteur 1,2. Le changement de format peut se faire en cours de film. Cet appareil dispose, par ailleurs, de multiples perfectionnements :



TÉLÉ-INFORMATIQUE

Une borne d'information installée par La Poste

Placée par La Poste dans un centre commercial, la borne interactive NCR 5692 permet d'obtenir des conseils financiers de La Poste ou de se diriger dans le centre. La consultation s'effectue à partir d'un écran tactile. Les informations sont stockées dans un disque dur de 40 Mo. Le système propose, d'une part, un questionnaire destiné à intéresser les utilisa-

teurs aux produits et services de La Poste, d'autre part, une liste des magasins du centre commercial et leur emplacement sur un plan, avec leur numéro de téléphone. Un ticket imprimé portant l'itinéraire conduisant au magasin choisi est délivré à l'utilisateur. Renseignements : Imedia International, Cap 107, 67 rue Robespierre, 93558 Montreuil Cedex.

SON

Super-casque pour mélomane

Sennheiser, leader européen des casques hi-fi haut de gamme, propose, sous le nom d'Orpheus, un ensemble casque et amplificateur raffiné, en bois de hêtre lamellisé, et pratiquement fabriqué à la main. Il utilise des transducteurs électrostatiques de haute qualité. Placés entre deux électrodes en verre, les diaphragmes du casque – constitués d'un film polymère de



1 micromètre d'épaisseur et revêtus d'une pellicule d'or – sont excités sur toute leur surface. Ainsi, la linéarité est améliorée et la sensibilité aux phénomènes de distorsion par intermodulation réduite. Sa réponse atteint 25-75 000 Hz à -3 dB. Le casque est conçu pour épouser les oreilles sans les comprimer.

De structure ouverte, il assure un confort d'écoute presque équivalent à une écoute naturelle. Les différentes sources numériques (lecteur de disque compact, magnétophones DAT...) peuvent être connectées sur une prise coaxiale ou optique. L'amplificateur, pour sa part, est la synthèse de la

technique traditionnelle (les tubes) et de la technique de pointe (le traitement numérique du signal). La plage des fréquences transmises est de 10-20 000 Hz à -0,25 dB, avec moins de 0,01 % de distorsion. Produit en quantité limitée (300 exemplaires), Orpheus est vendu 50 000 F environ.

SON

Allez écouter des bruits à La Villette

Jusqu'au 31 octobre 1992, les 35 hectares du parc de la Villette bruissent d'échos, de coassements et de divers autres bruits appartenant à la nature et à notre environnement sonore. Cinq artistes ont participé à la création d'un par-

cours, appelé «Le chemin à l'oreille», dans le but de nous faire redécouvrir certains sons, auxquels nous ne sommes plus attentifs. Des «sculptures sonores» y sont installées, composées d'éléments en bois, aluminium, bambou, cordes,

elles s'élèvent jusqu'à 5 mètres. Ces constructions réagissent bruyamment au vent et le public peut les toucher pour obtenir des sons. D'autres installations acoustiques, placées autour de la grande halle, enregistrent les

sons produits à l'intérieur par le brouhaha et les voix et les restituent, transformés par des modulateurs de forme, pour que les visiteurs les entendent à l'extérieur. Renseignements : (1) 42 40 27 28 poste 1349, Carole Polonsky.

PHOTO

Montures Nikon et Minolta pour des objectifs Tamron

Tamron, qui fabrique depuis longtemps des objectifs pour toutes les marques de boîtiers, vient de lancer deux zooms (2,8 de 70-210 mm et 2,8 de 35-105 mm) pour un reflex AF Nikon et Minolta et un téléobjectif 2,8/300 mm pour Nikon AF. Ce dernier fait appel aux techniques optiques les plus récentes : verre spécial à faible dispersion pour deux lentilles (meilleure netteté d'image) et mise au point interne par lentilles flottantes (donc sans

allongement de la monture). Prix : 22 000 F.

Le zoom 35-105 mm associe une lentille asphérique à une mécanique compacte. Il est annoncé avec de hautes per-

formances. Prix : 6 000 F.

Le zoom 70-210 mm remplace le 80-200 mm et, grâce à des verres ID (faible dispersion de lumière), possède un "piqué" plus élevé. Prix : 8 500 F.



▲ **Festival du film 9,5 mm d'Albi**, du 27 juillet au 1^{er} août, avec projections de films amateurs, exposition sur «Les débuts du cinéma amateur» et un cycle de conférences sur les techniques cinématographiques.

PHOTO

Un Leica bis tout mécanique

Il y a quatre ans, la firme allemande Leica lançait le Leica R6, le seul reflex mono-objectif purement mécanique de classe professionnelle. Aujourd'hui, cet appareil est remplacé par le Leica R6-2. Ressemblant au précédent, il comporte cependant quelques améliorations : il est doté d'un obturateur méca-

nique au 1/2 000 s et d'un indicateur lumineux dans le viseur pour la mesure TTL au flash (lumière traversant l'objectif) en pose "B". La mesure de la lumière ambiante s'opère aussi à travers l'objectif. Elle est sélective sur une plage de 7 mm de diamètre ou intégrale sur tout le champ. Par ailleurs, l'appareil



utilise la gamme d'optiques de la marque, soit plus de 30 objectifs de 15 mm à 800 mm de focale. A noter, enfin, la robustesse du boîtier réalisé en aluminium moulé sous pression (jusqu'à 1 mm d'épaisseur). Dimensions : 9 x 14 x 6 cm. Poids : 625 g. Prix : environ 17 125 F.

MUSIQUE

Un orgue à feu

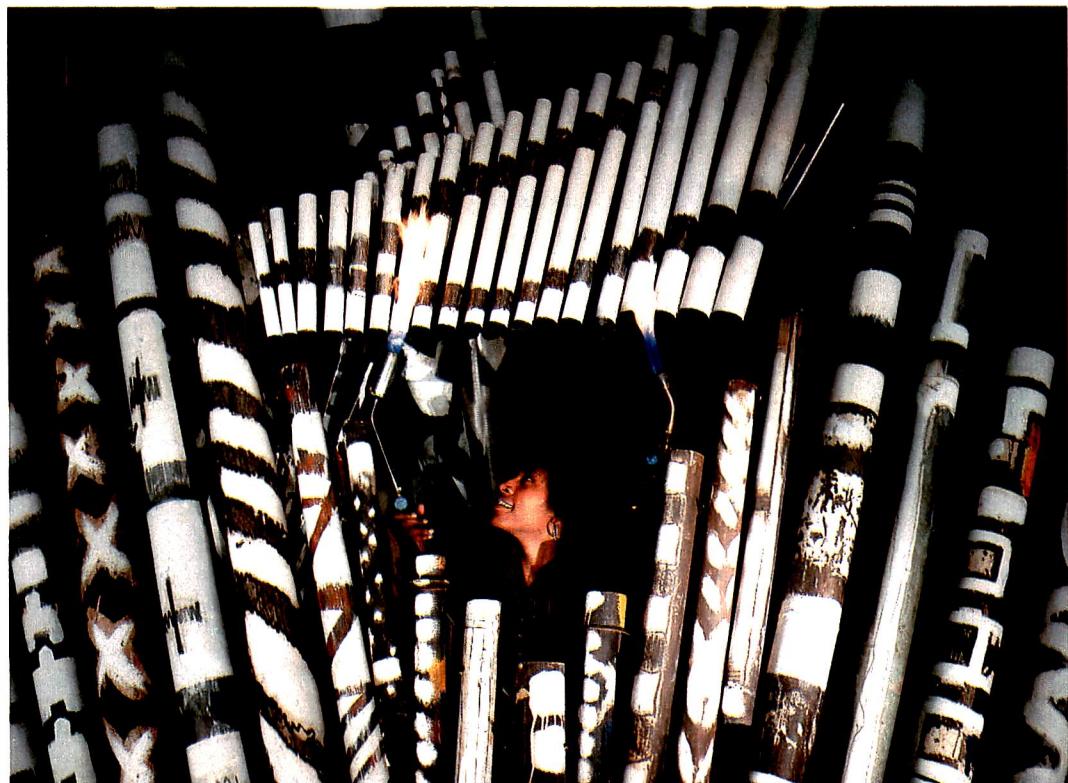
Comment produire de la musique avec le feu ? Un musicien français, Michel Moglia, a conçu un orgue à feu composé d'un ensemble de tuyaux métalliques (fonte, acier, inox et titane par exemple) et de quelques tuyaux de verre. Ces matières permettent la production de sons très différents. Au

