

S&VIE

TROP D'AVIONS
TROP VIEUX -

MENSUEL

N° 857 FÉVRIER 1989

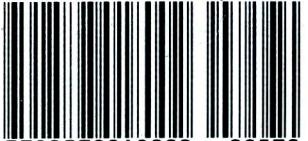
ON A PRESQUE VU LA NAISSANCE DE L'UNIVERS

Art :

les faussaires
dépistés

Jégoù.

M 2578 - 857 - 18,00 F



3792578018002 08570

130 FB - 5,20 FS - \$can 3.50 - 550 Ptas - 480 Esc -
18.50 Dh - 2.300 Dt - 4200 L - USA NYC \$ 3.75 - RCI: 1370 CFA

Auto :

15 000 km
sans vidange

Pour ceux qui vont
refaire le monde.



N° 1 LE 20 JANVIER

SCIENCE & VIE

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-directeur général : PAUL DUPUY
Directeur général : JEAN-PIERRE BEAUVAU
Directeur de la publication : PAUL DUPUY
Directeur financier : JACQUES BEHAR
Directeur commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

• RÉDACTION

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

• ILLUSTRATION

ANNE LEVY
Photographe : MILTON TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELLE,
LIONEL CROOSON

• CORRESPONDANTS

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

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 40.74.48.48
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY

• SERVICES COMMERCIAUX

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

• RELATIONS EXTÉRIEURES

MICHELE HILLING
Assistée de : CAPUCINE THÉVENOUX

• PUBLICITÉ

EXCELSIOR PUBLICITÉ INTERDECO
27 rue de Berri - 75008 Paris - Tél. (1) 45.62.22.22
Directeur de la publicité : PHILIPPE TURCAN
Chef de publicité : FREDERIC PAPIN
Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

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

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



BVP

PRIX NORMAL D'ABONNEMENT A SCIENCE & VIE

**1 AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F**

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

ÉTRANGER :

BENELUX : 1 an simple
1430 FB - 1 an couplé 1910 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS - BP N° 20 IXELLES 6
1000 BRUXELLES
CANADA 1 an simple 40 \$ Can. - 1 an couplé 55 \$ Can.
PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.Q. CANADA H4V 4 R6.
SUISSE 1 an simple 57 FS - 1 an couplé 80 FS
NAVILLE & CIE, 5-7, rue Levrier. 1211 GENÈVE 1.
USA 1 an couplé 70 \$.
International Messengers Inc. P.O. Box 60326 Houston
Texas 77205
AUTRE PAYS 1 an simple 271 F - 1 an couplé 341 F.
Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.
Recommandé et par avion nous consulter.

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 bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux..

20 cours (Arts, littératures, droit, philosophie, économie, sciences, politique, etc...). Le parcours santé de l'équilibre et de la réussite, accessible à tous.

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4011, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 7029.
35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Veuillez m'envoyer à l'adresse ci-dessous, la documentation complète sur votre méthode.

Nom :

Adresse :



Les poteaux PTT et EDF tuent des centaines de milliers d'animaux par an ; principalement des oiseaux, parfois de petits rongeurs. p. 60



Hormones : aujourd'hui tout est interdit, sauf la somatotropine qui favorise la lactation des vaches. Conséquences, des coupes sombres dans les importations qui font hurler les Américains. p. 96

S

O

M

A

Vous êtes 40 % à vidanger vous-mêmes votre voiture, souvent avec des lubrifiants inadaptés et aux caractéristiques douceuses. Science & Vie fait le point sur les bidons "bidon". p. 110



Quels explosifs utilisés par les terroristes ? Comment s'en prémunir ? p. 82



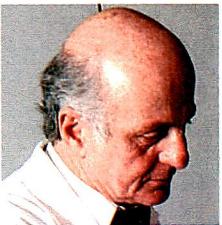
SAVOIR

Forum	14	Le massacre en conserve
Le Pr Rocard répond à <i>Science & Vie</i>	22	Renaud de La Taille
On a presque "vu" la naissance de l'Univers	28	Pas d'âge de la retraite pour les avions
Alain Mazure		Germain Chambost
Pour une nouvelle pédagogie des sciences	40	1989, la révolution des hormones
Evry Schatzman		Didier Dubrana
Sale temps pour les faussaires	46	Echos de l'industrie
Gerald Messadié		Dirigés par Gérard Morice
Les oiseaux condamnés au poteau	60	Des marchés à saisir
Marc Giraud		
Casques verts contre criquets	64	Index <i>Science & Vie</i> et Hors-Série
Eric Bedou		pour l'année 1988
Le langage chimique des insectes	66	Monique Vogt, avec la collaboration technique de Hélène Nivoix et Pierre Parreaux
Didier Dubrana		151
L'intelligence héréditaire	68	
Alexandre Dorozynski		
Le bon gène à la bonne place	70	
Jacques Hiappa		
Le gène anti-cancer est déjà en production expérimentale	72	
Pierre Rossion		
Echos de la recherche	75	
Dirigés par Gerald Messadié		

Encart Time-Life, split-run,
pages 1 à 6, entre la 2^e de couverture
et le début de la revue.

Encart abonnement *Science & Vie* + Hors-Série,
2 pages entre les pages 90 et 91 de la revue.

Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* se trouvent en page 174.



L'équipe du Pr Tavitian, à Paris, celle du Pr Ikawa, à Tsukuba au Japon, ont, coup sur coup, isolé un gène anti-cancer. Une découverte considérable qui permet d'envisager prochainement une utilisation thérapeutique.

p. 72

I R E

UTILISER

	Lubrifiants : des bidons "bidon"	
	Luc Augier	110
	Les premiers reflex tout automatiques	
	Roger Bellone	116
	Votre porte-monnaie dans une puce	
	Henri-Pierre Penel	122
	Science & Vie a lu pour vous	124
	Science & Jeux	
	G. Cohen, Y. Delaye, R. de La Taille et H.-P. Penel	130
	Echos de la vie pratique	
	Dirigés par Roger Bellone	
	142	



Une *Annunciation* attribuée à Dirk Bouts (détail), qui paraît bien bizarre : est-ce un vrai, est-ce un faux ? Analyse isotopique, thermoluminescence, chromatographie, spectrométrie, microfluorescence X, iconographie, iconologie... : difficile aujourd'hui de rouler les experts en œuvres d'art.

p. 46

Depuis 10 ans, la "dérégulation" du transport aérien permet de faire voler des appareils trop vieux.

Quels risques avec les avions qu'on a ?

p. 88

L'hymne à



Dès les premiers mouvements, la Symphonie n° 21 vous emporte. Essence ou Diesel, Berline ou Nevada, en Renault 21 Symphonie avec la commande d'ouverture des portes à distance, la liberté est toujours à portée de la main. Filet latéral Symphonie, deux rétroviseurs extérieurs réglables de

l'intérieur, tout en elle est harmonie. Et l'intérieur est au diapason: sellerie spécifique Symphonie, satellite de commande de la radio cassette (4 x 6 Watts) sous le volant, velours, moquette avec surtapis et lève-vitres électriques aux places avant. Bien calé dans la douceur des fauteuils vous êtes libre...



Jean Ragnotti, champion de France
de Superproduction 1988
sur Renault 21 2 L Turbo.
RENAULT préconise **elF**

Renault 21

la liberté.



Les haut-parleurs à l'avant donnent tout de suite le ton. Musique! que l'hymne à la liberté commence. Voici la Symphonie n° 21 par Renault. Modèle présenté Renault 21 Symphonie (version G TS). Millésime 89. Garantie anti-corrosion Renault 6 ans. Diac votre financement.

Série limitée

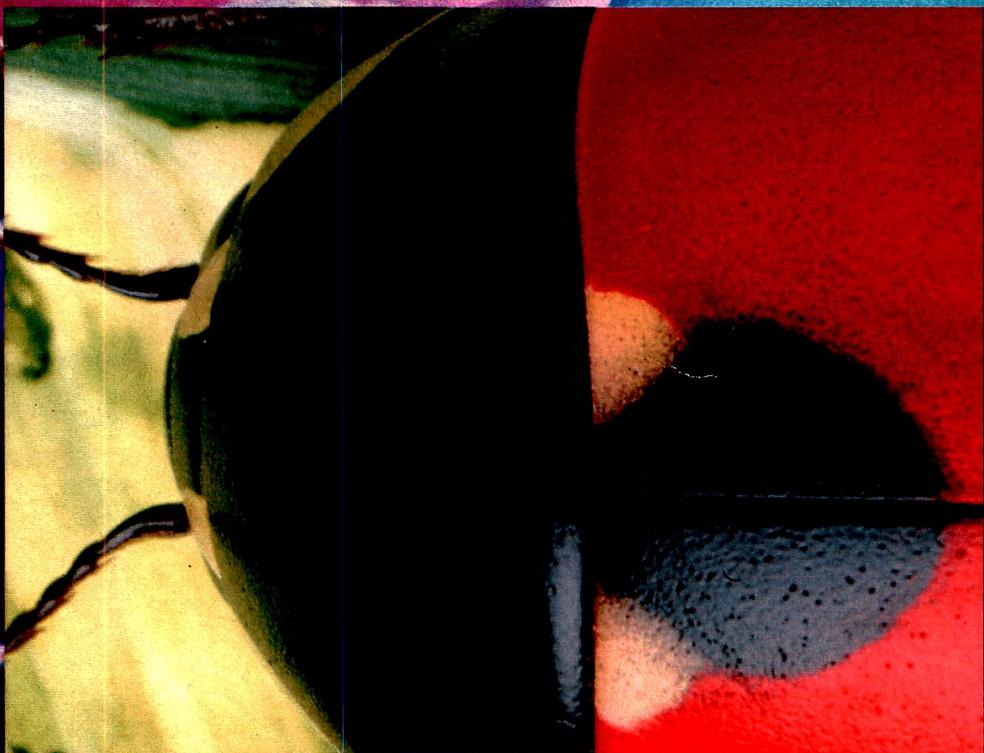
Symphonie.

TAPEZ 36-14 

 RENAULT
DES VOITURES
A VIVRE

EKTAR. LE NOUVEAU

IL AGRANDIT AVEC UNE PRÉCISION MONSTRE



Avec EKTAR, vous accédez à une nouvelle dimension de la photographie en négatif couleur.
EKTAR 25 triomphe de la plus difficile épreuve de vérité pour un film négatif couleur : l'agrandissement.
Grâce à ses cristaux T (tabulaires), il n'y a pratiquement plus de limite pour l'agrandissement en négatif couleur.
EKTAR 25 a été spécialement conçu pour les appareils reflex.
Offrez-lui le développement qu'il mérite et il saura se montrer à la hauteur de vos exigences.



KODAK. TOUJOURS UN DÉCLIC D'AVANCE.

PHOTORÉALISME

Kodak EKTAR
25

FOR SUR CAMERAS
POUR APPAREILS PHOTO REFLEX
FUS SPIEGEL REFLEX CAMERA
PER FOTOCAMERE REFLEX

24
EXP

25 et 1000 ISO

FORUM

RU 486, plumes et ébouriffements

L'affaire du Ru 486 me paraît de l'ordre de la péripétie, bonne à amuser le microcosme, comme disait l'autre, péripétie d'ordre surtout financier, curieusement occulté. A moins que vous ne réviez, bien sûr, que ce Ru 486 a été inventé pour soigner l'humanité souffrante par philanthropie ? Ce qui a suscité mon intérêt pour votre entrefilet, c'est la façon dont GM, votre plumatif, s'y est impliqué personnellement. J'en ai conclu quant à moi qu'il est de ces "journalistes" qui ne peuvent s'empêcher de faire du prosélytisme... Ce qui me paraît plus important, c'est de savoir si ses affirmations sont exactes. Elles ne correspondent pas, en effet, avec ce que j'ai lu par ailleurs, sous des plumes, m'a-t-il semblé compétentes. G.M. affirme que le Ru 486 n'est pas la pilule du lendemain. Et quel mal y aurait-il à cela, par rapport, par exemple, à la "pilule de la veille" ? Et que serait alors une pilule du lendemain, une vraie ? G.M. avance deux arguments : le Ru 486 n'est administré que sur prescription, ce qui prête à sourire quant au sérieux de la chose et consiste à prendre les lecteurs pour des imbéciles. Ce qui me paraît plus sérieux et contestable est d'écrire que le Ru 486 est "parfaitemment efficace" et "sans danger", écrit M.G.M., de Barbizon.

Bref, M.G.M. est contrarié de ce que G.M. (dont le nom entier est indiqué à la fin de la Chronique de la recherche, comme les noms de tous les collaborateurs) se soit insurgé contre les pressions morales étrangères et françaises qui visaient à éliminer un produit pharmaceutique français. C'est le fond de la question. Le Ru 486 est un abortif qui rend l'avortement beaucoup moins traumatisant que les

méthodes ordinaires, y compris la méthode Karman. C'est la raison pour laquelle il a suscité les pressions de groupes religieux américains et français. Il est frivole de prétendre que sa prescription sur ordonnance ne soit pas une contrainte sérieuse : ce produit ne peut être administré que dans des délais et des conditions précises, sous surveillance médicale, et, comme tous les pharmaciens le savent, on peut être sûr qu'ils ne le délivreront pas par complaisance ; ce n'est pas un antibiotique. Une "vraie" pilule du lendemain serait celle qui, sans consultation spécifique préalable, permettrait de dénicher l'ovule éventuellement fécondé et après sa nidation.

Quant à la sécurité et à l'efficacité, elles sont attestées par la Commission des visas. Notre correspondant s'imagine sans doute que cette commission pourrait dire n'importe quoi ; il se trompe. Ce n'est pas une entreprise de publicité, il s'en faut. Nous nous sommes insurgés contre les pressions inadmissibles exercées sur le laboratoire qui produit le Ru 486, sur son inventeur (qui a dû s'entourer de gardes du corps), voire sur l'ambassadeur de France à Washington. Le ministre de la Santé s'est également insurgé contre ces pressions et a donc donné l'ordre de produire le Ru 486. Nous continuons de nous insurger contre toutes les pressions du même genre, dans tous les domaines.

Le RU 486 représente une solution de premier ordre pour de nombreux pays, notamment ceux du Tiers Monde, où l'avortement traditionnel s'effectue souvent dans des conditions à la fois déplorables et traumatisantes. Il est donc vain de s'ébouriffer et de prétendre voler dans les plumes des "plumatifs".

Sida et propagande politique

Ayant fondé à Parthenay avec quelques amis une association, régie par la loi de 1901, destinée à pallier le manque d'informations relatives à la nature en général, M.D.C., de Parthenay, donc, nous écrit : *Il nous arrive toutes sortes de documentations sur tous les sujets, médecines naturelles, homéopathie (entre parenthèses, je suis de votre avis) et bien d'autres, dont le document que je vous fais parvenir. Celui-ci m'a stupéfait. La certitude de détenir la vérité, dont font preuve les éditeurs, a de quoi surprendre. Mieux encore : une association semblable à la nôtre, qui s'organise actuellement à Poitiers, est persuadée de la véracité de ce document, et un débat radiophonique serait même prévu à ce sujet. Notre lecteur nous demande donc de nous prononcer sur le sujet.*

Le document qu'il nous adresse est rédigé par l'Alliance végétarienne de Gramat, qui publie par ailleurs un pamphlet pour le désarmement, et comporte une longue interview de M Jakob Segal, qui se présente comme biologiste, ancien directeur de l'université Humboldt, à Berlin. Première imprécision, M Segal ne dit pas que cette université se trouve à Berlin-Est, ce qui revêt un certain intérêt, comme on le verra plus loin. M Segal reprend à son compte une thèse, depuis longtemps discréditée, selon laquelle le virus HTLV III (cette dénomination a été abandonnée) aurait été fabriqué en laboratoire par les Américains, bien sûr. Subtilement, M Segal essaie de faire accroire que le virus HTLV III est différent des HTLV I et II, et que la différence serait fondamentale et prouverait qu'il s'agirait d'un virus Visna artificiellement modifié. N'importe qui peut téléphoner à l'Institut Pasteur et vérifier que l'HTLV III, que Montagnier avait identifié en France, est le même que le virus LAV et que, depuis, celui-ci a été appelé HIV et qu'il comporte deux formes, HIV 1 et HIV 2, mais qu'on en connaît égale-

(suite du texte page 16)



Avec cette cassette gratuite voyez pourquoi vous pourrez parler l'anglais ou l'allemand dans 3 mois

La méthode réflexe-orale vous apprend à parler une langue étrangère, exactement comme vous avez appris le français.

Cela paraît étonnant, mais c'est ainsi: même si vous n'en connaissez pas un mot, vous pourrez converser en anglais ou en allemand dans trois mois. Et lorsque nous disons converser, cela veut dire «parler facilement, naturellement». Parler une langue, ce n'est pas traduire du français en anglais ou en allemand, mais transformer immédiatement et sans effort votre pensée dans la langue, exactement comme vous le faites en français.

Vous parlerez «instinctivement» comme en français. Beaucoup d'entre nous ont étudié une langue au lycée, pendant des années: ils connaissent beaucoup de choses et pourtant sont incapables de parler. La méthode réflexe-orale a pour but de vous faire parler par «réflexe naturel», exactement comme vous l'avez fait lorsque vous étiez enfant, pour apprendre votre langue maternelle. En associant le texte, le son et l'image, la méthode réflexe-orale grave la langue étrangère dans votre esprit et lorsque vous avez à parler, les phrases se forment toutes seules. Les leçons sont simples, intéressantes et ne demandent pas d'effort. La grammaire n'est pas étudiée «avant», mais seulement lorsqu'on est déjà familiarisé par des exemples.

Rien à apprendre par cœur. La méthode réflexe-orale est très progressive: elle commence avec des leçons vraiment faciles (vous le constatez vous-même avec la cassette ou le disque gratuit) et elle vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans jamais avoir appris quoi que ce soit par cœur, vous arriverez rapidement à comprendre une conversation, la radio ou les journaux

et vous commencerez à penser dans la langue. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler dans un temps record. Les résultats sont tels que ceux qui l'ont suivie, semblent avoir séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne. Pour ceux qui ont des examens oraux, c'est une méthode irremplaçable.

Dans 2 mois vous serez «débrouillé». La méthode réflexe-orale a été conçue pour être étudiée chez soi. Vous pouvez apprendre une langue à vos heures de liberté où que vous habitez, 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 peu de temps après, vous serez capable de converser. Votre accent sera impeccable, car les cassettes (ou les disques) sont enregistrées par des comédiens et speakers ayant une prononciation parfaite. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue étrangère est un atout essentiel, dans toutes les professions.

Ce que pensent ceux qui ont étudié avec cette méthode.

Après un mois d'étude, je suis étonnée d'en être déjà là.

Mlle C. T..., 75013 Paris.

Je n'ai rencontré aucune difficulté.

Didier C..., Tahiti.

J'ai appris un anglais vivant.

Mme C..., 91800 Brunoy.

Je croyais l'allemand difficile. Il n'en est rien avec votre méthode.

I. H..., 06400 Cannes.

Il est exact que l'on parle naturellement après quelques mois d'étude vraiment passionnante.

G. S..., Beringen (Belgique):

Un atout pour votre avenir. Rien ne peut vous apporter autant que cette étude passionnante. Si vous ne vous décidez pas, vous en serez au même point dans trois mois ou dans un an. Si vous agissez, vous pourrez parler anglais ou allemand dans trois mois. La première chose à faire est de renvoyer le coupon ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire.

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

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

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

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

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

Mon nom: Prénom:

(majuscules SVP)
Mon adresse:

Code postal: Ville:



A 15P

ment d'autres variantes. Il est donc tout à fait tendancieux et faux de prétendre qu'il y a un virus HTLV III qui n'aurait pas grand-chose de commun avec les virus HIV. Il est dommage que l'on propage ainsi des rumeurs fausses jusqu'à en être criminelles.

En réalité, l'interview de M Segal remonte à 1986, c'est-à-dire à l'épo-

que où les Soviétiques essayaient de faire accroire que le Sida était une maladie créée par les laboratoires militaires américains. Le discours de M Segal est donc un discours de propagande, sans aucun fondement scientifique. On peut s'étonner qu'une association végétarienne se soucie de reprendre de telles fadasies.

effet d'amnésie, on avait complètement oublié au XIX^e siècle que, pour les fidèles, le Suaire de Turin, l'un des 42 recensés, représentait un corps entier, recto verso. La "révélation" n'en fut une que pour les gens qui n'avaient pas étudié le dossier de cet artefact.

Que l'on se place du point de vue médical, anatomique, historique ou autre, poursuit notre correspondant, personne n'a découvert le détail qui trahit la main d'un faussaire.

C'est encore inexact, que notre aimable correspondant nous pardonne de le dire, car le Suaire de Turin présente deux incongruités majeures. La première est qu'il représente le visage du prétendu crucifié dans le plan du corps ; or, c'est anatomiquement impossible, ce que personne à ce jour ne semble avoir relevé. En effet, dans un corps allongé, en décubitus horizontal, l'angle de la tête est oblique par rapport à celui du tronc, la tête étant rejetée en arrière. Dans ce cas, l'image qu'on devrait avoir est celle du menton, de la base du nez et, à la rigueur, des arêtes des arcades sourcilières. La deuxième incongruité est que les mains y sont posées sur le pubis, alors que le corps est censé être inerte. N'importe qui peut vérifier qu'en décubitus relaxé, il est impossible de joindre les mains sur le pubis : elles remontent sur l'estomac, mais, bizarrement, personne non plus ne semble s'en être avisé à ce jour. Ces deux anomalies suffiraient déjà à dénoncer le Suaire comme un artefact, réalisé sur un modèle qui était parfaitement vivant, puisque possédant assez de tonus musculaire pour maintenir les mains sur le pubis.

En terminant, vous dites, écrit M M., « il suffirait de deux ou trois infimes brins pour déterminer, par spectrographie, la nature du pigment. » C'est ignorer les analyses qui ont déjà été faites. S'il y a une chose dont on est certain, en ce qui concerne le Suaire, c'est bien précisément que l'image n'a pas été obtenue par la peinture ou avec un colorant quelconque : il n'y a ni trace de pinceau, ni pigments.

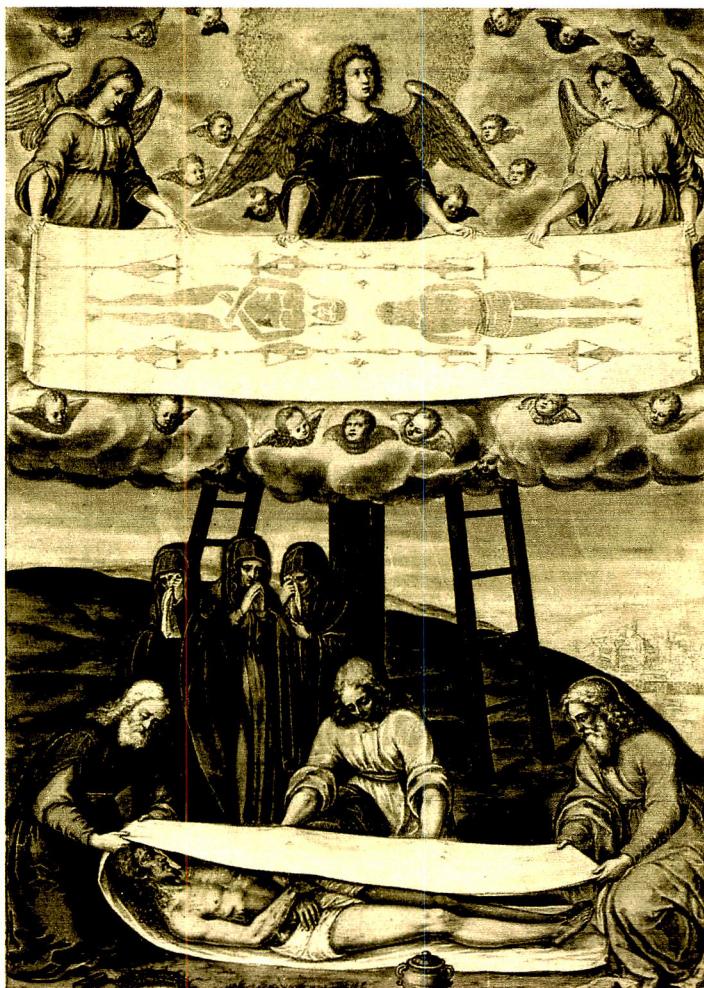
Pas d'accord là non plus : les brins prélevés ont servi à la datation, non à la recherche de pigments. Les seules recherches de

Le Suaire... des illusions

Ainsi qu'on pouvait le supposer, notre article sur le Suaire nous a valu un abondant courrier. M. J.M., de Bordeaux, nous adresse un certain nombre de réflexions et rectifications. Vous dites : « *On a pris la science pour arbitre* », je crois qu'il serait plus juste de dire que c'est la science qui a sorti le Suaire de l'ombre. Avant la technique moderne, ce qu'on retenait du Suaire, c'était l'image floue

d'un visage entrevu. Avec la photo de 1898, tout change, c'est une révélation.

Ce n'est pas exact : on connaît bien, depuis le XVI^e siècle, la totalité de l'image corporelle présentée sur le Suaire, et pas seulement le visage, comme en atteste une peinture de Giulio Clovio, qui reproduit avec précision les empreintes ventrales et dorsales du Suaire. En effet, par un curieux



pigments ont été effectuées sur des particules prélevées par adhésif, non sur des fibres entières, et elles ont déjà montré la présence d'oxydes de fer.

M.R.L., de Vieillevigne, nous transmet un long article de notre confrère *Ouest France*, sur lequel il nous demande notre avis. Cet article est constitué d'une interview d'un Caennais qui s'intéresse au Suaire, qui contient des assertions assez surprenantes, telles que *On résistera à la tentation de "diviniser" en quelque sorte l'expérience au carbone 14, classique ou tandemtron* (le Suaire a été analysé, en effet, par une technique nouvelle et plus fine, dite tandemtron). Bref, l'interviewé rejette les conclusions de trois datations séparées au carbone 14. A partir de ce moment, il nous semble que l'on n'est plus dans le domaine de la science, mais dans celui de la foi, où nous n'intervenons pas. Il n'y alors plus lieu, comme le fait cette personne, d'invoquer des travaux scientifiques antérieurs. Pour nous, les expériences récentes in-

diquent, sans ambiguïté possible, que le Suaire de Turin est un des nombreux artefacts apparus depuis les premiers siècles du christianisme, et nous nous étonnons que des gens qui se disent "spécialistes" méconnaissent le fait que, dès sa première ostension, le pape Clément VII demanda que l'on prévint les fidèles qu'il s'agissait d'une œuvre d'art, et non du vrai linge qui aurait servi à envelopper le corps de Jésus. Le même pape précisait que c'était un artefact qui avait été fabriqué par un artiste. On ne peut pas être plus clair, et tout le battage actuel autour de ce document est étrange.

M.J.R., de Nîmes, nous adresse, lui, une revue confessionnelle qui publie aussi un grand article que son titre résume "Le Saint Suaire n'est pas un faux". Il est constitué d'éléments non scientifiques, tels que des appréciations esthétiques sur le visage du prétendu crucifié, et d'affirmations contradictoires. Après avoir, en effet, soutenu longuement les raisons de croire à l'authenticité du Suaire, l'auteur re-

connaît que l'Eglise ne l'a jamais donné pour le linge qui a historiquement enveloppé le corps de Jésus. Comme on ne peut pas défendre une chose et son contraire, nous ne sommes plus, là non plus, dans le domaine de la raison.

Coda sur la science

Un très grand nombre de lettres que nous recevons, et que nous ne pouvons publier ici faute de place, portent, au fond, sur la même question : pourquoi les scientifiques sont-ils rebelles à des théories telles que l'homéopathie, l'astrologie, etc.? Le fait est qu'ils n'y sont pas du tout rebelles ; ils refusent simplement que ces théories se parent de science.

Mais chacun a parfaitement le droit de croire ce qu'il veut et, comme les scientifiques, nous respectons tous les credos pourvu qu'ils ne clament pas être vérifiés

AMSTERDAMER



8^F
50

TABAC A ROULER
BLOND AROMATIQUE

par la science. Notre excellent frère Médecine et armées rapporte ainsi, sous le titre "Radiologie et sorcellerie", le cas d'un Gabonais adressé à un service de radiologie de Dakar parce qu'il souffrait de lombalgie. La radiographie a révélé qu'il avait avalé 99 aiguilles de métal, disséminées entre le cou et le bassin, pour se protéger contre les mauvais sorts. C'est son droit le plus strict, et nul ne le lui a reproché.

Après tout, bien des gens s'insurgent si l'on prétendait faire des mathématiques une religion, avec ses célébrants et ses pontifes...

Gloses sur Glozel

J'ai été navré de voir votre revue s'associer aux tristes calomnies contre Glozel et son dévoreur, M'Emile Fradin, contenues dans l'ouvrage de J.P. Adam, "Le passé reconstitué". Je pense que M'Fradin, l'Association des amis de Glozel et même l'administration propriétaire du musée de Glozel vont agir pour lui faire respecter les décisions de justice prises depuis longtemps à ce sujet, écrit M.J.J.P., qui se définit comme historien, à Nogent-sur-Marne. Encore heureux que ce lecteur ne nous invente pas.

Ce n'est pas le cas d'un lecteur qui se retrouve derrière un anonymat prudent et qui mentionne seulement qu'il a fait des études scientifiques. Que la science est donc jolie et divertissante quand elle est enseignée par un imbécile, écrit-il, se référant donc à Jean-Pierre Adam, dont nous avons recensé l'excellent ouvrage attaqué plus haut par un autre disciple de Glozel. Ce lecteur, armé donc d'invectives et d'injures, se lance dans une vaste révision de la préhistoire, puis offre sa version de l'affaire Glozel, car il croit, lui aussi, à l'authenticité de ses "vestiges", et conclut : On se demande si vous vous f... du monde...

En ce qui concerne le premier lecteur, nous ignorons les décisions de justice auxquelles il se réfère. En ce qui concerne les deux, disons-leur tout de suite que leur philippique devrait s'adresser à

tous les ouvrages encyclopédiques et spécialisés connus, à commencer par le *Grand dictionnaire encyclopédique Larousse*, qui conclut son article sur Glozel par les informations suivantes : « *Le conflit* (entre la commission de l'Institut international d'anthropologie, qui tenait Glozel pour une fabrication, et Salomon Reinach, qui (y croyait) fut même porté sur le plan judiciaire. Une nouvelle expertise, effectuée par le directeur de l'identité judiciaire, conclut à la fraude. » Il faudra donc que le second lecteur renonce aussi à consulter le Larousse...

Quel était le fond de l'affaire Glozel : la volonté de démontrer que l'écriture avait été inventée, non pas en Orient, à Sumer, ce qui était insupportable pour les grands "Aryens", mais en France. On ne pouvait décidément laisser le mérite d'une telle invention aux "Levantiens". Nous supposons que ce sont les mêmes défenseurs de la pureté culturelle qui se sont anonymement insurgés à propos de notre article sur l'origine africaine de l'humanité...

Pour maîtriser l'énergie d'un blurg

« Découvrez les extraordinaires méthodes de guérison amérindiennes avec le docteur Lewis Mehl, un authentique médecin-guérisseur cherokee ! Changez de vie... Devez-vous "VOUS" ! Maîtrisez les énergies subtiles de votre corps ! » On conçoit que le Dr M.R., de Drusenheim, ait été exaspéré par ces promesses, et au titre d'une contribution à la campagne anti-blurgs que nous menons (vous n'êtes pas au bout de vos peines, note-t-il), il nous adresse donc le dépliant qui contenait ces promesses singulières, et qui émane d'une mystérieuse Académie internationale des sciences de la santé. Quelles "énergies subtiles" ? En quoi la médecine cherokee (ou iroquois, nez-percé, navaho ou asiniboine) mérite-t-elle l'épithète d'"extraordinaire" ? Que peut signifier une phrase, pareille à plusieurs autres que nous avons relevées dans le dépliant,

telle que : « Un rite qui vous conduira au cœur du subtil, à la rencontre avec les Éléments. » ?

Remercions notre correspondant et assurons à tous les autres que, pour maîtriser l'énergie des blurgs, il faut les dénoncer.

Arithmétique et secrets d'Etat

Très intéressant, votre article "Arithmétique et secrets d'Etat", malheureusement, malgré tous mes efforts, je n'ai pu, à partir de la suite 01 18 18 09... obtenir l'autre suite 1 358 358 338 91... 132, par l'application de la formule $C = T^8 \pmod{391}$ et l'inverse à partir de $T = C^{59} \pmod{391}$. Serait-il possible d'avoir l'explication ? nous demande M.J.S., de Nanterre.

Il convient de rappeler que l'expression $C = T^8 \pmod{391}$ veut dire, très simplement, que C est le reste de la division de T au cube par 391. C'est ainsi que $T = 18$ donne $C = 358$, parce que $18^3 = 14 \times 391 + 358$. De même, $T = 9$ donne $C = 338$, parce que $9^3 = 1 \times 391 + 338$. Et ainsi de suite pour toutes les valeurs de T .

De même, également, on revient à T avec $T = C^{59} \pmod{391}$, mais ici, il est peu commode de calculer à la main une puissance 59, puis de faire la division par 391 et de voir quel est le reste de cette division. C'est pourquoi les calculatrices sont si utiles dans ce genre de travail.

Encore les cristaux liquides !

Il y a quelques mois, des lecteurs nous interrogeaient sur des rumeurs qu'ils avaient entendues et qui portaient sur les propriétés prétendument néfastes des montres à quartz. Nouvelle étrangeté, un lecteur nous assure que ce sont les montres à cristaux liquides qui seraient responsables de troubles physiologiques.

Mais c'est lui-même qui a fait cette découverte. En 1979, nous écrit donc le Dr A.L.D., de Turenne,

(suite du texte p. 20)

Peut-on réussir dans la vie simplement en développant sa mémoire ?

ou l'étrange histoire d'un grand avocat

En ce jour de vacances d'été, qu'étais-je venu faire, avec mes 18 ans, dans ce grenier ouaté de poussière et de silence ?..

Dehors, le reste de la bande s'ébatait dans la piscine de cette grande et belle demeure où m'avait invité mon ami François. Mais je ne m'étais jamais senti très à mon aise dans la compagnie des autres.

Alors, j'étais là, au milieu de ces meubles qui avaient cessé de plaire, je détaillais l'œil curieux les souvenirs d'une vie qui, visiblement, avait été brillante.

J'ouvris plusieurs tiroirs et découvris dans l'un d'eux un petit livre que je feuilletai machinalement.

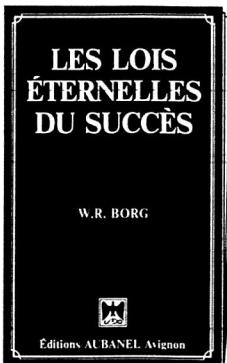
Mais bientôt, m'asseyant sur l'osier grinçant d'une panière, je continuai ma lecture. Page après page. Négligeant même la lumière du jour qui baissait.

Dans ce livre j'appris que tout le monde possède une mémoire fantastique, mais que seuls quelques-uns savent l'utiliser.

J'étais sceptique, bien sûr, mais une méthode simple était décrite. Ce qui me conduisit à prendre un vieil annuaire du téléphone oublié là, pour constater qu'en suivant la méthode, effectivement, j'étais capable après une seule lecture attentive de tout retenir : les noms, les professions et les numéros de téléphone de deux colonnes d'abonnés.

Oserais-je dire qu'alors je me pinçai, avant de me livrer à d'autres expériences. Mais toutes furent aussi convaincantes. Et je pus même vérifier que, trois heures après avoir simplement lu 83 numéros de téléphone (car je les avais comptés), je n'en avais toujours oublié aucun.

C'était tellement étrange que, ce soir-là, je m'endormis tard. Attendant le lendemain et le



chant du premier merle qui, avec un jour nouveau, me dirait que j'avais rêvé.

Or j'avais tort. Tout était toujours dans ma tête. Et la fin des vacances, pour cela, fut transformée.

Mon ami François me dit : "Mais on t'a changé !" La bande me découvrit comme elle ne m'avait jamais vu. Je n'osais pourtant rien de plus. Simplement j'étais autre, inattaquable et serein. Répondant du tac au tac, après n'avoir eu si souvent que l'esprit de l'escalier.

Et plus tard, à la rentrée, moi qui peiniais jusqu'alors sur mes cours de droit, je sus maîtriser les dates des lois et les articles du Code. J'appris même l'anglais en quelques mois.

A partir de cette simple méthode, je me souvenais de tout : des visages, des noms, des musiques, de poèmes entiers dont spontanément je pouvais dire quelque extrait dans un dîner en ville.

Depuis, le temps a passé. Même les médias m'accordent aujourd'hui l'autorité que donnent conjointement le talent et l'assurance et j'écris cet article pour rendre hommage à un être exceptionnel, qui a révélé en moi l'homme qui était au-delà de l'homme.

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale, qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez simplement l'éditeur de vous envoyer "Les Lois Eternelles du Succès", intéressant petit ouvrage écrit par W.R. Borg comme introduction à sa Méthode. Vous le recevrez gratuitement comme quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 082 - 3, place St-Pierre, 84057 Avignon Cedex.

Pierre-Henri Marquand

BON GRATUIT

>8

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt 082 - 3, place St-Pierre, 84057 Avignon Cedex, France, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Eternelles du Succès".

Nom _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal _____ Ville _____

Age _____ Profession _____

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

j'ai découvert les propriétés polarisantes des cristaux liquides chez l'homme.

Arrêtons-nous à cette première phrase : qu'est-ce donc que polariseraient les cristaux liquides ? Sous quelle forme ? Quelles mesures en témoignent, et effectuées avec quels appareils ? Y a-t-il eu un protocole d'expérimentation et expériences en double aveugle ? Pendant deux ans, je les ai utilisés (sic) en médecine courante, avec des miracles "à la clé" : disparition instantanée de sciatiques "incurables", arrêt immédiat de douleurs "qui avaient tout essayé", apparition immédiate (3 secondes) de règles chez une cancéreuse en aménorrhée depuis 8 ans, etc. Pour finalement me rendre compte des dangers, aussi immenses que leurs possibilités, véhiculés par les cristaux liquides.

Les cristaux liquides seraient donc la panacée, car il n'existe guère de rapport entre une sciatique et une aménorrhée. Regrettions que notre correspondant n'ait pas établi un dossier plus circonstancié sur ses "miracles". Et les dangers des cristaux liquides. Pour notre part, nous confessons quelque scepticisme sur le bien-fondé de ses assertions, au vu des titres des publications qu'il édite (et semble rédiger) : cela va des "Bases de l'architecture quantique" et de la "Dentisterie quantique" aux

"Emissions des êtres vivants". Nous déplorons d'avoir peu de loisirs, car, vraiment, la "dentisterie quantique" nous laisse perplexe...

ils porteurs d'un message et sont-ils capables de le retenir ? Sont-ils inaltérables et surtout, infalsifiables ? Sont-ils radioactifs ? L'université agréée de Bordeaux existe-t-elle ?

Nous n'avons pas connaissance de micro-cristaux à effet de mémoire, et l'"université agréée de Bordeaux", dont se recommande le fabricant de ce mode de marquage d'objets d'art est inconnue au Rectorat de Paris. On peut imaginer l'inclusion de cristaux de quartz qui vibreraient sur une fréquence donnée quand on y fait passer un courant électrique. Ils seraient évidemment inaltérables, sauf à être enlevés par le voleur, mais ils ne pourraient pas empêcher le vol. Par ailleurs, n'importe quel mode de marquage, par exemple par gravure d'initiales, est tout aussi efficace.

Une université inconnue du Rectorat de Paris

M.B.D., de Bruxelles, nous écrit : J'ai reçu un dépliant publicitaire, dont je vous fais cadeau, émis par une société belge qui se propose "d'insérer dans l'intimité de la matière des micro-cristaux à effets de mémoire" pour la marquer de manière scientifique, inaltérable et infalsifiable dans le but de la protéger du vol et du recel. Cette matière peut prendre différentes formes, par exemple tableaux, bijoux, sculptures et toutes sortes d'objets excitant la convoitise de personnes mal intentionnées. Il a été fortement question ces derniers temps, si je me souviens bien, de matières plus ou moins douées de propriétés mnémonomiques. Ces micro-cristaux soulèvent certaines questions auxquelles j'espère que vous saurez répondre. Les micro-cristaux existent-ils ? Si oui, qui en est l'inventeur ? Sont-

Appel au Rouennais

Nous prions le très sympathique lecteur qui nous a déjà adressé deux lettres d'un ton familier et camarade, de bien vouloir se faire connaître. Nous l'assurons, en attendant sa réponse, que l'esprit d'analyse n'"annihile" pas du tout l'instinct, ni l'élan vital. Bien au contraire, il les oriente.