quart inférieur de ces tuyaux, se trouve une pièce métallique chauffée par des brûleurs à gaz, fixes ou tenus à la main ; la chaleur dégagée provoque un léger courant ascendant dans les tuyaux qui engendre une onde vibratoire donnant un son dont l'intensité varie avec la longueur du tuyau et sa matiè-

re. L'orgue ainsi réalisé par cet ancien professeur de musique classique couvre six octaves et, selon son auteur, il est possible de descendre jusqu'à la gamme des infra-sons (inférieurs à 20 Hz) si l'on ajoute des tuyaux de plus de 10 mètres. Cet orgue a été installé à La Roche-Guyon, dans une grotte au bord de la

Seine. Un autre instrument de ce type (3,5 tonnes, 10 mètres de haut) a été acquis par le musée d'Art contemporain de Perm (CEI).

Renseignements : Michel Moglia, 4, rue de la Vieille-Charière-de-Gasny, 95780 La Roche-Guyon. Tél. : (1) 34 79 74 45.



PHOTO

Un objet d'art photographique

L'an dernier, Olympus proposait le μ [mju :] -1, appareil 24 x 36 qui a connu un succès rapide auprès des amateurs en raison de sa compacité et de ses lignes harmonieuses. Exploitant cette esthétique particulièrement réussie, Olympus lance aujourd'hui le μ [mju :] -1 Limited, semblable au précédent modèle, aussi compact, mais d'une présentation sophistiquée, avec un boîtier recouvert d'un alliage composé de cuivre, d'étain et de nickel qui en fait un véritable objet d'art. Les caractéristiques, pour l'essentiel identiques à celles de son prédecesseur, sont parfois améliorées : mise au point automatique sur 100 paliers, donc plus fine, fonction "auto-macro" pour la photo rapprochée permettant la reproduction de documents au format A4 (21 x 29,5 cm). Prix : 2 500 F.



PHOTO

Un concours pour amateurs

Jusqu'au 15 septembre 1992, la société Ucar, fabricant de piles, organise un concours photo ayant pour thème «Le futur dans le monde d'aujourd'hui». Ce concours, auquel participent les détaillants photo, est ouvert aux photographes amateurs ayant acquis un paquet de piles Ucar. Le jury, composé d'un photographe professionnel, du conservateur du musée de la Photo de Bièvres et d'un journaliste, sélectionnera cinq cents gagnants. Premier prix : un safari photo de 8 jours au Kenya pour deux personnes ;

2^e prix : un Nikon F 801 S avec objectif AF 1,8/50 mm, zoom AF 3,5/4,5-28-70 mm et flash SB 24 ; 3^e prix : un combiné TV (écran couleur 12,7 cm) et magnétoscope VHS Hitachi portable ; du 4^e au 10^e prix : un appareil photo Canon Epoca ; du 11^e au 50^e prix : un appareil photo compact Ricoh FF-95 ; du 51^e au 100^e prix : une montre high-tech Tri-Time. Pour participer, il suffit de renvoyer, avant le 15 septembre, une seule photo papier au format maxi 30 x 40 cm à : Ucar - Grand concours photo, BP n° 65, 78403 Chatou Cedex.

FORMATION

Stages d'informatique

Jusqu'en août 1992, l'institut de formation Dataid organise des stages et des cours d'informatique de gestion, d'informatique industrielle et d'exploitation de système. Les stagiaires travaillent sur du matériel adapté (Bull DPs 7, DEC-VAX, IBM 3081 et 4381, etc.). Ces stages s'adressent à des in-

formaticiens, des chefs de projet ou des utilisateurs habitués à ces matériels. L'institut organise ces sessions dans ses locaux, ou directement en entreprise, par exemple hors de la région parisienne. Renseignements : Dataid, 158 avenue de Verdun, 92130 Issy-les-Moulineaux. Tél. : (1) 46 62 26 26.

PHOTO

Un reflex au douze millième

Le Dynax 9 xi tire plus vite que son ombre... Fabriqué par Minolta, c'est le 24 x 36 reflex le plus rapide du monde. Son obturateur électronique "descend" en effet jusqu'au 1/12 000 s (jusqu'à 30 s en vitesse lente). Il permet en outre la synchronisation du flash au 1/300 s et possède un système autofocus capable de faire le point sur un sujet en mouvement à une cadence atteignant 4,5 images/seconde.

Comme les autres modèles de la gamme Dynax xi, le Minolta 9 xi est équipé de systèmes experts pour réaliser tous les réglages automatiques. Ceux-ci font appel à un véritable micro-ordinateur de 16 bits rythmé à 20 MHz.

Autre record : le Minolta 9 xi mesure la lumière sur 14 plages disposées en nids d'abeilles dans le viseur. Le système expert détermine celles de ces plages qui servent de base à l'exposition et élimine l'influence des autres.

Tous les types d'automatisme et de semi-automatisme sont à la disposition soit du photographe, s'il souhaite intervenir, soit des systèmes experts si l'on décide de les laisser agir, y compris au flash. Dans ce dernier cas, les programmes les plus complets sont obtenus avec le flash Dynax 5 400 xi (nombre-guide maximal de 54 pour 100 ISO, focales de 54 à 105 mm, puissances multiples). L'appareil permet encore la surimpression, l'emploi de films de 6 à 6 400 ISO, la pose et, comme tous les Dynax, reçoit des cartes-logiciels adaptées à des sujets particuliers (sport, portrait, effets spéciaux, surimpression, enfants, etc.). Prix : 7 490 F, sans objectif.



LES OBJETS D'UMOIS



1 DES JUMELLES POUR LE SPORT ET LA PROMENADE

De 700 F à 800 F, selon le modèle, chez les opticiens et détaillants photo

1 Les Observer de Vivitar sont des jumelles qui ont tout pour plaire : légères (600 ou 900 g), ne craignant ni les chocs, ni la pluie, elles sont lumineuses, ergonomiques (tenue confortable), dotées d'œilletons en caoutchouc, et d'un prix modéré. Trois modèles sont proposés : 8 x 40, 7 x 50 et 10 x 50. Idéales pour le sport, le tourisme et l'observation des animaux lorsque l'on dispose d'un petit budget.

2 Conçue par Casio, la montre BP 100 ressemble à une montre classique et performante : sa précision est de ± 15 secondes par mois et elle affiche l'heure selon un cycle de douze heures (matin /après-midi) ou de vingt-quatre heures. Son calendrier est préprogrammé jusqu'en 2029. Elle comporte les fonctions classiques : alarme, chronomètre et compte à rebours. Mais de plus, elle mesure la variation de tension artérielle et le pouls de la personne qui la porte. Elle dispose pour cela d'un capteur capable de détecter la différence de potentiel électrique entre le bout des doigts de la main droite et le poignet gauche auquel est fixée la montre. Cela permet d'évaluer le "TTOI" (temps de transmission de l'onde d'impulsion), temps nécessaire à l'onde créée par la contraction du cœur pour parvenir en

un point donné du corps, en l'occurrence l'extrémité des doigts de la main droite placés sur un détecteur. Par comparaison avec les mesures prises par votre médecin, avec un instrument étaloné, depuis moins d'une quinzaine de jours, et mémorisées dans la montre, on peut ainsi évaluer les variations de la tension artérielle. Trente mesures peuvent être mémorisées et affichées sous forme de graphiques. Quant au pouls, il est mesuré par un phototransistor qui détecte les passages du sang dans les capillaires du doigt placé sur le détecteur. Un livret-guide et une cassette audio sont fournis avec la montre. La BP 100 ne prétend nullement remplacer un véritable tensiomètre mis en œuvre par une personne compétente ; elle permet néanmoins de surveiller en permanence l'évolution de la tension et du pouls de son possesseur.

3 De la taille d'un robot de cuisine, le Crisp Factory, fabriqué par Googing International, vous livrera des chips fraîches en une minute. Cet appareil, constitué essentiellement de plastique (y compris le mécanisme de coupe et certaines parties du moteur), ressemble à une boîte au couvercle doté d'une

cheminée par laquelle on introduit les pommes de terre. Elles y sont coupées en tranches fines avant de plonger dans une cuve contenant de l'huile chauffée à 165 °C. Une minute de cuisson et les chips ressortent automatiquement, servies sur un plateau.

4 Deux cent soixante grammes avec le cordage, c'est tout ce que pèse la raquette de tennis Magic, grâce aux matériaux utilisés : 97 % de graphite et 3 % de céramique. Légère donc, elle n'en n'est pas moins solide et flexible. Son centre de gravité se situe à l'extrémité arrondie de la raquette, lui conférant maniabilité et force de frappe. Un second modèle, Discovery (350 g), est équipé d'un système amortissant. La poignée de cette dernière raquette n'est pas totalement solidaire du cadre, mais reliée par seulement huit points, ce qui atténue sensiblement les ondes de choc provoquées par chaque coup. Une largeur accrue, un cordage resserré (on a augmenté le nombre de montants et de travers) et un cadre allégé la rendent encore plus maniable.

5 Bien dans l'air du temps parce qu'elle respecte la nature, Ultralife, pile au lithium de 9 volts (34 g), remplace les piles alca-

2 LE POULS ET LA PRESSION ARTÉRIELLE SUR UNE MONTRE

990 F, chez Monting, 25 avenue d'Italie, 75013 Paris



DES CHIPS MINUTE SUR UN PLATEAU

995 F, chez Francis Batt,
180 av. Victor-Hugo, 75016 Paris



lines. Elle présente le double avantage d'avoir, à température ambiante (20 °C), une capacité trois à cinq fois supérieure à ce genre de piles et de ne contenir ni cadmium, ni mercure - métaux lourds sources de pollution. Le lithium, lui, est dégradable et n'altère pas l'environnement. Cette pile peut être conservée dans une gamme de températures comprises entre -40 °C et +70 °C, sans modification de sa tension.

6 La plupart des ordinateurs portables format "bloc-notes" sont puissants pour leur taille, mais ne sont tout de même pas comparables à un micro-ordinateur de bureau. Pour accroître leurs performances, Epson a créé un notebook évolutif, le NB-SL/25, dont la mémoire de base peut, grâce à des barrettes de 2, 4 ou 8 Mo, passer de 4 Mo à 20 Mo, c'est-à-dire la même puissance qu'un micro-ordinateur classique. On peut aussi y adjoindre un disque dur amovible, de 40, 60 ou 80 Mo (en option). Avec une

telle puissance de mémoire, cet ordinateur peut accepter un coprocesseur arithmétique qui accroît la vitesse de calcul de 20 % à 25 %. L'appareil est équipé d'un écran à cristaux liquides (640 x 480 points) qui différencie 64 niveaux de gris et le rend plus agréable à utiliser. Le clavier de 84 touches inclut un pavé numérique, 12 touches de fonction et 8 voyants de contrôle. Ce "bloc-notes" (29,7 x 23,5 x 5,1 cm, 3,3 kg) est livré avec deux lots de batteries, un lecteur de disquette 3,5 pouces et quatre prises pour utiliser une souris, une imprimante, un scanner ou un modem. Il peut se connecter à un ordinateur type PC et fonctionne sous MS-DOS 5.0.

6 UN NOTEBOOK ÉVOLUTIF

42 000 F environ,
chez Agena,
25 rue de la Pépinière,
75008 Paris, et
dans les magasins
Computerland



4 LES RAQUETTES POIDS PLUME

689 F et 2 000 F, dans les magasins Intersport, La Hutte et les grands magasins



5 UNE PILE LONGUE DURÉE

15 F, dans les grandes surfaces et les drogueries



LES OBJETS DU MOIS

7 UN TÉLÉPHONE ET MINI-STANDARD

940 F environ,
chez Barphone,
ZI de Saint-Lambert,
49413 Saumur



7 Plus besoin de composer de chiffres grâce au Swing Master de Barphone. Sur ce téléphone, huit touches programmables permettent de mémoriser des numéros entiers ou des codes correspondant à l'une des huit autres fonctions : verrouillage du clavier (qui empêche l'utilisation de l'appareil par des importuns), blocage de l'enregistrement de nouveaux numéros, évitant ainsi d'effacer ceux existants, etc. Il est aussi doté d'une prise de ligne "mains libres", d'un amplificateur réglable, d'une fonction répétition du dernier numéro. Sur un réseau téléphonique, le Swing Master peut servir de mini-standard, permettant d'appeler un numéro interne ou de transférer un appel sur un autre combiné. Il dispose d'un micro secret qui permet d'écouter la conservation sur une autre ligne du réseau sans être entendu... Enfin, comme il se doit, une musique intégrée fera patienter les interlocuteurs.