(suite de la page 22)

Trissotte, en direct du Labo

par Louchard & Glaalon



LEGRES
EXTRA LEGRES

HDM



Sourcellerie : le Pr Rocard nous répond

L'article de Philippe Renault dans notre numéro de décembre 1989 nous a valu une lettre du Pr Yves Rocard, qu'il nous prie de publier en vertu du droit de réponse.

N'étant pas d'accord avec l'argumentation de notre correspondant, nous publions en regard les objections de l'auteur de l'article sur la sourcellerie.

L'article signé Philippe Renault, paru dans *Science & Vie* n°855, décembre 1988, intitulé "Le nouveau signal des sourciers", attaque mes travaux avec une telle méconnaissance des faits, que je crois devoir renseigner les lecteurs de *Science & Vie* autrement que par l'article visé.

J'ai publié en 1962, puis en 1964 — 27 ans — un premier livre où je suggérais ceci : « L'homme est sensible à une très petite anomalie du champ magnétique terrestre. Il n'a aucun organe sensible à la présence de l'eau. »

En 1981, un second livre, *Les sourciers*, collection *Que Sais-je ?* n'est qu'un historique impersonnel de la question. Mais M. Renault qui connaît ces deux volumes, semble ignorer *Le pendule explorateur*, paru en 1983, où le lecteur apprend que la bonne Nature lui a confié, à six niveaux de son corps, des petits capteurs magnétiques symétriques à droite et à gauche, dont par exemple un sous chaque talon. La sensibilité magnétique de l'homme se manifeste ainsi : si l'on approche un simple clou en fer vertical derrière un de ces centres, en restant écarté de l'autre centre au même niveau, alors le pendule (un caillou au bout d'une ficelle) que le sujet tient se met à tourner sur un cercle, il ne se maintient plus en oscillations longitudinales. Ce changement de comportement est connu depuis bientôt 190 ans, mais je suis sans doute le premier à l'avoir attribué à l'action d'un champ magnétique sur le corps humain. Or, il y a huit ans maintenant que M. Renault aurait pu s'instruire.

Mon livre actuel, qui paraît chez Grasset, est un livre de Mémoires, avec seulement un chapitre qui évoque des souvenirs sur la question. Il ne contient rien qui puisse motiver des critiques aussi aimables que celles de cet article.

Par contre, en avril 1989, la librairie Dunod doit faire paraître un ouvrage bien plus documenté : *La science et les sourciers*, où la rédaction de *Science & Vie* pourra trouver de très bonnes

- Ce sont là deux postulats, émis par le Pr Rocard, et qui sont à démontrer. On peut s'en étonner, car, dans *Le signal du sourcier*, paru en 1962, le Pr Rocard s'attachait au contraire à démontrer un rapport entre filtration et anomalie magnétique.

- En effet, nous ignorions ce texte. Nous avons, en revanche, connaissance des *Mémoires sans concessions* du même auteur, qui résument 27 ans de recherches sur le biomagnétisme et, notamment, celles sur "les petits capteurs magnétiques" décelés sur le corps humain avec un clou. Tout scientifique sait faire un résumé ou une notice de travaux, c'est là un impératif professionnel, et le Pr Rocard l'a fait parfaitement dans ce dernier ouvrage.

- S'agit-il bien de nous convaincre d'une possibilité de déceler l'eau par le biomagnétisme ou bien de consolider nos convictions actuelles ? Toujours est-il que nous prendrons connaissance avec grand intérêt de l'ouvrage annoncé.

occasions de consolider ses convictions.

Mais je dois m'en tenir aux critiques actuelles qui me sont faites. Ma principale réponse est que M. Renault interprétant tout de travers les faits, cela me dispense de prendre son opinion en considération. Par exemple, p. 32 de l'article, M. Renault cite des recherches de l'Utah Water Research Laboratory, conduites en 1967 par 150 élèves de l'université servant de cobayes. La brochure qui relate leurs résultats est difficile à trouver (faute de publication scientifique), mais j'en rends compte dans mon livre *Les sourciers* en disant tout le bien que j'en pense. Même en critiquant des points de détail elles tranchent la question. Or, M. Renault, n'a pu s'informer qu'en lisant mon livre (qui le contrarie) et prend aussitôt parti contre l'Utah Water Research Laboratory : « à l'examen, ces résultats sont surtout imputables au hasard... »

Où est-il, que je l'admire, cet examen détaillé auquel il se serait livré ? A mon avis, on l'attendra encore longtemps. Je voudrais en tout cas confirmer aux lecteurs de *Science & Vie* qu'ils verront rarement des résultats expérimentaux mieux établis que ceux de l'Utah Water Research Laboratory.

J'en arrive à la critique la plus pénible : j'aurais transgressé la règle primordiale de l'expérimentation scientifique qui est d'agir toujours en double aveugle. Ma réponse est que le double aveugle est impossible en sourcellerie, où le sujet doit maintenir son attention en éveil, afin d'essayer de ressentir quelques effets. Tout ce que l'on peut faire c'est de servir du simple aveugle au sujet sous expérience.

Mais j'ai encore quelque chose à dire pour ma défense. C'est en 1962-1964 que j'ai eu à mener les premières expériences qui prouvaient la sensibilité magnétique du sourcier. Or, je n'opérais qu'avec des sourciers à baguette. Vingt ans après, je trouve bien plus aisément de travailler au pendule. M. Renault, qui n'a pas lu mes travaux récents, critique un stade bien dépassé. La place limitée qui m'est allouée dans les colonnes de *Science & Vie* me conduit à dire seulement ceci : les petites centres sensibles (creux des genoux, creux des coudes) que je découvre chez l'homme sont (sauf ceux des arcades sourcilières) tous dans le dos du sujet, ou mieux accessibles par son dos.

Si je stimule un sujet cobaye, je m'installe derrière son dos et j'approche, par derrière, un clou du creux de son genou droit ou gauche. C'est du très bon aveugle. De quel droit M. Renault peut-il prétendre que mes expériences sur la sensibilité magnétique de l'homme n'auraient pas été exécutées en aveugle ?

De plus, certaines expériences ne réclament pas la procédure aveugle. Je frotte mes talons sur un gros aimant pendant 5 minutes, puis je repousse l'aimant. Je constate que mes talons res-

• Nous sommes chagrinés que le Pr Rocard fasse peu cas de notre opinion, mais là n'est pas la question. Il n'en reste pas moins que la fig. 8 de l'ouvrage *Les sourciers* (PUF, 1981) présente bien les résultats de deux expériences de l'Utah Water Research Laboratory ayant produit 24 et 36 signaux et que ces signaux sont mis en rapport avec 5 anomalies magnétiques mesurées par ailleurs. Or, on constate que certains de ces signaux sont indépendants des anomalies, que d'autres les précèdent et que d'autres enfin les suivent. Enfin, certains signaux coïncident avec les anomalies, notamment au niveau de l'anomalie C (barre de fer enterrée). Ce qui n'autorise pas à établir un rapport entre les signaux et les anomalies magnétiques. Car, s'il y a bien signaux magnétiques, il faut conclure que certains ont été émis au hasard, du moins si l'on écartere l'hypothèse d'anomalies inconnues. D'autres signaux, eux, seraient en rapport direct. Il y a lieu d'être sceptique quand les signaux sont proches de l'anomalie indiquée, mais sans coïncider avec elle. A moins que l'on adopte l'hypothèse d'interprétation par hystérisis offerte par le Pr Rocard, qui reste, elle aussi, à démontrer.

• Nous ne voyons pas en quoi cette critique serait « pénible » : le Pr Rocard admet qu'il n'a pas travaillé en double aveugle. Et il n'a pas cherché à le faire. Travailler dans le dos du sujet d'expériences ne crée pas les conditions nécessaires au double aveugle. En expérimentation médicale, le rôle du médecin est fondamental. En biomagnétisme, il en va de même. Que dire alors d'expériences où l'expérimentateur opère sur lui-même ? Tant qu'on n'aura pas réfuté l'interprétation des phénomènes supposés par autosuggestion, c'est-à-dire par influence inconsciente sur les mouvements de la baguette ou du pendule, en d'autres termes, tant que la réalité de l'action d'un facteur physique sur le corps humain (en l'occurrence des anomalies magnétiques) n'aura pas été démontrée, la radiesthésie restera à prouver. Elle ne l'est pas. Le Pr Rocard fait dans son livre *Les sourciers* (p. 10) une critique de l'interprétation par autosuggestion ; son réductionnisme ferait sourire un physiologiste.

tent aimantés pendant 3 heures. Serait-ce plus vrai pour la science si on m'avait bandé les yeux ? J'aurais pu me faire frotter les pieds avec un pavé, une sorte d'aimant placebo. En y réfléchissant, je vais le faire pour décontenancer M. Renault. Rendez-vous dans cinq mois quand j'aurai pu publier.

Un autre reproche de M. Renault, est que très peu de gens, une demi-douzaine, seraient passés devant mes bobines électriques ; ce n'est pas exact, beaucoup plus de gens les ont affrontées, avec ou sans moi. Les lecteurs de *Science & Vie* peuvent aimer connaître l'ampleur de l'effort accompli depuis moins d'un an par exemple.

Cent cinquante élèves d'un enseignement de physique médicale à Rennes, un lot de 6 élèves d'un collège de Maisons-Alfort (15 ans), un autre de 24 élèves (20-22 ans) fournis par l'Ecole normale supérieure à Paris. Mais n'oublions pas 300 sourciers dans des expériences de Z. Harvalik (il y a 20 ans), 170 environ dans les expériences de l'Utah et plus de 7 000 chez les Russes. Dans ces deux derniers cas les expériences sont sourcières et pas forcément magnétiques.

Une dernière critique, M. Renault relève chez moi une vantardise déplaisante : « Rocard proclame lui-même que ses résultats constituent une grande découverte, un changement qui marque l'humanité ». M. Renault aurait pu comprendre que j'ironisais sur moi-même, pauvre petit savant qui n'arrive même pas depuis 25 ans à convaincre la rédaction de *Science & Vie*. Je tiens d'ailleurs à rappeler le contexte de cette affaire : la sensibilité de l'homme est magnétique et non pas aquatique ou hydrologique ou inexiste, cherchons donc une cible magnétique pour la tester. Quoi de mieux que les 100 kilos de fer d'une automobile. Je m'approche donc d'une voiture et je réussis mon test. A ce moment, ma vanité éclate, comment n'a-t-on pas découvert cela depuis 100 ans qu'on a des voitures. Quant au changement qui marque l'humanité, je peux accorder à M. Renault que c'est peut-être la possession de la voiture plus que sa détection qui compte. Néanmoins, 15 millions de Français peuvent s'approcher de 15 millions de voitures chacun avec un caillou au bout d'une ficelle, je pense que 7 ou 8 millions de Français, pour le moins, vont constater que leur pendule tourne. Quant à M. Renault, il nierait que l'effet puisse seulement exister, puisqu'il n'est pas appuyé par du double aveugle. Voilà où nous en sommes, un peu loin de l'expérience et des faits.

M. Renault exprime des opinions sur le docteur Jarricot, sur Armand Vire, je ne me sens pas visé, mais je suis en désaccord parfait avec ce qu'il en dit. A un autre endroit, il parle de ce que j'ai appelé l'"effet falaise". A peu de distance du bord du sommet d'une falaise, taillée dans une roche primaire,

• On retrouve là l'ambiguïté dans l'interprétation de la sourcellerie par le Pr Rocard, que nous avons relevée plus haut. Ou bien la sourcellerie est liée à la perception par le corps humain d'une anomalie magnétique, ou bien elle est liée à d'autres phénomènes inconnus. Plus haut, le Pr Rocard spécifie que le corps humain n'a pas d'organe sensible à la présence de l'eau ; ici, il suppose qu'il en aurait, puisqu'il dit que les expériences « sont sourcières et pas forcément magnétiques ».

● Ni Philippe Renault, ni *Science & Vie* n'ont utilisé l'expression "vantardise déplaisante". Savant réputé, qui a conçu le pont de Tan-carville, le Pr Rocard n'eût pu faire dans nos pages l'objet d'une telle critique. Ce qui ne nous empêche pas de relever que l'hypothèse d'un mode de perception inconnu, qu'il défend depuis 25 ans, n'est pas étayée scientifiquement. Notons à ce propos que, dans *Pendule et médecine* (Doin éd., 1949), le Dr Jarricot, qui est, lui aussi, convaincu de la réalité du signal radiesthésique, fait le compte-rendu de ses propres expériences ; or, elles comportent un nombre respectable d'échecs. Certaines de ses expériences, effectuées en double aveugle, sont simples à réaliser ; elles consistent en la détection d'objets dans des boîtes fermées ; elles seraient faciles à reprendre.

● Les expériences américaines (qui, elles, semblent réalisées en double aveugle) seraient de toute façon plus convaincantes que celle qui consiste à s'approcher d'une automobile ou d'un réverbère, pendule en main, ce qui déclenche inévitablement un effet d'autosuggestion garantissant la réussite du test. Nous n'avons pas, à cet égard, dépassé la démonstration du fait que baguette et pendule dépendent de la subjectivité de l'opérateur et ne sont pas des instruments de mesure fiables, démonstration qui a été faite par Chevreul.

• Nous n'avons pas utilisé l'expression "petites compétences". Cela étant, la recherche du Pr Rocard est individuelle, et il faut souligner que la personnalité de celui qui conduit une recherche peut influencer les résultats. D'où l'intérêt d'une recherche interdisciplinaire. A titre d'exemple, et dans le même domaine du biomagnétisme, les Américains Baker et Gould ont fait des expériences sur le sens de l'orientation dans un groupe d'étudiants. Certains de ceux-ci portaient un aimant sur la nuque et d'autres, un placebo. Baker, soit dit en passant, n'admet qu'un petit centre sensible, proche de la ligne des yeux, ce qui le distingue du Pr Rocard. Menés par Baker, les résultats furent raisonnablement satisfaisants. Refaits par Gould, ils ne le furent pas.

Une donnée scientifique doit être soumise à l'appréciation de la communauté scientifique, entité difficile à définir, mais très réelle et comparable au jury d'assises. Derek J. de Solla Price, sociologue éminent des sciences, a parlé à ce sujet du "collège invisible des savants". Le Pr Rocard connaît cette instance supérieure, puisque, dans ses *Mémoires sans concessions* (p. 270 et suiv.), il décrit l'accueil assez frais qui fut fait, en 1962, à ses travaux sur le biomagnétisme.

L'estime que nous portons au Pr Rocard n'implique nullement que nous dussions souscrire à ses vues sur le biomagnétisme. Des savants aussi illustres que Crookes, Wallace, Richet et autres se sont fourvoyés dans des domaines comme le spiritisme qui n'étaient, ni scientifiques, ni de leurs compétences essentielles. Cela n'enlève rien à leur renom.

En résumé, s'il existe une perception physiologique du champ magnétique, il faut d'abord en établir le mécanisme. Dans ce domaine, toutes les hypothèses sont plausibles, aucune n'est fondée.

Philippe Renault

un sourcier perçoit un signal excessivement fort et ceci tout le long du bord. Ceci est un fait que j'ai observé, et de plus dont je crois fournir une explication par un calcul magnétique complet.

Or, M. Renault, qui englobe mon effet falaise dans tous les phénomènes dont il nie l'existence, en arrive à écrire pour mon compte, en résumant mes vues : « l'effet sourcier est sensiblement perturbé par ces états particuliers de la matière ». M. Renault aurait sans doute voulu que je développe une espèce d'alchimie des bords de falaise.

Pour ne pas laisser le lecteur de *Science & Vie* entièrement sur sa faim, je vais maintenant lui fournir quelques explications que ne lui donne pas M. Renault. La troisième photographie de son article (p. 29 du numéro de décembre 1988) est servie pratiquement sans légende. Voici ce que le lecteur aurait pu savoir. Le sujet à gauche est le Dr J.-Bernard Baron, directeur de recherches du CNRS. Il traite des malades avec des aimants à l'hôpital Ste-Anne. Sur la photo, il se prête à une démonstration devant une vingtaine de médecins. On l'a fait monter sur deux semelles en bois de 2 cm d'épaisseur, l'une à gauche purement passive ne sert qu'à son équilibre, l'autre à droite comporte un trou sous le talon. Sur les bords du trou on a bobiné 10 spires de fil électrique ; une pile de 1,5 volt avec une résistance adéquate crée un courant qui produit lui-même un champ magnétique de 1 milligauss sur son talon et pas sur l'autre. Cette stimulation fait que son pendule se met à tourner en quelques secondes, détectant ainsi un champ de 1 milligauss, soit 1/200 du champ terrestre horizontal qui fait tourner les boussoles.

De plus, ce petit dispositif électrique est le modèle exact d'une source assez petite qui coule aux environs et qui crée à peu près le même champ magnétique par quelques cailloux sur lesquels elle a crachoté un léger dépôt magnétique, lequel a été magnétisé par un éclair d'orage tombé pas trop loin il y a quelques millions d'années.

Les lecteurs de *Science & Vie* sont maintenant informés d'une théorie des sources qui leur manquait. M. Renault termine aimablement en disant qu'on pourrait faire appel à mes petites compétences alors qu'on demanderait l'intervention de bien d'autres disciplines pour pouvoir étudier le phénomène psychophysiologique à la base de tout.

J'aurais mauvaise grâce à refuser d'avance une proposition aussi généreuse pour l'expérimentateur indigne que je suis. Mais je crois pouvoir demander au préalable que *Science & Vie* informe plus largement ses lecteurs dans ce domaine du biomagnétisme.

Yves Rocard

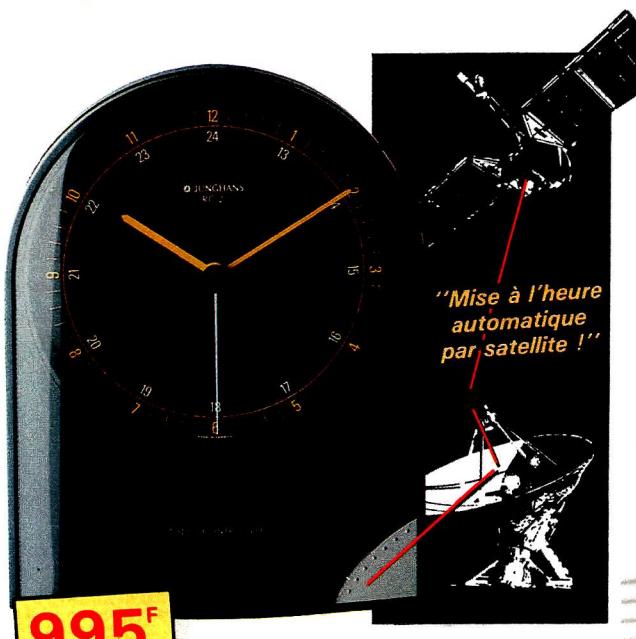


(1) 43.48.08.08

la Sélection de



L'HORLOGE RADIOPILOTEE : *La pendule du futur commandée par satellite*



CREDIT GRATUIT de 3 MOIS
pour toute commande
supérieure à 500 F.

Ne plus jamais remettre votre horloge à l'heure et toujours avoir une heure aussi exacte que l'horloge pariente ?

C'est possible avec l'**HORLOGE RADIOPILOTEE**, petite merveille technique d'une précision absolue (1 seconde d'écart en un million d'année !).

L'**HORLOGE RADIOPILOTEE** se règle automatiquement par ondes hertziennes sur le Top horaire émis par l'horloge la plus précise du monde depuis la base de l'Office Fédéral Physico-technique de BRUNSWICK (RFA).

Mieux ! Elle passe toute seule de l'heure d'été à l'heure d'hiver et inversement.

Et le tout fonctionne qu'avec une pile de 1,5 volts (R14) que vous ne changez que tous les 3 ans. Un cadeau éternel à offrir à ceux que l'on aime pour toujours.

- Affiche heure, minutes, secondes. Comparaison automatique de l'heure avec émetteur toutes les heures.
- Touche appel pour contrôle de réception en permanence.
- Récepteur radio intégrée.
- Dimensions : 15 x 20 x 6,5 cm.
- Garantie : 1 AN.



NOUVEAU : Balisez votre jardin sans dépenser un centime d'électricité

Tout nouveau en France, la WALKLITE équipe déjà un grand nombre de jardins aux Etats-Unis.

Pourquoi, en effet, dépenser de l'argent en électricité alors que vous pouvez capter l'énergie solaire le jour et l'utiliser gratuitement la nuit. Disposez-les le long d'une allée, autour d'un massif de fleurs... elles stockeront l'énergie solaire le jour et se déclencheront automatiquement à la tombée de la nuit.

Vous les installerez sans aucun problème, pas de fil à brancher, pas de raccordement à faire : plantez-le pied et la WALKLITE fonctionne de suite. Nouveau, économique, facile à installer, profitez vous aussi des dernières innovations techniques.

MINI FORMAT, mémoire d'éléphant !



Woici en avant-première la SUPER DATA BANK.

Elle peut stocker 400 noms, numéros de téléphone ou adresses, se souvenir de 16 rendez-vous ou dates d'anniversaires à la fois (même un au après). Elle peut vous donner l'heure, la date et aussi vous réveiller le matin à l'heure dite.

Mais ce n'est pas tout ! C'est en plus une calculatrice dotée d'une super mémoire de 8.000 caractères, d'un écran géant qui fait défiler jusqu'à 128 caractères à la suite et elle ne dira rien à personne si vous la verrouillez d'un code d'accès connu de vous seul.

Mieux ! Extra plate (2 mm), de la taille d'une carte de crédit, elle est sobre comme un chameau, ses 2 piles dont l'une pour la sauvegarde de la mémoire lui assurent 4 ans d'autonomie • Touches sensitives sonores • Recherche alphabétique et numérique.

Aimantée, elle "colle" au superbe étui sellier dans laquelle elle vous sera livrée • Garantie : 1 AN.

Retrouvez et gardez la forme !



Synthèse des travaux scientifiques modernes et de la tradition chinoise millénaire le KINEPUNCTURE 2000 sera utilisé par toute la famille.

Il réunit 5 fonctions en un seul appareil :

- Massage vibrant pour relaxer et décontracturer • Massage vibrant chauffant pour décongestionner et stimuler la circulation (cellulite ou jambes lourdes) • Stimulation des points d'acupuncture et reflexothérapie - un manuel de planches anatomiques situant très précisément les points d'acupuncture et de reflexothérapie et leurs correspondances est livré avec cet appareil.

• Enfin l'émission d'ondes magnétiques qui stimulent profondément la circulation énergétique.

Puissant et très efficace, sans aucune comparaison avec les appareils similaires existants, il est conçu dans le but d'apporter un bien-être et ne peut être considéré que comme un complément d'un traitement médical éventuel • Interrupteur marche/arrêt. Sélecteur de puissance 2 positions. Indicateur de chaleur.

Dimensions : 28 cm. Alimentation : 220 Volts et 12 Volts allume cigarette (fourni). Livré complet avec mode d'emploi et planches d'acupuncture dans un coffret de rangement et de transport.

Bon de Commande

Nom _____ Prénom _____

N° Rue _____

C.P. _____ Ville _____

Téléphone _____

à retourner à : **SEDAO**
37-39 rue des Grands Champs - 75980 PARIS CEDEX 20

Qte	Code	DESIGNATION	Montant
0 0 1 3 3 5	HORLOGE RADIOPILOTEÉ	995 F. TTC	
0 0 1 1 8 4	WALKLITE	395 F. TTC	
0 0 1 0 8 1	SUPER DATA BANK	295 F. TTC	
0 0 1 3 2 4	KINEPUNCTURE 2000	475 F. TTC	
		Participation aux frais de colisage	+ 19 F
	PU78NS01		TOTAL TTC

LIVRAISON GRATUITE : • Délai de livraison 15 jours maximum • Facture fournie pour toute commande • Garantie et service après-vente privilégié sous le contrôle de SEDAO • "France métropolitaine uniquement"

Que je règle : **COMPTANT** par chèque bancaire/postal à l'ordre de **SEDAO**

par carte bleue n°

Date de validité : _____

CREDIT GRATUIT pour toute commande supérieure à 500 F, je joins 200 F à la commande et je m'engage à payer le solde en 3 mensualités égales

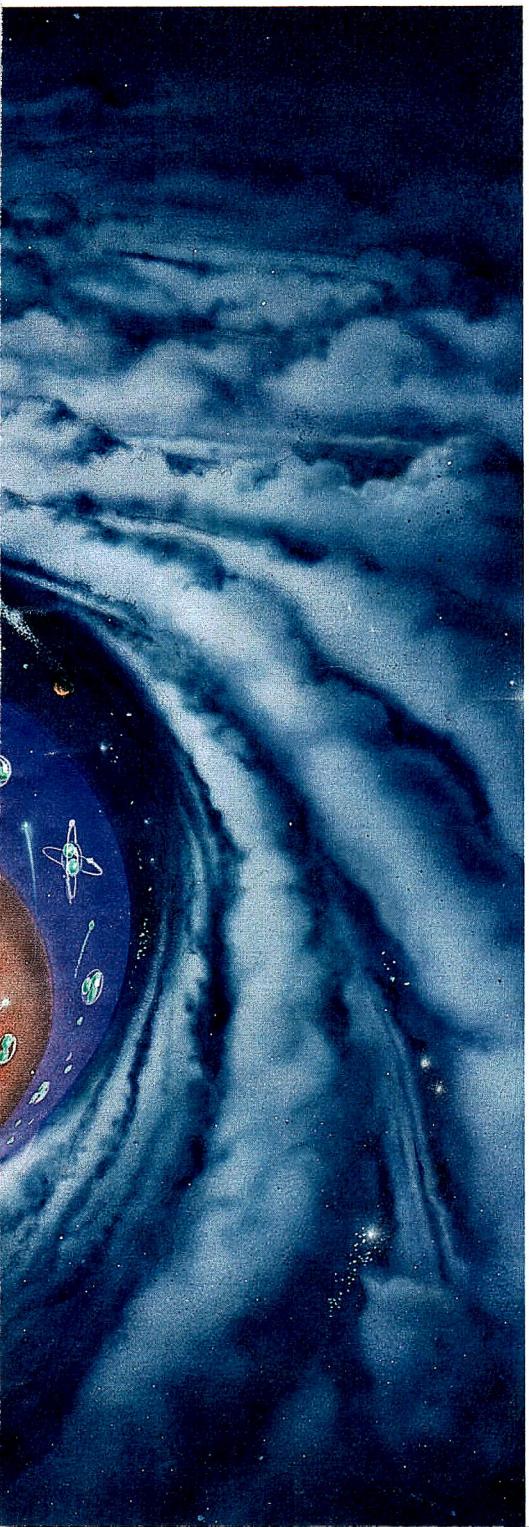
ON A PRESQUE "VU" LA N



Jégou.



AISSANCE DE L'UNIVERS



*A force de scruter
le fin fond de l'Univers,
les astronomes finiront-ils
par y trouver le Big Bang ?
La question n'est pas
incongrue, car, si l'on n'a
pas encore "vu"
l'explosion originelle,
on n'en est pas loin !*

Deux équipes d'astronomes viennent de voir au fin fond du ciel la galaxie la plus lointaine jamais détectée. Ils la situent à $z = 3,8$. Comme la lumière qui nous a apporté cette image se propage à une vitesse finie, on peut dire qu'on a eu là accès à une des phases les plus reculées de l'histoire de l'Univers. C'est ainsi que les grands télescopes sont en quelque sorte des machines à remonter le temps.

Cet étrange privilège de voir directement le passé le plus lointain, par les fenêtres du ciel, nous le devons à l'astronome américain Edwin Hubble. En 1928, en examinant le rayonnement des galaxies extérieures à la nôtre, il constata que les raies spectrales produites par ce rayonnement étaient décalées vers le rouge, et que ce décalage était d'autant plus accusé que les galaxies étaient plus lointaines. Il attribua ce rougissement à l'effet Doppler.

Grosso modo, l'effet Doppler peut se définir comme la modification apparente de la fréquence d'un signal, due au mouvement relatif de la source et de l'observateur. Il s'applique à tous les phénomènes ondulatoires, sonores comme lumineux. Ainsi, le sifflot d'un train nous croisant à grande vitesse nous paraît plus aigu lorsqu'il s'approche et plus grave quand il s'éloigne. On constate exactement le même phénomène lorsqu'on assiste à une course de bolides de formule 1. De même, la lumière des étoiles qui s'éloignent nous paraît décalée vers le rouge, alors que celle des étoiles qui se rapprochent tend vers le bleu. Le calcul montre que le décalage Doppler est d'autant plus important que la vitesse de la source par rapport à l'observateur est plus grande (*voir dessin p. 35*)

L'année suivante, en 1929, Hubble énonce la loi qui

porte son nom et qui stipule que la vitesse de fuite (v) d'une galaxie est sensiblement proportionnelle à la distance (d) qui nous en sépare : $v = Hd$, où H est la constante de Hubble, c'est-à-dire le coefficient de proportionnalité entre v et d . Autrement dit, plus une galaxie est loin, plus elle s'éloigne vite (*voir dessin p.37*)

Depuis 1929, des générations d'astronomes et d'astrophysiciens ont tenté, par l'observation de galaxies de plus en plus lointaines, de préciser la valeur de cette constante. Malgré leurs efforts, ils n'ont pas abouti à un résultat vraiment satisfaisant, puisque, aujourd'hui encore, selon les calculs, la valeur de H varie du simple au double : elle se situe entre 50 et 100 km par seconde et par mégaparsec (1 mégaparsec = 3,26 millions d'années-lumière).

Cette imprécision de H pèse également sur la détermination de l'âge de l'Univers. Selon donc que l'on adoptera la valeur 50 ou la valeur 100, l'Univers sera vieux de 10 ou de 20 milliards d'années (entre ces deux limites, toutes les valeurs intermédiaires sont également admissibles).

Partant des observations de Hubble, les cosmologistes, dont la vocation est d'élaborer des systèmes permettant de comprendre l'origine de l'Univers et son évolution future, ont bâti un scénario fondé sur trois postulats :

- a)** l'Univers est en expansion ;
- b)** les forces d'expansion ne peuvent être que la conséquence d'une énorme explosion primordiale ;
- c)** toute la matière de l'Univers provient d'une singularité originelle, c'est-à-dire d'un même point de concentration énergétique initiale situé au temps zéro.

C'est le "modèle standard du Big Bang" (le Grand Boum). Au fil des ans et « des nouvelles découvertes, ce scénario est apparu comme celui qui décrivait le mieux notre Univers primitif et son évolution. Le cadre mathématique dans lequel il s'inscrit est celui de la relativité générale élaborée par Einstein au début de ce siècle. On sait que cette théorie de l'interaction gravitationnelle renonce à la notion newtonienne de force entre deux corps. La pomme n'est pas attirée par la Terre, c'est la masse de la Terre qui modifie la géométrie de l'espace-temps et par conséquent la trajectoire de la pomme.

Retrouver les traces fossiles des différentes phases de l'Univers est l'un des principaux enjeux de la cosmologie d'observation. D'où l'intérêt présenté par la nouvelle galaxie récemment découverte à $z = 3,8$ (*photo ci-dessus*). Une deuxième galaxie, moins lointaine, a été découverte en même temps, à $z = 3,395$. Ce z mystérieux mesure l'ampleur du décalage vers le rouge, donc la vitesse de fuite, donc la distance par rapport à l'observateur, puisque la vitesse croît avec l'éloignement. Dire, par exemple, qu'une galaxie se trouve à 7 000 km/sec équivaut à dire (avec $H = 100$) qu'elle est à 70

CETTE GALAXIE EST NÉE AUX TOUT PREMIERS TEMPS DE L'UNIVERS

C'est la galaxie 4C41.17, la plus lointaine jamais observée ($z = 3,8$). Pour nous parvenir, sa lumière a voyagé pendant 15 milliards d'années. En l'étudiant, les astrophysiciens découvriront l'état dans lequel était l'Univers en ce temps-là, lorsqu'il n'avait encore que le dixième de son âge actuel. Découverte récemment grâce au télescope Mayall de 4 mètres de l'observatoire de Kitt Peak, aux Etats-Unis, la galaxie 4C41.17 mesure dans sa plus grande largeur quelque 100 000 années-lumière.

mégaparsecs, soit 228 millions d'années-lumière.

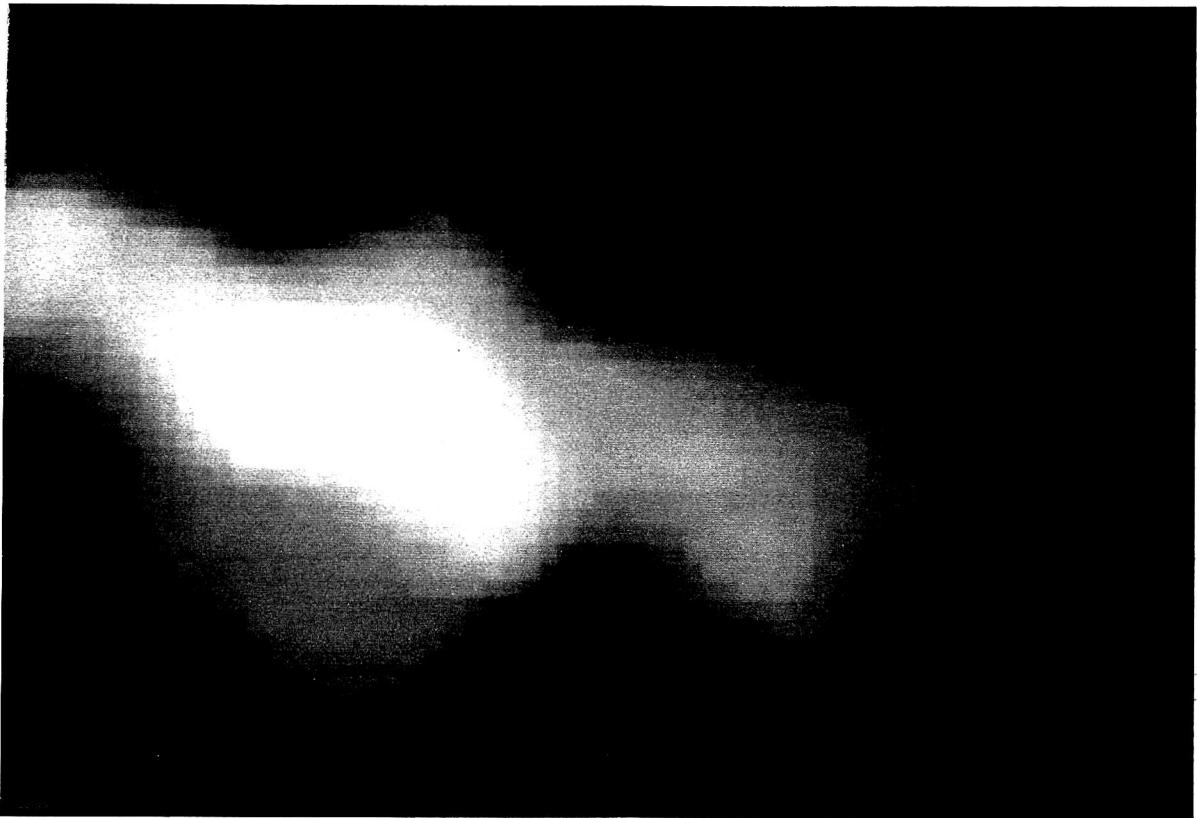
Plus le décalage z (appelé décalage cosmologique) est important, plus les objets sont lointains, et plus leur observation nous fait remonter dans le temps. Ainsi, il est généralement admis que l'époque où se sont formées les grandes structures de l'Univers (galaxies, quasars, etc.) se situe à un décalage z proche de 4. Cela signifie que détecter des galaxies approchant $z = 4$, c'est observer des objets nouveau-nés.

Une question vient alors à l'esprit : peut-on remonter plus avant dans le temps ? Certes, on a détecté des quasars à un décalage $z = 4,1$; mais peut-on trouver des vestiges d'une période antérieure à la formation des grandes structures de l'Univers ? La réponse est : oui, il est possible de remonter aux premiers temps de l'Univers grâce au rayonnement fossile à 3 K.

Ce témoin du passé a été découvert par hasard, en 1965, par deux radioastronomes américains, A. Penzias et W. Wilson. Ils essayaient une nouvelle antenne radio, et captèrent une sorte de bruit de fond électromagnétique, perceptible dans le domaine radio (sur la longueur d'onde 7,35 cm), d'une intensité constante dans le temps et d'une valeur identique quelle que soit la direction d'observation.

Pour qu'une semblable antenne détecte une intensité de même niveau, il aurait fallu qu'elle soit placée à l'intérieur d'une enceinte opaque, dont la température aurait dû être de 3 K, c'est-à-dire de -270°C . Le niveau en question est en effet le bruit radio que produirait l'agitation thermique des électrons des parois lorsqu'ils sont portés à cette température (¹).

Cette découverte est certainement l'une des plus importantes depuis la mise en évidence de l'expan-



sion de l'Univers par Hubble. Les cosmologistes purent en déduire qu'il existait un rayonnement cosmique fossile, d'une intensité correspondant à une température de 3 K, et que ce bruit de fond représentait la trace historique d'une phase extrêmement chaude de la genèse de l'Univers, phase dont les radiations continuaient de se propager, mais s'étaient progressivement "refroidies" sous l'effet de l'expansion. Ainsi, avec la récession des galaxies, le rayonnement à 3 K est l'un des arguments les plus forts en faveur du scénario standard du Big Bang.

Mais, précisément, de quelle phase de l'histoire de l'Univers s'agit-il ? La réponse est : au temps $T = 10^6$ années, soit un million d'années après le Big Bang. Pour mieux comprendre les changements qui sont intervenus à cette date, examinons la situation antérieure.

Depuis la troisième minute de son existence, l'Univers est une vaste mixture de protons, d'électrons, de neutrinos, de photons, ainsi que de noyaux d'hélium, de deutérium et de tritium. Cette mixture est "ionisée", car les électrons et les noyaux qui entrent dans sa composition ne sont pas encore liés en des structures électriquement neutres : les atomes. Au fur et à mesure que l'Univers se dilate, la

température de la mixture s'abaisse : elle n'est plus que de 4 000 K au bout d'un million d'années. Or, à ce degré de chaleur, les électrons (chargés négativement) ne possèdent plus assez d'énergie d'agitation pour échapper à l'attraction qu'exercent sur eux les noyaux (chargés positivement). En conséquence, quand la température tombe au-dessous de 4 000 K, la matière passe de l'état ionisé à l'état neutre : c'est la "période de recombinaison", où la "soupe" se fige sous forme d'atomes dans un bain de photons et de neutrinos.

Durant toutes les années qui ont précédé cette transition, la présence de particules chargées électriquement empêchait les photons de se propager librement. Interagissant avec la matière ionisée, ils se heurtaient sans cesse aux électrons et ne parvenaient pas à s'échapper. Il en résultait une certaine opacité de l'Univers, semblable à celle qui nous empêche d'observer le cœur des étoiles, ne nous laissant entrevoir que leur surface, où plus aucune interaction n'arrête les photons, lesquels peuvent par conséquent parvenir jusqu'à nous. Après la recombinaison, tout change. La matière étant désormais neutre, les photons s'en découpent complètement et peuvent alors se propager à leur guise. L'Univers devient "transparent". Ainsi, de même que le rayonnement solaire émane de la surface du Soleil, le rayonnement cosmologique à 3 K que les

(1) K : température exprimée en kelvins. On appellera que 0 K, soit le zéro absolu, égale -273° C.

Du Big Bang originel à nos jours, les quatre étapes de

Interaction unique

Interaction électrofaible

Interaction faible

Interaction électromagnétique

Interaction forte

GeV

10^{19}

10^{-15}

10^{32}

10^{-23}

10^{16}

10^8

10^5

10^4

10^3

10^2

10^1

10^{-10}

10^{-20}

10^{-30}

10^{-40}

10^{-50}

10^{-60}

10^{-70}

10^{-80}

10^{-90}

10^{-100}

10^{-110}

10^{-120}

10^{-130}

10^{-140}

10^{-150}

10^{-160}

10^{-170}

10^{-180}

10^{-190}

10^{-200}

10^{-210}

10^{-220}

10^{-230}

10^{-240}

10^{-250}

10^{-260}

10^{-270}

10^{-280}

10^{-290}

10^{-300}

10^{-310}

10^{-320}

10^{-330}

10^{-340}

10^{-350}

10^{-360}

10^{-370}

10^{-380}

10^{-390}

10^{-400}

10^{-410}

10^{-420}

10^{-430}

BIG BANG

Neutrinos

Photons
Positrons

Electrons

Quarks

Antiquarks

Proton
Neutron

Noyau
d'hydrogène

Noyau
de deutérium

Quinze milliards d'années se sont écoulées depuis l'explosion qui, selon le scénario du Big Bang, a donné le coup d'envoi de l'Univers tel que nous le connaissons aujourd'hui. Au fur et à mesure de son expansion et de son refroidissement, celui-ci est passé par les stades suivants :

1. **L'ère hadronique**, qui couvre moins d'un milliardième de seconde ! Les acteurs en présence sont le rayonnement du Big Bang (photons) et diverses sortes de particules à l'état libre, qui sont les ancêtres de la matière. Principalement :

- Des leptons, particules légères comprenant les électrons (négatifs, puces blanches), les positrons (positifs, puces noires) et les neutrinos (points rouges).

- Des hadrons, plus lourds, comprenant les neutrons et les protons. Au début de cette ère, les hadrons existent sous la forme de leurs constituants, les quarks (puces vertes).

En même temps que ces différentes particules existaient leurs antiparticules, celles-ci s'annihilant avec celles-là lors de permanentes collisions et produisant du rayonnement. A la fin de cette première ère, le conflit hadrons-antihadrons se solde au profit des premiers, plus nombreux.

2. L'ère leptonnaque.

Elle dure de 10^{-4} à 10^{-2} secondes après le Big Bang. Acteurs en présence : neutrons et protons ; électrons et positrons. A la fin de cette ère, la charge électrique totale de l'Univers est nulle : il reste autant de protons que l'électrons (ces derniers ayant fini par triompher des positrons, moins nombreux).

3. **L'ère radiative**. Elle dure un milliard d'années environ. L'expansion se poursuit, la température continue de chuter (ici elle est de 10 milliards de kelvins). Neutrons et protons s'associent de temps en temps pour former des noyaux ; mais il fait encore trop chaud, et ces unions se font et se défont. Elles ne deviennent stables et solides qu'à partir du milieu de l'ère, vers 3 milliards de K. On voit alors apparaître des noyaux stables de tritium, d'hélium 3 (2 protons + 1 neutron), d'hélium ordinaire, puis de deutérium. Il faudra attendre encore quelques centaines de milliers d'années (vers 10^{13} secondes) pour que la température descende au-dessous de 3 000 K

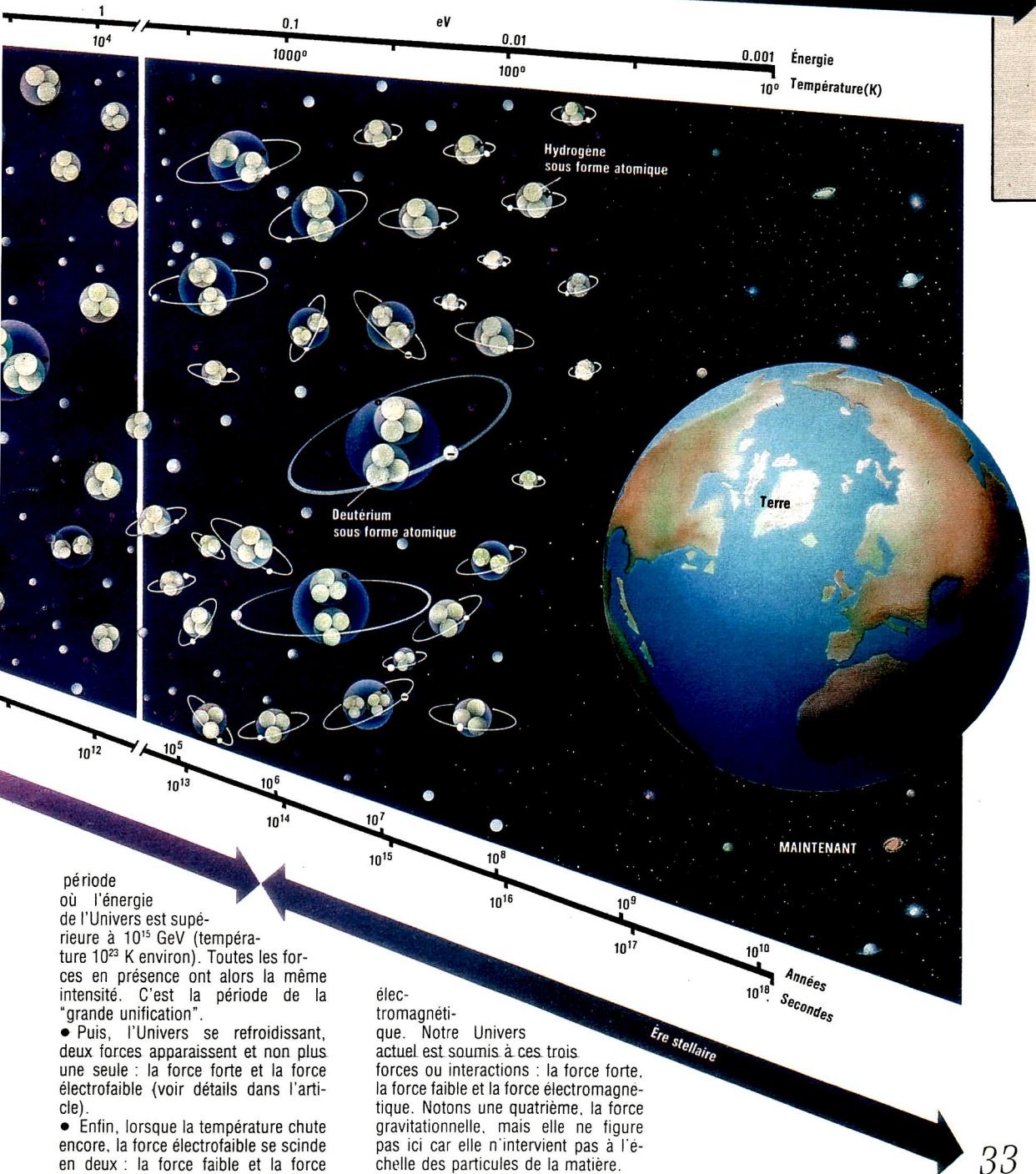
et permette à la matière d'apparaître enfin sous forme atomique : alors, les noyaux que nous venons de citer capturent des électrons et forment des atomes stables d'hélium, d'hydrogène, de deutérium, puis, progressivement, des éléments plus complexes. C'est à partir de ce moment que la matière commence à dominer l'Univers, où régnait jusque-là le rayonnement.

4. **L'ère stellaire**. Commencée quelques milliards d'années après le Big Bang, elle dure encore aujourd'hui. On y assiste à la naissance des étoiles, des galaxies, du système solaire, dont notre Terre.

Les forces, ou interactions, qui régissent le comportement des particules ci-dessus exposées sont définies ainsi :

- L'interaction unique. Elle couvre la

la formation de l'Univers



• Puis, l'Univers se refroidissant, deux forces apparaissent et non plus une seule : la force forte et la force électrofaible (voir détails dans l'article).

• Enfin, lorsque la température chute encore, la force électrofaible se scinde en deux : la force faible et la force

élec-tromagnétique. Notre Univers actuel est soumis à ces trois forces ou interactions : la force forte, la force faible et la force électromagnétique. Notons une quatrième, la force gravitationnelle, mais elle ne figure pas ici car elle n'intervient pas à l'échelle des particules de la matière.

astrophysiciens détectent aujourd'hui dans le domaine radio et millimétrique provient de ce que l'on appelle la "surface de dernière interaction" des photons avec la matière. Ces photons, refroidis à 3 K par l'expansion, nous ramènent donc à une époque où l'Univers avait environ un million d'années et une température de 4 000 K.

Suspendons un moment cette remontée dans le temps pour examiner un problème qui trouble beaucoup les cosmologistes et qui se rattache directement à la découverte du rayonnement fossile.

La cosmologie s'appuie sur deux principes fondamentaux. Le premier est que l'Univers est homogène et isotrope, c'est-à-dire qu'il est le même partout et qu'il présente les mêmes propriétés physiques dans toutes les directions. Le second est que les lois de la physique déterminées sur Terre sont valables dans tout l'Univers. La découverte du rayonnement fossile à 3 K a permis de vérifier que, dans l'Univers primitif, le degré d'isotropie était extrêmement élevé : en effet, si l'on mesure l'intensité de ce rayonnement diffus dans différentes régions du ciel, on obtient des résultats identiques, à une précision meilleure que le dix millième.

Un tel accord entre le postulat de base (l'isotropie) et l'observation devrait combler d'aise les cosmologistes, car il confirme de façon éclatante le bien-fondé du modèle standard. Pourtant, paradoxalement, il leur cause plus de soucis qu'il ne leur apporte de satisfaction. Pourquoi ? Parce qu'alors il leur faut répondre à deux questions bien embarrassantes.

Primo : d'où vient cette extrême homogénéité de l'Univers ? Bien sûr, on pourrait postuler que, dès le départ, c'est-à-dire dès l'explosion primordiale, l'homogénéité était parfaite. Mais les scientifiques n'aiment pas ce genre d'a priori, d'autant qu'une telle hypothèse n'est guère vraisemblable. Même si le grand souffle du Big Bang s'était propagé dans toutes les directions avec une parfaite uniformité, ce qui reste à démontrer, d'infimes fluctuations dues au simple hasard auraient nécessairement perturbé ce schéma idéal. Non, les physiciens préfèrent trouver des mécanismes physiques susceptibles d'expliquer l'homogénéité observée, indépendamment des conditions initiales. Or, c'est précisément là qu'il y a un hic !

Prenons le cas de deux zones du ciel diamétralement opposées : si, comme l'indiquent les mesures, l'intensité du rayonnement cosmologique y est identique, cela ne peut en aucune manière être la conséquence d'un quelconque processus physique, pour la bonne raison que ces deux régions n'étaient pas reliées "causallement" (n'interagissaient pas entre elles) au moment de l'émission dudit rayonnement. En effet elles étaient trop éloignées l'une de l'autre pour que, même à la vitesse de la lumière, elles pussent échanger des informations les mettant

à l'unisson et rendant possible l'homogénéisation. En d'autres termes, la distance les séparant dépassait la longueur parcourue par la lumière depuis l'explosion primordiale. En conséquence, dans le cadre du modèle standard, l'homogénéité de l'Univers, à moins d'être postulée, ne trouve pas d'explication physique.

Seconde question embarrassante : comment, au sein de cette homogénéité quasi parfaite, ont pu se former ces disparités monstrueuses que sont les étoiles, les galaxies, les amas de galaxies et les superamas ? Il y a là comme une incongruité, puisque, par le jeu même de l'expansion, tout devrait avoir tendance à se diluer dans l'espace, et non pas à se concentrer.

Les théoriciens de la formation de l'Univers ont pris l'habitude d'expliquer la naissance des galaxies par l'émergence, dans une "soupe primitive" parfaitement lisse, de petites fluctuations de densité ou, si l'on préfère, de petits excès locaux de matière, qui se seraient amplifiés sous l'effet de leur propre gravitation. En clair, chacun de ces petits "grumeaux" aurait attiré vers lui la matière du voisinage, et ce malgré l'expansion qui tend à séparer toute chose. Pour tenir compte de cette hypothèse, le premier principe de la cosmologie a été corrigé de la façon suivante : l'Univers est homogène et isotrope, sauf en certaines régions localisées où apparaissent des accumulations de matière.

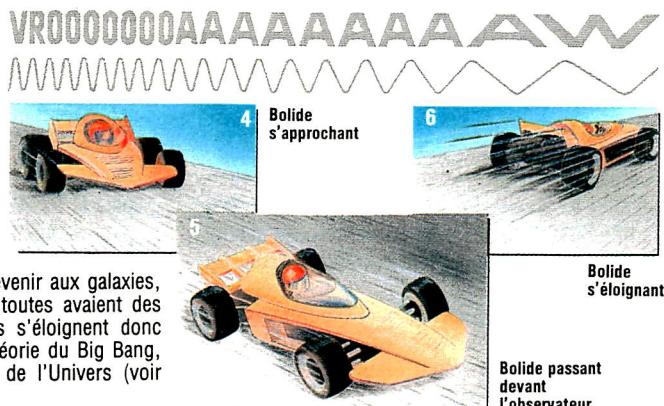
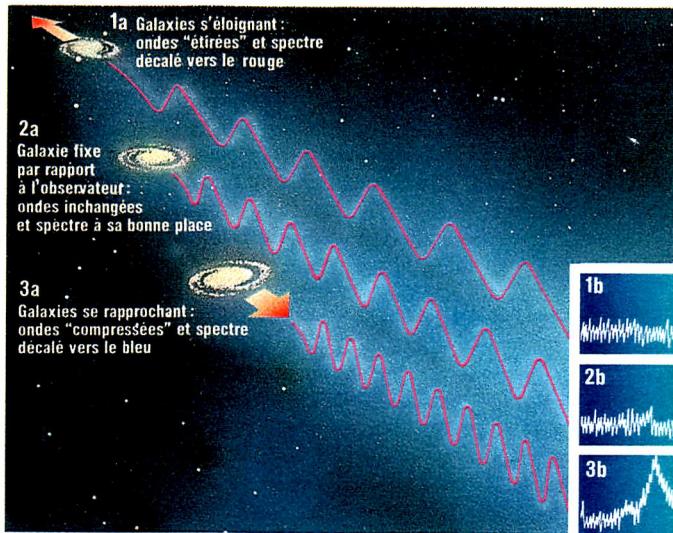
Seulement voilà, comme, avant la recombinaison, matière et rayonnement étaient intimement liés, le degré d'homogénéité du rayonnement fossile nous renseigne également sur le degré d'homogénéité de la matière à cette époque. Nous avons vu que la mesure du rayonnement en différentes régions de l'espace donne une uniformité au dix millième près. Cela implique que l'amplitude relative des petits excès locaux de matière censés être à l'origine des galaxies, ne peut pas dépasser, elle non plus, un dix millième, ce qui n'est pas sans poser quelques problèmes aux théoriciens de la genèse galactique.

Faute de pouvoir apporter des réponses satisfaisantes à ces deux questions, les astrophysiciens ont révisé leur doctrine et introduit une innovation dans leur scénario : l'inflation. Il ne s'agit pas en l'occurrence d'un accroissement excessif de la circulation monétaire, mais d'un gonflement intempestif de l'Univers.

C'est au début des années 80 que fut proposée cette solution. Pour la circonstance, les astrophysiciens avaient emprunté aux physiciens des particules quelques-uns de leurs concepts fondamentaux. On sait qu'il existe dans la nature quatre forces, ou interactions, à partir desquelles on peut expliquer l'ensemble des phénomènes actuellement connus. Ces forces sont : la gravitation, qui est responsable du mouvement des corps célestes ; l'électromagnétisme, qui est à l'origine de la cohésion des atomes

TOUT L'UNIVERS S'ÉLOIGNE DE NOUS

Décomposée en ses différentes longueurs d'onde, la lumière émise par l'hydrogène contenu dans les étoiles d'une galaxie donne un spectre avec un pic à une longueur d'onde bien précise, dans le proche ultraviolet (2 b) en temps normal, c'est-à-dire lorsque la source est fixe par rapport à l'observateur, par exemple une galaxie qui ne se rapproche ni ne s'éloigne de nous (2 a). Lorsqu'une galaxie s'éloigne de nous (1 a), ses ondes lumineuses nous arrivent "étirées", leur longueur d'onde est plus longue, et le pic d'émission de cet hydrogène se trouve décalé vers le rouge (1 b). Inversement, lorsqu'une galaxie se rapproche (3 a), sa lumière est "compressée", sa longueur d'onde est plus courte, et le pic d'émission de l'hydrogène qu'elle contient se décale vers le bleu (3 b). On appelle cela l'effet Doppler, et c'est ce même effet qui se manifeste avec les ondes sonores lorsque nous assistons à une course automobile : un bolide arrivant vers nous à toute vitesse donne un son plus aigu (4) ; quand il passe juste devant nous, on entend le son réel (5) ; quand il s'éloigne, le son nous arrive plus grave (6). Pour en revenir aux galaxies, les astrophysiciens ont constaté que toutes avaient des spectres décalés vers le rouge. Elles s'éloignent donc toutes de nous. Ce qui confirme la théorie du Big Bang, qui prévoit une expansion constante de l'Univers (voir dessins p. 32)



et des propriétés chimiques de la matière ; l'interaction forte, qui assure la liaison des nucléons à l'intérieur du noyau atomique et des quarks à l'intérieur des nucléons ; l'interaction faible, enfin, qui se manifeste dans la radioactivité bêta, c'est-à-dire, pour l'essentiel, dans la désintégration du neutron en proton.

Bien que ces quatre interactions paraissent complètement différentes, tant par leur portée (infinie pour la gravitation et l'électromagnétisme ; infinitésimale pour les interactions forte et faible) que par leur intensité, les physiciens pensent aujourd'hui qu'à un moment donné de l'histoire de l'Univers, dans les premiers instants qui ont suivi sa naissance, alors que la température — donc l'énergie — était à un niveau fantastiquement élevé, elles ne formaient qu'une seule et même interaction, laquelle s'est ensuite diversifiée au fur et à mesure que la "boule de feu" primordiale s'est refroidie, et donc a perdu de son énergie. C'est la théorie de la grande unification (TGU), qui a reçu récemment une première confirmation grâce aux travaux de Sheldon Glashow, Abdus Salam et Steven Wein-

berg. Ces trois physiciens avaient prévu qu'à un certain niveau d'énergie, de l'ordre de 100 GeV, l'électromagnétisme et l'interaction faible se confondaient en une seule et même entité : l'interaction électrofaible. Ils se partagèrent le prix Nobel de physique en 1979 pour cette audacieuse hypothèse, qui fut confirmée avec éclat en 1983 par une double expérience réalisée au CERN de Genève. C'est grâce au développement des grands accélérateurs de particules que l'on a pu atteindre cette énergie de 100 GeV, qui, sur le plan calorique, correspond à une température de 10^{15} K, soit un million de milliards de kelvins.

Pour unifier l'interaction électrofaible et l'interaction forte, le niveau d'énergie nécessaire est encore plus gigantesque, puisqu'il se situe aux alentours de 10^{14} GeV, soit une température de 10^{27} K. Un tel niveau est proprement inimaginable sur Terre, mais non pas dans ce formidable laboratoire naturel qu'était l'Univers primordial. Les théoriciens de la grande unification proposent donc le schéma suivant : une fraction de seconde après le Big Bang, à 10^{-43} seconde précisément, la tempéra-

ture était de 10^{32} K, et il y avait alors une parfaite symétrie entre les interactions forte, faible et électromagnétique. L'Univers, en pleine expansion sous le coup de l'explosion initiale, a tout de suite commencé à se refroidir. A 10^{-35} seconde, la température était déjà tombée, si l'on peut dire, à 10^{27} K, et l'interaction forte s'est différenciée de l'interaction électrofaible. De même, à 10^{-11} seconde, alors que la température était descendue au-dessous de 10^{15} K, l'interaction électromagnétique est devenue distincte de l'interaction faible. Ces différentes étapes peuvent être considérées comme des "transitions de phase", analogues à celles par lesquelles passe l'eau lorsque la température baisse (transition de la phase vapeur vers la phase liquide, puis transition de la phase liquide vers la phase solide). Or, de même que la transformation de l'eau en glace s'accompagne d'un dégagement d'énergie (de chaleur, en l'occurrence), la transition qui, à 10^{-35} seconde, a isolé l'interaction forte des autres interactions, a dû, étant donné le contexte, libérer une quantité colossale d'énergie.

Ce fait, dont on n'avait pas tenu compte jusqu'ici, bouleverse totalement le scénario classique de la naissance de l'Univers. Au lieu de la tranquille et régulière expansion imaginée par les cosmologistes traditionnels, l'irruption soudaine de cette quantité fabuleuse d'énergie a eu pour conséquence une brutale "inflation" des dimensions spatiales de l'Univers. Les calculs montrent que, dans un laps de temps infime, les longueurs ont été multipliées par un facteur 10^{50} , après quoi l'expansion régulière a repris son cours normal.

Cette théorie de l'inflation spatiale a le mérite de résoudre l'éigma de l'homogénéité du rayonnement cosmique fossile. Ce que nous observons aujourd'hui, disent ses partisans, n'était, avant l'inflation, qu'une toute petite région de l'Univers naissant, région dont toutes les parties étaient "relées causalement", c'est-à-dire interagissaient les unes avec les autres, de sorte que des processus physiques ont pu gommer les éventuelles hétérogénéités originelles. "Soufflée" par la dilatation inflationniste, cette région a crû de façon gigantesque, jusqu'à devenir au moins égale à l'Univers observable. Ainsi, même si l'Univers a été initialement chaotique, sa diversité est aujourd'hui hors de portée de l'observateur.

Outre la justification de l'homogénéité par l'inflation, la théorie de la grande unification a un autre avantage : elle permet aussi d'expliquer l'existence d'inhomogénéités résiduelles à partir desquelles se seraient formées les galaxies. Des calculs complexes montrent en effet qu'à cette époque reculée, des fluctuations d'origine quantique ont pu se produire, dont l'amplitude ne dépassait pas les limites autorisées par la mesure de l'homogénéité du rayonnement cosmologique, mais dont les effets auraient

été suffisants pour déclencher des phénomènes d'accrétion (d'agglomération gravitationnelle).

Reprendons maintenant notre marche à rebours dans le temps, et reposons la question : peut-on "voir" quelque chose de plus "vieux" que le rayonnement cosmologique fossile, c'est-à-dire quelque chose qui soit antérieur à un million d'années ? Une nouvelle fois, on peut répondre par l'affirmative : oui, il existe un élément qui nous ramène aux premières secondes de l'Univers. Cet élément est le deutérium.

Reportons-nous aux environs de la dixième seconde suivant le Big Bang. A ce moment, la "soupe primordiale" est composée pour l'essentiel de protons, de neutrons, d'électrons, de photons et de neutrinos. La physique nucléaire nous enseigne qu'au bout de 900 secondes le neutron isolé se transforme spontanément en proton, par radioactivité bêta. Est-ce à dire que l'Univers va devenir un amas de noyaux d'hydrogène (le noyau d'hydrogène est constitué d'un unique proton) ? Non, car, à partir de la dixième seconde, la température — et donc l'énergie — devient suffisamment basse (2,5 milliards de K tout de même) pour que les photons, même les plus énergétiques, n'empêchent plus la formation du premier noyau de deutérium, par association d'un proton et d'un neutron. Ce noyau de deutérium donnera ensuite, soit un noyau de tritium (par addition d'un second neutron), soit un noyau d'hélium (par adjonction d'un second proton).

Cette étape, qui s'étend de la dixième à la cinq centième seconde, est appelée la "période de la nucléosynthèse primordiale". C'est au cours de cette période que sont apparus les premiers éléments légers que nous connaissons : hydrogène, hélium, lithium. Les noyaux plus lourds n'ont pas eu le temps de se former ; ils ne seront produits que beaucoup plus tard, dans le cœur des étoiles.

Le deutérium, on le voit, joue donc un rôle cosmologique clef. Non seulement parce qu'il est le premier noyau complexe qui se soit synthétisé, mais aussi parce que l'on ne connaît aucun processus physique susceptible de le créer ailleurs que lors de cette période primordiale (au sein des étoiles, il serait détruit sitôt que formé). C'est pourquoi le deutérium présent dans l'Univers actuel peut être considéré comme un fossile des premières secondes de la naissance du monde.

D'autre part, il est possible, à partir des lois de la physique nucléaire, de calculer la quantité de noyaux légers (deutérium, tritium, hélium...) qui ont été fabriqués à cette époque. Le bon accord entre ces abondances calculées et celles qui sont observées dans l'Univers constitue, lui aussi, un argument de poids en faveur de la validité du modèle du Big Bang.

Nous voici donc à l'aurore de la création, et nous

PLUS LES GALAXIES SONT ÉLOIGNÉES DE NOUS, PLUS VITE ELLES NOUS FUIENT

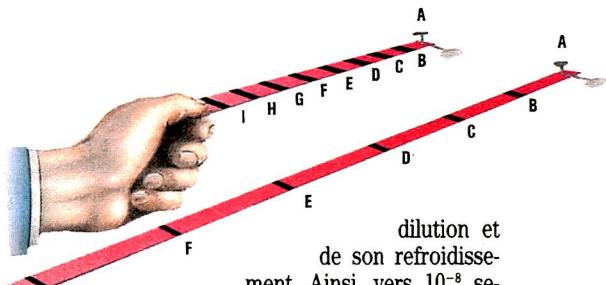
Si l'on part du principe que l'Univers est en perpétuelle expansion, comme le veut le scénario du Big Bang, il en découle que les innombrables galaxies qui le peuplent sont toutes en train de se fuir les unes les autres tout en s'éloignant du centre de l'Univers, comme des étoiles dessinées sur la peau d'un ballon que l'on gonfle.

Et plus ces galaxies sont loin de ce centre, plus elles s'en éloignent vite.

On perçoit mieux ce phénomène, mis en évidence par l'astronome Edwin Hubble, en prenant l'exemple d'une bande d'élastique que l'on étire.

Le point H s'éloigne de A d'une distance plus grande que ne le fait le point E (comme le montre notre dessin), qui à son tour d'éloigne de A plus que ne le fait B. Comme ces déplacements se sont faits dans le même temps (mis pour étirer l'élastique), H s'est éloigné de A plus vite que ne l'a fait E, lequel s'est éloigné plus vite que B.

Dans l'Univers, c'est en calculant la vitesse (v) à laquelle nous fuit une galaxie (en observant le décalage de son spectre — voir dessin p. 35) que l'on arrive, grâce à la loi de Hubble ($v = Hd$, où H est la constante de Hubble), à connaître la distance (d) qui nous en sépare.



renouvelons encore une fois la question : peut-on trouver des vestiges encore plus anciens ? Pour le savoir, faisons un saut jusqu'à 10^{-9} seconde, c'est-à-dire à un moment où l'Univers n'était "vieux" que d'un milliardième de seconde. La "boule de feu" initiale est alors si dense et si chaude que ni les protons ni les neutrons n'existent encore. Cependant les interactions fondamentales, comme nous l'avons vu plus haut, sont déjà nettement différencier.

Pour se représenter l'Univers de cette époque, il faut imaginer une nuée de quarks, d'électrons et de neutrinos baignant dans un bouillon de photons extrêmement énergétiques, le tout étant en perpétuelle interaction. Le principal phénomène qui va régir l'évolution de cette "soupe" est l'expansion. Celle-ci, en augmentant les distances entre les particules et en abaissant les températures, donc leur énergie d'agitation, va rendre les interactions de plus en plus difficiles. De ce fait, la "soupe" va plusieurs fois changer de nature au rythme de sa

dilution et de son refroidissement. Ainsi, vers 10^{-8} seconde, les quarks se sont figés et ont pu s'associer pour former les nucléons (protons et neutrons).

Aux alentours de 10^{-6} seconde, soit à un millionième de seconde, la "soupe", encore très chaude (10^{14} K), est un mélange de matière (protons, neutrons, électrons, neutrinos et leurs antiparticules) et de rayonnement (photons). Particules et antiparticules s'annihilent et se recréent sans cesse par l'intermédiaire des photons énergétiques. Mais, quand la température tombe à 10^{13} K, ces derniers n'ont plus assez de force pour renouveler les particules détruites. La "soupe" connaît une nouvelle transformation : cette fois, c'est la proportion de matière et d'anti-matière qui se fige.

Autour d'une seconde, la "soupe" change encore de nature, par "évaporation" des neutrinos. Ces particules sans charge sont connues pour ne pratiquement pas interagir avec la matière. Cependant, avant la première seconde, la densité et la température étaient telles que des interactions étaient possibles. Mais, avec l'expansion, elles se sont raréfiées et ont fini par disparaître. Les neutrinos se sont alors échappés de la "soupe" primordiale. Comme disent les cosmologistes, il y a eu "découplage" des neutrinos. Depuis lors, ils se propagent librement dans l'Univers, l'emplissant tout entier à la manière des photons du rayonnement fossile à 3 K. Leur détection permettrait donc de "voir" l'Univers de la

première seconde. On n'en est pas là, mais rien n'interdit d'imaginer l'avènement, un jour prochain, d'une astronomie des neutrinos.

En attendant d'être découverts, ces nuages de neutrinos baladeurs sont déjà exploités par les cosmologistes pour expliquer la formation des galaxies. Ouvrons donc ici une parenthèse sur l'un des processus les plus controversés de la genèse de l'Univers. Voyons d'abord les faits et, pour cela, revenons à l'époque de la recombinaison, c'est-à-dire à un million d'années après le Big Bang. L'essentiel de la matière est alors constitué d'atomes d'hydrogène et d'hélium. Normalement, ce fluide cosmique aurait dû continuer à se dilater, indéfiniment dilué par l'expansion. Or, nous savons qu'il n'en est rien puisque l'observation d'étoiles, de galaxies, d'amas de galaxies et de superamas nous prouve que de gigantesques structures sont nées, dont la taille se compte en millions d'années-lumière. Un processus fondamental s'est donc instauré, qui a bouleversé la distribution homogène de la matière. Mais quel est ce processus ? Et de quand date-t-il ?

Aucune théorie satisfaisante n'existe encore actuellement pour expliquer la formation des galaxies. Nous l'avons dit plus haut, les cosmologistes penchent pour l'hypothèse selon laquelle l'Univers, bien qu'extrêmement homogène, présentait de petites fluctuations de densité, apparues aux instants les plus primordiaux, et qui se sont ensuite amplifiées par attraction gravitationnelle. Mais quand a débuté ce processus de condensation ? Avant la recombinaison ? C'est peu probable. Rappelons en effet qu'avant la millionième année, la matière était ionisée ; protons et électrons étaient libres et, par le jeu de l'électromagnétisme, ils interagissaient violemment avec les photons. En conséquence, pour répondre à l'attraction gravitationnelle créée par une petite surdensité locale, la matière aurait dû vaincre non seulement l'énergie cinétique de l'expansion, mais également la viscosité du bain de photons ambiant. Ce qui est difficilement compatible avec le potentiel d'attraction des surdensités en question.

Alors, est-ce après la recombinaison, comme le suggère le modèle standard ? Cette hypothèse n'est guère plus satisfaisante, car, comme nous l'avons précisé à propos de l'inflation, il aurait fallu, étant donné l'état de dilution de l'Univers à cette époque, que les anomalies locales de densité fussent déjà très importantes, ce qui n'est pas conciliable avec le niveau d'homogénéité révélé par l'observation du rayonnement à 3 K.

Devant cette double impossibilité, les théoriciens de la formation des galaxies ont postulé l'existence d'une matière noire, c'est-à-dire d'une matière invisible, n'interagissant avec rien (échappant donc à toute friction avec les photons) et n'ayant qu'une

action gravitationnelle. Les neutrinos pourraient fort bien constituer cette matière noire. D'abord, parce qu'ils existent. Ensuite, parce qu'ils remplissent l'Univers en si grand nombre que leur influence peut être déterminante. A condition, bien entendu, qu'ils aient une masse, ce qui est loin d'être prouvé.

Dans les années 80, cependant, diverses expériences ont donné à penser que le neutrino avait une masse, certes très faible, mais suffisante pour en faire le principal acteur des condensations galactiques. Malheureusement, d'une part, les estimations sur la masse des neutrinos n'ont pas été confirmées ; d'autre part, les modèles expliquant la formation des galaxies par l'intervention des neutrinos ont soulevé de nouvelles difficultés (entre autres, d'après ces modèles, la naissance des galaxies serait vraiment trop récente). Si bien que le neutrino, après avoir connu une vogue fulgurante, a été remisé — provisoirement — au magasin des accessoires.

D'autres "éminences noires" ont été proposées (les candidats ayant les qualités requises ne manquent pas). Une distinction subtile a même été établie entre une matière noire "chaude" et une matière noire "froide", en fonction du niveau d'agitation des particules qui la composent. La matière "chaude" étant, en raison de son énergie, plus difficile à piéger par la gravitation que la matière "froide", deux scénarios opposés ont été présentés. Dans le premier (matière chaude), on assiste d'abord à la formation des superamas, qui se fragmentent ensuite pour constituer des amas, puis des galaxies. Dans le second, ce sont les galaxies qui apparaissent en premier, les structures plus grandes ne se formant qu'après par regroupement gravitationnel.

Il n'est pas possible ici d'entrer dans le détail des arguments avancés par les partisans et les adversaires de ces scénarios antagonistes. Disons simplement qu'à l'heure actuelle la matière froide a la faveur des théoriciens, car le modèle construit à partir d'elle est globalement en meilleur accord avec les différentes contraintes de l'observation (distribution des galaxies, âge de formation des structures, etc.). Son seul défaut est de s'appuyer sur des particules (axions, photinos, mini-trous noirs...) dont l'existence est encore conjecturale.

Fermons à présent cette longue parenthèse et revenons à l'histoire des premiers temps de l'Univers. Une histoire qui, nous l'avons vu, ressemble un peu à une pièce de théâtre dont les acteurs, tous rassemblés

(suite du texte page 174)

LA MASSE MANQUANTE DE L'UNIVERS

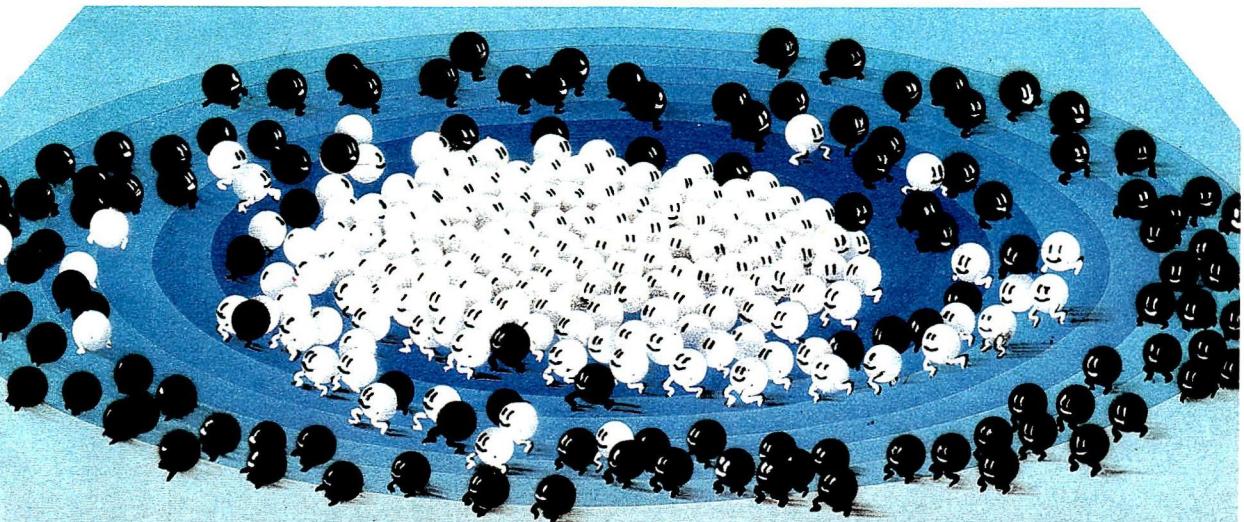
Pour "peser" l'Univers, c'est-à-dire déterminer son contenu matériel, une méthode consiste à déterminer la masse des objets qui le constituent, galaxies, amas de galaxies, etc., à partir de la mesure de leur vitesse (elle-même déduite du décalage de leurs spectres d'émission — voir nos illustrations p. 50). Elle est fondée sur la relation $V^2 = GM/R$, où V est la vitesse d'une particule soumise à la force gravitationnelle d'un système de masse M dont elle est distante de R , G étant la constante de gravitation. La même relation régit en effet le mouvement de chaque objet par rapport au

centre de la galaxie dont il fait partie, tout comme elle gouverne le mouvement des planètes autour de notre Soleil.

Mais on s'est aperçu que ces calculs aboutissaient à des résultats trop faibles. Voyons pourquoi, en prenant l'exemple des galaxies spirales (photo ci-dessous). Dans ce type de galaxies constituées d'objets en rotation sur eux-mêmes et autour d'un centre commun, les lois de la physique veut que plus un objet s'éloigne du centre, moins il tourne vite. Or lorsque l'on mesure le rayonnement émis par différents points, du centre au bord de ces galaxies, on obtient une courbe des

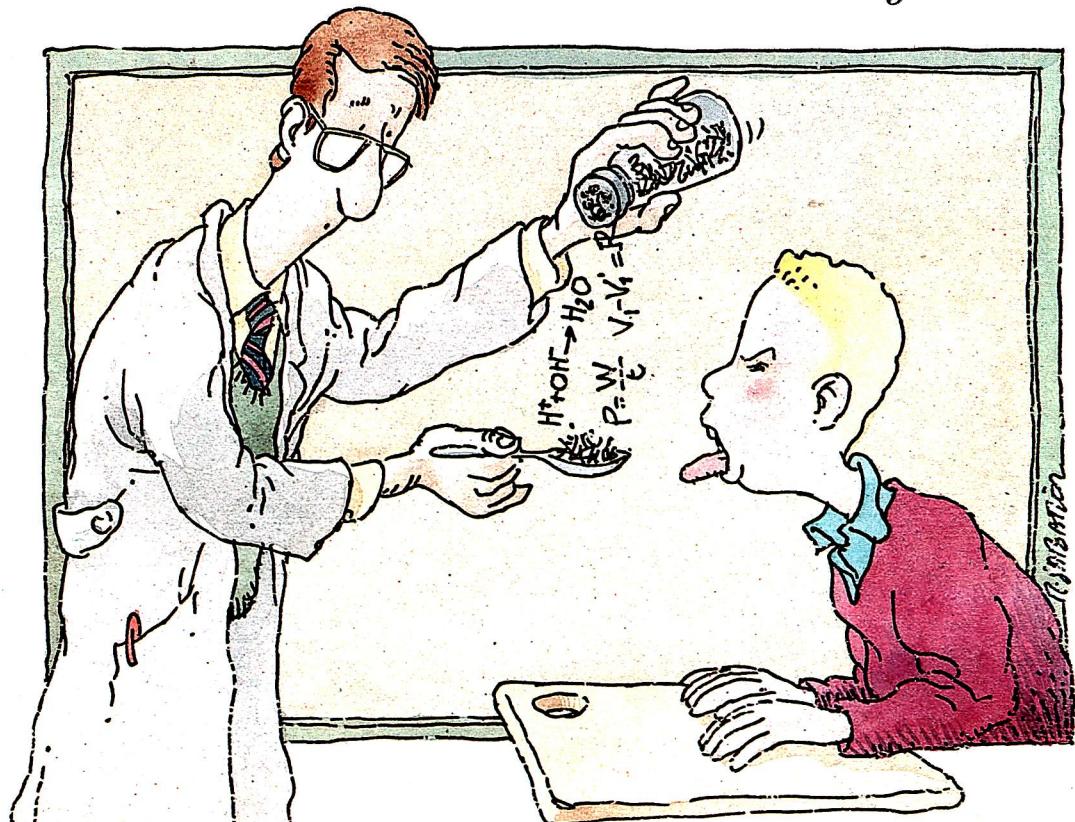
vitesses de rotation où les valeurs, au lieu de décroître, restent étonnamment constantes ! On calcula alors (grâce à la relation $V^2 = GM/R$) la masse invisible responsable de cette observation inattendue et on trouva qu'elle formait un "halo massif" (les coureurs noirs du dessin) autour de la masse visible (les coureurs blancs).

L'analyse de la dynamique de groupe d'autres types de galaxies révéla, là aussi, que la masse de ces systèmes est bien supérieure à celle que l'on "voit" par l'intermédiaire de leur rayonnement électromagnétique (X, lumière visible, radio, infrarouge).



POUR UNE NOUVELLE PÉDAGOGIE DES SCIENCES

« L'enseignement des sciences, en France, est un échec... » Ce jugement sévère émane d'un scientifique de grand renom, astrophysicien de réputation mondiale, membre de l'Académie des sciences, Evry Schatzman. Dans un livre, "La science menacée", à paraître prochainement aux éditions Odile Jacob, il déplore la coupure radicale qui existe entre les scientifiques et le reste de la population (98 % des Français adultes). Coupure née de l'éducation et de l'enseignement.



La famille comme l'école sont des lieux où l'accumulation des traumatismes finit par déterminer entièrement le comportement de l'adulte devant la vie intellectuelle en général, et devant les sciences en particulier. A l'âge scolaire, l'espèce de paralysie qui peut s'emparer d'un enfant devant un problème élémentaire de mathématiques a quelque chose de stupéfiant.