8 Tel le dieu du vent, l'Eolla de Yamaha est à la fois léger (moins de 2 kg) et puissant : c'est un arc de compétition aux branches en céramique (absorbant la plus grande partie des vibrations) et en carbone (donnant à la fois légèreté, solidité et souplesse). Une poignée moulée en magnésium participe aussi à l'absorption des vibrations.

9 UN KILO DE CHALEUR DANS LA MAIN

1 000 F environ,
disponible fin 1992



Enfin, un stabilisateur, composé de petits poids en acier vissés à une extrémité, assure l'équilibre de l'arc. Le carbone utilisé pour les flèches les rend ultra-légères et plus rapides. La corde autorise une puissance de tir de 30 à 45 livres ; sa tension réglable (de + à - 10 %) permet une très grande précision.

9 Conçu pour chauffer le bateau ou la caravane un jour de pluie, un minuscule radiateur de 1 kg (le RT-800 construit par la société RTI) et mesurant 18,5 x 12,5 x 10 cm présente, outre sa petite taille, une double originalité : d'une part, il contient des éléments chauffants en céramique, isolés dans une double enveloppe en cuivre assurant un rendement de 100 % ; d'autre part, en cas de surchauffe, de bascule à plus de 45° de l'horizontale ou de contact avec l'eau, l'alimentation est coupée automatiquement. Doté d'un ventilateur, il peut chauffer une pièce de 50 m² en quelques minutes. Son boîtier en fibre de verre et plastique ABS résiste aux chocs, à l'humidité et aux températures élevées. Il fonctionne sur secteur et sur batteries et consomme de 500 à 800 W/h selon le réglage (trois intensités).

10 Placée sur le plateau d'un rétro-projecteur classique, la tablette PCP 2 000 de Polaroid (31 x 31 x

4,3 cm, 2,2 kg) permet de projeter directement sur un écran les images couleur d'un ordinateur ou d'un téléviseur. Elle sépare 16,7 millions de couleurs (résolution de 640 x 480 points par couleur primaire). Cette tablette est compatible avec tous les ordinateurs PC, Macintosh et micro-ordinateurs portables. Avec le logiciel approprié, ceux-ci peuvent alors transmettre des graphiques animés, des images vidéo et une bande-son stéréo. Pour éviter la surchauffe, la tablette PCP 2 000 est dotée d'un système de refroidissement par air, grâce à un ventilateur silencieux déclenché par la lumière du rétroprojecteur.

11 Vous souhaitez reconstituer un miroir brisé ou fabriquer une mosaïque de miroirs ? La société Desmarye vous propose une colle spécifique se caractérisant par une haute résistance à l'arrachement, à la chaleur et à l'humidité. On peut l'appliquer sur tous les supports, poreux ou non poreux (bois, plâtre, ciment, carrelages, stratifiés, verre, métaux). La durée de prise varie, suivant le type de collage, de 24 h à 72 h. La Colle pour miroirs (c'est son nom) est disponible en tube de 150 ml.



10 UNE TABLETTE PROJETANT LES IMAGES D'ORDINATEUR

65 200 F environ,
chez les distributeurs agréés Polaroid

8**UN ARC DE COMPÉTITION**

6 600 F environ, dans les armureries, magasins de sport et magasins spécialisés

**12** *Miniplus*

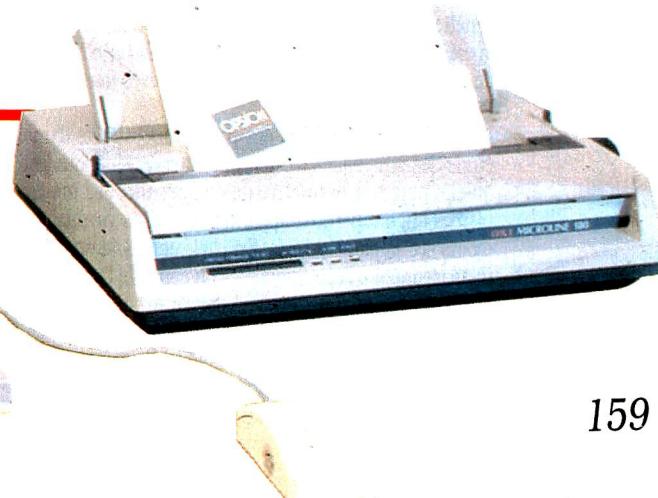
permet d'utiliser l'écran du minitel pour faire du traitement de texte. Livré avec une souris, ce boîtier d'environ 25 x 16 x 3,5 cm permet d'enregistrer des textes de 80 caractères par ligne. Il dispose de tous les styles (gras, souligné, etc.) et des fonctions classiques de l'édition informatique : couper, coller, copier, déplacer, etc. En outre, Miniplus peut, grâce à une horloge, mettre en route automatiquement, à une heure préselectionnée, le serveur de votre choix. Enfin, il peut se connecter à une imprimante. Sa mémoire est sauvegardée par une pile au lithium. Son alimentation électrique est celle du minitel.

▲ **Les golfeurs qui veulent progresser** pourront se mesurer à un petit ordinateur (66 x 143 x 18 mm, 120 g) nommé Handy One. Son "bras

droit", c'est la petite puce électronique (1 cm²) aimantée à poser sur la tête du club. Pour jouer, on place l'appareil par terre, entre le tee et le club. Au moment du coup, la puce mémorise l'angle de la canne à l'impact, sa vitesse et l'éloignement de la balle, et communique ces informations à deux micro-récepteurs électromagnétiques dans le boîtier. Ces données s'affichent sur un petit écran. L'ordinateur a déjà en mémoire des coups de référence correspondant à certaines valeurs de paramètres tels que le choix de la canne (bois, fer), la vitesse du coup, le sens du swing, etc. Le joueur peut donc comparer ses propres résultats avec les coups de référence de l'ordinateur. Comme Handy One mémorise les dix essais précédents, on peut aussi se voir progresser. Cet appareil fonctionne sur piles et craint la chaleur.

▲ **Les échos de cette rubrique** ont été réalisés par Roger Bellone,

Christine Mercier, Pierre Courbier et Paule Sully.

**11****UNE COLLE POUR MIROIRS**

21,50 F, dans les grandes surfaces et magasins de bricolage

**12****TRAITEMENT DE TEXTE SUR MINITEL**

2 600 F environ, chez Opsion, 23 rue d'Issy, 92100 Boulogne

DEUX NOUVELLES LETTRES DANS L'ALPHABET GÉNÉTIQUE

(suite de la page 31)

aminoacyl ARNt synthétases de la cellule n'ont pas été modifiées. Nous verrons plus loin l'importance de ce point.