Il faut bien admettre l'idée que nos concitoyens, dans la majorité, ont été traumatisés dans leur enfance par des attitudes et des méthodes répressives en famille et en classe. J'avance l'hypothèse que c'est avant tout dans la relation avec la science que le choc a été reçu.

Disons donc, en résumé, que l'enseignement des sciences est un échec (en France, mais pas seulement en France). Ce sont les raisons de cet échec que je vais essayer d'aborder ici.

J'ai pu observer le comportement de bien des enfants devant leur environnement physique ; bien des souvenirs d'enfance m'ont été racontés. L'ensemble me permet de me faire une idée de la façon dont sont vécus les premiers traumatismes, de quelle nature sont les premiers échecs.

L'exploration du monde physique se fait d'abord avec le corps. La première acquisition me paraît être la notion d'espace. La perception des trois dimensions se fait à travers l'effort nécessaire pour les parcourir. Le rôle privilégié de la verticale du lieu, les notions de haut et de bas, sont compris après d'innombrables expériences. Le contenu de la boîte se vide lorsque celle-ci est tenue à l'envers : rien ne peut empêcher la chute des corps.

L'expérience musculaire, connaissance à la fois de son corps et de l'environnement spatial, me paraît être le préliminaire essentiel à une représentation de l'espace. Mais cette expérience physique se complète immédiatement par une expérience morale. L'enfant est l'objet de remarques, de conseils, ou même de punitions corporelles. Il est mal de laisser tomber un objet, de tenir sa timbale à l'envers. Il est même mal de se faire mal en heurtant le mur, la table, le sol. J'ai connu des enfants n'osant faire un geste, de peur, semble-t-il, de produire une catastrophe. Il me semble évident que les interdits relatifs à l'expérience du monde physique sont perçus comme des interdits déjà de sa plus évidente présence, et ensuite de sa représentation en trois dimensions.

L'enfant court, saute. Très vite également, il peut se comparer aux autres enfants. Suivant son développement, suivant sa morphologie, éléments dont il n'a en aucun cas la maîtrise, dont il n'est pas responsable, il court plus ou moins vite, il saute plus ou moins haut, il est plus ou moins bien doué pour l'exercice physique. L'habileté physique la plus élémentaire peut se cultiver, se développer. Mais le saut comme la course exige de l'enfant une

représentation de l'espace et du corps dans cet espace : où est la barre, où est le tremplin, où est le but, où passe la corde à sauter, où sont ses jambes et ses bras ?

Une bonne représentation de l'espace est opératoire. Elle permet de poser une assiette sans bruit sur une pile d'assiettes, elle permet de sortir un verre de son placard sans le heurter, un vêtement de sa penderie sans le froisser, elle permet de se diriger, de distinguer un quart de tour à droite d'un demi-tour à gauche. Cette formation précoce est essentielle, car tous les processus physiques se déroulent dans l'espace et dans le temps ; car la qualité d'une représentation se mesure à son caractère opératoire. Si abstraite que soit une représentation, on lui demande toujours, en définitive, de situer dans l'espace et dans le temps, et de permettre des actes réussis, d'éviter la faute ou l'échec.

Dans les exemples que je connais, c'est d'abord dans la famille qu'on reproche à l'enfant ses fautes en croyant stimuler un besoin de faire mieux. Mais l'enfant peut être plus sensible au manque d'affection qu'exprime la moquerie qu'au besoin de mieux sauter et de mieux courir ! La crainte d'explorer le monde physique peut être acquise dès les premières années de la vie. Engendrée par les parents, elle peut être renforcée par les taquineries d'autres enfants à la maison ou à l'école et par les remarques des maîtres.

La conséquence la plus fréquente est une absence du sens de l'orientation, une maladresse qui peuvent persister toute la vie. Dans le domaine intellectuel, l'absence d'une bonne représentation de l'environnement engendre une difficulté presque insurmontable à maîtriser les concepts, à dominer les abstractions, sans lesquelles aucun énoncé scientifique n'est possible.

La capacité de compter permet le passage du qualitatif au quantitatif, et plus tard le passage du quantitatif à l'ordre de grandeur (une des notions les plus difficiles à faire admettre dans la vie quotidienne). Dénombrer (nombre cardinaux), ordonner (nombre ordinaux) sont les deux fonctions de base de l'emploi des nombres. Avant toute règle, avant toute définition mathématique, il existe une perception de l'ordre et de la quantité. Jean arrive le premier à la course et Pierre deuxième ; Paul a deux pièces de un franc dans sa poche. Deux est différent de un, et un est différent de deux. Il faut apprendre les mots qui désignent les nombres.

Même si la perception de l'ordre et de la quantité est globale, il devient très vite nécessaire, pour s'y reconnaître, d'employer des mots. D'ailleurs, l'enfant n'a pas le choix. Avant même qu'il ait perçu les nombres dans le discours des adultes, ceux-ci s'imposent, par jeu peut-être, d'apprendre à compter à l'enfant.

Les parents valorisent-ils aux yeux de l'enfant les

résultats de cet apprentissage ? Avant d'être des abstractions, les nombres se rapportent à des collections d'objets, à des séries, ils sont concrets. Il me semble que les opérations sur les nombres doivent être perçues intuitivement de façon concrète, avant de devenir des opérations mathématiques abstraites. L'abstraction est la conséquence naturelle de l'expérimentation, l'abstraction doit suivre l'expérience et non pas la précéder.

L'enfant va très tôt à l'école. La maternelle commence à trois ans et, en milieu scolaire, l'enfant est amené à fréquenter les nombres. Très vite, il rencontre des opérations sur les nombres. Il me semble que la maîtrise des opérations sur les nombres entiers commande toute la suite des rapports de l'enfant, puis de l'adulte, avec les nombres. Les blocages prennent naissance très tôt. Il faut savoir qu'une enquête américaine a établi il y a quelques années que 80 % de la population adulte évitait de calculer, de compter, de se servir de nombres.

On dit parfois qu'un enfant qui ne peut sauter deux marches à la fois ne peut apprendre à lire : il me semble que l'on peut appliquer le même précepte à l'usage des nombres. Tous les jeux où l'expérience physique et les nombres sont associés jouent un rôle essentiel dans la formation intellectuelle et l'ouverture vers l'abstraction et les concepts.

Ainsi que j'ai pu l'observer, cet apprentissage se heurte à une difficulté réelle lorsque l'on oublie la signification physique des grandeurs mesurées par les nombres. Une de mes filles a refusé d'appliquer de façon formelle la règle de trois parce qu'elle l'obligeait à introduire la notion de cinquième de chemise. Elle avait assez de caractère pour s'insurger contre l'emploi sans précautions d'un procédé classique. Mais je ne suis pas sûr qu'un autre enfant n'aurait pas effectué un blocage sur ce mode de raisonnement.

Le changement d'unité est un autre piège dont il faut se sortir. Le produit de la longueur en mètres par la largeur en mètres donne une surface en mètres carrés. Si la notion d'unité est claire ici

(passage du mètre au mètre carré), elle n'est cependant pas différente dans sa nature profonde d'autres changements d'unités plus complexes. D'après ma propre expérience auprès des enfants proches de moi, le non-respect (par exemple dans les énoncés d'exercices) des notions physiques les plus élémentaires déroute dans l'emploi des nombres, détourne l'attention et empêche de penser aux nombres pris dans leur abstraction.

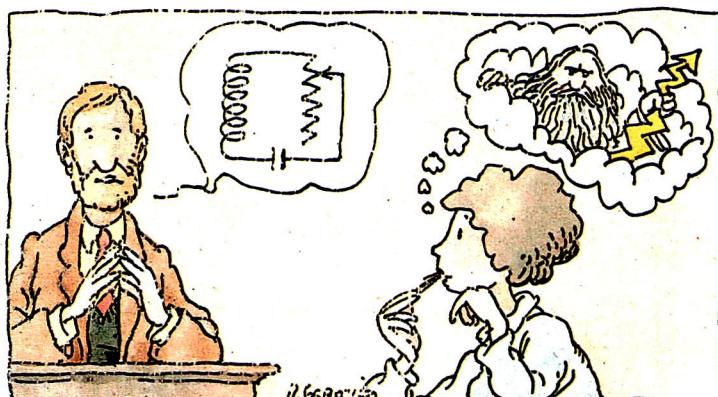
Compter en donnant un sens physique aux nombres me paraît d'une importance capitale. La révolution scientifique n'aurait pas pu se faire sans l'expression en nombres des grandeurs physiques. Chacun d'entre nous doit franchir en peu de temps dans sa vie scolaire une étape que l'humanité a mis des siècles à parcourir, et avec quelles difficultés !

On ne peut pas reconstituer dans l'éducation ou dans l'enseignement ces milliers d'années d'apprentissage. On doit nécessairement transmettre un savoir. Mais il ne s'agit pas de transmettre n'importe quel savoir, ni n'importe comment.

Les examens, sous leur forme actuelle, ont tendance à vicier le système. En privilégiant la maîtrise des outils langagiers sur la compréhension de la nature, ils produisent un effet perturbateur supplémentaire. Si l'adolescent apprend le langage demandé, il peut tout ignorer du contenu physique de la science, et s'il s'intéresse à ce contenu, il peut se trouver désemparé devant les exigences qui l'en détournent.

Cette relation entre la représentation et la réalisation, le caractère opératoire de la conception permettant d'aboutir à l'exécution, me paraît essentielle à notre représentation du monde. C'est dans le contact avec le monde physique, dans l'effort pour le plier à nos besoins, que s'élabore notre représentation du monde.

Dès que le contact avec le monde physique se perd, et cela se produit très vite, la représentation vacille, se trouble. Elle existe toujours, mais elle n'est plus opératoire, parce qu'il ne s'agit plus du monde réel, mais d'un monde imaginaire, parce que



notre imagination pallie notre ignorance.

Dans le monde actuel, et ceci se produit dès l'enfance, la réalité sensible, celle à laquelle on accède par les organes des sens, est une toute petite partie de la réalité. Autant certaines relations de causalité sont immédiates (le récipient que l'on retourne se vide, le verre que l'on laisse tomber se casse, ou bien "il n'y a pas de fumée sans feu" — encore que... !), autant d'autres relations sont incompréhensibles ; la chaîne causale peut être si longue et si complexe que parfois on ne la connaît pas en entier, ou bien même, pire encore, on peut avoir affaire à un système qui, bien que déterministe, est imprédictible, comme par exemple le temps qu'il fait (les prédictions météorologiques deviennent rapidement incertaines quand elles portent sur des durées trop longues, voire sur quelques heures seulement).

Historiquement, la conscience de la réalité du monde physique s'est constituée à partir de l'expérience. Plus encore que l'acquisition de savoir-faire, de recettes qui réussissent (encore qu'elles ne soient pas inutiles), la prise de conscience de cette réalité me paraît devoir être l'un des éléments essentiels de l'éducation scientifique. A partir de là se pose le problème de la représentation du monde. Il faut pour cela concevoir des éléments abstraits dont l'interaction explique les phénomènes observés. Il y a un saut à effectuer du phénomène observé aux concepts servant de base à la représentation (ou, peut-on dire, à la théorie).

Bien des professeurs de sciences physiques présentent avec une grande prudence le rôle de l'hypothèse, comme s'il y avait danger à voir dans la théorie une représentation de la réalité. Cette attitude jette la confusion dans l'esprit des adolescents, empêche la prise de conscience de la réalité du monde physique, rend plus difficile l'acquisition de notions abstraites, comme par exemple le concept de substance invariante à travers des changements d'état, et finalement écarte la notion de loi de la nature.

L'acquisition de cette notion est essentielle. Malgré deux mille cinq cents ans d'élaboration, il y a encore une hésitation à l'enseigner, elle reste ignorée, sinon refusée par la majorité de nos concitoyens. En témoigne, dans notre civilisation technologique avancée, la confiance d'un grand nombre d'entre eux à des croyances (l'astrologie, la parapsychologie, toute une variété de charlatanismes, en particulier dans le domaine des médecines douces) qui d'une certaine façon nient la réalité et substituent aux lois de la nature des lois imaginaires.

Attirer l'attention sur le monde matériel, expliquer (dans la mesure où on le peut) les phénomènes naturels, fait partie de notre enseignement. Cependant quel est le but de l'enseignement des sciences ? S'agit-il de communiquer un savoir ? La réponse me paraît claire.

Si l'on se propose, en prenant en main le petit enfant à la sortie de l'école maternelle, de le préparer à une carrière scientifique, on établit des programmes qui chaque année le préparent à l'acquisition des connaissances dispensées l'année suivante. D'année en année, il apprend à manipuler des notions de plus en plus complexes, de plus en plus abstraites, les notions acquises une année étant indispensables à l'acquisition de nouvelles notions l'année d'après.

Dans cette pyramide de la difficulté et de l'abstraction, le système scolaire, en ce qui concerne les sciences, semble ne s'intéresser qu'à ceux qui réussissent et rejette dans le néant ceux qui échouent. Sans doute, ceux qui ne suivent pas parfaitement la filière la plus "noble" ne sont pas complètement abandonnés. Le rattrapage à tous les niveaux par la formation professionnelle existe, mais il est effectué non sur la base des aptitudes, mais sur la base des inaptitudes, quelle que soit leur origine, que je m'obstine à croire sociale et non pas congénitale dans la majorité des cas. Si l'on considère une classe d'âge à l'entrée du cours préparatoire (six ans), on constate une croissance constante du retard scolaire.



A la fin des études primaires, presque la moitié des enfants a redoublé. Pendant le premier cycle, encore une moitié des élèves redouble. En 1987, environ un tiers d'une classe d'âge se présente au baccalauréat. Un dixième environ entame des études scientifiques. Il n'y a que 2 000 titulaires d'une licence ou d'une maîtrise de mathématiques par an. Et le recrutement des enseignants est catastrophique.

Ce mécanisme impitoyable d'éliminations successives résulte, me semble-t-il, de l'application encore aujourd'hui d'un modèle de sélection vieux de plus d'un siècle. A l'origine, une combinaison de la sélection par l'origine sociale et de la sélection par l'échec au cours des études secondaires, produisait un petit groupe de titulaires du baccalauréat qui pouvaient assez aisément réussir des études universitaires ou de niveau universitaire, si tel était leur choix. La structure des programmes, leur emboîtement successif d'année en année, un minimum de redondance, conduisait les heureux élus à une certaine maîtrise de leur contenu. Les autres réussissaient tout de même leur entrée dans la vie.

Des effets pervers sont venus modifier profondément cette situation. L'un est dû au système de programmes qui perpétuent l'objectif d'acquisition des connaissances en vue d'accéder à des études supérieures ; l'autre provient du rôle des diplômes comme ticket d'entrée dans la vie. En réalité, les deux effets se combinent pour créer une situation où l'élève cherche à acquérir les réflexes lui permettant de répondre correctement aux épreuves de contrôle.

A la limite, il n'est pas vraiment nécessaire de comprendre le contenu des sciences enseignées pour réussir les examens, si bien qu'entre les objectifs poursuivis par l'élève et les objectifs poursuivis par le système scolaire, s'installe un enseignement dogmatique des sciences.

Au départ, il me semble que tout provient d'une ambition excessive et de la conception de programmes dont la compréhension exige l'assimilation

précoce de concepts difficiles. Il suffit d'ouvrir un manuel pour se rendre compte à quel point le désir de simplification dénature la science, à quel point l'intention pédagogique se transforme en une déformation scolaire. Afin de construire cette hiérarchie de connaissances que constituent les programmes, les manuels livrent aux adolescents un certain nombre d'affirmations. Ces énoncés sont le résultat d'une recherche expérimentale et se rapportent à une certaine réalité physique. Mais dans la mesure où la preuve n'est en aucun cas le produit d'une recherche expérimentale de l'élève lui-même, ces affirmations prennent un caractère dogmatique et ne doivent leur existence qu'à l'autorité des maîtres.

Il faudrait bien d'autres efforts qu'une page de manuel pour montrer que le principe d'Archimède, les lois de la réfraction de Descartes ou la loi d'Ohm ne sont pas seulement l'expression de la réalité physique, mais qu'elles donnent un pouvoir sur la matière.

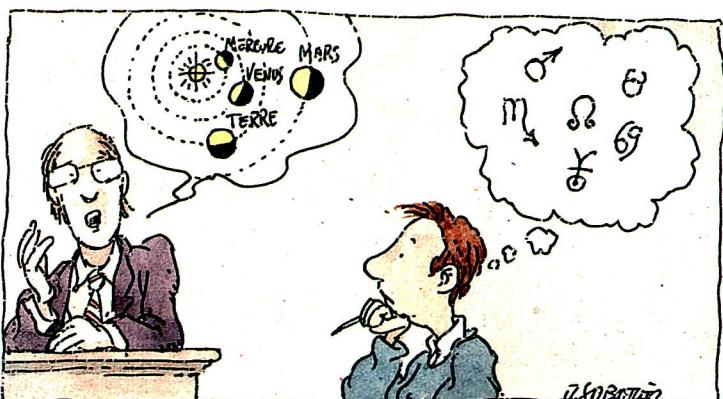
Il faudrait s'assurer que l'adolescent accède à une véritable représentation des phénomènes et ne se contente pas d'une simple mémorisation d'une formule ou d'un croquis. En présence d'une insaisissable démarche de l'élève, enseigner la "méthode scientifique" ou ce que les instructions appellent ainsi, est une plaisanterie.

Tant que l'adolescent n'a pas acquis la conviction que la loi résume en une seule formule des milliers d'expériences, il n'a aucune raison d'admettre qu'il s'agit de l'expression abstraite, résumée, d'une propriété de la matière. Au bout du compte, il reste des formules apprises par cœur, mais ayant quel sens ? Témoin cette étonnante remarque d'un élève de première : « La science, c'est sérieux, car je n'ai jamais rien compris, à part les formules, mais j'y crois... ».

Des phénomènes similaires se produisent au cours du premier cycle universitaire, les mauvaises habitudes se maintiennent aisément. Des notions purement mémorisées ne sont pas assimilées, parce que cette mémorisation s'est faite en dehors de toute préoccupation de rattachement des énoncés à une réalité physique.

La vérité n'est donc pas la vérité du monde, celle de la nature, celle des générations de savants qui ont fini par extraire de l'expérimentation une représentation et par la concentrer en quelques formules. La vérité est celle du maître, elle n'a pas d'autre existence que celle qu'elle tire de l'autorité. Bien mieux, cette vérité ne peut être contestée. Il est interdit à l'élève de discuter certaines affirmations,

(suite du texte page 171)



Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

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

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

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

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

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

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

Ma mémoire assura ma réussite. Ma conversation, par exemple, fut transformée, parce que je pouvais retrouver à tout moment une citation exacte ou un

chiffre important. Dans ma vie professionnelle, aussi, tout changea: rapidement on remarqua que ma mémoire était devenue prodigieuse. Mon patron me félicita parce que je pouvais toujours répondre à ses questions avec précision, tandis que mes collègues devaient rechercher dans leurs dossiers. Aujourd'hui ma situation est très supérieure à celle que j'avais le soir où Derval m'apprit à développer ma mémoire.

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

Pierre Deligne



GRATUITS! 1 brochure + 1 test de votre mémoire

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

M 14 F

Mon nom: Prénom:
(en majuscules SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

SALE TEMPS POUR LES FAUSSAIRES

Les techniques de détection des faux ne cessent de s'affiner.

Il est de plus en plus difficile de fabriquer une œuvre qui puisse échapper absolument à l'expertise scientifique. Celles qui passent par les mailles du filet ne le doivent qu'à la négligence des amateurs.

PAR GÉRALD MESSADIE



Rayons X, chromatographie, spectrométrie, thermoluminescence, laser, microfluorescence, activation neutronique, infrarouges, ultraviolets, microscopie électronique à balayage, autant de loupes scientifiques pour les Sherlock Holmes de l'art..



Faux ! Copie ! Ces deux qualificatifs sont souvent utilisés ces derniers temps à propos d'œuvres d'art connues depuis longtemps, mais que des experts ont soumises à une nouvelle étude critique, ou alors apparues récemment mais avec des origines discutables. S'ensuivent des empoignades savantes qui peuvent surprendre d'autant plus le public que celui-ci sait qu'il existe des méthodes d'expertise scientifique et que celles-ci, en principe, ne devraient pas être contestables.

Ces méthodes existent bien et, pour autant qu'on puisse les utiliser, comme ce fut le cas pour le suaire de Turin⁽¹⁾, leur verdict est, en effet, imparable. Elles appartiennent à deux domaines : l'expertise technique et l'expertise artistique.

L'expertise technique. Elle relève de l'analyse chimique et physique, et ses méthodes dépendent de l'objet à analyser. S'il s'agit d'une peinture, par exemple, le premier soin du laboratoire est d'en étudier le support, toile, bois ou métal. Les connaissances sont ici du domaine historique, car on connaît généra-

(1) Voir *Science & Vie* n° 855, p. 18.

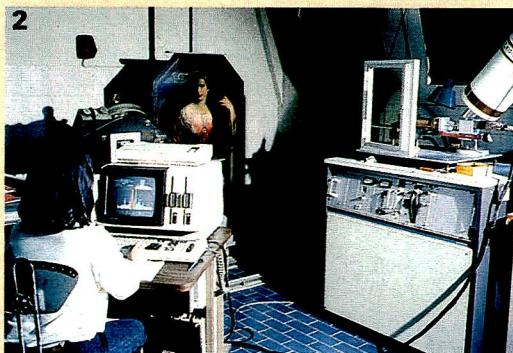


AVANT D'ACHETER UN PICASSO REGARDEZ BIEN LA COULEUR

L'analyse par microfluorescence a permis d'établir un catalogue des couleurs qui ont été utilisées par Picasso au cours de sa vie. Ses conclusions traduisent donc un lien entre l'ordre chronologique de ses œuvres et l'utilisation successive de différents

yonnements secondaires en pics bien distincts sur son oscilloscophe.

Analysé de la sorte, le *Portrait de Marie-Thérèse* (détail, en 1) a révélé que Picasso, qui l'a peint en 1937, utilisait alors du sulfure de mercure pour ses rouges, du jaune de cad-



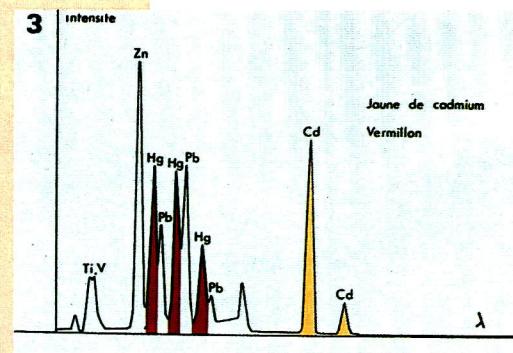
pigments ou colorants par le peintre.

L'examen d'un tableau consiste à bombarder de rayons X une infime partie de la toile (1 à 10 mm²). Les électrons des atomes constituant les différents pigments de la peinture absorbent une partie de l'énergie qui leur est ainsi communiquée. Lorsqu'on arrête le rayonnement X, les électrons reviennent à leurs positions initiales et restituent cette énergie sous forme d'un autre rayonnement X, dit secondaire. Cette restitution (comme l'absorption, d'ailleurs) est caractéristique des atomes de chaque pigment. Et de fait, le spectromètre(2) traduit ces ra-

mium pour ses jaunes, et du blanc de plomb et zinc pour ses blancs (3). Inversement, l'analyse d'un tableau que l'on présente comme un Picasso de cette époque permettra de vérifier si les pigments de ses couleurs correspondent bien à ceux qu'il utilisait alors le célèbre peintre. Si l'analyse révèle, par exemple, la présence de blanc de titane sur un Picasso antérieur à 1920, ce ne peut être qu'un faux, puisque ce pigment n'a commencé à être commercialisé qu'en 1920. Bien entendu, ce qui est vrai pour les œuvres de Picasso l'est aussi pour les travaux d'autres peintres.

lement assez bien les techniques de travail des artistes de telle ou telle époque et leur préférence pour tel ou tel support.

Pour le bois, nature, état et façonnage sont assez aisément contrôlables en fonction d'un peintre donné. Pour la toile, tous les musées disposent de répertoires des types et origines. Les largeurs des trames et des chevrons (tissage croisé) varient d'époque en époque et de pays en pays. Les chevrons du XVIII^e siècle français sont plus étroits que ceux du XVII^e, par exemple. Les papiers, eux, qui étaient fabriqués sur des toiles tendues, sont identifiables grâce à la largeur des fils des trames de ces toiles sur lesquelles on posait la pâte, et qui apparaissent, en transparence, en vergetures plus claires. Les papetiers mettaient également des marques sur leurs papiers, qui permettent ainsi d'en identifier et d'en établir l'époque, tout comme c'est le cas, par exemple, pour les poinçons d'argenterie.



Vient ensuite l'analyse des pigments. C'est une technique extrêmement fine, qui comporte presque autant de domaines qu'il y a de pigments, et des chapitres différents selon chaque pigment pour les encres, les teintures pour textiles, les peintures, les porcelaines, etc. Si l'on prend le bleu, par exemple, on se fonde sur le fait que, dans les époques anciennes, on employait des pigments évidemment naturels, inorganiques ; ou

organiques. Azurite, carbonate de cuivre, lapis-lazuli (en provenance d'Afghanistan), pour les inorganiques, indigo (obtenu à partir du pastel, surtout en France) pour les organiques.

On connaît assez bien l'historique de l'usage de ces pigments, mais les connaissances évoluent. Jusqu'à il y a quelques années, par exemple, on croyait que le bleu lapis, obtenu à partir de poudre de lapis broyé, et dont Vermeer a tiré des effets remarquables, n'avait pas été utilisé en Europe avant le XIV^e siècle. Or, des études du CNRS sur un manuscrit picard du XII^e siècle ont révélé sa présence. On révise donc les théories sur les circuits commerciaux du lapis et son emploi par les artistes.

L'identification des pigments se fait, entre autres, par analyse de leurs spectres chimiques par microspectrométrie à effet Raman. La technique, qui a été utilisée pour déceler la présence de bleu de lapis dans le manuscrit cité plus haut, consiste à déposer un fragment de l'objet, même infinitésimal, sur une électrode d'argent et à diriger dessus un rayon laser. En traversant l'échantillon, la lumière subit des changements de longueur d'onde (effet Raman). Ces changements, fonction de la structure atomique du milieu traversé, sont analysés par un spectromètre puis traduits en courbes (spectres des longueurs d'onde) caractéristiques des éléments dont sont composés les pigments. Tracés sur un écran ou sur papier grâce à un traitement informatique, ces spectres permettent d'identifier les pigments en question.

Chaque type de pigment impose sa propre méthode d'expertise. On sait ainsi que le blanc de titane, décelable également par spectrométrie Raman, n'a été fabriqué qu'après 1920, et l'on peut donc affirmer que n'importe quel tableau qui en contient est postérieur à cette date. Les artistes utilisaient auparavant du blanc de plomb, ou cérule, dont on suppose que l'emploi intensif par Watteau aurait provoqué sa mort par empoisonnement. Or, un faussaire qui s'aviserait d'utiliser du blanc de plomb pour déjouer l'expertise, n'aurait guère plus de chance qu'avec le blanc de titane : le blanc de plomb contient, en effet, quatre isotopes, le 204 Pb, le 206 Pb, le 207 Pb et le 208 Pb, dont on connaît maintenant les proportions dans un pigment donné, selon son âge et son lieu d'extraction. Ces proportions ne sont pas toujours les mêmes, et l'on sait, par exemple, depuis les travaux de J. Lancelot et A. Allégret, au Laboratoire de géochimie isotopique de Montpellier, que les blancs de plomb européens utilisés du XIII^e au XVIII^e siècle présentent un rapport 206 Pb/204 Pb à peu près constant, alors qu'à partir du XIX^e siècle il y a affaiblissement marqué de 206 Pb. C'est ainsi qu'on a pu établir que certains tableaux qui se présentaient comme étant du XIII^e siècle étaient, en fait, des faux du XIX^e.

Le seul domaine des pigments a tellement bénéfi-

Diane trahie par le manganèse

Cette superbe Diane chasseresse étrusque, dont l'édition 1964 de l'*Encyclopédia Britannica* assure qu'elle fut trouvée à Civita Castellana, en ancienne Etrurie, et qu'elle date du Ve siècle av. J.-C., est connue comme le loup blanc. C'est un des faux les plus célèbres, parce que l'un des plus remarquables qu'on connaisse. Exposée jusque vers 1970 au City Art Museum de St-Louis, elle enthousiasmait critiques et historiens. Elle portait des traces de pigmentation qui susciteront pourtant la curiosité d'un conservateur tâtillo. Il préleva un échantillon d'un pigment noir et le soumit à la chromatographie en phase gazeuse (voir encadré p. 50). Las ! C'était de l'oxyde synthétique de manganèse, qui n'existe pas à l'époque. La thermolumines-



cence (voir encadré p. 56) donna plus tard le coup de grâce à cette fausse déesse, taillonnée par l'un des faussaires les plus doués qu'en ait jamais vu, l'Italien Alceo Dossena, qui travaillait à Rome vers 1920. Dossena n'eut qu'un rival de valeur en faux étrusques, qui dupa lui aussi bien des musées, un certain Fioravanti.

cié de la science depuis une quinzaine d'années qu'il faudrait un gros volume pour y réunir sous forme succincte tout ce qui permet, aujourd'hui, de décider qu'une œuvre est authentique ou pas, uniquement de ce point de vue-là. Encore un exemple : le bleu cobalt chinois, utilisé dans les porcelaines blanches et bleues. S'il est d'origine chinoise (il provient alors du minerai dit asbolite), il contient du manganèse. S'il ne l'est pas, s'il vient par exemple de Perse ou du Moyen-Orient, il n'en contient pas. Mais attention : on sait que l'asbolite n'a commencé à être exploitée en Chine qu'à partir de 1425, c'est-à-dire de la période Hsuan Té. Un faussaire ultra-équipé qui voudrait faire un faux blanc-bleu chinois devrait donc, entre autres contraintes, utiliser du cobalt riche en manganèse s'il veut prétendre que son faux est antérieur à 1425, et de l'asbolite s'il veut le faire passer pour une œuvre postérieure à cette date. Difficile !

Trois autres grandes techniques permettent d'identifier pigments et matériaux colorants. C'est d'abord la chromatographie en phase gazeuse, utilisée pour les composés organiques. C'est ensuite la spectrométrie de masse, nécessaire lorsque les quantités à analyser sont infimes, de l'ordre du nanogramme, et qui permet de déceler avec une précision impitoyable la présence de tout corps simple (*voir encadré ci-dessous*). C'est enfin la micro-fluorescence X, qui fait que, soumise à un rayonne-

ment X, la matière émet un rayonnement secondaire qui renseigne sur sa composition élémentaire (*voir encadré p. 58*).

Tous ces moyens de contrôle sont-ils absolument irréfutables ? Ils le seraient s'ils n'étaient nécessairement associés à un système de référence infinitémoins précis : l'Histoire. Avant de demander son verdict au spectromètre ou au chromatographe, il faut être assuré, autant que possible, que tel peintre utilisait bien tel et tel types de pigments mélangés à tel ou tel type de liant. Bref, pour prouver le faux, il faut connaître le vrai. C'est ainsi qu'on sait que la première peinture à l'huile remonte à 1545 (le procédé a été "inventé" par Antonello da Messina), que Vermeer utilisait seulement des pigments minéraux, que Van Dyck peignait à l'essence, etc. On sait également qu'à telle époque, on extrayait tel type de brun de l'argile des environs de Sienne, tel type de jaune venait de Hollande, etc.

Tous les écarts par rapport à ces normes établies a posteriori seront impitoyablement dénoncés par les appareils de détection. Mais ces normes elles-mêmes, sont-elles fiables ? Sans doute. Mais on ne peut pas affirmer qu'elles le sont à 100 %. Nous avons vu qu'on les rectifie de temps en temps. Et c'est encore le matériel moderne qui permet de préciser ces notions historiques. Ainsi, l'examen aux ultraviolets (*voir encadré p. 54*) permet de



POUR FAIRE UN FAUX COROT,

Corot, en effet, utilisait comme liant de l'huile de lin, et non de l'huile de noix, à laquelle avaient surtout recours les peintres des siècles précédents, ni de l'huile d'œillet, employée plutôt à partir de l'époque impressionniste. Pour analyser les liants de peinture, les laboratoires ont recours à la chromatographie en phase gazeuse, technique bien adaptée à ces produits organiques à base d'œuf, d'huile végétale ou de gomme. Cet appareil comporte :

Un injecteur. Dans ce court tube (1 a) on injecte une quantité infime de peinture (quelques microgrammes prélevés sur le tableau suffisent) en solution dans un solvant.

Une colonne. Il s'agit d'un long capillaire enroulé en spires (1 b), qui commence par l'injecteur et qui aboutit dans un détecteur. Dans l'injecteur, la solution est vaporisée par la mise en température de l'appareil, et cette vapeur est poussée dans la colonne par un gaz vecteur neutre (souvent de l'azote sous pression) injecté à la suite de l'échantillon à analyser. Tout au

Une fermeture Edair au XVII^e siècle ?

L'authenticité de *La Diseuse de bonne aventure* de Georges Latour (XVII^e siècle) actuellement exposée au Metropolitan Art Museum (le Met) de New York fut mise en doute en 1983 par l'expert anglais Christopher Wright, qui pense que le tableau fut peint en France vers 1930. En effet, les historiens du vêtement trouvaient la casaque du jeune homme très singulière : sans boutons, elle ne pouvait se fermer que par une fermeture Eclair ! Qui plus est, la macrophotographie révélait, peint en très fins caractères sur la collerette de la veuve (flèche), le mot "Merde", ce qui est assez troublant. Le Met rétorqua que les analyses scientifiques étaient satisfaisantes. Malheureusement, ces analyses sont pas disponibles. Le tableau reste exposé, mais, fort pudiquement, l'hommage délictueux à Cambronne a été enlevé !



repérer les morceaux repeints sur une toile ancienne, d'évaluer par conséquent les restaurations, et finalement d'établir si une signature est bien d'origine. Sa limite semble s'établir aux environs de 150 ans ; au-delà, il devient plus délicat de distinguer les repeints de la couche originelle.

L'examen aux rayons X est particulièrement utile dans l'analyse stylistique. Certes, il permet de voir si une peinture qui se présente comme ancienne

n'est pas un repeint récent sur une toile effectivement ancienne, vieux truc de faussaire, assez élémé, il faut le dire. Mais son grand intérêt est qu'il permet, en variant la longueur d'onde du rayonnement, de suivre les stades d'exé-

NE PEINZEZ PAS A L'HUILE D'ŒILLET

long de la course de cette vapeur dans le capillaire, une substance (la phase) qui tapisse la paroi interne de celui-ci va freiner plus ou moins les différents constituants du mélange en fonction de leur poids moléculaire ou de leurs caractéristiques chimiques. Au bout du capillaire, les constituants de l'échantillon arrivent bien séparés les uns des autres.

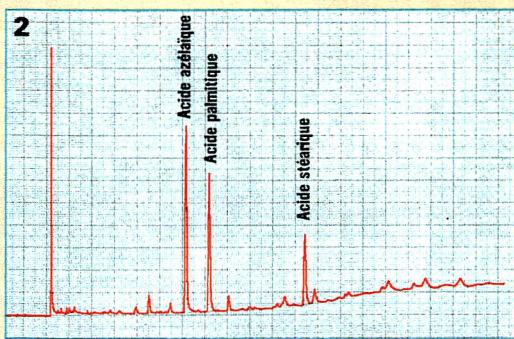
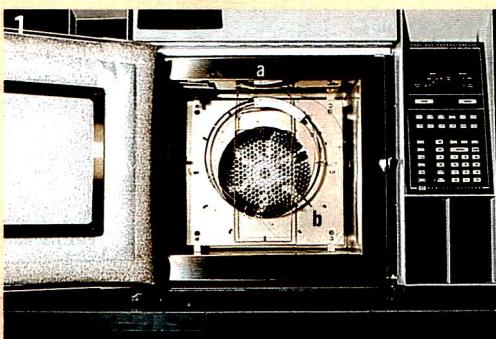
Un détecteur. Dans notre exemple, il s'agit d'un détecteur à flamme (invisi-

ble sur la photo). En passant dans cette flamme, les molécules de chaque constituant du liant s'ionisent et perdent donc des électrons. Ceux-ci sont captés par un collecteur baignant dans la flamme et produisent un courant qui actionne l'oscilloscophe relié à l'appareil. Le passage de chaque constituant dans la flamme se traduit par un pic sur le chromatogramme (2) tracé par l'appareil.

A l'issue de l'examen, on obtient un

profil caractéristique, que l'on identifie ultérieurement par comparaison à des profils de référence⁽¹⁾. Dans le cas du *Portrait de Claire Sennegon*, de Corot (3), qui nous concerne ici, ces pics correspondent à : acide azéolaïque, acide palmitique et acide stéarique, soit le profil de l'huile de lin, liant que l'artiste utilisait dans sa peinture.

(1) Le catalogue de référence est établi grâce, notamment, à un spectromètre de masse couplé au chromatographe (pour plus de détails, voir *Science & Vie* n° 850, p. 58).



cution de l'œuvre, de l'esquisse au tableau achevé. Il est, en général, admis qu'une œuvre originale comporte, à sa première couche, une esquisse caractéristique et, dans le cours de son exécution, des repentirs, parce que le peintre aura modifié la position d'une main, une ombre, etc (*voir encadré p. 54*). Une œuvre sans repentirs est généralement tenue pour suspecte, parce qu'on soupçonne alors qu'il s'agit d'une copie. On verra plus loin les limites de validité de cette attitude.

Quand il s'agit de terres cuites, il faut recourir à la thermoluminescence, technique qui s'apparente dans une certaine mesure à la datation au carbone 14, puisqu'elle permet de mesurer le taux d'irradiation de la terre après cuisson (à quelque 800 °C) par les rayons cosmiques, irradiation qui est beaucoup plus forte pour une poterie ancienne que pour une poterie récente (*voir encadré p. 56*).

Le procédé n'existe pas quand le Metropolitan Museum acquit, il y a plus d'un demi-siècle, deux admirables terres cuites étrusques, grandeur nature, qui furent largement reproduites dans toute la presse artistique. C'étaient des faux datant des années 1920, réalisés par un maître du genre, un Italien nommé Alberto Fioravanti, qui, en 1982, voyant sa fin approcher, finit par confesser son énorme supercherie. On hésita à le croire: tant de talent ! Mais, preuve incontestable, Fioravanti fournit la main cassée d'une Athéna, qu'il avait conservée toutes ces années-là... et qu'il avait cassée pour "faire vrai".

Un peu découragés par la finesse des examens auxquels on soumettait peintures et poteries, les faussaires commencèrent à se tourner vers les pièces de monnaie et les bijoux antiques. Domaine

particulièrement lucratif, puisque des bijoux anciens peuvent atteindre une valeur bien supérieure à leur pesant d'or (ou d'argent), et qu'après tout, de l'or, c'est de l'or, et que personne, supposaient-ils, n'avait encore trouvé le moyen de dater des métaux précieux.

Hélas, trois fois hélas ! De nos jours, on sait qu'à l'or et à l'argent utilisés autrefois sont mêlées des impuretés révélatrices, notamment, des gisements dont ils sont extraits. Ainsi, il y avait toujours une petite proportion d'argent dans l'or, qui variait selon le gisement (les gisements de sylvanite, minéral contenant de l'or et de l'argent, sont fréquents). De plus, dans l'argent, il y avait des métaux tels que le plomb, le cuivre, le zinc, et les civilisations antiques exploitaient aussi des gisements de galène, plus ou moins riche en argent. Et non seulement les taux des métaux varient selon les gisements, mais encore les proportions des deux isotopes Ag107 et Ag109 varient aussi selon la région. Les faussaires peuvent difficilement trouver de nos jours des métaux qui contiennent ces impuretés-là, et qui, surtout, les contiennent dans des proportions exactes. Il est alors très imprudent de présenter comme authentique une copie d'une pièce sassanide en or à 24 carats, parce que la valeur de cette pièce, qui est considérable, fera que l'on demandera une expertise. Il va de soi que les numismates et les experts des musées ne sont pas prêts à confier au premier venu les tables des impuretés métalliques classées selon les époques et les régions.