• L'étape finale consistait à vérifier si ces pièces détachées bricolées seraient acceptées par le reste de la machinerie cellulaire de traduction (essentiellement les ribosomes). Pratiquement, il fallait s'assurer que cet ARN messager ainsi que cet ARN de transfert synthétiques seraient bien capables de participer à la synthèse d'une protéine. Pour cela, le super ARNm synthétique et l'ARNt ont été ajoutés à un milieu (un extrait de globules rouges de lapin) contenant tous les réactifs nécessaires à ce travail dans la cellule. Le résultat fut conforme à la prédiction : une protéine contenant de la iodotyrosine à la position spécifiée par le super-ARNm a effectivement été synthétisée dans le milieu.

Et dans une cellule vivante, est-il possible d'obtenir un résultat aussi remarquable que celui-ci, réussi dans un tube à essai ? Non, pensent les chercheurs suisses et américains. A cause, précisément, du problème crucial de l'accrochage du nouvel acide aminé sur l'ARN de transfert. Il faudrait pour cela réussir à construire une aminoacyl ARNt synthétase capable de reconnaître de façon spécifique le nouvel ARN de transfert, d'une part, et le nouvel acide aminé, d'autre part, et de catalyser leur liaison. Notre connaissance actuelle de ces protéines ne permet pas de concevoir une telle enzyme.

L'échec du Dr Frankenstein? Cette incapacité de la biologie moléculaire pourrait être considérée comme plutôt rassurante. On peut, en effet, penser qu'il serait quelque peu inquiétant que l'alphabet chimique actuel des êtres vivants (et pas seulement celui des humains), qui ne s'est probablement pas modifié depuis l'apparition des premières cellules sur la Terre, craque si facilement devant les biotechnologies modernes. L'élargissement du code génétique au sein d'une cellule vivante correspondrait à la création au laboratoire d'une nouvelle forme chimique de vie. Presque l'accomplissement des rêves fous du Dr Frankenstein.

Plus sérieusement, un des principaux intérêts d'une étude des possibilités d'extension du code génétique est qu'elle pourrait permettre de comprendre les mécanismes qui ont permis l'apparition des êtres vivants, au moins sur la planète Terre. En effet, une foule de questions viennent à l'esprit lorsque l'on constate l'unité chimique du vivant. Tous les organismes vivants que nous connaissons, des bactéries à l'homme, en passant par les coraux, les champignons ou les mouches, sont constitués de la même façon. Quelle vie serait possible avec d'autres composés chimiques ? Pourquoi la nature a-t-

elle fixé son choix à 4 nucléotides et 20 acides aminés et non pas à 6, 18, 19, 25... ?

Ces questions touchent au problème fascinant de l'origine de la vie et à toutes ses retombées non scientifiques sur nos croyances et notre conception du monde. Selon le prix Nobel Christian de Duve, sept points résument les fonctions nécessaires aux êtres vivants : 1) élaborer ses propres constituants à partir de matériaux disponibles autour de lui ; 2) extraire de l'énergie de son milieu environnant et la convertir dans les différentes formes de travail qu'il doit accomplir pour rester en vie ; 3) catalyser les nombreuses réactions chimiques nécessaires à son activité ; 4) stocker l'information génétique et la transmettre de façon à ce que la reproduction précise soit garantie ; 5) s'isoler de manière à conserver un contrôle strict sur ses échanges avec l'extérieur ; 6) exercer une régulation qui lui permette de se maintenir en dépit des variations du milieu extérieur ; 7) se multiplier.

Si la seule configuration chimique permettant de remplir ce cahier des charges est celle que nous connaissons, la vie peut être considérée comme un événement très improbable. Au contraire, si de très nombreuses configurations sont capables d'aboutir aux mêmes fonctions, l'apparition de la vie ne relève plus du miracle statistique. En effet, à moins d'adopter un point de vue créationniste, on doit considérer que la vie s'est développée par une succession de petites étapes dont chacune avait une très haute probabilité de se produire au moment où elle survint. Cette hypothèse permet d'éviter la nécessité d'introduire des miracles pour expliquer un phénomène de façon scientifique.

L'image proposée par Hoyle d'un Boeing 747 s'assemblant spontanément sur un dépotoir balayé par une tornade illustre parfaitement la possibilité qu'une cellule vivante, telle que nous la connaissons, ait pu naître d'un seul coup à partir des matériaux présents sur notre planète. Il est donc évident que la construction a du se faire par étapes. Il est alors obligatoire que chacune de ces étapes soit facile à accomplir. En effet, même si chaque étape n'a qu'une probabilité de 50 % de se réaliser, la probabilité combinée d'aboutir à réussir l'ensemble des étapes atteint rapidement des niveaux proches du miraculeux : 10^{-300} , soit un nombre comportant 300 zéros après la virgule pour un processus en mille étapes seulement. Le problème est parfaitement résumé par le titre de l'essai de Jacques Monod publié en 1970, emprunté à une phrase célèbre du philosophe grec Démocrite : «Tout ce qui existe dans l'Univers est le fruit du hasard et de la nécessité.» Le débat sur la part du hasard par rapport à celle de la nécessité n'est pas près d'être clos, vu la difficulté d'une démonstration expérimentale de la facilité de création d'une forme vivante. Rappelons que le Dr Frankenstein a eu de terribles problèmes avec ses monstres.

Marcel Contig

LE DERNIER AMI DE L'HOMME

(suite de la page 51)

pour affirmer sa force. Mais si un chien a mordu, que le maître recule et que le chien avance pour lécher la blessure ou poser la patte dessus, cela ne signifie pas non plus que le chien se sente coupable et qu'il veuille se faire pardonner : bien au contraire, ce comportement d'"apaisement", s'il est accepté par le maître, confirme la dominance du chien. Cela signifie que c'est lui qui fait la loi, mord d'abord et pardonne ensuite.

Un chien qu'on traite à l'excès comme un humain finit par s'en arroger les droits et se comporter comme le personnage du roman fantastique et satirique de l'écrivain russe Mikhaïl Boulgakov, *Cœur de chien* : doté d'une morphologie humaine par les greffes réussies d'un imaginaire Pr Preobrajensky, l'animal finit par être arrogant, puis grossier, ingrat, agressif et... politicien !

Par ailleurs, dans le faux rapport de couple qu'on crée trop souvent avec un animal, celui-ci ressent toute intrusion d'un humain comme un risque de détournement d'affection (ou de nourriture). C'est ainsi que des animaux jusqu'alors affectueux peuvent devenir sauvages quand on accorde des caresses à un enfant et, encore plus, quand un bébé naît dans la maisonnée. Les cas ne sont hélas pas rares de chiens jusqu'alors affectueux qui se jettent sauvagement sur un enfant.

On voit, pour ces raisons, des vétérinaires doubler leurs compétences de celles de psychiatre : 2 970 consultations psychiatriques de chiens (dépressifs, phobiques, anxieux) à Lyon et à Maisons-Alfort depuis cinq ans ! Sur le lot, 2 % des maîtres avaient eux-mêmes besoin d'un traitement psychiatrique. Or, les chiens ne sont pas les seuls à souffrir de troubles du comportement : si les chats appellent moins souvent des consultations psychiatriques, tous leurs amateurs savent qu'il en est de "bizarres", c'est-à-dire dont le comportement est pathologique : agressif ou quasi hystérique.

La sensibilité n'est donc pas plus de mise que l'anthropomorphisme poétique dans nos rapports avec les animaux, et nous ne pouvons étendre indéfiniment notre parc national de chiens et chats. Toute personne désireuse d'acquérir un animal de compagnie doit le faire en gardant à l'esprit les risques, les responsabilités et les avantages que sa présence entraînera. Si l'on aime vraiment les bêtes, il convient ne pas les prendre pour des humains déguisés, mais pour des êtres bien distincts.

Didier Dubrana

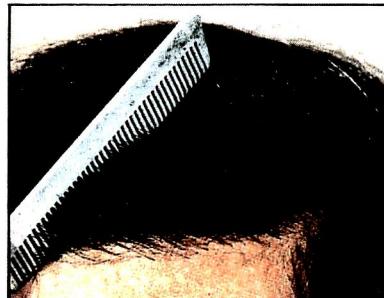
ACTUALITÉ COMMERCIALE

CALVITIE

Grâce à un progrès technique spectaculaire,

LES MICROGREFFES

permettent de reconstituer une chevelure d'aspect normal.



CLINIQUE DU ROND POINT DES CHAMPS-ÉLYSÉES

61, Avenue F.D Roosevelt - 75008 PARIS

Tél. : 43 59 71 63 / 42 25 91 94

LA CULTURE GÉNÉRALE

clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.

Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux.

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite, accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 7209, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7209
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complétée sur votre méthode.

Nom :

Adresse :

.....

LES GÈNES ARCHITECTES

(suite de la page 34)

grises hétérozygotes entre elles. La transmission des deux gènes a suivi les fameuses lois de Mendel familiaires aux lycéens : on a obtenu 1/4 de souris homozygotes pour le gène Hox-3.1, 1/4 d'homozygotes pour le gène lac Z et la moitié d'hétérozygotes, ayant à la fois Hox-3.1 et lac Z.

En règle générale, les souris homozygotes Hox-3.1 et les hétérozygotes pour ce même gène ne présentent pas d'anomalie. En revanche, les souris mutantes, homozygotes pour lac Z, celles chez qui l'activité de Hox-3.1 était totalement inhibée, présentaient une mortalité importante dans les deux premiers jours après la naissance et des anomalies de la colonne vertébrale et des côtes plus ou moins prononcées.

Comme on pouvait s'y attendre, les malformations se situaient dans les régions où aurait dû s'exprimer le gène Hox-3.1, c'est-à-dire celles où se manifestait la plus forte activité du gène lac Z.

Cette activité a commencé à poindre au cours de l'embryogenèse, huit jours après la fécondation, et s'est généralisée avec la même intensité dans toute la partie postérieure de l'embryon. Puis, au fur et à mesure que les tissus se différenciaient, elle a diminué progressivement dans les régions les plus postérieures. En revanche, elle augmentait considérablement dans les autres parties du tube neural (origine du système nerveux) et dans l'ébauche de la future colonne vertébrale. L'expression de lac Z s'est finalement stabilisée dans la région thoracique vers le douzième jour de l'embryogenèse. A ce stade, elle était particulièrement élevée entre la sixième vertèbre cervicale et la septième vertèbre thoracique.

C'est évidemment dans cette région médiane de la colonne vertébrale que se sont formées les modifications anatomiques les plus spectaculaires. «Toutes les vertèbres de la sixième thoracique à la première lombaire avaient pris l'apparence de vertèbres plus antérieures», précise Hervé Le Mouellic. Par exemple, sur la première vertèbre lombaire est apparue une paire de côtes surnuméraires, de sorte que les animaux en avaient quatorze au lieu de treize. D'autres transformations ont été observées dans la région du sternum. Normalement, à ce niveau, les extrémités des six premières paires de côtes sont séparées par cinq segments ossifiés, ou sternères, alors que les sixième et septième paires sont attachées au même endroit sur le sternum et que la huitième est flottante. Or, chez les

souris mutantes, on dénombrait une sternère supplémentaire entre les extrémités des sixième et septième paires, tandis que la huitième était attachée au même point du sternum que la septième paire.

La forte mortalité des souris mutantes homozygotes semble causée par une hypothermie et une déshydratation dues à une anomalie du système nerveux orthosympathique, provoquée également par l'inactivation de Hox-3.1. Ce système innervé, en effet, tous les organes vitaux où il régularise le fonctionnement énergétique de base de l'organisme. Lorsqu'il est perturbé, il s'ensuit un dérèglement du fonctionnement du tube digestif pouvant avoir des conséquences mortelles.

En fin de compte, les homéogènes en général servent, si l'on peut dire, de carte de géographie, permettant aux cellules impliquées dans le développement des tissus embryonnaires de se situer et de s'orienter vers la formation de structures bien définies. Autrement dit, ces homéogènes interviennent dans la reconnaissance de la position des cellules mais pas dans leur différenciation, qui dépend d'autres gènes. Reste maintenant à comprendre comment ces homéogènes acquièrent le sens de l'orientation dans l'embryon, parmi des cellules toutes identiques et sans aucun point de repère apparent.

Pourtant, les faits sont là : quand on empêche ces gènes de s'exprimer, tout se passe comme si les cellules perdaient leurs coordonnées géographiques et calquaient leur comportement sur les cellules qui les entourent. Une manière à elles de ne pas rester complètement perdues. Alors, une question s'impose à notre esprit : quelle "tête" aurions-nous sans les homéogènes ?

Ces expériences auront vraisemblablement d'importantes retombées en médecine humaine et vétérinaire. Elles pourraient permettre notamment de mieux comprendre certaines maladies génétiques héréditaires et, éventuellement, de les guérir. On pense, par exemple, aux enfants dont le système immunitaire est absent ou déficient et qui, pour survivre, sont condamnés à vivre cloîtrés dans une bulle aseptisée. En leur prélevant des cellules de la moelle osseuse qu'on leur réinjecterait après avoir remplacé le gène anormal par son homologue sain, on peut espérer leur rendre une vie normale. Dans un autre domaine, les agronomes pourraient pratiquer une "greffe" génétique de ce genre sur des animaux d'élevage, pour les rendre résistants à certaines maladies ou pour leur faire produire davantage de viande.

Pierre Rossion

ON A OBSERVÉ LE SOLEIL SOUS 1 000 MÈTRES DE ROCHE

(suite de la page 27)

déroulant, difficile à comprendre parce que sans équivalent. Imaginez, par exemple, un être vivant dont le matériel génétique évoluerait au fur et à mesure qu'il se déplace, le faisant ainsi changer constamment d'apparence. C'est un sujet de science-fiction en or ! L'oscillation de neutrino, c'est un peu la même chose. Selon l'endroit où on l'observe, un neutrino peut changer d'identité. Si bien que de purs et honnêtes neutrinos électroniques, produits au centre du Soleil, peuvent se retrouver par exemple muoniques en arrivant sur Terre et être alors totalement indétectables par une expérience comme Gallex. Voilà donc peut-être la clé du mystère.