L'évaluation des taux d'impuretés se fait par spectrographie de masse à effet Raman, qui n'exige que des échantillons infimes. C'est par cette technique qu'on a, il y a peu de temps, établi que d'admirable

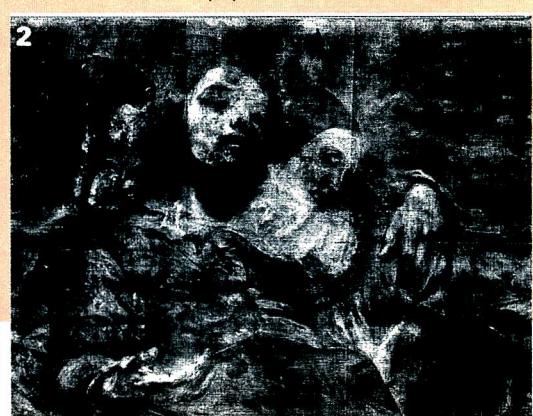
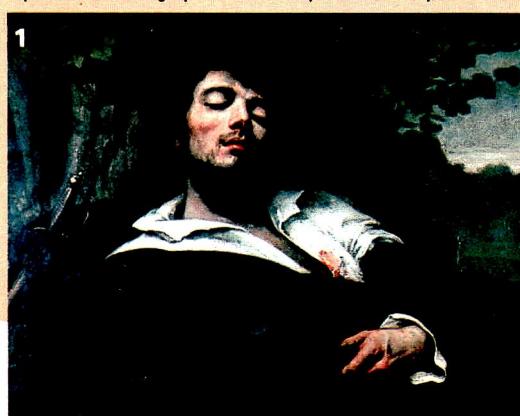
RADIOGRAPHIE D'UN "HOMME BLESSÉ"

Soumis à la radiographie, l'*Homme blessé* (1) nous a appris que Courbet avait, au départ, fait un tout autre tableau (2), sur lequel apparaissait sa maîtresse d'alors. On comprend maintenant le sens du titre de cette œuvre, exécutée après leur rupture. La radiographie en art rap-

pelle celle utilisée en médecine : la peinture est bombardée de rayons X, qui la traversent après avoir été plus ou moins absorbés par ses constituants, toile, couches de pigments, etc., puis vont impressionner un film sensible placé derrière le tableau.

En plus de nous avoir révélé cette

composition antérieure jusqu'ici insoupçonnée, l'image radiographique souligne différents aspects techniques de l'œuvre, tels que la structure interne du portrait, les caractéristiques de l'écriture du maître (traits lisses ou petites touches, par exemple), etc.





Saint Pierre renié par les rayons X

Ce magnifique Greco représentant St Pierre fut soumis dans les années 1960 aux musées américains. La touche est magistrale, la toile ancienne, l'inspiration superbe. Mais le pedigree du tableau est insuffisant, et certaines outrances éveillent la méfiance des experts. Soumis aux rayons X, il se révèle un faux, peint sur une autre figure. Or le Greco ne peignait pas sur les toiles des autres, et, de plus, il ne pouvait avoir peint sur une peinture qui lui était vraisemblablement postérieure. Le faux date du début du XX^e siècle. Il est à noter que les rayons X servent aussi à la détection de chefs-d'œuvre vrais exportés frauduleusement : recouverts d'une quelconque peinture soluble à l'eau, ils sont rincés après avoir passé les douanes.

bles bijoux hellénistiques (?) étaient sans doute grecs, mais tout à fait récents...

La neutronographie, ou radiographie par neutrons, rend les temps également très durs pour les fabricants de faux bronzes anciens. Ce n'est pas une technique de détection à la portée du premier venu : pour la pratiquer, il faut disposer d'un réacteur nucléaire, dont on dirige le faisceau de neutrons vers l'objet à analyser. De l'autre côté de l'objet, on place une plaque de cadmium ou de bore, dont s'échappent des particules excitées par les neutrons, qui vont enfin impressionner une plaque photographique. C'est cette redoutable technique qui a permis d'établir que le fameux cheval de bronze étrusque qui faisait la fierté du Metropolitan Museum, était, lui aussi, un faux. Le mode de fonderie, révélé par la structure interne de cette pièce, ne correspond pas

du tout à celui des bronzes de l'époque.

Gros problème : celui des sculptures de pierre, de marbre ou d'autres minéraux, qui ne peuvent pas être datées par le carbone 14 (parce que non organiques), ni par la thermoluminescence (parce qu'ils ne subissent pas de cuisson). Là, toutefois, on combine la cristallographie, l'histoire et la stylistique (abordée plus loin) pour établir un dossier de probabilité d'authenticité ou de falsification. La plupart des minéraux couramment employés par les sculpteurs antiques se modifient en surface au cours des siècles au contact de l'air ; en effet, l'humidité en altère les couches superficielles de manière caractéristique. C'est ainsi que l'obsidienne, pierre noire volcanique favorite des artistes précolombiens, s'imprègne d'humidité et prend une teinte laiteuse inimitable. Alors qu'une pièce d'obsidienne fraîche-

(2) La période hellénistique va de la conquête d'Alexandre à la conquête romaine. La période hellénique est antérieure.

ment taillée présente une teinte noire profonde. Le marbre ancien, lui, présente à sa surface une couche cristalline, là aussi difficilement imitable. C'est d'ailleurs ce que savait déjà, dès les années 1920, le célèbre et admirable faussaire italien Alceo Dossena, qui, pour faire ses faux antiques, racheta la quasi-totalité des marbres qui délaient les urinoirs anciens et qui étaient plus ou moins jaunis, évidemment, et souvent carbonatisés jusqu'à une assez grande profondeur. Dossena dupa ainsi bien des amateurs fortunés qui croyaient acheter un marbre original de Della Robbia (3)...

Les choses ne sont plus si commodes de nos jours, parce qu'on a appris à distinguer un marbre d'un autre, et qu'on sait exactement d'où les Grecs, par exemple, tiraient les marbres qu'ils utilisaient pour faire leurs statues, qui étaient toujours de premier choix, et d'où ils tiraient ceux, de second choix, qu'ils utilisaient pour leurs édifices.

On ne connaît qu'une seule exception à la règle, où un artiste grec du V^e siècle aurait utilisé un marbre de second choix pour faire une statue, c'est le Kouros du Getty Museum de Californie ; et encore, cet exemple ne fait pas l'unanimité...

Les différentes techniques de datation isotopique, au carbone 14, à l'aluminium 26, à l'argon 39, au beryllium 10, au chlore 36... jusqu'à l'uranium 238, sont réservées à des objets de plus de 500 ans et, condition indispensable, contenant des éléments organiques (4). Si la technique au carbone 14 avait été connue au début du siècle, elle nous eût sans doute fait manquer l'un des chapitres les plus comiques de l'histoire des faux, celle du crâne de Piltdown. Comme on le sait, elle a aussi mis fin à plusieurs siècles de bavardages sur le suaire de Turin (voir *Science & Vie* n° 855, pp. 18-21).

Ainsi, il est devenu extrêmement difficile de fabriquer, par exemple, un marbre hellénique ou hel-



BILAN DE SANTÉ AUX INFRAROUGES ET ULTRAVIOLETS

Photographiée en lumière infrarouge (à travers un filtre qui ne laisse passer que les longueurs d'onde de 900 à 1 000 nanomètres, juste au-delà de la lumière visible) cette *Vierge de miséricorde* (1) — Ecole

flamande, fin XV^e siècle — révèle, d'une part, le croquis préparatoire grâce auquel l'artiste fait sa mise en place des éléments du tableau, et dessine le tracé des détails fins (2 — dessin des visages, mains, plis,

lénistique, un bronze étrusque ou une peinture du XV^e siècle, à moins d'être une véritable encyclopédie technique de l'art. Les seuls capables de réaliser des faux passables seraient, de nos jours, ces grands experts que sont les spécialistes du Labora-

(3) Sculpteur célèbre de la Renaissance.

(4) La période d'un radioélément, ou "demi-vie", est le temps qui met la moitié d'une quantité donnée d'un élément radioactif à se transformer, à force de désintégrations atomiques, en un autre élément. Pour le carbone 14, elle est de 5 570 ans. Tout organisme vivant contient du carbone 12, stable, et du carbone 14 radioactif, et le rapport C12/C14 y est le même que dans l'atmosphère, d'où il est absorbé (par les plantes lors de la photosynthèse ; les animaux, eux l'absorbent en mangeant ces plantes ou en dévorant d'autres animaux qui en mangent). Après la mort d'un organisme, le carbone n'est plus absorbé. Comme le carbone 14 continue de se désintégrer, il y diminue avec le temps, alors que le carbone 12 ne bouge pas. On peut donc, en mesurant le rapport C12/C14 dans des vestiges d'objets vivants (tissus, ossements, poterie aussi, dans la mesure où la terre contient ou a contenu des organismes vivants), et en le comparant à celui, invariable, de l'atmosphère, situer la date de la mort des végétaux et animaux du passé.



etc.), et d'autre part, en soulignant les différences d'absorption entre les pigments de la peinture d'origine et ceux d'ajouts ou restaurations postérieures, fait nettement apparaître les reprises qui ont été faites ultérieurement sur l'œuvre originale (2 — dos et bas du manteau).

Quant aux radiations ultraviolettes, dont la longueur d'onde (500 nanomètres) est juste inférieure à celle de la lumière visible, elles déclenchent dans la peinture qui y est soumise (par un éclairage avec des lampes à vapeur de mercure) des phénomènes de fluorescence et de phosphorescen-

ce. Photographié sur un film approprié, un tableau ainsi éclairé laisse apparaître les repeints, exécutés postérieurement pour réparer des plaques d'usure, due notamment à la détérioration du vernis (3 — taches brunes que l'on distingue sur le manteau et craquelures du visage de la vierge).

toire du Musée du Louvre ou du CNRS, du Metropolitan ou du Boston Museum, qui ont passé des années à établir les caractéristiques techniques d'objets de telle ou telle provenance. Et encore, il faudrait qu'ils eussent le talent esthétique nécessaire. **L'expertise artistique.** Pour établir le dossier préliminaire d'une œuvre suspecte, on a recours à deux grandes disciplines : l'iconographie et l'iconologie. En bref, l'iconographie dit : telle œuvre est inspirée de telle autre ; elle se fonde sur les dessins préparatoires que voici ; elle est répertoriée dans les collections de X en 1715, puis disparaît jusqu'en 1901, etc. ; elle est faite dans le style de l'Ecole génoise tardive, par exemple vers 1700, mais elle montre des influences bolonaises. C'est un aspect spécifique de la critique d'art.

Quant à l'iconologie, elle dit, en bref également : ce tableau représente Untel, dans son costume de chevalier, c'est donc un homme militaire ; il tourne

les yeux vers une forteresse, dont il est sans doute le conquérant, comme en attestent d'ailleurs les armoiries présentes au coin du tableau ; il y a un détail intéressant, c'est le coquelicot qui est représenté au-dessous de ces armoiries, et qui fait sans doute allusion au nom du personnage ; ce sera, par exemple, puisque le tableau est italien, un M. Papaverone ou Papaveri. On fait des recherches dans l'histoire de la région à cette époque et l'on trouve (ou l'on ne trouve pas) un M. Papaveri, chevalier, qui a, en effet, conquis telle ou telle forteresse. Mais on peut également trouver que les armoiries n'ont été concédées à ce personnage qu'en 1736, alors que le tableau est daté de 1715. Malvais signe : ce tableau a été retouché ; en tous cas, il n'est pas honnête, car en 1715 l'artiste ne pouvait pas connaître les armoiries qui allaient être dessinées en 1736.

Bref : l'iconographie décrit, l'iconologie interprète

te. On peut se méfier des interprétations. Elles ont, en tous cas, entre maints et maints autres exemples, permis à un marchand d'art parisien, Alain Tarica, de lever un assez curieux lièvre, qui est un tableau attribué à Van Eyck et (encore) présent au Getty Museum. Il représente une Annonciation qui est assez troublante, parce que la fleur de lys obligatoire dans la main droite de l'ange en est absente, et que l'autre main de l'ange est assez bizarrement fourrée dans une tapisserie... Le livre de prières de la Vierge est encore plus bizarrement posé contre le mur, dans une position impossible, et le dais du lit représenté dans le fond du tableau défie l'interprétation, sans compter que ce lit a plutôt l'air d'un canapé moderne... Pourtant, le rapport d'expertise scientifique du Getty Museum (photomacrophotographie infrarouge, fluorescence aux rayons X) conclut à l'authenticité de l'œuvre. Comme quoi l'iconographie n'a pas toujours le dernier mot... M. Tarica a considérablement agacé les conservateurs du Getty Museum, qui l'ont pris d'assez haut. Il n'empêche que les questions demeurent posées. Et à ce jour sans réponse.

Autre tour de force de l'iconologie, il y a peu d'années : l'analyse par Christopher Wright, expert anglais de Georges de La Tour, d'un tableau intitulé *La Diseuse de bonne aventure*, actuellement au Metropolitan Museum de New York. Ce tableau est brusquement apparu après la guerre, puis il a été vendu dans des circonstances qui ont suscité un débat au Parlement, en France. Mais là n'est pas la question : l'iconologie a permis à Wright

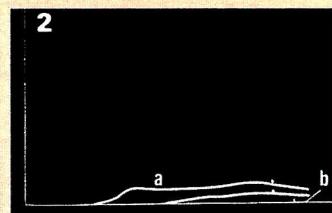
LAQUELLE EST VRAIMENT PRÉCOLOMBIENNE ?

Dans le sol où elles étaient entreposées ou enfouies avant d'être mises au jour, les céramiques anciennes ont subi une permanente irradiation par les radioéléments naturels (uranium 238, thorium 232, potassium 40) présents en faibles qualités dans toutes les roches. Ces radioéléments émettent des particules ionisantes alpha, bêta et gamma qui pénètrent la matière des céramiques qui les entoure — comme toute matière, d'ailleurs — et arrachent des électrons aux atomes qu'elles rencontrent sur leur passage en leur communiquant une partie de leur énergie. Les électrons mis ainsi en mouvement sont captés par les défauts du solide : anomalies dans la structure cristalline, impuretés, espaces vides.

Ces pièges à électrons relâchent toutefois leurs prisonniers lorsqu'ils sont soumis à une forte température

(500 °C) ; et les électrons ainsi libérés émettent une petite quantité de lumière — phénomène appelé thermoluminescence — avant de se recombiner avec les atomes du cristal, retrouvant ainsi leur position initiale.

Conclusion, toute chauffe élimine l'effet des rayonnements reçus antérieurement : c'est la mise à zéro du



chronomètre.

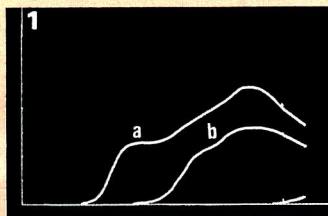
Pour déterminer l'âge d'une céramique, on commence par la chauffer, puis on mesure l'émission lumineuse



4

de relever deux points assez bizarres. Le premier est le justaucorps que porte le personnage central, le benêt qui se fait dérober sa montre pendant qu'on lui lit les lignes de la main. Selon les historiens du vêtement du XVII^e siècle, ce curieux justaucorps, tel qu'il était peint là, ne pouvait être fermé que...

qui en résulte (1 et 2, courbe a). Ensuite on la soumet à une dose connue de rayonnement, puis de nouveau on chauffe et on mesure la thermoluminescence (courbe b). Par une simple règle de trois, on détermine l'inconnue : la dose reçue par la céramique depuis sa fabrication. Enfin, en divisant cette dose "archéologique" par la dose annuelle — et connue — émise par la terre, on obtient l'âge de la céramique.



mique. Résultat : la tête de vieillard zapotèque (3) est bien d'époque (civilisation précolombienne, IV^e siècle), alors que le dieu du maïs (4) ne remonte qu'au début du XX^e siècle : c'est un faux ! A preuve, sa faible thermoluminescence (courbes 2).



3

par une fermeture Eclair ! Le second est un mot malsonnant écrit sur le col d'un autre personnage, la diseuse elle-même, comme en témoignent des macrophotos : « Merde ». Georges de La Tour n'était pas d'un naturel facétieux, et ce mot-là est troublant, pour dire le moins. Là aussi, les experts américains n'ont pas tenu compte de ces critiques. Il n'en demeure pas moins que l'accès aux radiographies des deux tableaux que voilà est impossible. On se demande pourquoi ces deux musées ne les ont jamais publiées... Autre affaire !

Iconologie et iconographie n'ont pas force de science, et leurs verdicts peuvent être contestés, comme on le voit, puisque les deux tableaux que voilà restent accrochés sur leurs cimaises, tout comme le suaire de Turin. Mais enfin, ils permettent aux critiques de se faire leurs idées sur la valeur de certaines œuvres...

A ces deux techniques, se joint l'analyse stylistique. Elle n'est pas infaillible, non plus, mais elle est quand même très utile. C'est elle qui a permis d'établir, par exemple, que l'autoportrait de Rembrandt, qui vient d'être retiré de l'œuvre du peintre par l'équipe hollandaise De Bruyn, qui fait tant de bruit avec sa révision générale (et souvent un peu brutale) des œuvres authentiques de Rembrandt et de celles qui lui sont attribuées, est bien une œuvre du XVII^e siècle, sans doute française : la touche y est "enlevée" avec une fougue qui témoigne, certes, d'une grande maîtrise, mais qui n'est pas celle du maître hollandais. C'est un tableau "à la française".

Faux ? Certes pas : il était tout à fait courant et légitime de faire des copies ou des "à la manière de" de peintres célèbres, pour le compte d'amateurs suffisamment fortunés pour payer la copie. Les élèves et les suiveurs des grands peintres en faisaient autant, parfois dans l'atelier même des maîtres ; et ceux-ci allaient jusqu'à corriger ces copies d'une touche autographe (ce fut, dit-on, le cas de Corot). Nul ne se scandalise que tous les animaux dans les tableaux de Rubens soient peints par un très grand peintre animalier, Franz Snyders, qui collaborait avec le Maître. Il serait absurde de juger qu'un Rubens est faux parce que les analyses scientifiques et artistiques indiquent que ces animaux ne sont pas de la main de Rubens, ne sont pas peints avec les mêmes pigments, ni les mêmes brosses.

Comment procède donc l'analyse stylistique ? Elle consiste à établir des répertoires des techniques et des styles des œuvres des grandes civilisations et des grands artistes du passé. La partie technique est rédigée à l'aide des disciplines décrites plus haut et de quelques autres (comme la photographie en lumière rasante, qui permet d'identifier, dans les peintures, le travail du pinceau). La partie stylistique proprement dite consiste à définir, période par période, les particularismes de l'artiste, ses thèmes, sa manière de faire les fonds, sa façon de traiter tel ou tel détail, mains, oreilles, yeux, etc. On peut presque établir des fiches "anthropométriques". A des périodes déterminées, en effet, les artistes utilisent également des gammes de cou-



Un crack qui n'était qu'un canasson

Cette statuette de cheval en bronze fit jusqu'en 1974 l'orgueil du Metropolitan de New York. Reproduite en pleine page et en couleurs dans l'édition 1964 de l'*Encyclopædia Britannica*, elle y fait l'objet d'un commentaire très élogieux inspiré par les experts : « sa beauté » et sa « grâce » la font attribuer à Calamis, grand sculpteur qui fut l'un des maîtres de l'art attique. Une singularité, toutefois : le petit trou dans la crinière. Dans les statues équestres grandeur nature ou plus, on disposait en effet

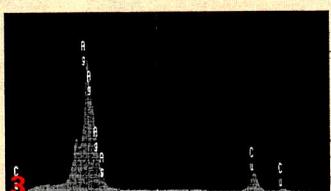
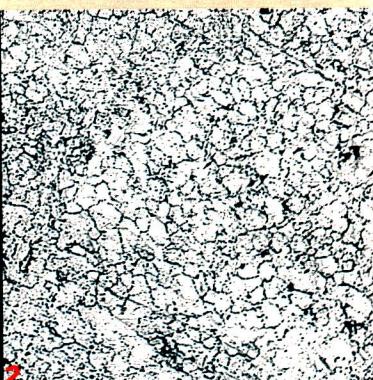
une barre horizontale soudée à la crinière, qui servait de perchoir aux oiseaux et évitait ainsi qu'ils ne recouvrent la statue de leurs déjections. Sur un modèle réduit, il n'y avait aucune raison d'être pour ce trou, donc. Le chef-d'œuvre fut soumis à la neutronographie (méthode permettant le même type d'investigation que la radiographie), qui révéla que la technique de fonte qui avait permis la fabrication de l'animal était très différente de celle des bronzes de son époque... et très semblable, par contre, à celle utilisée pour les bronzes français des années 1920 !

leurs particulières. C'est ainsi que Vermeer utilise ces fameux bleus à base de lapis dans la seconde période de son œuvre ; un secret, qu'il a emporté dans sa tombe, lui a permis de créer dans ses tableaux une lumière laiteuse que beaucoup se sont échinés à imiter, y compris le fameux Van Meegeren (l'auteur des faux Vermeer), sans jamais y parvenir.

Chaque grand artiste a également un traité particulier, qui compte énormément. L'allégresse, presque audacieuse, l'extraordinaire vivacité de touche de Fragonard, expliquent que la version du *Verrou*, actuellement au Louvre, fasse périodiquement l'objet de contestations : elle semble à certains peinte avec un soin excessivement minutieux, qui trahirait plutôt une touche féminine (celle de la belle-sœur du peintre, Marguerite Gérard, artiste de grand talent elle-même, et certes pas "faussaire").

Un certain dogmatisme nuit cependant souvent à l'analyse stylistique. On

MONNAIES ANCIENNES :



Dans les pièces de monnaie anciennes, qui peuvent atteindre des prix très élevés, les faux sont nombreux et parfois difficiles à reconnaître, surtout s'ils sont faits du même métal ou alliage que l'original. Mais on peut démasquer un faux grâce au microscope électronique à balayage (MEB).

L'objet étudié est soumis à un bombardement d'électrons, qui sont en partie absorbés par l'échantillon et en partie rétrodiffusés, ce qui permet d'obtenir une image topographique de la surface observée, où l'on sait recon-

naitre les techniques de fabrication (coulée, frappe, martelage, recuisson, laminage, etc.), le vieillissement (naturel ou artificiel) ou la corrosion. On

dit ainsi que le *Verrou* de Fragonard serait faux parce qu'il est trop bien "léché". C'est oublier que les peintres s'adaptent souvent aux désirs de leurs commanditaires, et que Fragonard exécuta peut-être un tableau "léché" pour un amateur qui aimait cette facture-là. On dit également que l'absence de croquis préparatoires et de repentirs, visibles aux rayons X, est un mauvais signe: c'est oublier que les peintres faisaient parfois plusieurs versions d'un même tableau, et qu'à la deuxième, et encore plus à la troisième version, ils n'avaient plus besoin de ces croquis-là. Il y a au moins trois versions du *Verrou*, tout comme (on l'oublie souvent) Van Gogh en peignit cinq de ses fameux *Tournesols* (une a disparu, sans doute détruite pendant la guerre).

L'industrie du faux n'a pas commencé d'hier : les Romains faisaient des faux marbres grecs en grande quantité, les Anglais faisaient de la fausse monnaie au XV^e siècle, Michel-Ange sculpta et présenta en 1496 au cardinal Borromini un Cupidon endormi comme étant une sculpture "antique". Et le peintre Terenzio da Urbino fut chassé par son patron, le cardinal Montalto, pour avoir peint une madone qu'il prétendit être un Raphaël... Les faux ont existé de tous temps. C'est l'hommage que l'indigence rend à la richesse...de l'artiste !

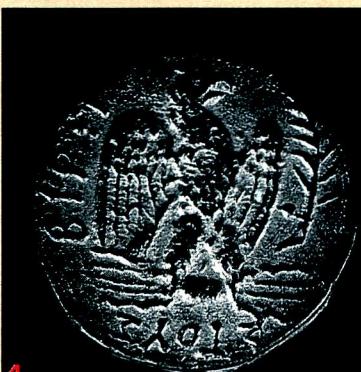
Mais cela change. Il y a encore une cinquantaine

d'années, il était possible d'imiter dans des intentions frauduleuses des artistes contemporains célèbres. Il y a eu, de la sorte, des faux Monet (toutes les copies de Monet ne sont cependant pas des faux, quoi qu'en dise, car son amie Blanche Hochedé a fait d'admirables copies du maître), Sisley, Renoir, puis Matisse, Chagall, Picasso, etc. La pratique est devenue difficile, depuis que les artistes tiennent des livres d'ateliers, et que les marchands tiennent une comptabilité scrupuleuse et de leurs productions, et de leurs modes de production. Pour faire un faux Picasso de 1940, par exemple, il faudrait savoir exactement sur quel type de toile et quel type de papier il travaillait, ce qui n'est pas toujours à la portée du premier venu. Ces toiles et ces papiers ne sont souvent plus fabriqués.

Par ailleurs, l'expérience semble avoir vérifié qu'il est peu d'entreprises frauduleuses qui durent. C'est en tout cas le progrès des techniques qui a amélioré la détection des faux. De nos jours, les temps sont devenus, à cause de ce progrès, excessivement durs pour les faussaires. Mais peut-être leur petit talent serait-il plus justement reconnu dans d'autres domaines... On prétend d'ailleurs qu'un faux Vermeer de Van Meegeren, s'il était mis en vente de nos jours, atteindrait aisément un million de francs !

Gerald Messadié

LAQUELLE EST LA VRAIE ?

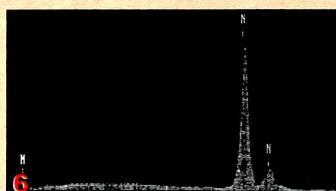


peut aussi retrouver les marques laissées par des outils modernes comme la fraise de dentiste, les incrustations éventuelles, les adhérences au moule et même la composition de celui-ci, les irrégularités caractéristiques d'une usure artificiellement accélérée.

Ainsi, ce denier ibère (1 — Espagne, antérieur à 27 av. J.-C.) est authentique. Sa structure en grains fins (2, image grossie $\times 400$) est caractéristique d'une pièce frappée (la technique utilisée en son temps) et non moulée (comme le sont certains faux).

Le bombardement électronique provoque d'autre part une émission par la surface observée de rayons X dont l'intensité est caractéristique de la nature des éléments composant l'objet. Cette microanalyse du denier celte ibère (3) a révélé qu'il est constitué de métaux nobles : argent et cuivre.

Le tétradrachme (4), lui, est sans conteste un faux. Grossie $\times 400$, sa surface (5) présente une structure caractéristique d'un dépôt électrolytique de nickel, technique bien entendu inconnue à l'époque de ces pièces (qui

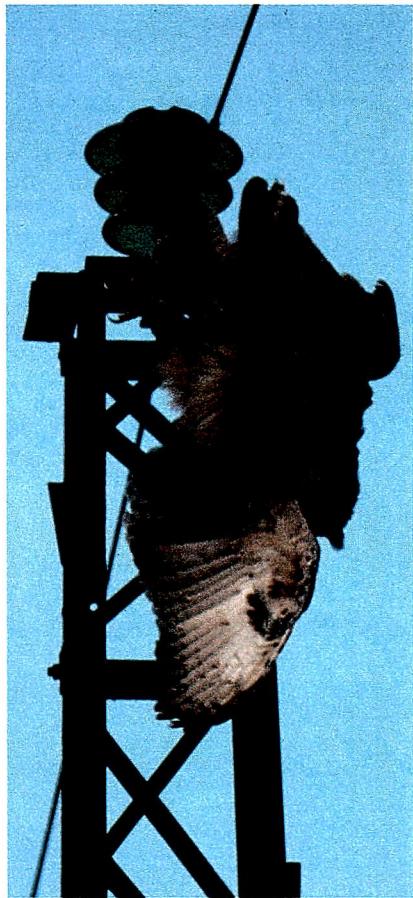


circulaient à Antioche sous le règne de Néron, entre 54 et 58 de notre ère). La micro-analyse de surface (6) a confirmé que cette pièce est en acier nickelé.

LES OISEAUX CONDAMNÉS AU POTEAU

Les pylônes EDF électrocutent les grands oiseaux, et les poteaux PTT étouffent les petits.

Jusqu'à 400 oiseaux sont tués chaque année par kilomètre de ligne. Malgré de réelles bonnes volontés parmi les autorités, la situation ne s'améliore que très lentement dans certaines régions, et pas du tout dans d'autres. Les ornithologues s'impatientent.



Ils meurent électrocutés par les câbles électriques à moyenne tension, comme le grand duc ci-dessus ou le vautour fauve ci-contre, réintroduit à grands frais dans les Cévennes.

Chaque année, des dizaines de milliers d'oiseaux se tuent, soit en s'électrocutant sur un pylône d'EDF, soit en percutant les câbles. Le chiffre est difficile à évaluer, car les cadavres sont rapidement éliminés par les charognards. Dans certains départements, on ramasse entre 10 et 20 oiseaux par an au pied d'un seul pylône. Dans l'Isère, on a trouvé 30 rapaces grillés en une semaine sous le même perchoir ! Parmi eux des espèces légalement protégées qui ne sont représentées que par quelques centaines d'individus et font l'objet, comme l'aigle de Bonelli, d'un plan de sauvegarde à l'échelon européen. En Alsace, 60 % des cigognes meurent de leur rencontre avec la "fée électricité". Le long d'une ligne de 5 km, près de Fos-sur-Mer, on a dénombré 217 restes d'oiseaux, dont 36 flamants roses.

Pour Raymônd Faure, spécialiste de la question au sein de la LPO (Ligue française pour la protection des oiseaux), ces câbles « tendus partout, nuit et jour, toute l'année, réarmés automatiquement, atteignent un niveau d'efficacité redoutable et jamais égalé ».

Pour mieux comprendre le problème, il faut bien distinguer les différents types de lignes existantes : les lignes à haute et très haute tension (63 000 à 400 000 V), à moyenne tension (15 000 à 30 000 V) et à basse tension (220 à 280 V). Ces dernières, étant isolées, ne représentent pas de danger.

Les lignes haute tension (HT) et très haute tension (THT) (70 000 km de réseaux), sauf cas exceptionnels, ne provoquent pas l'électrocution comme on pourrait le croire a priori, car les fils sont suffisamment éloignés les uns des autres. Mais les oiseaux de tous gabarits les heurtent en plein vol, et c'est la collision qui provoque leur mort. Ces lignes, célèbres par leur



laideur, servent à relier les centrales aux postes de transformation. Une étude des incidences des lignes HT et THT sur l'environnement, demandée par EDF-CERT, et menée par l'AMBE⁽¹⁾ en 1985 dans le Nord-Pas-de-Calais, démontre que le taux de mortalité semble varier d'une zone à l'autre, en fonction de multiples facteurs (hauteur des fils, milieux traversés, etc.). Cette étude évalue à 400 le nombre des oiseaux tués par kilomètre de ligne en un an, dans les endroits les plus critiques. Quand ces réseaux coupent les axes de passage des migrateurs, c'est l'avifaune internationale qui est menacée...

Pour repousser les oiseaux, EDF a testé deux systèmes : silhouettes de rapaces posées sur le pylône, spirales rouges fixées sur les fils. Ces procédés semblent faire baisser le taux de mortalité, mais ils n'ont jusqu'ici pas été généralisés. Bien peu sont les oiseaux qui en ont bénéficié !

Les lignes moyenne tension (MT 450 000 km à raison de 10 pylônes/km) sont les plus répandues. Elles bordent en général les routes et alimentent les transformateurs des villes et des villages. Ce ne sont pas leurs fils, mais les pylônes (appelés par EDF armements), qui sont dangereux. L'oiseau s'électrocute quand il prend son envol. Il touche soit deux fils, soit un fil et l'armature métallique. Il existe actuellement une cinquantaine de variétés de pylônes meurtriers qui sont, pour simplifier, ceux dont les fils passent par-dessus les armements de métal. Tout dépend de l'agencement général de la structure métallique. A noter que le coût de fabrication est le même pour un poteau inoffensif pour un poteau dangereux. EDF continue d'ailleurs d'installer indifféremment les uns comme les autres.

Parmi les nouveaux modèles de pylônes qui exaspèrent les ornithologues, beaucoup ont été créés il y a moins de 10 ans. A l'origine, EDF devait faire face rapidement aux inconvenients de la neige collante. Le réseau, mis à terre par le poids de la neige, tombait trop souvent en panne. On installa des armatures rigides, avec des câbles bien tendus au-dessus des poteaux. Ceux-là justement qui grillent les oiseaux ! M. Gain (chef de division EDF) reconnaît qu'EDF s'était alors peu souciée des oiseaux. L'aurait-elle fait que cela ne lui aurait pas coûté plus cher. Les ornithologues eux-mêmes ne se sont avisés de l'étendue du désastre que lorsque des milliers de pylônes dangereux couvraient déjà le pays.

Le problème n'est pourtant pas nouveau. En 1979, la direction générale d'EDF a reçu un rapport intitulé "Les lignes moyenne tension et les rapaces"⁽²⁾ définissant les modèles de pylônes meurtriers. En 1981, à un colloque à Villeneuve-lez-Avignon, EDF s'est engagée à en tenir compte. En

fait, aucune politique globale n'a suivi, et les protecteurs de la nature se sont sentis trahis : croyant marcher la main dans la main avec la compagnie, ceux-ci avaient fait remplacer un à un, pendant des années, les pylônes sous lesquels un oiseau avait été trouvé. Pendant ce temps, EDF posait des milliers de pylônes, plus meurtriers les uns que les autres.

Un article de Raymond Faure dans *L'Oiseau Magazine* reflète la colère et, comme il a été repris par beaucoup de journaux (« La meilleure rôtisserie est sans doute française » ironisait l'un d'eux), l'image d'EDF en a souffert. L'amalgame avec le nucléaire et les barrages était inévitable. Or, une image perçue comme négative au premier abord court beaucoup de risques de le rester ! EDF a donc réagi et des efforts réels ont été faits, ça et là.

Dans le Parc national des Cévennes, de nouveaux systèmes viennent d'être testés. Rappelons que la réintroduction à grands frais du vautour fauve est un succès. Ce rapace hante à nouveau la région, les écologistes ont fait l'éloge des chasseurs, car aucun vautour n'a été abattu. Hélas, le réseau électrique en a tué neuf, compromettant le résultat d'une quinzaine d'années de patience. EDF a donc modifié quelques pylônes d'une ligne qui, à elle seule, avait tué en un an trois vautours : elle a recouvert les câbles de gaines isolantes en matière plastique. Pourquoi ne pas modifier tout le réseau ?

L'opération de St-Brieuc montre que c'est possible : Jean-Claude Le Roboter, à la fois agent EDF et membre de la LPO, a inventé une façon d'accroître l'écartement entre les fils électriques et les parafoudres. Dans les Côtes-du-Nord, 6 000 pylônes de 20 000 V seront ainsi modifiés.

Mais ces opérations, trop ponctuelles, sont sans commune mesure avec les dégâts déjà commis. L'inertie d'EDF sévit de la base au sommet et du sommet à la base. C'est la même lenteur qui nuit à une protection concrète de l'ours : entre ce qui se décide dans la hiérarchie de l'Office national des forêts (ONF) à Paris, et ce qui se passe effectivement dans les forêts pyrénéennes, il y a un décalage énorme. Entre les deux, les circulaires... circulent !

Pourtant, une convention a été signée dès 1982 par le ministère de l'Environnement, le ministère de l'Industrie, des PTT et du Tourisme, et Electricité de France ; elle définissait des actions à conduire dans des secteurs comme l'eau, l'air, le bruit, le paysage ou l'occupation de l'espace, pour limiter les nuisances des ouvrages électriques. Réactualisée en 88, cette convention mentionnait : « Dans le domaine des réseaux de distribution, les efforts porteront sur les points suivants :

- conception esthétique du mobilier de distribution ;
- mise en souterrain des lignes ;
- protection des oiseaux. »

(1) Association multidisciplinaire des biologistes de l'environnement. (2) Rédigé par la Fédération française des sociétés de protection de la nature (FFSPN) et du Front d'intervention pour les rapaces (FIR).

Il existe déjà 1 200 km de lignes enterrées en France, mais cette solution coûte deux fois plus cher que les lignes aériennes. Les systèmes dissuasifs installés dans le Parc des Cévennes entrent dans le cadre de cette convention. EDF a d'autre part mis de nouveaux armements à l'étude. Le centre de St-Etienne, par exemple, a créé des structures métalliques flexibles sur lesquelles les oiseaux ne se poseront plus. Mais des tests en volière sont nécessaires. En bref, EDF pense présenter en 1990 de nouveaux types d'armements moins dangereux. « Nous ne sommes pas imperméables et superbes », se défend-on chez EDF. Mais on est certainement bien lents ! Pourquoi ne pas faire comme aux Etats-Unis, où les pylônes sont inoffensifs et où, dans les régions sans arbres, ces perchoirs sont même une aubaine pour les oiseaux. Les Américains adaptent même dessus des nichoirs destinés aux grands rapaces...

Maintenant, toute amélioration devrait être faite à l'échelle européenne, car des mesures de protection qui ne seraient prises que par un seul pays de la Communauté ne serviraient à rien pour un oiseau migrateur. La LPO a d'ailleurs l'intention de saisir les instances européennes, et elle négocie depuis près d'un an avec la direction générale d'EDF. Suite à la dernière réunion du 12-01-89, aucun accord n'a été signé entre la LPO et EDF mais un protocole tripartite entre le ministère de l'environnement, EDF et la LPO a été envisagé dans le cadre de la convention de 88. Néanmoins, deux jours avant cette réunion, on déplorait la mort d'un vautour fauve, dans les Cévennes. Entre EDF et l'Environnement, le courant passera-t-il ? Espérons que... le courant passe !

Et puis, il y a d'autres poteaux, ceux des Télécom. A l'origine, la même lacune : l'équipe technique qui a décidé du choix d'un prototype était loin de songer qu'il y aurait des oiseaux autour. Pas la moindre notion de l'impact sur le milieu. Les traditionnels fûts de conifères ont donc été remplacés par des poteaux en métal galvanisé.

Où est le danger ? Le goulot octogonal de ces poteaux est assez large pour qu'un oiseau s'y engouffre, mais trop étroit pour lui permettre de s'en échapper. La victime coincée dans cette structure lisse et verticale meurt ainsi de peur, de faim ou de soif, après une longue et pénible agonie. Les mésanges, sitelles, chouettes chevêches et hulottes, bref tous les oiseaux cavernicoles, et même les écureuils, les lérot et les loirs, sont à la merci de ces

pâges. Sur toute une ligne de liaison, un seul poteau creux empoisonne toute une zone : l'animal chercheur d'anfractuosités finira tôt ou tard par trouver celle-là, et s'y intéresser de trop près... Le risque semble différent suivant les régions : énorme dans les milieux naturels préservés, il l'est moins là où le remembrement a déjà sévi.

On a trouvé dans des poteaux creux, des couches de cadavres d'oiseaux atteignant un mètre de haut ! Le chiffre, vu la taille de chaque passereau, est éloquent quant au nombre de victimes. Ce sont, chaque année, des millions d'oiseaux détruits, ainsi que des milliers d'écosystèmes qui se trouvent ainsi rompus.

Ignorantes du problème, les Télécom ne l'ont appris qu'en 1978. Surprise ! En 1979, on décide de boucher les poteaux creux avec des obturateurs en

Près de 60 % des cigognes meurent en Alsace, victimes des pylônes et fils électriques, au moment où les ornithologues tentent de s'opposer à leur disparition.



plastique. Mais la tâche était énorme. Selon les estimations de M. Andrès, chargé de mission au cabinet du directeur général, il fallait coiffer pas moins de 3,5 millions de poteaux métalliques. De plus, France Télécom étant extrêmement régionalisé, le pouvoir central éprouve certaines difficultés à établir... la communication avec ses délégations. Chaque région a donc réagi de manière très différente au problème, mais il faut bien dire que la promptitude n'a pas été la règle générale. Plus de 10 ans après le début de l'affaire, plus des deux tiers du parc restent à obturer. Pis : Jean Durand, coordinateur du dossier à la LPO, observe que les obturateurs déjà posés ne résistent pas aux intempéries, alors qu'un seul poteau ouvert compromet le travail accompli.

(suite du texte page 173)

CASQUES VERTS CONTRE CRIQUETS

Ils franchissent maintenant les océans et leurs diverses variétés sévissent toutes à la fois. Contre ces criquets au long cours qui menacent de famine des populations entières, la communauté internationale a lancé une force comparable aux Casques bleus de l'ONU.