En fait, l'explication est encore un tout petit peu plus compliquée. Pour que l'oscillation fasse efficacement disparaître des neutrinos électroniques, il faut en effet un phénomène supplémentaire qui amplifie la transformation d'une espèce en une autre. Derrière toutes ces idées, il y a en effet des calculs, qui se traduisent en chiffres et peuvent ainsi être directement comparés aux résultats expérimentaux.

L'existence possible d'un tel phénomène d'amplification pendant la traversée du Soleil par les neutrinos, a été démontrée (sur le plan purement théorique) par les travaux de trois physiciens : deux russes, Stanislas Mikheyer et Alexi Yu Smirnov, et un américain, Lincoln Wolfenstein. Du coup, ce phénomène a été baptisé "effet MSW". Il reste à confirmer dans les faits la réalité de son existence. Et pour le moment, on n'en est pas encore là.

Réajustement des paramètres de modèle solaire, effet MSW, quelles sont les autres alternatives pour expliquer le déficit constaté dans la détection des neutrinos solaires ? Il y a toujours, tel un serpent de mer, la possibilité d'une "nouvelle physique" dont les phénomènes seraient encore plus exotiques ou révolutionnaires que les oscillations de neutrinos qui – bien qu'encore jamais mises en évidence expérimentalement – font déjà partie du bagage conceptuel de la physique "actuelle".

Comme aucune preuve ne permet de trancher entre les différentes solutions possibles de l'éénigme des neutrinos solaires, chacun est libre aujourd'hui de choisir celle qui lui plaît. L'hypothèse la plus "belle" est tout de même bien celle des oscillations de neutrinos. Ça, les physiciens le reconnaissent... Mais elle reste à vérifier. Et ça, ils n'en démordent pas !

Daniel Tarnowski

CARBURANTS : LES MOTEURS VICTIMES DU SUPER

(suite de la page 93)

au niveau des injecteurs, des soupapes, de la chambre de combustion. Or ils ne sont pas tous polyvalents : tel additif qui évitera l'encrassement des soupapes pourra favoriser celui des chambres de combustion. Et ils n'ont pas forcément davantage de vertus curatives universelles : tel moteur encrassé par une mauvaise essence pourra éventuellement retrouver sa propreté au niveau des soupapes avec une bonne essence, mais pas au niveau de la chambre de combustion. L'usager ne peut donc se donner bonne conscience en ne faisant qu'une fois sur deux ou trois un plein avec une essence "garantie".

Une fois encore, la meilleure transparence ne peut être assurée que par une réglementation officielle à l'échelle européenne. Le mal est identifié, les solutions sont connues et possibles ; il en va de la protection du consommateur et de la volonté réelle de préserver l'environnement. L'échec ne réside que dans la lenteur de l'administration et dans l'hypocrisie qu'il y a à ménager les intérêts particuliers au mépris de ceux de la collectivité.

Luc Augier

DIPLOMES DE LANGUES

anglais allemand espagnol italien

Visez européen !

Assurez-vous la maîtrise d'au moins deux langues étrangères, et une compétence linguistique opérationnelle, sanctionnée par des diplômes officiels :

- o Examens européens de langues
- o Chambre de Commerce Etrangères
- o Université de Cambridge

Examens, diplômes, préparation tous niveaux accessible à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :

LANGUES & AFFAIRES, sce 5298
35, rue Collange - 92303 Levallois.

Tél. : (1) 42.70.81.88

FEU VERT POUR LES TURBINES

(suite de la page 96)

accélérer, c'est la boîte automatique qui fait croître la vitesse du bus plus rapidement. Toyota a choisi une boîte européenne ZF à 5 rapports, avec passages entièrement commandés par électronique : elle fonctionne parfaitement mais ne parvient pas à masquer un léger retard à l'accélération, lors des démarrages et des reprises. Les passagers apprécient vite le confort : le niveau sonore est inférieur de 2 à 10 décibels à celui du diesel, ce qui est considérable, et les vibrations du plancher sont diminuées de 75 %.

Ce bilan globalement positif laisse-t-il espérer une commercialisation prochaine ? La réponse des techniciens de Toyota est plus que prudente : « La GT 31 est effectivement au point mais serait encore bien trop chère à produire. Et son potentiel de progrès, grâce aux céramiques actuellement mises à l'épreuve des bancs d'essais, est tel qu'il est urgent de les attendre. » Reste qu'à l'époque où l'Europe repart à zéro, le Japon dispose déjà d'une bonne longueur d'avance en la matière, d'autant plus que son industrie des céramiques est aussi la première du monde !

Jean-Pierre Gosselin

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

Couverture : C. Jégou ; p. 2-3 : V. Hache/Sipa press - P. Le Sécrétain/Sygma - Chris - San Millan - Labat/Cogis - I. Correia ; p. 6-18 : Finzo ; p. 20-21 : Paoni/Contrasto Rea ; p. 22-23 : C. Furby ; p. 24-25 : C. Furby - D.R. ; p. 27 : C. Furby ; p. 28-29 : Fernando Puig Rosado ; p. 30-31 : I. Correia ; p. 33 : G. Delpit - Institut Pasteur ; p. 36-37 : C. Witt-Deguillaume ; p. 39 : Washington Univ. Medical School, P. E. Lacy, © by AAAS ; p. 42-43 : Ph. Charliat/Rapho - Lanceau/Cogis ; p. 44-45 : Python - Labat/Cogis - Lanceau/Cogis ; p. 46-47 : I. Python - Carlier/Cogis - S. Resnick/Saba-Rea - R. Gaillard/Gamma ; p. 48-49 : I. Python - G. Lacz/Sunset - A. Bougrain-Dubourg/Cogis ; p. 50-51 : M. Maple/Woodfin Camp - Gissey/Cogis - I. Python ; p. 53 : Silson Research Institute ; p. 55 : Giraudon ; p. 57 : Nasa ; p. 59 : C. Sereno ; p. 60-61 : H. Panon - Giraudon/L'Embuscade - dessin de C. A. de La Fosse (1829) ; p. 62-63 : © "Vu du ciel", par A. Perceval © ; p. 65 : B. Dauleux ; p. 66-67 : J.-F. Péniouchou - B. Dauleux ; p. 69 : J.-F. Péniouchou ; p. 71 : J-F. Ouvey - V. Hache/Sipa-Press ; p. 73-75 : J.-F. Péniouchou ; p. 76-77 : B. Dauleux ; p. 80-81 : D. Bazin - A. Dorozynski ; p. 83 : A. Dorozynski - p. DR ; p. 84-86 : A. Dorozynski ; p. 87 : Grochowiak-Keplicz/Sygma ; p. 88-89 : E. Malemanche ; p. 90-91 : D.R. ; p. 93 : G. Marié ; p. 94-95 : J.-P. Gosselin - D.R. ; p. 96-97 : Graphitt ; p. 98-99 : Chris ; p. 100-101 : E. de Malglaive/Ernoult Features - D. Brobst ; p. 102 : E. de Malglaive/Ernoult Features ; p. 103 : D.R. ; p. 104-109 : D.R. - N. Papamiltiades ; p. 110-113 : San Millan ; p. 116-120 : Finzo ; p. 123 : Collection Christophe L. ; p. 124 : D.R. ; p. 126 : R. Sabatier ; p. 129 : M. Toscas/Galerie ; p. 130-136 : M. Roux-Saget ; p. 138-145 : E. Malemanche ; p. 150-151 : Anne et Jacques Six - D.R. ; p. 152-155 : D.R. ; p. 156-159 : D.R. - E. Malemanche.