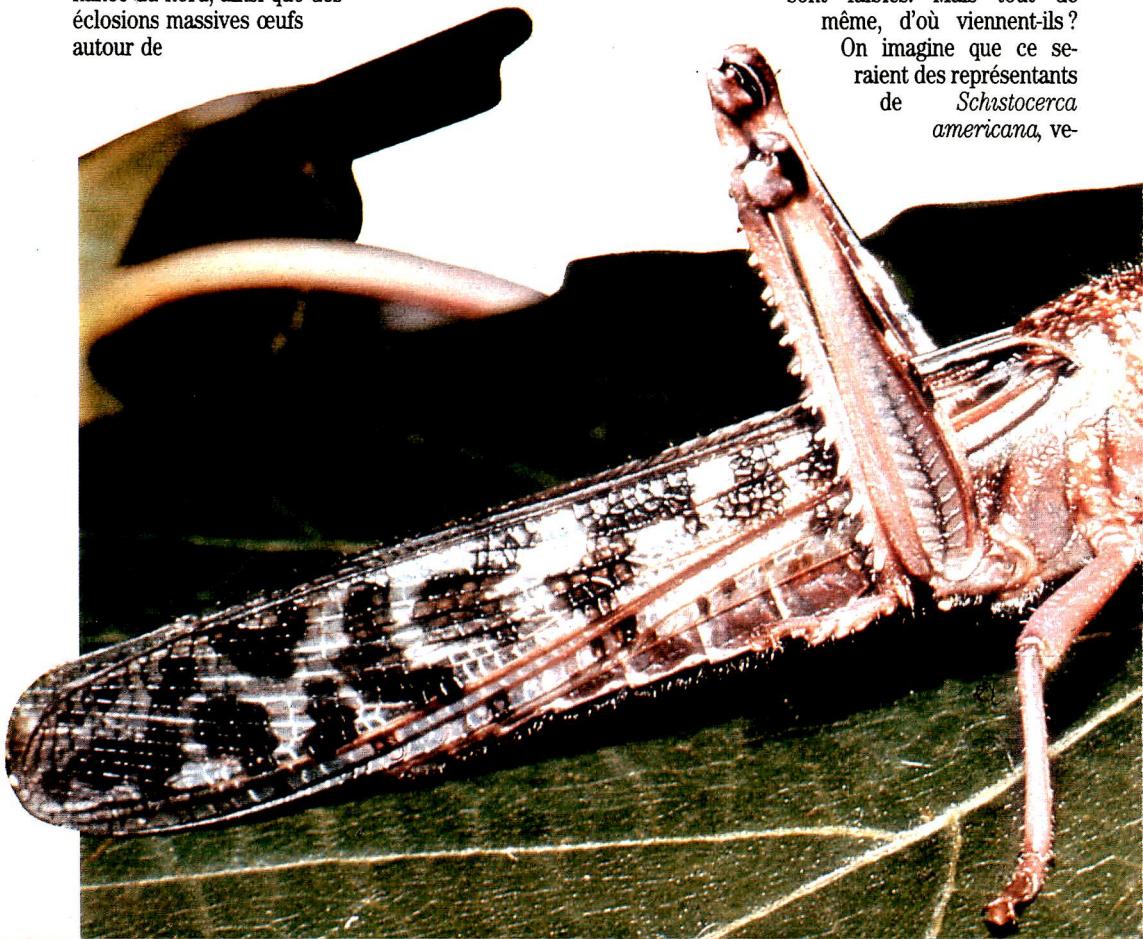
Le 5 octobre dernier, des bateaux croisant au large des îles du Cap Vert, elles-mêmes au large de l'Afrique occidentale, signalent des nuages de criquets en forme de cumulus. En principe, ce n'est ni rare, ni très grave, car depuis deux ans, les criquets sont devenus plus abondants et les alizés rabattent souvent leurs nuées sur les côtes ou en mer. En même temps, on observe au Sénégal des arrivées d'essaims en provenance du nord, ainsi que des éclosions massives œufs autour de

Saint-Louis, l'ancienne capitale.

Puis, stupeur, huit jours plus tard, dans les Caraïbes et les Antilles (Trinidad, Grenade, Saint-Vincent, Barbade, Martinique, Dominique, Guadeloupe, Porto-Rico, et même Guyane française), on observe des criquets ailés, aux teintes rosées, jamais vus de mémoire d'homme. Heureusement, ils ne sont pas trop nombreux, et les dommages aux bananeraies et aux plantations de canne à sucre

sont faibles. Mais tout de même, d'où viennent-ils ?

On imagine que ce seraient des représentants de *Schistocerca americana*, ve-



nant du plateau du Mato Grosso, au Brésil. Un expert de la Food and Agriculture Organization (FAO) est dépêché sur place : ces criquets-là sont des *Schistocerca gregaria* photo ci-dessous, africains, mais au stade immature.

Il faut se rendre à l'évidence : les criquets ont franchi l'océan. Ce n'est pas qu'ils aient muté et acquis des forces inconnues ; ils ont bénéficié de courants d'air ascendants de puissance exceptionnelle, allant de l'est à l'ouest. Ils se sont ainsi laissés porter sur plus de 3 500 km, sans autre dépense d'énergie que celle nécessaire à leur survie pendant les 48 heures de la traversée. S'ils n'ont pas été si dangereux à leur arrivée, c'est qu'ils étaient épuisés, et n'avaient même plus la force de mastiquer.

Vont-ils s'acclimater aux Caraïbes ? Pas sûr : le biotope est très différent de celui qui leur est nécessaire. Il leur faut un air chaud et sec et un sol humide et sableux, comme celui des fonds d'oueds des zones arides ou semi-arides des pourtours

Sahara. Ce n'est pas pour rien qu'on les surnomme *Schistocerca gregaria*, criquet du désert. Arnaud-Xavier Bouraffé, du PRIFAS (¹), ne croit pas à une contamination des déserts occidentaux de l'Amérique du Nord, ni du Nordeste brésilien.

Il n'en reste pas moins que les pays du Sahel et du Maghreb, eux, subissent de plein fouet l'attaque de ces criquets-là. Ils n'en avaient pas

besoin : ils avaient déjà été très éprouvés, en 1987, par les attaques simultanées des quatre espèces actives de criquets, ce qu'on n'avait pas vu depuis quarante ans. Dans les premiers jours d'octobre, ils s'abattent sur le Soudan, la Mauritanie, le Sénégal. Après leur passage, ce ne sont que champs dévastés et désolation. Presque tout de suite après, le 15 octobre, l'Arabie saoudite annonce l'arrivée des criquets sur une bande de 1 000 km de long, centrée sur Djeddah ; c'est la plus grave invasion à l'est de la mer Rouge depuis 25 ans. En Afrique, la situation s'aggrave et le Maghreb est atteint, conformément aux prévisions du PRIFAS : aux populations immatures des premières générations nées en juin se sont jointes les bandes larvaires de l'automne, dont les parents avaient pourtant été combattus en 1987 avec un succès apparent. Cette année-là et rien qu'au Maroc, la lutte anti-acridienne a coûté 260 millions de francs. Or, excepté l'Arabie saoudite, aucun autre pays de la zone menacée ne dispose de moyens aussi importants et ne peut donc faire face à l'échéance critique.

On connaît les causes de l'extension du fléau, on les aressassées jusqu'à la nausée ; il y a d'abord l'absence de surveillance en Erythrée et en Ethiopie, régions dont l'espèce incriminée est originaire, pour cause de guerre et de désordres. Il y a ensuite le fiasco de l'OCLALAV (²), qui regroupe les Etats du Sahel et qui est devenu inopérante à la suite des sécheresses désastreuses de la décennie 1970, où les criquets s'étaient faits rares ; il y a enfin la reconstitution du couvert végétal et des parcelles cultivées dans ces mêmes régions, grâce à deux années consécutives de précipitations abondantes. Néanmoins, 34 délégations africaines, orientales, proche-orientales et sud-européennes participent, les 28 et 29 octobre dernier, à une conférence internationale organisée à Fès sur l'initiative du roi du Maroc, Hassan II.

Il en ressort que les pays donateurs présents, Communauté économique européenne et Europe occidentale, Etats-Unis, rassurent les participants : non seulement on va poursuivre les actions engagées, non seulement on va employer des insecticides non toxiques, plus chers, mais encore on va constituer une force analogue aux Casques bleus de l'ONU : ce sera la Force verte, composée d'équipes neutres, chargées d'anéantir les essaims naissants, notamment dans les régions-clés, Erythrée et Ethiopie, où la sécurité ne serait pas assurée à des forces d'intervention traditionnelles.

Reste à espérer que *Schistocerca gregaria* n'aille pas s'habituer aux insecticides et ne s'acclimate pas aux Caraïbes.

Eric Bedou

(1) Programme de recherches interdisciplinaires français sur les acridiens du Sahel, maintenant nommé Acridologie opérationnelle-écoforce internationale, dépendant du Centre de coopération international en recherche agronomique (CIRAD).

(2) Organisation commune de lutte anti-acridienne et de lutte anti-aviaire.



LE LANGAGE CHIMIQUE DES INSECTES

Des chercheurs ont découvert un moyen d'identifier les insectes à partir de la composition chimique de leur cuticule. Une identification qui donne aussi les clefs de certains mécanismes de leur langage.



Qui n'a pas en tête la scène du vieux naturaliste, spécialiste des insectes, travaillant perdu au milieu d'une collection de coléoptères épinglés dans des boîtes en carton recouvertes d'une plaque de verre poussiéreuse ! Une image bien désuette depuis que des chercheurs (1) ont découvert l'identification chimique des insectes. De là à penser qu'on pourra remplacer leur nom par une formule chimique, il y a qu'un pas. Cette identification explique certains mécanismes du langage des insectes et par conséquent permet de comprendre des comportements biologiques observés depuis longtemps, mais non expliqués. Témoin, le stratagème de la fourmi espionne et tueuse de termites dont nous dévoilerons le secret un peu plus loin.

Ce n'est pas hasard si on a analysé la cuticule, autrement dit la peau. En effet, les entomologistes étudient toutes les scènes de la vie des insectes : leurs façons de se déplacer, leurs moyens de défense, leurs modes de communication... et dans le cas des termites, ils savaient qu'ils s'identifient entre eux par contacts au moyen de leurs antennes pour combler leur infirmité — puisqu'ils naissent tous aveugles. Pour cela, des récepteurs olfactifs (chimiorécepteurs), situés tout le long des antennes, leurs permettent de "sentir" l'odeur émise par des molécules d'hydrocarbures disposées en fine pellicule à la surface de la peau de l'insecte à identifier. En effet, pour chaque insecte des glandes internes à la cuticule sécrètent ces molécules — qui forment, en plus, une couche protectrice sur tout le corps. Mais les véritables mécanismes de discernement qui permettaient aux termites de différencier un ami d'un ennemi, restaient jusque là inexpliqués.

Pourtant le terme, comme d'autres insectes, semble avoir un véritable "fichier signalétique" dans la tête puisqu'il peut non seulement reconnaître

les fourmis, ses ennemis héréditaires, mais aussi ces congénères et devine à la fois leur espèce et l'appartenance ou non à sa termitière. Pour mieux comprendre le phénomène, jouons à colin-maillard ! C'est vous qui, les yeux bandés, devait reconnaître l'un des autres joueurs. Ce sont une fille et des jumeaux habillés strictement de la même façon. Si au cours du jeu vous saisissez la fille, il vous sera facile de dire : « c'est Georgette ». En revanche, si vous tombez sur un des jumeaux, comment pourrez-vous savoir si c'est Pierre ou Paul ? A ce jeu, l'arthropode ne resterait pas sans réponse et vous damerait le pion ! Non seulement, il vous donnera le prénom mais en plus il pourra vous dire si les deux frères habitent ensemble. Aurait-il un don de voyance ? Pas du tout ! C'est ce que nous montre la chimie, à l'aide de deux méthodes d'analyses — la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse (2).

Chaque race de terme et, dans cette race, chaque colonie se caractérise par son "odeur", une odeur qui dépend, en fait, de la nature ou de la quantité des molécules d'hydrocarbures qui tapissent la surface de la cuticule. Ainsi, à chaque espèce correspond une "signature chimique" qui apparaît sous forme de courbe sur l'écran de l'analyseur chimique (spectromètre). Ainsi, deux espèces du Sud-Ouest (*Reticulitermes santonensis* et *Reticulitermes lucifugus grassei*) n'ont pas la même signature : la peau du premier contient des types d'alcènes (hydrocarbure de formule générale C_nH_{2n}) différents du second (**dessins 1 et 2**). Par contre, deux populations de la même espèce méditerranéenne

(1) Pr C. Lange et Pr J.J. Basselier (Lab. de chimie organique structurale) et J. Clement (Lab. d'évolution) — Université de Paris IV.

(2) Voir encadré p. 50 dans *Sale temps pour les faussaires*.

(3) M. Bonavita et M. Clement (Lab. d'éthologie) CNRS Marseille.

néenne (*Reticulitermes banyulensis*), vivants dans deux termitières différentes, posséderont toutes deux exactement les mêmes hydrocarbures mais en quantités différentes (**dessins 3 et 4**). A chaque espèce correspond une formule et à l'avenir les chercheurs vont établir un fichier collectant le nom de l'individu et son "empreinte chimique". Or ce qui vaut pour le terme sera bon pour les autres insectes. On peut imaginer, qu'à l'avenir, pour déterminer le nom de l'insecte, notre vieux naturaliste laissera tomber sa loupe et plongera la cuticule dans un solvant organique, comme l'hexane, avant de l'introduire dans un chromatographe puis dans un spectrographe qui lui donneront la formule chimique, elle-même, correspondante à un nom. En revanche, si l'empreinte ne correspond à aucune fiche signalétique, il s'agira alors d'une nouvelle espèce et il faudra lui trouver un nom.

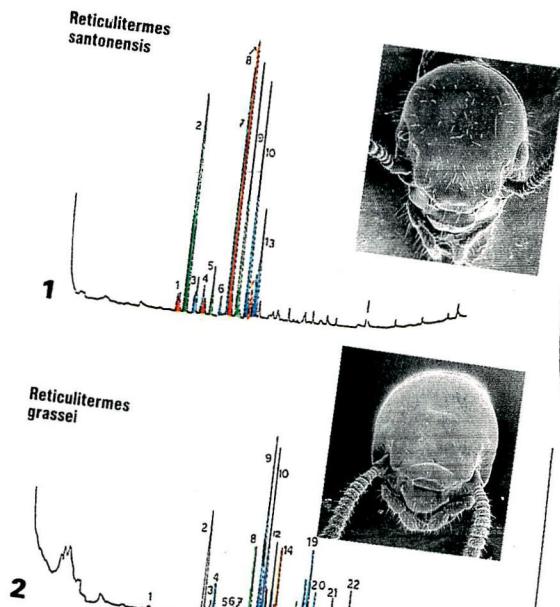
Toutefois, une simple fourmi, la Ponerine, a aussi su percer les secrets d'un tel langage. Résultat, elle se ballade impunément à l'intérieur des termitières et croque à sa guise les termes de passage qui la

prennent pour un membre de la famille. En effet, cette fourmi mime "l'odeur" de la société du terme hôte et passe donc inaperçue au milieu de ce troupeau d'aveugles. Elle "fabrique" donc son camouflage chimique, des molécules d'hydrocarbures dont l'odeur est similaire à celle des termites et qui se déposent sur sa cuticule. Cependant, on ne sait pas encore quel type précis d'hydrocarbure est responsable de ceurreur chimique.

Par contre, une chose est sûre : le nature du message chimique dépend de ces molécules. D'ailleurs, à ce petit jeu de la communication, les chercheurs ont poussé le raisonnement à l'extrême en greffant la peau d'une fourmi d'une fourmillière A, sur celle d'une fourmillière B ('). Conséquence, la deuxième déclenche l'agression de ses congénères et ne peut plus entrer chez elle, car elle porte l'odeur des soeurs voisines : preuve que le transfère de la "signature chimique" a bien changé son identité.

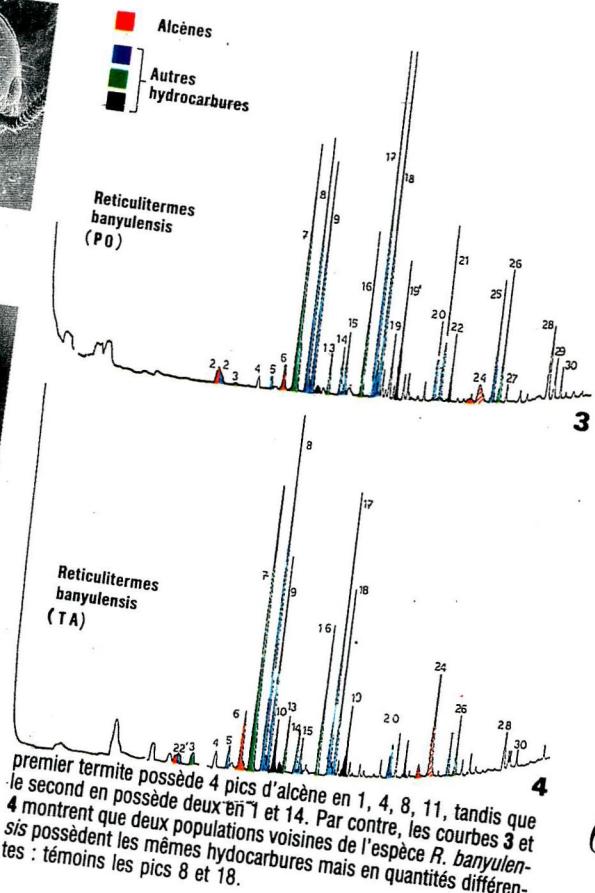
Si ces recherches nous apportent des informations précieuses sur le monde des insectes et leur langage, l'étude moléculaire de la cuticule, permettra aussi d'étudier la pénétration d'insecticides à travers cette couche protectrice.

Didier Dubrana



Les cartes d'identité des termites

Elles sont obtenues grâce à une quantité infime de cuticule, diluée dans un solvant organique puis injectée dans un chromatographe couplé à un spectromètre. Résultat : une série de "pics" qui représente l'ensemble des molécules d'hydrocarbures de la cuticule, signature chimique du terme. Ainsi les courbes 1 et 2 sont celles de deux espèces différentes, *Reticulitermes santonensis* et *Reticulitermes grassei* (au microscope électronique à balayage on voit d'ailleurs des différences au niveau de leurs têtes). Le



L'INTELLIGENCE HÉRÉDITAIRE ?

enfants adoptés montreraient que l'hérédité contribue à déterminer le quotient intellectuel. Mais plusieurs travaux seront encore nécessaires pour confirmer cette constatation majeure.

Une enquête de sept ans sur 245

Au terme d'une étude, qui a duré 7 ans, du quotient intellectuel (QI) d'enfants adoptés, des chercheurs américains ont conclu que l'hérédité influence bien ce quotient. Leurs conclusions sont sans ambiguïté : le QI des enfants se rapproche de celui de leurs parents biologiques, même si ces enfants sont élevés par des parents adoptifs. Selon l'étude, l'héréditabilité de l'intelligence augmenterait avec l'âge : jusqu'à 3 ou 4 ans, le QI des enfants est proche de celui des parents adoptifs ; mais au fur et à mesure que les enfants grandissent, leur quotient intellectuel semble se rapprocher de celui de leurs géniteurs.

L'enquête, dite Colorado Adoption Project, a été entreprise il y a plus de 10 ans par D.W. Fulker et J.C. De Fries, tous deux de l'Institut de la génétique du comportement à l'université du Colorado (Etats-Unis), en collaboration avec Robert Plomin, de l'université de l'Etat de Pennsylvanie.

Ces chercheurs ont commencé par rassembler les données sur le QI de 245 enfants adoptés, de leurs parents adoptifs et, autant que possible, de leurs parents biologiques.

Les enfants étaient tous des Blancs, et l'échantillonnage est considéré comme représentatif d'une population urbaine aux Etats-Unis. Les parents biologiques ainsi que les adoptifs se prêtèrent à une série de 13 épreuves de mesure du QI.

Les enfants, eux, complétèrent des tests de QI adaptés à leur âge, culminant vers 7 ans avec les tests de Wechsler, qui comportent des épreuves sur le maniement des mots, d'autres sur des aptitudes non verbales, comme l'orientation dans l'espace ou la fonction logique, d'autres enfin sur la manipulation des chiffres et des abstractions mathématiques.

Initialement donc, 245 enfants participaient à l'étude ; par la suite, nombre d'enfants déménagèrent

ou ne purent être suivis pour d'autres raisons ; 8 ans plus tard, il en restait 150, ce qui représente tout de même un record en matière d'enquête à long terme en ce domaine.

On voit bien le sens de ces travaux : évaluer la part éventuelle de l'influence familiale et essayer de voir si un enfant dont les parents biologiques ont un QI médiocre devient plus intelligent dans un environnement familial où les parents adoptifs, eux, ont un QI élevé. Ou bien le contraire.

Le coefficient de corrélation est un nombre compris entre 0 et 1 qui mesure le degré de liaison entre des variables — ici, les QI d'enfants, ceux de leurs parents biologiques, et ceux de leurs parents adoptifs... Ainsi, le coefficient de 0,01 entre les QI des enfants et ceux de leurs parents signifie que, statistiquement, il n'y a aucun lien entre les QI de ces deux groupes, alors qu'un coefficient de 0,9 signifie que ces deux groupes ont des QI très proches.

Les résultats, publié par *Nature* (1), ne sont pas inattendus, puisqu'ils confirment la plupart des enquêtes réalisées auparavant sur des échantillonnages plus restreints. La corrélation du QI de l'ensemble des enfants à l'âge de 7 ans est de 0,28 avec les parents biologiques, et de 0,06 avec les parents adoptifs. La corrélation avec les parents biologiques est moins élevée lorsque les enfants sont plus jeunes ; elle est de 0,14 à l'âge de 1 an, 0,12 à 2 ans, 0,15 à 3 ans. Selon les auteurs, cela signifie que

PLUS LES ENFANTS GRANDISSENT
PLUS LEUR QI SE RAPPROCHE
DE CELUI DE LEURS VRAIS PARENTS

Age des enfants (en années)	1	2	3	4	7
Parents biologiques	0,14	0,12	0,15	0,23	0,28
Parents adoptifs	0,09	0,05	0,16	0,14	0,06

l'effet de la "transmission culturelle" du milieu familial dans lequel vit l'enfant est forte pendant les premières années de la vie, mais diminue rapidement avec l'âge, comme si l'inné prenait le dessus.

A partir de ces statistiques, les auteurs tentent d'évaluer l'héréditabilité de l'intelligence, telle que celle-ci est reflétée par les épreuves de QI.

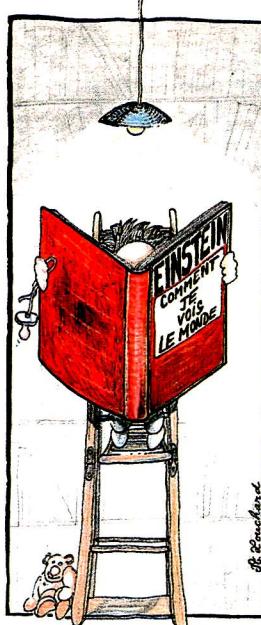
On dit qu'un caractère est héritable lorsqu'une ressemblance existe entre enfants et parents. L'héréditabilité est le rapport entre les écarts à la moyenne constatés chez les enfants et ceux constatés chez les parents. Il est difficile d'en isoler les causes, car les écarts peuvent être dus à la fois à des facteurs génétiques et à des facteurs d'environnement. Ainsi définie, l'héréditabilité est un paramètre controversé, car on ne connaît rien sur les "gènes de l'intelligence". On parle donc d'héréditabilité empirique, qui repose sur des hypothèses générales fondées sur la répartition des QI dans une population.

Le Pr Fulker et ses collaborateurs calculent que l'héréditabilité des facultés cognitives générales est de 0,36 à l'âge de 7 ans, mesure qui ne signifie pas grand-chose en soi, si ce n'est que le QI est, dans une certaine mesure, dépendant de l'hérédité, et, dans une certaine mesure, d'autre chose — et que serait-ce si ce n'est l'environnement ?

Ces résultats semblent raisonnables, dans la mesure où ils se situent à mi-chemin entre les extrêmes soutenus d'une part par les héréditaristes convaincus, qui estiment que l'hérédité intervient à 90 % dans la variabilité des QI, et les environnementalistes, tout aussi convaincus, qui maintiennent que la part de l'hérédité est négligeable par rapport à l'influence du milieu.

Que mesurent en réalité ces tests d'"intelligence", terme qui ne recouvre pas une activité unique mais un ensemble de capacités et fonctions hétérogènes qui peuvent se manifester chez les uns par l'habileté à manier des formules mathématiques, chez les autres par celle de communiquer avec les individus, de composer des sonates, ou d'inventer des recettes de cuisine ?

L'intelligence peut être considérée comme une mosaïque de fonctions comprenant l'intelligence abstraite et mathématique, l'intelligence pratique, l'imagination, la créativité, la sensibilité, la communicabilité. Il est difficile de la mesurer, comme il est difficile de faire le total de 3 pommes, 6 bananes, 4 oiseaux mouches et un député centriste. Au début du siècle, Alfred Binet, qui mit au point les premiers tests de mesure d'intelligence à la demande du mi-



nistère de l'Instruction publique, était bien conscient des limitations de son entreprise, comme en témoigne sa célèbre boutade : « L'intelligence, mais c'est ce que mesure mon test ! »

Pour contestés qu'ils soient, les tests d'intelligence, constamment affinés depuis près d'un siècle, n'en sont pas moins le seul moyen de quantifier cette fonction essentiellement qualitative qu'est l'intelligence.

Les scores QI sont fondés sur un fait observé : certaines épreuves sont, en moyenne, réussies à partir d'un certain âge. L'aptitude intellectuelle générale est donc exprimée en âge mental, défini par rapport aux scores moyens obtenus à différents âges dans le groupe étudié. Le QI est donc l'âge mental divisé par l'âge chronologique, et multiplié par 100, pour éviter les décimales. Par exemple, pour un enfant de 8 ans obtenant un score qui lui attribue un âge mental de 8 ans (donc le score moyen obtenu à cet âge), on aura :

$$QI = 8 \text{ ans} / 8 \text{ ans} \times 100 = 100$$

et pour un enfant de 7 ans, crédité d'un âge mental de 8 ans :

$$QI = 8 \text{ ans} / 7 \text{ ans} \times 100 = 114.$$

Mais pourquoi certains individus ont-ils un QI de 90, alors que d'autres brillent avec un score de 150 ou plus ? Pourquoi certains enfants réussissent-ils à l'âge de 7 ans à résoudre des problèmes qui rebutent leurs aînés ? On ne le sait pas.

Les parts respectives de l'hérédité et du milieu ne sont pas faciles à mesurer, car elles dépendent non seulement des individus, mais de l'époque, de la région, des circonstances, des valeurs sociales. On sait que pendant les famines sévères, la part de l'hérédité peut devenir quasiment nulle, car le développement du cerveau de tous les enfants est gravement troublé. Au contraire, on peut penser que dans un environnement favorable d'alimentation, d'hygiène, d'éducation et d'autres facteurs matériels et sociaux permettant aux capacités de chacun de s'épanouir pleinement, le facteur héréditaire prévaudrait. Mais de telles circonstances idéales n'existent pas.

Psychologues et autres chercheurs essaient donc d'exploiter des situations réelles pour en tirer des conclusions, mais ces situations ne représentent jamais des conditions expérimentales rigoureuses. De plus, leurs conclusions sont parfois faussées par des préjugés, conscients ou non. Mais ou bien on fait des recherches avec les moyens du bord, ou bien on y renonce.

Alexandre Dorozynski

(1) Genetic influence on general mental ability increases between infancy and middle childhood, *Nature*, vol 336, 22-29 décembre 1988.

LE BON GENE A LA BONNE PLACE

c'est possible. Mais encore faut-il greffer le nouveau gène à la bonne place : s'il se place n'importe où sur les chromosomes, il risque de ne pas fonctionner ou, pire encore, de détruire un autre gène. Un groupe américain vient de trouver l'astuce qui permet de faire mouche à coup sûr.

La greffe de gènes étrangers sur une simple bactérie, composée d'une seule cellule, fait désormais partie de la routine des laboratoires. Mais, un des grands défis de la génétique moderne, c'est de parvenir à manipuler des gènes chez un animal complexe, comme la souris, avant de le faire chez l'homme. On espère ainsi soigner, en remplaçant un gène déficient par un gène sain, certaines maladies génétiques ; ou encore, en détruisant spécifiquement des gènes viraux ou des gènes "cancéreux", s'attaquer à des cancers ou des maladies virales graves comme le SIDA.

Une autre application possible, qui ressortit à la recherche fondamentale, serait de pouvoir inactiver à volonté un gène donné chez une souris de laboratoire, simplement pour mieux comprendre les mécanismes d'action de ce gène. De telles expériences seraient indispensables, notamment pour étudier les effets des gènes architectes (voir *Science & Vie* n° 850), et comprendre comment un être vivant peut se développer à partir d'une cellule unique : l'œuf. Bien entendu, le chemin du transfert des gènes chez les animaux supérieurs est pavé d'obstacles techniques.

Le premier n'est pas le moindre : la correction d'un gène chez un individu adulte implique théoriquement une correction de ce gène dans chacune des cellules de son organisme. Ce qui est aussi difficile à envisager que la correction d'une coquille dans un numéro de *Science & Vie*, une fois le numéro distribué dans les kiosques à des centaines de milliers d'exemplaires. Mais, comme pour *Science & Vie* où les erreurs sont corrigées sur une épreuve unique avant l'impression, on ne pourra corriger facilement les gènes d'un individu que lorsqu'ils sont, eux aussi, à l'état d'épreuve unique ; soit, dans l'œuf.

Cette correction des gènes dans l'œuf présente un inconvénient de principe : l'animal adulte ne pourra pas en bénéficier lui-même, et sa descendance seule pourra profiter de cette chirurgie génétique. Malgré tout, les techniques de micro-injection

Greffer un gène dans une cellule vivante pour corriger une anomalie,

dans l'œuf se sont considérablement développées ces dernières années et ont permis la "construction" de nombreux animaux dits "transgéniques".

Deuxième inconvénient de cette technique : chez la souris, par exemple, les œufs doivent être prélevés un à un dans la trompe (conduit emprunté par l'œuf et qui connecte l'ovaire à l'utérus), par micro-chirurgie. Puis, sous un microscope et avec un micromanipulateur, chaque œuf est micro-injecté avant d'être placé chez une mère porteuse. Bien entendu, le succès n'est jamais garanti et il faut injecter un grand nombre d'œufs pour espérer obtenir au moins un animal transgénique.

Toutes ces difficultés ont poussé les chercheurs à mettre au point des techniques nécessitant moins de talent... et de chance. Parmi celles-ci, la plus utilisée repose sur l'utilisation de cellules embryonnaires en culture. En voici le principe.

Lorsque l'embryon de souris n'est composé que d'un très petit nombre de cellules, une trentaine environ, celles-ci peuvent être prélevées et mises en culture dans une boîte de Pétri. Elles s'y multiplient alors en grand nombre, sans perdre pour autant leurs caractéristiques de cellules embryonnaires.

L'intérêt majeur de ces cellules embryonnaires en culture, est de pouvoir être manipulées en vrac dans un tube, sans qu'il soit nécessaire de piquer successivement dans chaque cellule une micro-aiguille pour lui injecter un gène. Il suffit d'ajouter l'ADN portant le gène à injecter dans le tube, et de soumettre le tout à un courant électrique. Ce courant va perméabiliser les membranes cellulaires (électroporation). D'un coup, le gène va se retrouver à l'intérieur de plusieurs milliers de cellules, presque comme par enchantement.

On pourra passer au clonage, étape qui consiste à séparer les cellules une par une, par dilution et partage du liquide de culture, puis à les laisser se multiplier dans un tube séparé. On pourra ainsi obtenir un grand nombre de groupes de cellules, chacun composé de cellules identiques car descendant d'une seule et unique ; ce sont les fameux clo-

nes. A partir d'eux, il restera à reconstituer un animal.

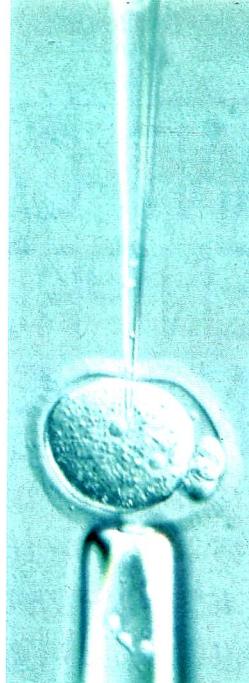
Mais les cellules embryonnaires en culture avaient stoppé leur évolution. Pour la relancer il suffira de les replacer, une fois encore par micro-injection, dans un embryon de souris à un stade très précoce, lorsqu'il n'est composé que de quelques dizaines de cellules.

Avantages et inconvénients de ce système ? L'inconvénient est facile à comprendre si l'on revient à notre analogie avec la fabrication de *Science & Vie* : la correction génétique a été effectuée alors que les "rotatives" avaient déjà commencé à tourner et, toutes les cellules ne sont donc pas "corrigées". On peut néanmoins penser que seront corrigées celles de la lignée germinale, qui donnent naissance aux ovules et aux spermatozoïdes. Dans ce cas, même si la correction n'est que partielle chez la première souris, on espère qu'elle deviendra totale chez sa descendance.

Les avantages : pour comprendre l'intérêt de cette technique par rapport à l'injection pure et simple dans l'œuf, il nous faut examiner de plus près le destin possible d'un gène lorsqu'on l'introduit artificiellement dans une cellule, quel que soit d'ailleurs le système d'injection utilisé.

Première possibilité : le gène injecté se place là où il peut, au hasard, sur le premier chromosome venu. Ainsi situé, le gène peut couper en deux un autre gène et l'inactiver, ou encore se placer lui-même dans un environnement génétique défavorable qui l'empêchera de fonctionner correctement.

Deuxième destin possible, rêve du manipulateur : le nouveau gène va s'accorder à la copie défectueuse déjà présente dans la cellule (ce qui est parfaitement possible puisque les gènes ont la propriété de s'apparier lorsqu'ils se ressemblent). L'échange entre l'ancien et le nouveau peut alors s'effectuer, non par magie mais grâce à l'intervention d'enzymes spécialisés dans ce type d'échanges ; phénomène dit de "cross-over" ou, plus précisément dans ce cas, de "recombinaison homologue". Malheureusement, la probabilité d'une recombinaison homologue est un événement extrêmement rare rapporté à celle de l'atterrissement au hasard. Pour avoir une chance de l'observer en utilisant la technique de l'injection dans l'œuf, il faudrait injecter plusieurs milliers — voire plusieurs dizaines de milliers — d'œufs, les réimplanter dans des mères porteuses, puis analyser une à une un nombre de petites souris suffisant pour faire fuir tous les éléphants... et les généticiens de la planète.



Micro-injection de gènes
dans un œuf de souris : le succès n'est jamais garanti.

Par contre, en améliorant d'une façon tout à fait astucieuse la technique des cellules embryonnaires en culture, le groupe de Mario Capecchi de l'université de l'Utah à Salt Lake City, aux Etats-Unis, a réussi à obtenir la recombinaison homologue à coup sûr. Il suffisait d'y penser : au lieu d'injecter le nouveau gène seul, les chercheurs américains lui en ont accroché un autre qui, lui, est toxique pour la cellule.

Ainsi mariés, les deux gènes sont introduits, par électroporation (voir plus haut), dans les cellules embryonnaires en culture. Si le couple de gènes se place n'importe où, le gène toxique entraîne fatallement la mort de la cellule. Mais, si ce couple utilise le mécanisme de la recombinaison homologue, le morceau correspondant au gène toxique ne participera pas à l'échange : le bon gène, seul, sera échangé. Le gène toxique, lui, ira mourir de sa belle mort, à

l'extérieur du chromosome où il sera soumis à l'agressivité d'enzymes voraces qui ne tolèrent pas la présence de bouts de gènes solitaires. La cellule pourra alors survivre.

Dans le tube de culture de cellules embryonnaires, il ne restera donc très rapidement que les cellules qui ont intégré le nouveau gène en lieu et place de l'ancien, éliminant au passage le gène toxique. Le tri se sera effectué tout seul, et les cellules survivantes seront les "bonnes" ; elles pourront être placées dans un embryon de souris qui portera, à coup sûr, le bon gène au bon endroit.

Ce tour de passe-passe des scientifiques américains vient de lever un des principaux obstacles qui entravait la manipulation des gènes chez un animal supérieur. Evidemment, ces manipulations concernent seulement les embryons de souris, et la chirurgie génétique chez un homme adulte n'a pas encore été tentée. De plus, l'astuce que nous avons décrite, et qui consiste à tuer les cellules où le nouveau gène est mal placé, ne peut être utilisée que sur des cellules en culture ou, éventuellement, sur un organe capable de se régénérer facilement.

Chez un animal adulte, la tâche d'atteindre spécifiquement un tel organe pour y injecter un gène pourrait par exemple être confiée à un virus. Les rétrovirus qui ont la mauvaise habitude d'intégrer leurs gènes dans les chromosomes des cellules qu'ils infectent sont les candidats rêvés pour cette mission. Il "suffirait" alors de "bricoler" un rétrovirus et de remplacer ses propres gènes par ceux qui nous intéressent et d'injecter le virus à l'homme.

Jacques Hiappa

LE GÈNE ANTI-CANCER EST DÉJÀ EN PRODUCTION EXPÉRIMENTALE

*Coup sur coup,
Français,
puis Japonais identifient un gène anti-cancer
chez l'homme. Puis ils le mettent en production.
Al'horizon proche : l'utilisation thérapeutique de ce
gène qui "normalise" les cellules cancéreuses.*

PAR PIERRE ROSSION

De toutes les espèces animales la drosophile était, croyait-on, la seule à posséder dans son patrimoine génétique un gène qui ressemble à un gène du cancer, bien qu'il n'indue aucune tumeur maligne, alors qu'il est apparemment activé. La drosophile ignore donc le cancer. Or, cette mouche n'est pas seule à avoir cette particularité : une équipe de chercheurs français dirigée par le Pr Armand Tavitian (INSERM U-248, Faculté de médecine Lariboisière-Saint-Louis), vient de retrouver ce gène chez l'homme, sous trois formes très voisines qui, comme chez la drosophile, ne provoquent pas le cancer. Mieux, ils nous en protégeraient, comme les premières études semblent le suggérer.

Cette découverte riche de promesses est une

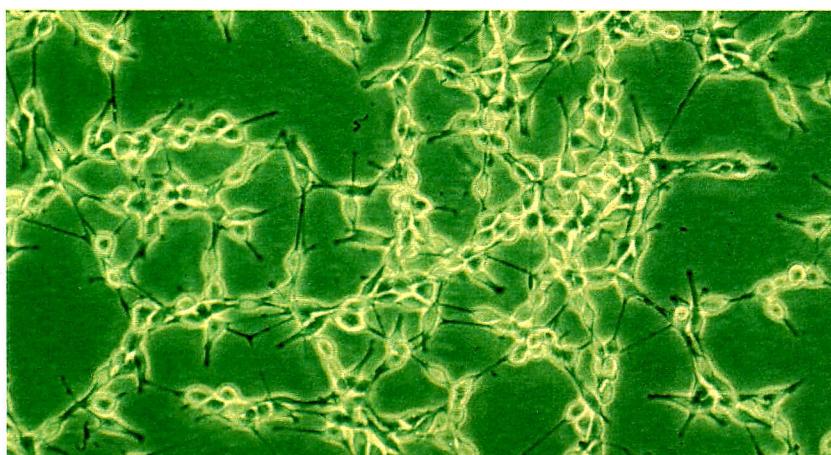
nouvelle preuve que le patrimoine génétique des espèces vivantes contient à la fois des gènes oncogènes (du grec *onkos* : tumeur) qui provoquent le cancer, et des gènes anti-oncogènes qui le réprennent, par effet antagoniste (voir *Science et Vie*, octobre 1988). Les premiers induiraient la synthèse d'une protéine, qui agirait comme un "poison" pour les cellules qui se développeraient alors anarchiquement, alors que les seconds, au contraire, produiraient un autre type de protéine qui se comporteraient, elle, comme un antidote de ce "poison".

Le remède au cancer serait donc là où l'on était loin de le soupçonner, dans l'homme lui-même. On imagine déjà de traiter la maladie en injectant aux malades la protéine sécrétée par ces anti-oncogènes ou encore en leur inoculant l'anti-oncogène lui-même.

Si on a mis tant de temps à mettre en évidence les anti-oncogènes, c'est parce que, entre autres raisons, ils ressemblent beaucoup aux oncogènes, et, de ce fait, ils peuvent être facilement pris les uns pour les autres.

Les cancers trouvent leur origine dans certains gènes critiques du patrimoine génétique. Normalement, ces gènes jouent un rôle important dans la multiplication des cellules. On les dit proto-oncogènes. Ils ne deviennent oncogènes qu'une

Avant traitement, les cellules cancéreuses de souris, dites cellules 3T3, ont une forme caractéristique en fuseau prolongé par un filament à chaque extrémité. Elles se multiplient anarchiquement en se chevauchant, cachant ainsi leurs noyaux respectifs (boules noires).



fois qu'ils ont été altérés, par un agent cancérogène (produit chimique ou rayonnement). Cette mutation accidentelle se traduit alors par la multiplication anarchique des cellules qui finissent par s'agréger pour former des tumeurs cancéreuses.

Pour déclencher la cancérisation, l'activation d'un oncogène est nécessaire mais pas suffisante : il faut qu'interviennent d'autres oncogènes. Et ceux-ci doivent s'exprimer simultanément pour aboutir au cancer. Toutefois, les anti-oncogènes, quand ils sont intacts, bloquent la multiplication cellulaire cancéreuse. C'est quand ils disparaissent ou ne fonctionnent plus qu'il y a risque de cancer. Bref, les oncogènes doivent être activés, donc passer du stade de proto-oncogènes à celui d'oncogènes pour provoquer une tumeur, et les anti-oncogènes doivent être absents ou inactivés pour aboutir au même résultat.

Que se passe-t-il quand anti-oncogènes et oncogènes jouent de concert ? Si les anti-oncogènes sont intacts, ils répriment les oncogènes et la multiplication anarchique des cellules est freinée voire supprimée. En revanche, si les anti-oncogènes sont absents ou inactivés, la multiplication est au contraire renforcée.

Est-il certain que les anti-oncogènes soient bien des inhibiteurs du cancer ? On le prouve en faisant fusionner deux cellules génétiquement distinctes, de manière à obtenir une cellule qui possède deux noyaux entourée par une membrane unique. Dans ce "mariage forcé", on observe généralement que les gènes de l'une des deux cellules sont souvent dominants et dictent le comportement de la cellule hybride. Et c'est bien le cas lorsque cette cellule hybride est constituée d'une cellule cancéreuse et d'une cellule normale : c'est la cellule normale qui dicte sa loi et le cancer est tenu en échec. Cela paraît simple, mais c'est pourtant le contraire qu'on avait admis jusqu'ici.

Une cinquantaine d'oncogènes sont actuellement répertoriés ; on pense qu'à chacun d'eux, correspondrait un anti-oncogène. Le grand intérêt de la découverte de l'équipe Tavitian, c'est d'avoir mis le doigt sur un anti-oncogène humain, qui absent ou inactivé pourrait induire des cancers de type sarcome. Ce gène ressemble à un gène de la famille des *ras* (pour *rat sarcome*), l'une des trois familles dans lesquelles se partagent

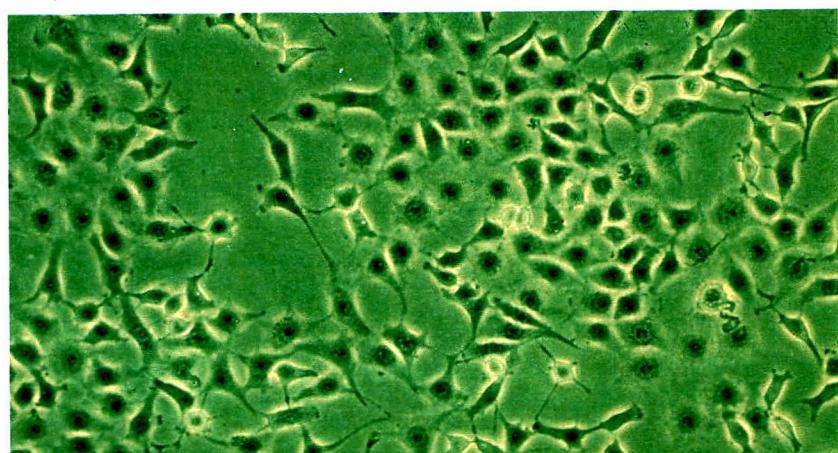
les oncogènes. Comme tous les gènes, oncogènes ou non, le gène *ras* produit une protéine, qui ressemble à un collier dont les perles seraient des acides aminés, apportés essentiellement par l'alimentation.

Quand le gène *ras* est normal, donc au stade de proto-oncogène, l'acide aminé, en position 61, est une glutamine. S'il mute, on trouve à la place de la glutamine, un autre acide aminé ; la protéine peut alors transformer les cellules normales en cellules cancéreuses : le gène *ras* est donc devenu oncogène.

Chez la drosophile, toutefois, on trouvait bien un autre acide aminé à la place de la glutamine ; c'était la thréonine ; et le cancer ne se produisait pas. Un tel gène "à thréonine", bloqueur de cancer, existerait-il chez l'homme ?

Pour chercher ce gène, les chercheurs ont utilisé la technique désormais classique de la "sonde radioactive". On fragmente, à l'aide d'enzymes de restriction, le ruban d'ADN humain sur lequel est censé se trouver le ou les éventuels gènes homologues à celui de la drosophile. Ensuite, on introduit parmi ces fragments une "sonde" marquée radioactive et composée d'une séquence de nucléotides dont la disposition est complémentaire de celle d'une fraction du gène de la drosophile. La "sonde" se balade alors, tel un curseur, le long des fragments d'ADN et, partout où il y a conformité et complémentarité de l'ADN avec la "sonde", celle-ci se colle sur le fragment d'ADN en question. Ce collage ou "hybridation", comme disent les biologistes, est la preuve que le gène recherché est bien contenu dans le fragment. La "sonde" étant radioactive, le fragment le devient. Il ne reste plus qu'à trier le fragment radioactif de ceux qui ne le sont pas pour disposer du gène convoité.

Après traitement avec le gène anti-cancer, les cellules se multiplient à nouveau normalement, côte à côte, rendant ainsi les noyaux bien apparents. Et chacune retrouve sa forme originelle, en losange avec un prolongement partant de chacun des trois sommets.



Donc ce gène de drosophile était présent chez l'homme ; il l'est en trois variantes très voisines, et, comme on l'a dit, toutes trois très semblables à un oncogène *ras*, déjà connu. D'où le nom générique de *rap* (pour *ras proximate*) qu'on leur a donné.

Par une autre méthode, mais après l'équipe Tavitian, une équipe japonaise dirigée par le Pr Yoji Ikawa, chef de recherches à l'Institut de physique et chimie à Tsukuba, Japon, a trouvé, elle aussi, chez

l'homme l'un des trois anti-oncogènes mis en évidence par l'équipe parisienne. La technique a consisté à introduire dans des cellules de souris, dites 3T3, préalablement cancérisées par un gène *ras*, tout le patrimoine génétique exprimé par les cellules humaines saines. Comment ? D'abord, en introduisant l'ADN des gènes exprimés (50 000) dans les cellules cancérisées ; ensuite, en analysant l'évolution de ces cellules. Les Japonais ont alors constaté que certaines cultures de cellules cancéreuses redevenaient normales. Connaissant par ses marqueurs spécifiques le fragment d'ADN humain introduit dans ces cellules cancéreuses de souris, il leur fut alors facile de repérer sur ce fragment le gène qui avait ramené ces cellules à la normale. Il s'agissait d'un anti-oncogène très voisin de l'oncogène *ras*, qui avait servi à cancériser les cel-

lules. Il fut baptisé *K rev 1* (*Kirsten revertant 1*). A un récent congrès de cancérologie, Japonais et Français comparaient les structures des gènes qu'ils avaient respectivement isolés quand ils s'aperçurent avec surprise que le *K rev 1* était identique à l'un des trois *rap* déjà isolés par l'équipe Tavitian.

D'autres études de l'équipe japonaise laissent penser que le gène pourrait se trouver sur la onzième paire de chromosomes de l'homme. Il a été aussi montré que le gène était présent chez le rat et vraisemblablement chez d'autres espèces de mammifères. Enfin, les études structurales ont montré que le gène codait pour une protéine de 184 acides aminés.



L'équipe du Pr Tavitian (en haut), à Paris, puis celle du Pr Ikawa (en bas), à Tsukuba, au Japon, ont, sans se concerter, isolé chacune de leur côté le même gène humain capable de s'opposer au cancer.

L'équipe japonaise a réussi à cloner ce gène. Elle l'a donc greffé sur une bactérie *Escherichia coli*, et celle-ci, en se multipliant, a produit des copies du gène d'origine. C'est là un début de production expérimentale. Preuve formelle de l'activité anti-oncogène de ces copies : lorsqu'elles étaient inoculées à des cellules cancéreuses en culture, celles-ci redevenaient normales.

Les oncogènes *ras* et les anti-oncogènes *rap* produisent tous deux des protéines G, c'est-à-dire des protéines qui ont pour propriété de fixer la guanosine triphosphate (GTP), une substance chimique qui intervient dans le contrôle de la régulation cellulaire. Les deux types de protéines G, celles des *ras* et celles des *rap*, agiraient de manières antagonistes, les premières en donnant des ordres positifs à une protéine de contrôle, non encore déterminée, les seconds envoyant, eux, des ordres négatifs, à cette même protéine inconnue. En fabriquant des anticorps dirigés contre ces protéines G, on pourrait savoir où ces protéines interviennent exactement. Un autre moyen est de faire appel à des protéines G modifiées par des toxines bactériennes. C'est ainsi que Patrice Bocquet (Institut Pasteur, Paris) et D. M. Gill (Tufts university, Boston) ont démontré qu'une toxine bactérienne sécrétée par *Clostridium botulinum* agit sur une protéine G produite par les gènes *ras*, avec pour conséquence le dérèglement de la cellule. Il a été enfin montré que la protéine modifiée par la toxine bactérienne intervient au niveau du contact des cellules les unes avec les autres, ce qui se traduit, comme dans le cancer, par une multiplication désordonnée des cellules.

La découverte des anti-oncogènes est sans aucun doute la percée la plus foudroyante de ces dernières années en matière de cancérologie. Il y a à peine trois ans, ce n'était encore qu'une hypothèse de travail, hypothèse bientôt confirmée quand, en 1986, une équipe de chercheurs américains, dirigée par le Pr Robert Weinberg, biologiste au Massachusetts Institute of Technology, et le Pr Thaddeus Dryja annonça dans un article publié dans la revue britannique *Nature* (16 octobre 1988) qu'elle avait réussi à isoler un gène, le gène *Rb*, dont l'absence ou l'inactivation est à l'origine du rétinoblastome, une tumeur oculaire de l'enfant, très rare heureusement. Depuis, il a été montré que ce gène est aussi impliqué dans les ostéosarcomes ou tumeurs osseuses et dans les cancers du poumon et du sein.

On peut s'attendre à ce que la liste des anti-oncogènes s'enrichisse dans les années à venir ; et l'on peut aussi y voir une promesse thérapeutique. Actuellement, on s'essaie à greffer ces gènes sur des virus-vecteurs ; une fois introduits dans des tumeurs, ceux-ci pourraient ramener à la normale les cellules cancéreuses. Les premiers résultats obtenus chez la souris par une équipe de l'université de Californie semblent prometteurs.

Pierre Rossion

ECHOS DE LA RECHERCHE

PHYSIOLOGIE

Les stéroïdes anabolisants sont une vieille lune, shootez-vous à l'électricité !

Il n'y a plus que les sportifs mal informés qui commettent l'imprudence d'utiliser des stéroïdes anabolisants pour améliorer leurs performances ! Le dernier cri du dopage sportif, c'est la stimulation électrique.

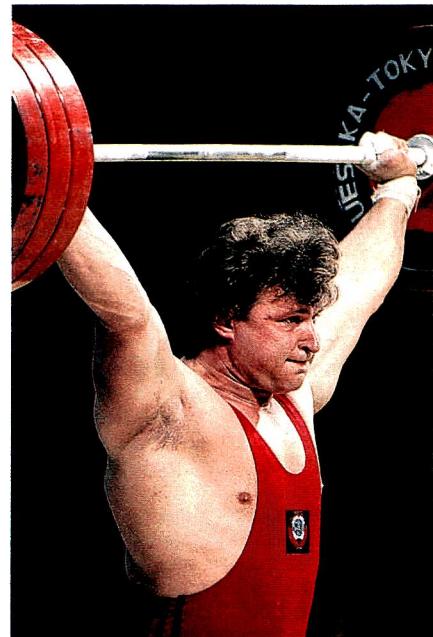
Elle nous vient d'URSS et est indecelable à n'importe quel examen. Elle est, paraît-il, largement pratiquée dans les pays d'outre-ex-Rideau de fer. Pendant quatre mois, le découvreur de ce secret, un médecin de la faculté de médecine de l'université de Washington, Anthony Delitto, a traité l'haltérophile américain Derrick Crass avec des stimulations électriques, ce qui a permis à ce dernier, un policier de son état-civil, d'améliorer ses levées de quelque 20 kg au bout de deux semaines seulement du traitement électrique, passant donc de 115 à 135 kg. A la fin du traitement, Crass avait encore amélioré ses levées, atteignant plus de 207 kg. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle, aux derniers Jeux de Séoul, il avait tellement amélioré ses performances qu'on l'a soupçonné de prendre des stéroïdes anabolisants.

En réalité, cette découverte n'en est pas une, car il y a plusieurs années qu'on utilise les courants électriques faibles à des fins médicales, par exemple, pour accélérer les cicatrisations osseuses. On trouve même dans le commerce des appareils censés raffermir les muscles abdominaux qui tendent à se relâcher.

La seule originalité de Delitto est d'avoir passé un seuil de tolérance physique. Les machines utilisées

dans les hôpitaux et par les gens qui surveillent leurs abdominaux n'administrent leur courant que jusqu'aux limites de la tolérance cutanée. À faible intensité, on ressent un picotement qui est tolérable, mais dès qu'on élève la tension entre le corps et la machine, le picotement se change en brûlure et peut devenir insupportable. Delitto augmente donc la fréquence jusqu'au point où le courant "aveugle" en quelque sorte les nerfs cutanés. Pour cela, il utilise une machine de type non commercial, capable de produire 200 milliampères, à raison de 50 décharges par seconde alors que les machines commerciales n'en produisent que 10 à 12. Avec cette méthode, il obtient des contractions musculaires extrêmement fortes, sans doute voisines de la tétanisation.

M. Delitto a quelques raisons d'être content de lui, car on peut imaginer que l'appareil qu'il a fait construire, le Versa Stim 380, va connaître du succès auprès des salles d'entraînement et des gymnases. Reste maintenant à analyser plus soigneusement les effets de ce genre de stimulation, même s'il semble beaucoup moins nocif que les stéroïdes anabolisants. On sait, en effet, que l'exercice anaérobie, qui n'implique pas de dépense respiratoire, doit être pratiqué sous surveillance médicale. L'hal-



térophilie est le type même d'exercice anaérobie, c'est-à-dire s'effectuant en quelque sorte en combustion cellulaire interne. La méthode électrique présente-t-elle le même intérêt pour les coureurs de fond, les nageurs, les lanceurs de javelot, qui pratiquent, eux, des sports "aérobiques" ? C'est ce que nous ne tarderons certes pas à savoir.

G.M.

On demande joueur de flûte anglais : les rats commencent à poser de sérieux problèmes de santé en Grande-Bretagne, où ils déclenchent des leptospiroses (une vingtaine de cas par an) et des fièvres hémorragiques en raison des germes dont ils sont porteurs. Il s'agit de maladies graves, car un jeune homme qui faisait de la planche à voile sur un plan d'eau dans le Warwickshire et qui a avalé de l'eau contaminée est mort d'une maladie d'origine murine, la maladie de Weil.

Voulez-vous un prix Nobel ?...

« Qu'est-ce que c'est donc que ce zoo incroyablement étrange de la matière, ces répétitions incongrues de quarks et d'électrons avec leurs masses anormales ? » demande Gross. « Tout ça est vraiment bizarre. On peut déchiffrer toutes sortes d'ordres rationnels dans cette bizarrerie, mais nous n'avons pas encore été capables d'en sortir une théorie qui permette une analyse quantitative.

» Ce que la supersymétrie essaie vraiment de faire, c'est d'unifier la géométrie et la matière. Einstein a été le premier à expliquer que la géométrie pourrait être la base qui permettrait de comprendre les forces. Il a expliqué que la gravité est la dynamique de la géométrie de l'espace et du temps. Et cette notion a été développée assez profondément dans le modèle standard (de l'Univers) pour inclure les autres forces. Celles-ci aussi ont une interprétation géométrique très naturelle. Mais les électrons et les quarks, dont nous pensons qu'ils sont les constituants élémentaires de la matière, ne s'y insèrent pas aussi naturellement. C'est ce qui exaspérait Einstein, parce qu'il trouvait que c'était tout à fait contre-nature que de mettre la matière en équations et il a travaillé une bonne part de sa vie à essayer, lui, de résoudre le problème par la géométrie. Il a abouti à un total échec.

» La physique a toujours fait une distinction entre la matière et les forces, et elle s'y obstine dans le modèle standard, qui a été mis à l'épreuve. Il y a bien une raison pour que les forces existent, mais la matière, ça, elle nous est imposée. Mais dans les théories sur la supersymétrie et, en particulier, dans la théorie des cordes, matière et forces vont de pair. Et c'est bien agréable, cela augure bien de l'avenir. On pourra peut-être découvrir de nouveaux aspects de la supersymétrie avec le prochain accélérateur (celui dont le circuit d'accélération devrait mesurer quelque 85 km et dont on ne sait pas encore exactement où on le construira)... »

Mais Gross se lamente d'être seul et de ne plus pouvoir être aidé par les expérimentateurs, même s'ils sont armés d'instruments aussi formidables que le superaccélérateur en projet. Il a besoin de collègues théoriciens qui l'aident à mettre sur pied une théorie générale de l'Univers où la matière ne passe pas son temps à faire des pieds-de-nez à la géométrie et où l'on puisse enfin concilier les masses anormales des particules élémentaires et la bonne vieille géométrie. Apparemment, il serait préférable, si l'on veut se joindre à Gross, de ne pas être un trop grand enthousiaste de la théorie des quanta... Celle-ci, en effet, est abso-

lument inconciliable avec le grand rêve géométrique d'Einstein...

Peut-être Gross devra-t-il attendre quelques années pour savoir si Einstein avait raison : c'est dans cinq ans, en effet, que les Etats-Unis devraient se doter, s'ils parviennent à réunir les fonds nécessaires, du premier grand détecteur d'ondes gravitationnelles. Il s'agirait, en fait, d'une paire de détecteurs, dont chacun serait installé à une extrémité du pays, l'un dans le désert Mojave, l'autre dans l'Etat du Maine. Ce seraient, en gros, des interféromètres à laser, couplés à un système optique extrêmement sensible, destiné à réfléchir le même rayon lumineux interminablement entre deux miroirs. Le moindre événement physique, par exemple les ondes gravitationnelles émises par l'explosion d'une supernova, modifierait les angles de réflexion de ce rayon. La sensibilité de l'appareil suffirait à rendre compte d'une fièvre de mouche drosophile.

Tout cela est un peu théorique, car, pour plus de sûreté, les physiciens qui attendent la construction de cette installation, souhaiteraient disposer d'une troisième station, qui se trouverait, par exemple, en Europe. Si quelqu'un détecte bien des ondes gravitationnelles, ce sera alors un "jeu" de compléter les équations d'Einstein. Nobel garanti !

G.M.

L'écran d'ordinateur innocenté

Une enquête épidémiologique menée à la fois par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) et l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents et des maladies professionnelles (INRS) a permis de conclure que des terminaux d'ordinateurs à écran à tube cathodique n'exposent les femmes, enceintes ou pas, à aucun danger. Leurs rayonnements électromagnétiques

sont, en effet, bien au-dessous des normes de sécurité occidentales ou soviétiques. Les malformations congénitales, les avortements spontanés, la mortalité et la prématurité ne sont pas, statistiquement, accrûs chez les femmes travaillant sur écran.

Il semble que les malaises enregistrés soient dus aux conditions de travail. En effet, les terminaux et l'usage de l'informatique qu'ils impliquent exigent un plus grand effort intellectuel, qui s'explique

rait, en partie, par la relative nouveauté de cette discipline.

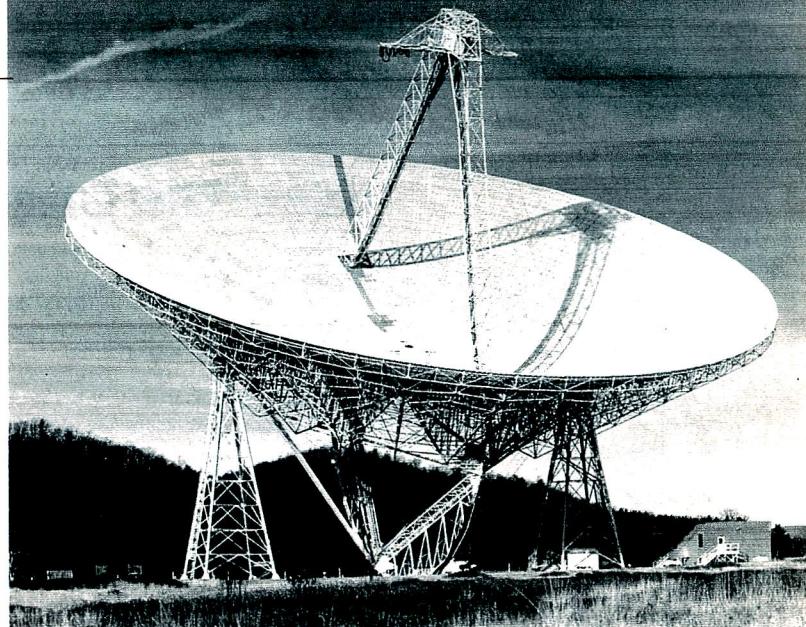
En ce qui concerne les troubles oculaires parfois notés chez les gens qui travaillent sur écran, ils seraient dus à une nécessité de correction optique ou à une mauvaise correction. L'ophtalmologiste Biojout nous a déclaré : « L'écran ne provoque pas de troubles, ils les révèle. » Donc, ceux qui souffrent de maux de tête après un travail sur écran doivent simplement aller faire contrôler leur vue.

G.M.

Patatas !

Le 15 novembre 1988, l'un des plus puissants radiotélescopes du monde, celui de Green Bank, en Virginie, a passé de l'état visible sur la photo du haut à celui de la photo du bas. On ignore ce qui a causé l'effondrement de cette admirable machine, qui a servi depuis 25 ans à plus de 1 000 astronomes.

G.M.

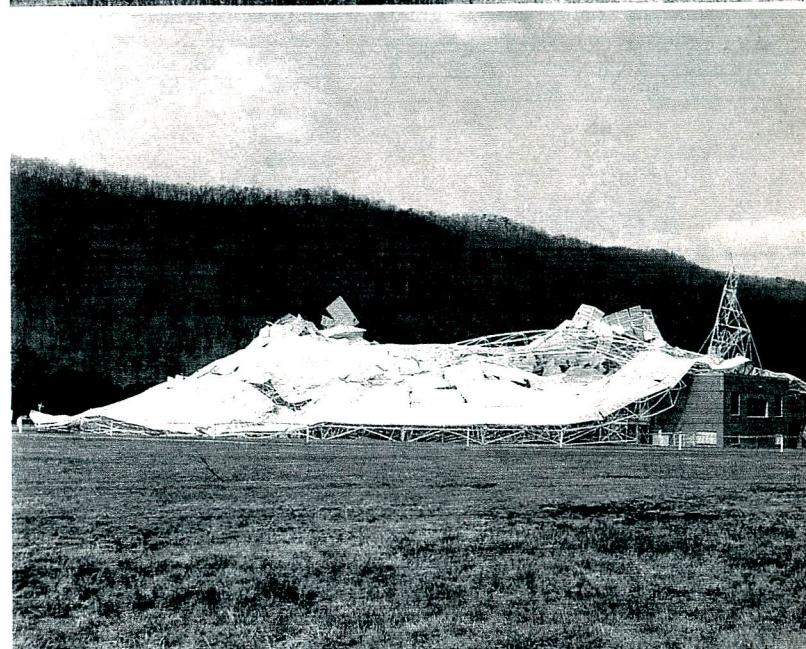


Les deux mémoires de M.T.O.B.

Agé de 63 ans, M.T.O.B., un Anglais, souffrait de lésions cérébrales de causes inconnues, limitées à une petite région du lobe temporal gauche. Ce qui lui valait des troubles intellectuels assez particuliers. Par exemple, quand on lui disait "rhinocéros", en le priant d'expliquer ce que désignait le mot, il répondait : « Un animal, mais je ne peux pas vous dire à quoi il ressemble. » Mais quand on lui montrait la photo d'un rhinocéros, il disait : « Enorme ! Pèse jusqu'à une tonne et vit en Afrique. » Idem quand on lui disait "dauphin"; tout ce qu'il pouvait répondre, c'était "animal". Il reconnaissait tout de suite le dauphin en photo et racontait qu'on dressait très bien cet animal et que, pendant la guerre, on en avait dressés pour accomplir des missions sous-marines.

M.T.O.B. a fait l'objet d'un rapport dans *Nature*, parce que son infirmité démontre que nous avons bien deux mémoires, l'une qui enregistre les informations sur un sujet donné, l'autre qui mobilise ces informations sur indication du nom du sujet. Et cela contredit la notion, généralement acceptée, qu'il n'y aurait qu'une seule mémoire.

Cela indique également qu'il existe deux types de mémoires associatives, l'une traitant les mots, l'autre, les images, avec interac-



tions croisées possibles. La madeleine dans la tasse de thé rappelle à Proust sa grand-mère, mais aussi le nom Combray. Inversement, le nom Madeleine peut évoquer le mot madeleine et puis le nom Combray. Ce n'est donc pas de sitôt qu'on réalisera des ordinateurs associatifs... G.M.

Anomalies cardiaques graves constatées chez certains malades du Sida, se traduisant par une insuffisance respiratoire.

Les crèmes solaires écran total qui contiennent de la benzophénone peuvent provoquer des allergies (4 cas sur 160) et celles qui contiennent de l'acide para-aminobenzoïque aussi, mais plus rarement (1 cas sur 10 000).

Cathétérisme cérébral efficace, à l'aide de petits ballons qui dilatent les vaisseaux resserrés à la suite d'une hémorragie cérébrale. Une "première" réalisée à l'université de Californie.

PHYSIQUE

Gare à l'effet Casimir !

L'espace est-il percé de galeries de "vers" ? Depuis belle lurette, les théoriciens relativistes postulent que lorsqu'un corps céleste est trop gros, par exemple plusieurs fois plus massif que notre Soleil, il s'effondre sur lui-même, ce qui donne naissance à un trou noir. Ce trou-là n'est pas une vidange cosmique, car, à partir du moment où il absorbe trop de matière, il l'éjecte vers un autre point qui se trouve dans son axe, c'est-à-dire qu'en quelque sorte, il se retourne comme un gant. A l'autre bout, la matière expulsée rejoaillit sous forme de fontaine blanche. Entre les deux, trou noir et fontaine blanche, il y a un tunnel comparable à une galerie de "vers".

PSYCHOLOGIE

**L'iridologie...
un peu myope !**

Mettant à l'épreuve les théories de l'iridologie, qui assurent qu'on peut diagnostiquer des maladies par l'examen de l'iris, le Dr Paul Knipschild, de l'université de Limbourg, a convoqué 5 iridologues et une centaine de patients. Les iridologues ont diagnostiqué une maladie de la vésicule biliaire chez 20 patients ; 10 seulement en souffraient. Les mêmes iridologues ont ensuite identifié 15 autres patients qui n'avaient pas de trouble de la vésicule biliaire ; 8 en souffraient pourtant.

Il est vrai que les premiers ont tout le temps d'attraper une bonne crise de foie et que les seconds ont tout le temps d'en guérir... G.M.

Pauvreté n'est pas santé : les "maladies de l'affluence" (les cardiovasculaires, la cirrhose, le cancer) se répandent dans le Tiers Monde et les pays d'autre-Rideau de fer, où, pourtant, l'affluence est douteuse. En cause : la consommation excessive d'aliments trop salés, l'alcoolisme, l'obésité, la cigarette et le manque d'exercice. La mortalité y a augmenté de 30 % en une seule décennie !

Les mêmes théoriciens ne s'intéressent pas beaucoup à ces tunnels, ni à ces retournements de trous noirs, parce que, à peine créé, un tunnel disparaît. En effet, il n'existe que le temps que le trou noir éjecte sa matière en surplus. Il n'y aurait donc aucun risque, pour un voyageur se rendant, par exemple, de la planète Mars à Bételgeuse de tomber dans un trou noir, comme Alice dans le fameux puits de son Pays des merveilles, puis de resurgir de l'autre côté, au milieu d'une fontaine lumineuse.

Mais tous les physiciens ne témoignent pas la même indifférence à ces tunnels. Trois lurons de l'université de Californie à Pasadena, Michael Morris, Kip Thorne et Ulvi Yurtsever, se sont demandés s'il n'y aurait pas moyen de garder ces tunnels "en service". Mais si, le moyen existe ! Il consiste, excusez du peu, à placer devant les deux ouvertures des plaques de métal parfaitement conducteur. Alors, un effet quantique connu sous le nom d'effet Casimir entretient un

échange constant de particules et force le tunnel à rester ouvert.

Mais à quoi servirait donc d'entretenir de tels tunnels dans le cosmos ? C'est simple, à permettre de prendre des raccourcis, tout comme les tunnels urbains. Ces astucieux physiciens postulent même qu'un tel tunnel pourrait faire office de machine à remonter le temps, car, si l'on écartait brusquement l'une des plaques métalliques, par exemple celle qui se trouve devant la fontaine blanche, cela produirait un allongement du tunnel, c'est-à-dire un allongement du vecteur temps dans le système clos qu'est le tunnel. En d'autres termes, toujours en se référant à Alice au Pays des merveilles, le lapin qui consultait tout le temps sa montre parce qu'il avait peur d'être en retard serait libéré de son angoisse : au lieu de n'avoir que cinq minutes pour franchir les cent mètres de ce fameux tunnel, il en aurait dix. Nous proposons de décerner à nos trois physiciens le Grand prix de poésie cosmique de l'année... G.M.

VIE DES SCIENCES

**Michel Hulin, 1936-1988:
Le Palais de la découverte en deuil**

Normalien, ancien professeur, esprit ouvert tous azimuts, animé par la volonté de faire partager le savoir à tous, Michel Hulin était quasiment identifié au Palais de la découverte, dont il était directeur depuis cinq ans. D'un local vétuste, il fit un phare, réhabilitant les anciennes salles, en créant de nouvelles, exploitant toutes les techniques muséographiques pour la présentation des expositions permanentes et les temporaires, qu'il multiplia avec une énergie apparemment inépuisable. Il modifia le rapport entre science et public en permettant un accès aussi direct que possible à l'expérimentation, à l'observation et à la réflexion personnelle, en offrant aussi à chacun une perspective sur l'histoire de la

recherche et ses liens avec les techniques. C'était ce qu'avait voulu le fondateur du Palais, Jean Perrin. L'expérience a montré que c'était aussi le vœu du public.

Parmi les réussites que furent ses expositions temporaires, on citera, à titre d'exemple, "A la découverte du cerveau", "Les insectes, mi-démons, mi-merveilles", "L'image, technique ou magie", mais l'on n'oubliera pas les séminaires, colloques et cycles de conférences qu'il organisa sur des thèmes tels que l'hérédité et les sciences de l'homme, les recherches antarctiques françaises.

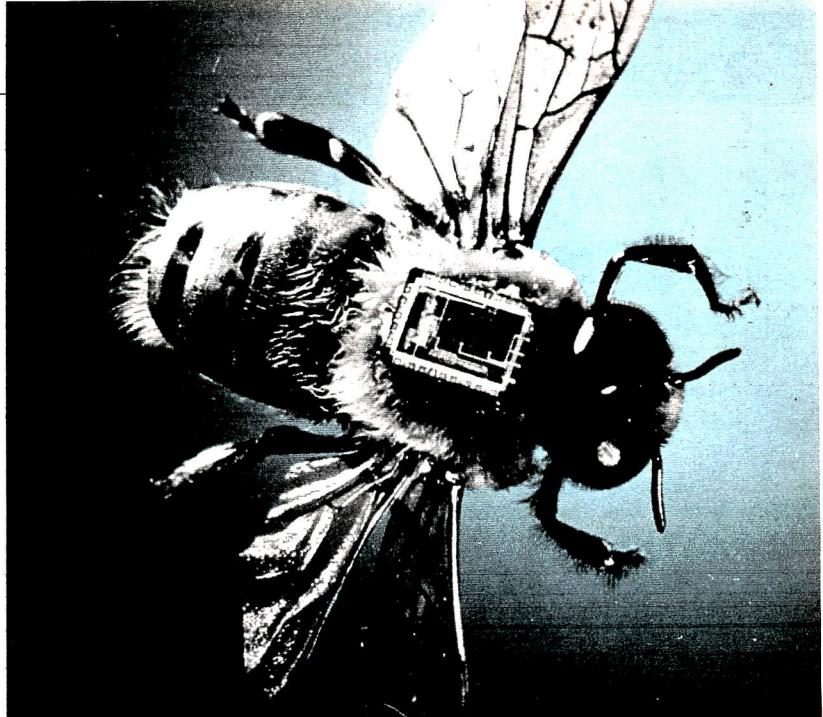
Il nous plaît d'associer les hommages exceptionnels que méritait Michel Hulin aux vifs regrets que nous cause sa perte. C.P.

AGRONOMIE

Où vas-tu, abeille ?

Pour savoir où se dirigent les essaims d'abeilles africaines, dites "tueuses", et qui menacent les abeilles indigènes américaines, des ingénieurs de l'Oak Ridge National Laboratory, du Tennessee, ont mis au point un émetteur miniature à diodes activées par l'énergie solaire, qui émet dans l'infrarouge et qui permettra de suivre leurs mouvements. Il ne pèse que 35 mg, une charge très supportable pour l'abeille. Un réseau de récepteurs a été installé à cet effet. De plus, on pourra savoir où va la reine pendant son vol nuptial, ce qui est jusqu'ici un mystère.

G.M.



CLIMATOLOGIE

Une année qui s'annonce agitée

Ouragans, cyclones et sécheresses semblent au programme météorologique de l'année 1989.

Bien qu'il n'y ait aucun modèle climatologique qui soit assez perfectionné pour permettre des prédictions précises, la tendance actuelle au réchauffement, accentuée par la pollution, et facteur essentiel de l'effet de serre, laisse craindre une année agitée, selon des travaux américains.

On avait pensé, d'après les premiers relevés thermométriques de l'année 1988, que c'était sans doute l'année la plus chaude du siècle. Le Dr James Hansen, directeur du Goddard Institute for Space Studies, suggère qu'il pourrait y en avoir de plus chaudes. L'année 1988 avait été particulièrement bouleversée à cause du changement du cycle du courant marin d'eau chaude appelé *El Niño*, qui longe les côtes occidentales du Pacifique. *El Niño* veut dire, en espagnol, "le petit", parce que ce courant apparaît aux environs de Noël, est qu'il est donc assimilé, dans le folklore local, au petit Jésus.

Normalement, en effet, les vents soufflent de l'est vers les eaux plus chaudes de l'ouest, dans le Pacifique; parallèlement, un courant froid se forme à l'est, venu des cou-

ches plus profondes et, pour cette raison, chargé d'éléments nutritifs ; ce courant se dirige alors, aux environs du mois de décembre, vers les côtes sud-américaines et attire les poissons de la région, notamment les anchois, et l'abondance de poisson attire à son tour les oiseaux de mer. Ce courant froid fait la fortune des pêcheurs péruviens, équatoriens et chiliens, et alimente aussi la faune côtière sud-américaine.

Exceptionnellement peut se produire une inversion de ce cycle ; les vents soufflent d'ouest en est, c'est-à-dire du chaud vers le froid, ce qui réchauffe puis dissipe le courant froid. Chaque fois que cela se produit, c'est un désastre pour les pêcheurs et la faune qui en dépendent. On ne connaît pas les raisons de cette inversion. Toutefois, Herbert Shaw et James Moore, du US Geological Survey de Menlo Park, en Californie, viennent d'établir que la disparition du *Niño* est causée entièrement ou partiellement, c'est à déterminer, par un mécanisme qui, lui, est géologique : des coulées de lave sur la planche du Pacifique. Des masses considérables de magma s'écoulent en

effet de la grande faille du Pacifique, là où deux plaques tectoniques se séparent (c'est ce que l'on appelle du platonisme), ce qui explique que les inversions du *Niño* correspondent à un accroissement des séismes dans le Pacifique, surtout aux environs de l'île de Pâques. Ce magma très chaud suffit, en effet, à réchauffer les eaux et annuler le courant d'eau froide. Ce qui contribue à un réchauffement anormal du climat, cause de troubles tels que les inondations catastrophiques du Bangladesh et le violent cyclone qui a dévasté le golfe du Mexique en 1988.

Or, la grande faille orientale, qui descend du golfe de Californie jusqu'au Pérou, est une de celles qui évoluent le plus vite, et on peut donc craindre que d'autres coulées de magma ne se produisent, avec les mêmes effets. Des relevés de cette faille sont régulièrement faits au sonar

Tout cela n'est que peu de chose en comparaison avec les prévisions de Hansen, déjà cité, selon qui les ouragans du XXI^e siècle pourraient atteindre des vitesses de 300 km/h... G.M.

ENTOMOLOGIE

La fougère, le papillon et les apprentis sorciers

La Grande-Bretagne est envahie par la fougère-aigle, qui étend son domaine de 1 à 3 % chaque année. Elle sort de ses milieux traditionnels pour s'installer dans d'autres, ainsi dans les pâturages plus ou moins délaissés par l'agriculture.

Pour le botaniste J.H. Lawton, quelque chose a changé ces dernières années : soit le végétal lui-même, soit les insectes, peu nombreux qui, d'ailleurs, limitaient son expansion.

La régression de certaines formes d'élevage et l'abandon de la coupe des fougères pour en faire de la litière, y sont peut-être aussi pour quelque chose. Cependant, ces changements d'usage ne paraissent pas une explication suffisante.

Or, cette fougère présente bien des défauts. Elle est toxique pour le bétail qui la consomme et l'on pense que ses spores peuvent, en certaines circonstances, constituer un facteur carcinogène pour l'homme. Les écologistes lui reprochent aussi ne pas supporter beaucoup d'autres végétaux et de n'abriter qu'un très petit nombre d'espèces animales.

En Grande-Bretagne, elle envahit les réserves naturelles, désespérant ceux qui les avaient créées pour conserver la plus grande diversité biologique possible.

Or, il se trouve que les Anglais ont introduit, par inadvertance, cette fougère en Afrique du Sud et qu'elle s'y trouve battue en brèche par un papillon indigène, *Conservula cimisigna*, du groupe des noctuelles. L'idée d'introduire cette noctuelle en Grande-Bretagne est alors venue à l'esprit de certains.

Lawton l'a reprise pour l'étudier. La noctuelle en question est devenue subitement friande de la fougère-aigle qu'elle n'a jamais rencontrée. Mais comment va-t-elle se comporter vis-à-vis des innombrables découvertes qu'elle va faire en Europe ? Ne va-t-elle pas encore changer de régime et choisir cette fois une plante d'un grand intérêt économique ou écologique ? Com-

ment peut-on l'empêcher de quitter les peuplements de fougère que l'on veut détruire et que faire pour éviter qu'elle se dirige sur ceux que l'on désire conserver ? Comment empêcher ce papillon, bon voilier, de traverser la Manche et de s'introduire dans des pays qui ne le désirent peut-être pas ?

Questions épineuses, que certains proposent d'éviter, alléguant que la poussée de la fougère-aigle est un phénomène naturel du plus grand intérêt ; il faudrait le suivre jusqu'à ce qu'un autre phénomène vienne le contrecarrer. On devrait chercher à mieux comprendre les raisons de cette expansion. Au cas où celle-ci serait due à l'action de l'homme, ne vaudrait-il pas mieux restaurer les conditions primitives plutôt que de faire appel à un auxiliaire mal connu ?

Le vide juridique règne sur ce genre de problèmes. Ce n'est pas le cas de l'Australie où, depuis 1984, une réglementation oblige le gouvernement à procéder à une étude scientifique avant d'introduire un agent de lutte biologique. Ce qui n'empêche pas les Australiens d'utiliser de plus en plus cette lutte avec succès.

Dans la plupart des cas, cependant, la décision est un peu plus facile à prendre. Il ne s'agit pas d'introduire une espèce étrangère ou de lutter contre une espèce indigène, mais d'importer une espèce pour éliminer un végétal également importé.

C'est ainsi qu'avant la Deuxième Guerre mondiale, l'Australie réussit à débarrasser du figuier de barbarie qui stérilisait une trentaine de millions d'hectares, grâce à un papillon, *Cactoblastis cactorum*. Et l'on compte dans le monde plus d'une vingtaine de succès de ce genre.