LA VIDÉO AU FORMAT CINÉMASCOPE

(suite de la page 124)

dessous de l'image dans le format 4/3. Mais, bien entendu, sur un téléviseur 16/9 il est alors possible d'obtenir cette image plein format au moyen de la télécommande. Ce dispositif équipe les caméscopes 325 S, AX 17, AX 20, AX 825, AW 10 et SX 9, tous proposés en VHS-C (le 325 S étant au standard VHS SECAM).

Enfin, Thomson propose, depuis avril, ce système cinéma 16/9, sous sa marque SABA, sur deux caméscopes (de fabrication JVC) : modèles CVK 5200 et CVK 5300. Si les fabricants de magnétoscopes et de caméscopes essaient ainsi de proposer des équipements plus ou moins bien adaptés au format 16/9, TDF (Télédiffusion de France) a lancé un système de portée plus générale, le Cadrimage, permettant de disposer sur une même bande-vidéo des programmes prêts à être diffusés en 4/3 et en 16/9. Ce système, étudié au centre de recherche d'Issy-les-Moulineaux, a été présenté pour la première fois au MIP-TV de Cannes, en avril dernier. De quoi s'agit-il ?

Sur un écran 4/3, l'image cinémascope est jusqu'ici proposée au téléspectateur sous deux formes. Ou bien elle apparaît entre deux bandes horizontales noires, ou bien elle est agrandie au format 4/3 ce qui fait perdre une partie de cette image à droite et à gauche. Ainsi, lorsque des personnages sont sur ces bords, ils sont éliminés, rendant la scène difficilement compréhensible. Avec le système Cadrimage, les recadrages ne se font plus au hasard. Ils sont étudiés plan par plan en collaboration avec le réalisateur du film ou ses ayants droit.

Les recadrages sont programmables image par image et ils peuvent varier d'un plan à l'autre. Ce qui permet de conserver la droite de l'image si un événement essentiel s'y déroule, ou de conserver la gauche si c'est à gauche que se situe l'action. De même, il est possible d'inscrire plusieurs formats dans un écran 4/3, toujours pour sauvegarder les éléments essentiels à la compréhension du film.

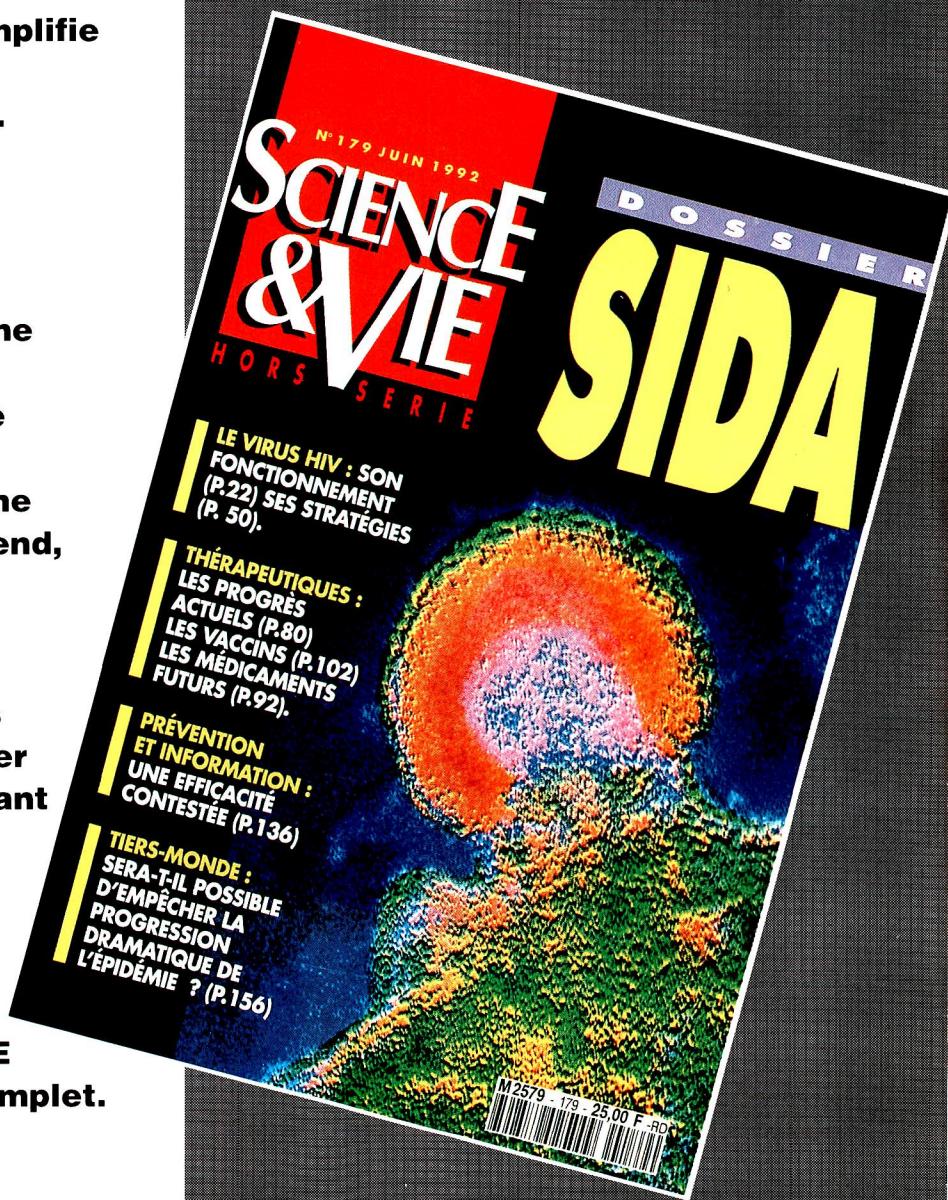
Au moment du passage sur l'antenne, le système permet de transmettre un film dans les formats 4/3 ou 16/9 ou dans les deux à la fois. Enfin, comme ce système n'implique aucune opération de copie, la bande-vidéo conserve sa qualité initiale. La diffusion des films avec ce nouveau procédé devrait ainsi être considérablement améliorée.

Paule Sully

DOSSIER

SIDA

Le drame planétaire s'amplifie sans cesse depuis dix ans. Un virus monstrueux et increvable qui évolue et se transforme pour survivre, comme un être vivant. Plus l'organisme humain se défend, plus le virus attaque. Jamais les chercheurs du monde entier ne se sont autant mobilisés pour vaincre le fléau. Ce numéro hors série de SCIENCE & VIE fait le point complet.



EN VENTE PARTOUT



SELON LA LOI N° 91.32

FUMER PROVOQUE DES MALADIES GRAVES