Les choses se compliquent par-

fois, un même végétal pouvant être considéré comme nuisible par les uns et utile par les autres. Durant ces huit dernières années, toujours en Australie, un débat a opposé les pour et les contre au sujet d'une plante : *Echium plantagineum*. Pour les éleveurs, il s'agit de la "malédiction de Paterson", fourrage toxique ; pour les apiculteurs de la "bénédiction de Jane", bonne plante pour les abeilles.

Or les chercheurs proposaient d'utiliser *Dialectica scalarisella*, un papillon capable d'anéantir la plante contestée. Après huit ans de bataille, malgré une injonction de la Cour suprême, les services officiels des Nouvelles-Galles du Sud et de l'Etat de Victoria, qui n'étaient pas directement visés, ont décidé d'effectuer des lâchers massifs.

L'argument utilisé par les auteurs de l'opération est essentiellement économique. La destruction du végétal indésirable apportera, durant les quinze prochaines années, un bénéfice estimé à 132 millions de dollars australiens pour les éleveurs et à 19 millions pour les cultivateurs. Dans le même temps, la perte des apiculteurs ne dépasserait pas 10 millions de dollars. Néanmoins on peut trouver étonnant que le CSIRO (Organisation scientifique et industrielle du Commonwealth), incontestablement l'organisme le plus compétent pour mener à bien cette lutte biologique, fasse l'objet d'une interdiction, tandis que d'autres ont les mains libres.

Au fur et à mesure que nos capacités de manipuler la nature vont aller en progressant, nous allons voir apparaître des conflits d'intérêts qui pourraient prendre des proportions considérables. La possibilité de modifier des organismes par manipulation génétique peut encore accroître ces risques. On ne peut, bien entendu, refuser ces progrès techniques mais on est en droit de s'assurer que les réglementations et les structures de réflexion ou de concertation fonctionnent parfaitement bien, avant toute mise en œuvre.

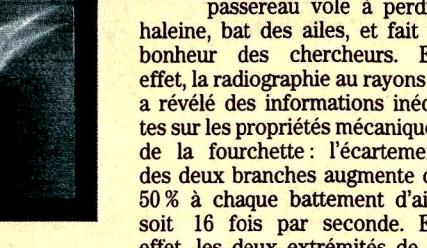
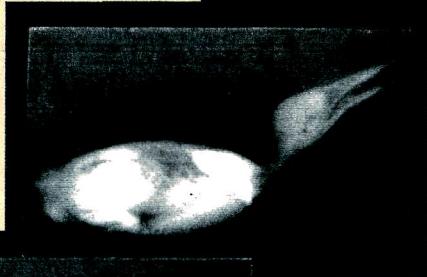
G.M.

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Didier Dubrana, Gérald Messadié et Charles Penel.

ANATOMIE

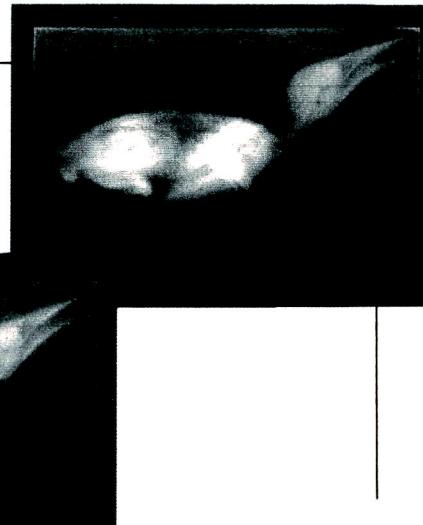
La fourchette élastique de l'étourneau

On avait l'habitude d'étudier le vol des oiseaux en décomposant visuellement le mouvement sur un film, au ralenti, ou sur une série de photographies. Mais comment étudier l'anatomie fonctionnelle d'un seul os pendant ce vol ? Tout simplement à l'aide d'une radiographie. C'est ce qu'ont fait trois chercheurs américains (F. Jenkins, K. Dial, T. Goslow) pour connaître le rôle de la fourchette : un petit os en forme de fronde qui fait partie intégrante de la ceinture scapulaire des oiseaux (ensemble des muscles et des os for-



fronde sont solidaires de l'articulation des ailes, et l'os se resserre ou s'écarte au cours du vol. Ce mouvement de ressort dû à l'élasticité extraordinaire de cet os, faciliterait en plus le gonflement de sacs aériens situés entre les deux branches, ce qui améliorerait la circulation de l'air dans les poumons de l'oiseau pendant le vol. A l'avenir, d'autres radiosopies, sur d'autres petits passereaux, devraient confirmer ce lien entre une propriété mécanique du squelette et la respiration.

D.D.



Biberons toxiques : alarme en Grande-Bretagne après la découverte de quantités appréciables d'aluminium dans les laits en poudre pour bébés. L'aluminium est un neurotoxique dangereux pour les jeunes enfants, parce qu'il bloque les enzymes essentielles à l'activité cérébrale. On l'avait déjà soupçonné d'être responsable de la maladie d'Alzheimer et l'on avait même pensé que cette maladie pourrait être provoquée par l'ingestion régulière d'anti-acides pour l'estomac.

Sida : les essais se multiplient : cependant que la France met, conjointement avec l'Angleterre, la zidovudine ou AZT à l'essai sur un millier de malades, la firme américaine Biogen met aussi à l'essai la réceptine ou CD4. Celle-ci est unurre, qui imite à la perfection une molécule de surface des globules blancs, à laquelle s'attache le virus HIV, ce qui lui assure l'entrée dans le globule blanc lui-même. Ainsi "occupés" par ces ure, les virus ne peuvent plus passer d'une cellule infectée à une autre.

Les bonheurs de la pollution de l'air : un entomologiste de l'université de l'Ohio a découvert qu'elle donne un beaucoup moins bon goût aux feuilles d'ormes, ce qui fait que les insectes prédateurs ne les consomment plus, alors que c'était le contraire qu'on avait craint.

Graves carences de l'URSS en équipement médico-hospitalier. C'est ainsi qu'on ne compte que 62 scanners, dont 25 de vieux modèle, pour 280 millions d'habitants. A titre de comparaison, il y en a 54 en France.

LE MASSACRE EN CONSERVE



Un petit paquet solide, genre demi-livre de beurre, qui se transforme soudain en gaz et dont chaque centimètre cube est multiplié par 2 000 en une fraction de seconde : c'est cela l'explosion d'un colis piégé, que le premier venu des petits terroristes peut placer sans risque au bon endroit. Quels sont les explosifs utilisés ? Comment s'en prémunir ?

Faire le maximum de dégâts avec le minimum de moyens, et que cela s'entende de loin, tel a toujours été le but des terroristes, séparatistes, racketters et autres débiles manipulés par une poignée de paranoïaques. Depuis l'arrivée de la poudre à canon à Crécy en 1346, ce minimum de moyens, c'est toujours l'explosif. Quant au maximum de dégâts, il sera évidemment obtenu en visant le matériel le plus faible renfermant le plus grand nombre de personnes.

Les avions seront spécialement visés puisqu'il s'agit d'engins

Un explosif plastique, du même genre que l'échantillon ci-dessus suffit pour faire tomber le plus gros avion sur un village d'Ecosse.





remplis de passagers ne tenant en l'air qu'au prix d'une technologie raffinée ; toute explosion en vol entraîne à coup sûr la chute de l'appareil, même avec une faible charge qui n'aurait pas fait grand mal à un train et serait passée quasiment inaperçue sur un cargo.

A chaque attentat de ce type, des spécialistes viennent sur place ramasser le moindre débris pour tenter de déterminer la nature de la substance employée. Ils n'y arrivent pas toujours : les compositions détonantes sont nombreuses, elles ne laissent pratiquement aucune trace quand elles sont parfaitement utilisées (c'est justement le cas avec l'avion de la Pan Am tombé à Lockerbie) et on ne peut guère juger leur nature d'après les effets produits.

Le terme d'explosif ne veut d'ailleurs pas dire grand-chose à lui seul, et les chimistes, eux, ne parlent que de substances pyrotechniques susceptibles de se décomposer de trois façons : combustion, déflagration, détonation. Par combustion, il faut entendre ici processus rapide et non simple flamme d'un bout de papier ; un

morceau de charbon ou une bûche ne sont pas des substances pyrotechniques ; par contre l'acétone ou l'essence en sont.

Notons aussi que l'oxygène nécessaire à la décomposition peut être, soit inclus dans la combinaison chimique du matériau, soit emprunté à l'air ambiant. D'un point de vue rigoureux, les trois régimes de décomposition se distinguent de la manière suivante :

Combustion : le phénomène est stable. Sa vitesse de propagation va de quelques cm/s à quelques m/s et elle est mesurable de manière simple en répandant le produit uniformément dans une longue gouttière. La combustion complète s'effectue à pression ambiante sans engendrer ni surpression ni onde de choc.

Déflagration : le phénomène est instable, c'est-à-dire que le processus tend, soit à revenir à une simple combustion, soit à passer au stade de la détonation. La vitesse de décomposition est de quelques centaines de m/s, et il y a une brusque élévation de pression (jusqu'à plusieurs milliers de bars), avec présence éventuelle d'une onde de choc. Pour un œil non averti, il y a peu de différence entre une déflagration et une détonation car les effets produits apparaissent voisins.

Détonation : le phénomène est stable, c'est-à-dire que, comme pour la combustion, le processus une fois amorcé se poursuit identique à lui-même jusqu'au bout. La vitesse de décomposition est très élevée et se compte en milliers de m/s (de 2 000 à plus de 9 000). Il y a toujours présence d'une onde de choc dans le milieu connexe et la pression va de 100 000 à 400 000 bars (rappelons que le bar est très voisin du kg/cm², unité encore courante pour gonfler les pneus mais interdite en physique parce que non rationnelle).

Dans les attentats, on ne retrouvera en pratique que des explosifs au sens vrai, ceux qui sont capables de détoner (à ne pas confondre avec détonner en musique). Il y a détonation si, et seulement si, il y a présence d'une onde de choc se propageant à travers tout le matériau à des vitesses se comptant

Flair animal, flair électronique

Tandis qu'à Francfort c'est un chien qui monte dans les soutes pour détecter l'odeur éventuelle d'un explosif, à Orly on met en service les premiers "renifleurs" électroniques, qui peuvent analyser les exhalaisons avec autant de flair que le meilleur limier.



en milliers de m/s. Cette onde de choc est une surface immatérielle qui sépare deux zones où règnent des pressions et des températures totalement différentes.

Ces deux zones sont, d'une part le volume déjà décomposé où la pression est de l'ordre de 300 000 bars, d'autre part le volume d'explosif non encore atteint où la pression est celle du milieu ambiant, en général 1 bar ; la différence est notable. Cette onde de choc est un phénomène très spécial dont l'interprétation physique est encore délicate ; en particulier, elle se déplace plus vite que les ondes sonores dans le même milieu, ce qui en fait déjà un processus tout à fait à part.

D'un point de vue schématique, une explosion peut donc être considérée comme la transformation d'un solide en gaz dans un délai ultracourt, c'est-à-dire presque instantanément. Si l'on considère que le cm³ a une masse moyenne de 1,8 g et que cette masse, une fois gazeuse et portée à des centaines de degrés, occuperait à pression ambiante un volume de 2 000 cm³, on voit la pression qui règne dans un gaz comprimé de 2 000 fois en volume.

Encore ne s'agit-il là que d'une vision statique des choses ; dans la réalité, l'onde de choc et les recombinaisons atomiques qui en découlent amènent des pressions encore 100 fois supérieures, ce qui explique qu'aucun matériau ne résiste à une détonation. Pour les chimistes, tout le problème a consisté depuis environ 1900 à trouver les substances ayant le meilleur rendement explosif..

La plus ancienne est la poudre noire qui, bien que ne détonant pas, a une vitesse de déflagration qui peut atteindre 900 m/s sous confinement énergique ; du coup, ses effets sont très voisins de ceux d'une détonation. Elle est constituée de 75 % de nitrate de potassium (salpêtre), 15 % de charbon et 10 % de soufre. Elle ne sert plus aujourd'hui que comme relais d'allumage pour certains chargements propulsifs — et pour le tir des armes anciennes.

Beaucoup plus tard, on découvrit le fulminate de mercure, puis la nitrocellulose, la nitroglycérine, les dynamites et des centaines de combinaisons explo-

sives ont été essayées depuis maintenant près de 100 ans. En pratique, très peu d'entre elles sont d'usage courant car un explosif doit être à la fois bon marché, puissant, facile à mettre en œuvre, stable dans le temps, peu dangereux à manipuler, ni acide ni basique, et ainsi de suite.

La perfection n'étant pas de ce monde, la plupart des produits synthétisés ont dû être écartés et il en reste moins d'une dizaine aujourd'hui qui sont produits en grandes quantités. Encore, dans cette dizaine, doit-on séparer explosifs primaires et secondaires. Les premiers ne se décomposent que d'une seule façon, la détonation, dès qu'une certaine quantité d'énergie leur est apportée sous une forme ou sous une autre : choc, frottement, chaleur, électricité, etc.

Ce sont des substances qui sont toujours dangereuses à manipuler et ne présentent quelque sécurité qu'une fois conditionnées dans un petit tube en métal commun à tous les détonateurs. Le plus connu et le plus ancien des explosifs primaires est le fulminate de mercure, dont la vitesse de détonation est de 5 000 m/s. On lui préfère aujourd'hui le nitrure de plomb, le stypnate de plomb ou le tétrazène.

Les nitrates passés à l'ordinateur

Seul un laboratoire hautement spécialisé — ici celui de la Préfecture de Police — peut faire l'analyse complète et précise des traces d'explosif recueillies lors d'un attentat. La chromatographie liquide avec détecteur ultraviolet donnera la composition exacte de la substance détonante employée.



En fait, aucun de ces explosifs n'est jamais utilisé seul ; de même qu'on n'emploie jamais le fer seul, mais en alliage avec chrome, manganèse, nickel, vanadium, tungstène et autres, une composition d'amorçage renfermera par exemple du stypnate de plomb, du tétrazène, du nitrate de baryum, du per-

chlorate de potassium, etc. Tout dépend du but cherché : sensibilité au choc mais ni à la chaleur, ni à l'électricité, ou sensibilité à l'électricité mais pas au choc ou à la chaleur, ou nécessité d'amorcer un explosif secondaire très stable, et ainsi de suite.

De fait, les explosifs dits secondaires sont des combinaisons chimiques stables et qu'on ne peut normalement faire détoner qu'avec un explosif primaire. Nous disons bien normalement, car il peut toujours arriver qu'un apport suffisant d'énergie sous une autre forme (chaleur, choc, rayonnement) amorce quand même la décomposition brutale. En fait, ce sont des produits à trois régimes qui peuvent brûler, déflagrer ou détoner selon la masse mise en jeu, la densité, le confinement et le niveau d'énergie qui leur est apporté.

Dans la pratique, ils sont toujours amorcés par un détonateur renfermant un explosif primaire. Là encore, il existe quantité de radicaux chimiques susceptibles de se décomposer très brutalement, mais les plus utilisés sont à base d'azote : soit nitrés aromatiques avec le radical C-NO₂, soit esters nitrates avec O-NO₂, soit nitramines avec N-NO₂. Les chlorates ne sont quasiment plus fabriqués après avoir connu un certain succès avec la cheddite.

Les explosifs secondaires les plus utilisés sont donc répartis en trois groupes :

Les nitrés aromatiques, avec la tolite et la mélinite. La première, ou trinitrotoluène, ou TNT, préparée pour la première fois par Haussermann en 1891, est depuis plus de 70 ans l'explosif le plus utilisé dans le monde. Très stable, pouvant être fondue à 80° C puis manipulée sans risque d'explosion, elle a une vitesse de détonation de 6 800 m/s et un potentiel de 925 cal/g.

La mélinite, ou acide picrique, découverte par Turpin en 1885, a été très largement utilisée par les Français pendant la Première Guerre (on la tirait de la houille, un produit national). Elle ne sert plus aujourd'hui d'explosif, bien que sa vitesse de détonation (7 650 m/s et 1 000 cal/g) soit un peu supérieure à celle de la tolite, mais elle reste un produit de base de l'industrie chimique.

Les esters nitrates, avec la nitroglycérine et la pentrite. La première, préparée dès 1847 par l'Italien Sobrero, est un liquide d'une grande instabilité, très puissant (7 700 m/s et 1 486 cal/g) et qui n'a eu d'utilisation pratique que le jour où Nobel l'a flegmatisé (rendu moins sensible, donc moins dangereux à manipuler) avec de la terre à diatomées. Aujourd'hui on se sert de la nitroglycérine flegmatisée avec des produits pulvérulents genre nitrate d'ammonium ou farine de bois pour avoir des dynamites ; elle a aussi un usage industriel considérable comme gélifiant des nitrocelluloses pour donner les poudres propulsives et les proergols. Mais la nitroglycérine n'est plus guère employée comme explosif militaire et pour l'usage civil on tend à lui

substituer les nitrates-fuel (4 à 5 % de fuel dans le nitrate d'ammonium NH₄NO₃).

La pentrite, connue depuis 1894 mais d'utilisation industrielle assez récente, est un explosif nettement plus puissant que la tolite (8 350 m/s et 1 385 cal/g) qui entre surtout dans la constitution des détonateurs et des relais. C'est aussi le constituant principal du "plastic" français.

Les nitramines, avec le tétryl, l'hexogène et l'octogène forment la famille des explosifs les plus récents et surtout les plus performants ; ce sont aussi les plus chers et ils sont généralement réservés aux charges creuses des missiles et roquettes de hautes performances.

Le tétryl, moyennement performant (7 850 m/s et 1 120 cal/g) a l'intérêt d'être très sensible à l'amorce ; il est souvent utilisé comme charge relais et dans les détonateurs.

L'hexogène, dense (1,82), très puissant (8 520 m/s et 1 300 cal/g), a l'inconvénient d'être sensible au choc et au frottement. Il est donc surtout utilisé en mélange avec d'autres explosifs.

L'octogène, encore plus dense (1,91) et aussi plus performant (9 100 m/s et 1 486 cal/g), n'a été fabriqué industriellement qu'après la Seconde Guerre ; très coûteux, il est lui aussi associé à d'autres explosifs dans les composites.

La famille des nitramines est celle qui est la plus suivie aujourd'hui et a donné les résultats les plus intéressants. Citons par exemple la mise au point en France du sorguyl, densité 2,01 et vitesse de détonation 9 150 m/s.

Tout comme les explosifs primaires, les secondaires sont rarement employés seuls ; on leur adjoint presque toujours des flegmatisants pour les rendre moins sensibles et faciliter leur mise en œuvre. Ces flegmatisants peuvent être des explosifs comme la tolite (hexolites, pentolites, octolites), des cires, souvent associées à l'aluminium qui augmente l'effet de souffle (hexocire, hexal, octocire, etc.), ou des matières plastiques genre nylon, butadiène, polyuréthane (hexabu, octonyl, octorane, etc.).

Dans le cas des attentats, la composition utilisée est presque toujours du type "plastic", c'est-à-dire qu'on se sert d'un liant plastique malléable. En France, c'est la plastrite, qui renferme 87 % de pentrite avec un liant à base de gomme élastomère et d'huile minérale ; elle a la consistance du mastic des vitriers et l'avantage de pouvoir être amorcée avec le plus simple des détonateurs.

La pentrite est également la base du plastic anglais, tandis que les Américains prennent l'hexogène, mais leur composition est plus difficile à amorcer. Les Soviétiques mélagent hexogène et pentrite et ajoutent un anti-oxydant de teinte orangée, très odorant et très colorant, donc très repérable. En général on attribue ce "plastic" aux Tchèques sous le nom de Semtex, bien que les Tchèques

soient réputés dans l'armement et non dans la chimie.

Dans le cas du Boeing 747 de Lockerbie, on a bien sûr encore parlé du Semtex, alors que la seule conclusion des experts chimistes venus sur place est qu'il s'agissait d'un explosif à hautes performances, mais certainement pas de ce fameux Semtex.

Un second point peut être avancé avec certitude : aucun de ces explosifs, pas plus primaires que secondaires, ne peut être fabriqué de manière artisanale, sauf à prendre des risques que n'accepterait jamais le plus suicidaire des terroristes — il y a peu, deux lycéens ont voulu fabriquer "de l'explosif" avec de l'engrais (nitrate d'ammonium) et du sucre : ils y ont perdu les mains.

En fait, les explosifs puissants sont pratiquement tous entre les mains de l'armée et ne peuvent être mis en œuvre qu'avec des détonateurs dont la fabrication relève de l'industrie de précision. A la base de toute explosion, il y a une chaîne pyrotechnique complexe : d'abord un explosif primaire, très sensible et toujours dangereux à manipuler, qui sera déclenché, via un mécanisme délicat et précis, par percussion, frottement ou chaleur (filament chauffé par passage du courant le plus souvent).

Ensuite, en plus grosse quantité, un explosif secondaire sensible, genre tétryl ; enfin la grosse masse constituée d'une composition très stable mise en forme et conditionnée de manière idoine. Autrement dit, toute explosion suppose une "intendance" bien équipée que seul possède un pays industrialisé. Le déclencheur, en général à double commande pour la sécurité (on a parlé pour le Boeing de la Pan Am de déclenchement par capsule barométrique assujettie à un contacteur chronométrique), et plus encore le détonateur, ne peuvent être fabriqués qu'en usine par des ingénieurs et techniciens expérimentés.

Il en découle qu'un attentat à l'explosif suppose toujours au point de départ un pays industrialisé fabriquant dans ce but un matériel spécialisé.

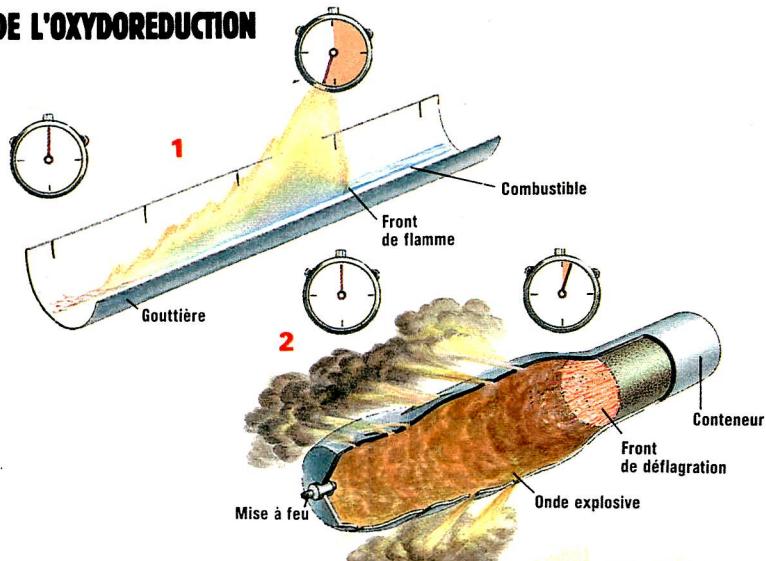
Tant que ce sera le cas, les attentats continueront car la prévention est très difficile, non pas en elle-même — dans l'absolu il suffirait de fouiller tous les passagers et tous les bagages — mais à cause du nombre colossal d'objets emportés lors de chaque vol (ou dans chaque voiture, chaque train, etc). On se heurte là au "grand nombre".

L'examen des bagages aux rayons X permet

(suite du texte p. 172)

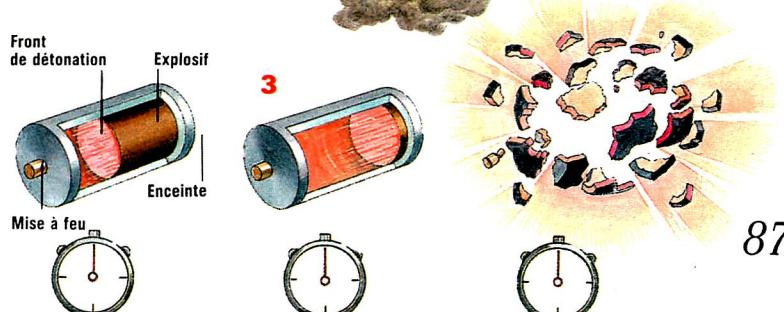
LES 3 RÉGIMES DE L'OXYDOREDUCTION

1. Combustion : la substance, en général liquide, est mise dans une longue gouttière et on mesure le temps mis par la flamme pour parcourir toute la longueur. La vitesse d'avance du processus ne dépasse pas quelques m/s ; il n'y a ni surprise, ni onde de choc ; le phénomène est stable.



2. Déflagration : la vitesse de propagation, qui dépend de la pression, se compte en centaines de m/s. Il y a création d'une surpression et parfois d'une onde de choc dans le milieu environnant si la vitesse de combustion dépasse la vitesse du son ; le processus est instable.

3. Détonation : le processus n'est plus une combustion, lente ou rapide, mais une décomposition des molécules en atomes sous l'influence de l'onde de choc qui parcourt la substance avec des vitesses se comptant en milliers de m/s. Le phénomène est si bref et si intense que toute la substance a détoné avant même que l'enceinte ait changé de volume. C'est après seulement qu'elle explosera.



PAS D'AGE DE LA RETRAITE POUR LES AVIONS

La libéralisation du trafic aérien, il y a 10 ans, dans un contexte de concurrence effrénée, commence à produire ce qu'on devait en attendre : des avions qu'on usera jusqu'à la corde avec un minimum d'entretien. Et il n'y a pas que l'usure : toute une génération de courts-courriers, par exemple, a été construite avec une technique dont on sait aujourd'hui qu'elle n'est pas fiable. 800 d'entre eux sont encore en service !

Ici ce n'est pas une bombe, cependant cinq mètres du fuselage se sont déchirés comme du papier en plein vol : l'avion était trop vieux ! Il a malgré tout atterri sans autre dommage. C'était à Hawaï, en avril 1988.



I est maintenant certain que la catastrophe du Boeing 747 de la Pan Am qui s'est écrasé à Lockerbie, en Ecosse, est due à un attentat. Mais dans les premiers jours qui ont suivi l'accident, et faute de la preuve formelle d'une explosion, les spécialistes ont pu évoquer à nouveau la possibilité d'une rupture en vol de l'avion lui-même. Pourquoi "à nouveau" ? Parce que lors de précédentes catastrophes on avait déjà soupçonné l'avion. Et parce que des incidents récents ont jeté le doute sur l'aptitude au vol de certains appareils plus ou moins anciens, qui se trouvent être des Boeing 737, des Boeing 727, ou des McDonnell Douglas DC 9.

Il faut dire que si ces noms sont les plus prononcés, c'est avant tout parce que ce sont ces avions-là qui constituent la grande majorité de la flotte internationale et que quelques-uns d'entre eux accusent

un âge que l'on pourrait qualifier de canonique.

Au mois d'avril 1988, un Boeing 737 parvenait par miracle à atterrir à Hawaï après que plus de cinq mètres de fuselage se soient déchirés comme du papier, ouvrant un trou béant juste en avant de l'aile. Le 26 décembre dernier, un Boeing 727 de la compagnie Eastern Airlines effectuait un atterrissage d'urgence à Charleston, en Virginie, la cabine s'étant brutalement dépressurisée à l'altitude de 31 000 pieds, soit plus de 9 000 mètres. A cette altitude-là, la pression atmosphérique est si faible qu'il n'y a pas de vie possible. Là encore, la perte de pression à l'intérieur de la cabine était imputable à un trou dans le fuselage. Déjà, pendant la montée vers l'altitude de croisière, l'équipage avait eu du mal à maintenir une pression correcte dans la cabine, ce qui



laissait supposer qu'une fuite d'air vers l'extérieur se produisait. Mais la relation entre ce premier constat et l'incident lui-même ne fut effectuée qu'après, bien entendu.

La répétition d'événements de ce genre a déclenché, comme on pouvait s'y attendre, une rafale de rappels à l'ordre par la FAA, l'agence fédérale américaine de l'aviation, qui a préconisé des inspections générales sur tous les avions qui totalisent plus de quinze années d'existence. Et ils sont nombreux, dans les flottes des compagnies aériennes américaines.

La "dérégulation", ou, en termes plus français, la libéralisation du transport aérien aux Etats-Unis, depuis dix ans, a entraîné le maintien en service d'appareils qui, auparavant, auraient été mis à la retraite. Pour faire face à la croissance spectaculaire du trafic, les compagnies aériennes ne peuvent acheter systématiquement des avions neufs. Elles n'en ont pas les moyens financiers. Et les constructeurs eux-mêmes parviennent difficilement à répondre à la demande.

On continue donc de faire avec ce que l'on a. A la fin de l'année 1987, 220 Boeing 727 livrés entre 1964 et 1966 volaient encore dans les flottes des compagnies aériennes américaines, tout comme 272 McDonnell Douglas DC 9 livrés entre 1966 et 1968. Selon la société Aumark, spécialisée dans le conseil aéronautique, 2 300 appareils au total dans le monde dataient d'avant 1968 !

Il faut dire que la moyenne d'âge des flottes amé-

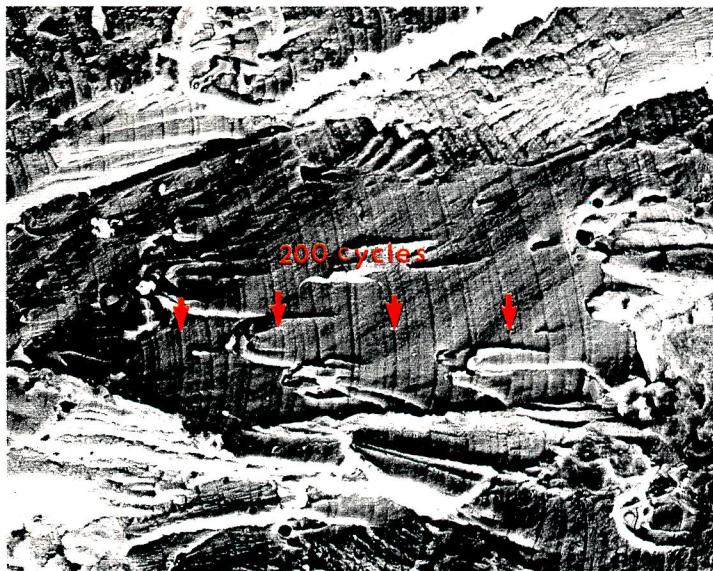
ricaines est nettement plus élevée que celle des flottes européennes, par exemple. Selon l'IATA, l'association internationale des transporteurs aériens, la moyenne d'âge des flottes des grands transporteurs nord-américains est de 14,5 ans ! A Air France, elle est de 10,2 ans. Chez British Airways, de 8 ans. A la Swissair, de 5,5 ans.

Il convient cependant de préciser que l'âge en lui-même n'a pas grande signification, si on ne le rapporte pas au nombre de cycles totalisés par l'avion. Un cycle se définit comme un décollage, un vol (avec pressurisation), un atterrissage. Tous les experts aéronautiques s'accordent à dire que la fatigue d'un avion dépend moins de son âge que de son nombre de cycles ; à nombre d'heures de vol égal, les moyens et courts-courriers (Boeing 727, 737, DC 9, Airbus) effectuant beaucoup plus de cycles que les Boeing 747 ou DC 10 longs-courriers, par exemple.

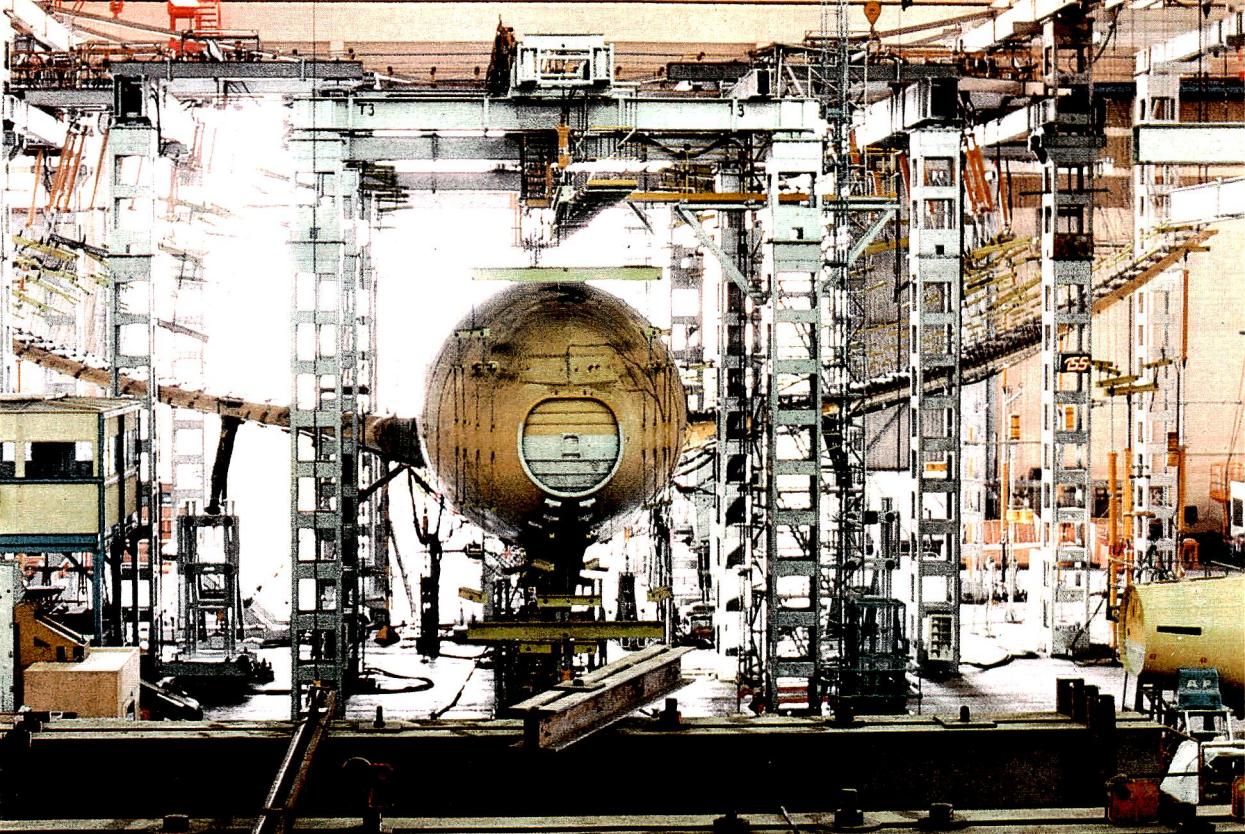
A titre indicatif, sur les 683 Boeing 747 en service dans le monde fin juin 1988, un appareil totalisait entre 25 000 et 30 000 cycles, 9 appareils entre 20 000 et 23 000 cycles, 81 appareils entre 15 000 et 20 000 cycles et 172 appareils entre 10 000 et 15 000 cycles.

Dans les deux cas cités au début de cet article, il semble que l'âge des avions ne soit pas à proprement parler en cause. Il n'y aurait pas eu, autrement dit, usure anormale du métal avec lequel sont faits les panneaux qui composent la "peau" du fuselage des avions. Les enquêteurs semblent plutôt suspecter le procédé de collage à froid (*cold bonding process*) utilisé pour assurer la jonction entre ces panneaux.

C'est d'un procédé courant en construction aéronautique de coller, avant de les riveter, les panneaux constituant la peau de l'avion (les panneaux de l'Airbus, tout comme ceux de nombreux autres avions, sont ainsi collés avant d'être rivetés). La défaillance de ce collage induirait des efforts anormaux sur les rivets de fixation des panneaux. C'est la raison pour laquelle le procédé de collage utilisé par les Américains dans les premières générations de Boeing a été abandonné pour être remplacé par un autre, plus performant. Or, quelque huit cents Boeing 727 encore en service, dont deux cents hors des Etats-Unis, ont été construits avec l'ancien collage. Pour les Boeing 737, faits eux aussi avec l'ancien collage, des directives ont été envoyées en octobre dernier par la FAA aux compagnies aérien-



Surface de rupture d'un métal. Grossi 300 fois, le cliché fait apparaître des stries de fatigue d'un élément de structure de l'avion. Elles sont dues à la succession des cycles d'efforts auxquels le métal a été soumis. Chaque intervalle entre deux flèches représente deux cents cycles.



L'Airbus comme vous ne le verrez jamais !

Lors des essais statiques, les ailes de l'avion doivent pouvoir endurer sans dommage une flexion correspondant à une fois et demie la "charge limite", la plus forte qu'elles risquent de subir au cours de leur vie.

nes qui en possèdent pour qu'elles remplacent tous les rivets qui fixent les panneaux métalliques sur la structure de l'avion.

« Il faut bien voir que les incidents dont on a parlé ces derniers temps concernent des appareils qui approchent les vingt ans d'âge, remarque Thierry Pardessus, chef du groupe matériaux et technologies du CEAT, le Centre d'essais aéronautique de Toulouse. Vingt ans d'âge, cela signifie que ces appareils ont été conçus voilà une trentaine d'années. A l'époque, les programmes d'essais n'étaient pas aussi "musclés" que maintenant pour tout ce qui touche notamment aux phénomènes de fatigue. On mettait moins l'accent sur la fatigue qu'aujourd'hui... » La fatigue, pour un avion, peut se définir comme l'accumulation des dommages que subissent les diverses parties qui le composent par la succession des cycles d'efforts auxquels il est soumis en utilisation normale.

Pour s'en tenir aux exemples cités de rupture en vol des panneaux métalliques, il faut se rendre compte des efforts que subit le fuselage. Volant à haute altitude, un avion de ligne est pressurisé afin de fournir aux passagers une atmosphère compatible avec les besoins du corps humain. On ne re-

constitue d'ailleurs pas l'atmosphère du niveau du sol, car alors la différence de pression entre l'intérieur de la cabine et l'extérieur serait telle qu'il faudrait utiliser des fuselages qui ressembleraient à de véritables caissons blindés. Pour simplifier les choses, disons que la pression atmosphérique dans une cabine d'avion de ligne est à peu près celle qui règne sur le sommet d'une montagne de trois mille mètres. Cette pression varie d'ailleurs en fonction de l'altitude à laquelle vole l'avion.

En altitude, on maintient une différence de pression constante entre l'intérieur et l'extérieur de la cabine des avions de ligne. Cette différence est de 8 PSI, mesure aéronautique (*pound per square inch*, ou livre au pouce carré), ou, en terme plus courants, à peu près 600 g par cm². Un avion qui vole à 30 000 pieds (9 000 m) aura donc une "altitude-de-cabine" de 6 000 pieds (1 800 m).

Mais la différence entre l'intérieur et l'extérieur entraîne des efforts continus sur la structure du fuselage. Celui-ci "gonfle" pendant la montée, avant de retrouver sa forme normale pendant la descente. En réalité, la déformation est quasi imperceptible, la forme circulaire du fuselage assurant justement une répartition optimale des forces en présence.

N'empêche que les contraintes existent et qu'elles font sentir leurs effets sur les matériaux.

Ce qui est vrai pour le fuselage l'est encore bien davantage pour les ailes. Celles-ci subissent les efforts aérodynamiques. N'importe quel passager assis près d'un hublot a remarqué un jour ou l'autre qu'en vol les ailes ploient légèrement vers le haut, avant de retrouver leur position de repos au sol. La partie supérieure de l'aile, l'extrados, est donc soumise à des efforts de compression importants. Sans parler de ceux que subissent les attaches des ailes sur le fuselage. Et ces efforts se répercutent sur les matériaux avec lesquels sont fabriqués les panneaux des ailes, les longerons, les nervures, les attaches. Jusqu'à provoquer parfois des micro-fissures. Lesquelles peuvent s'agrandir jusqu'à devenir des fissures et entraîner la rupture de la pièce concernée.

Le phénomène prend son origine au niveau du réseau cristallin du métal. Il existe en effet des discontinuités entre les atomes qui composent chaque molécule métallique. Les spécialistes parlent de "dislocations". Elles sont inhérentes à l'organisation du réseau cristallin, mais, sous l'action de forces externes, ces dislocations sont susceptibles de se déplacer, de s'agrandir, jusqu'à créer de véritables vides, qui se trouvent à l'origine de l'apparition des fissures.

La prévention passe donc d'abord par la connaissance du comportement de l'alliage métallique qui sera utilisé pour la réalisation de telle ou telle pièce. On a ainsi assisté à une évolution considérable en ce domaine, au cours des dernières années. En simplifiant, on pourrait dire qu'il y a un quart de siècle, les avionneurs s'arrangeaient avec les alliages métalliques que les métallurgistes mettaient à leur disposition. Aujourd'hui, les avionneurs réclament des alliages spéciaux capables de répondre à des besoins spécifiques. Qui présentent donc des caractéristiques précises, entre autres de résistance à la fatigue.

La caractérisation des matériaux s'effectue sur des "éprouvettes", pièces de faible dimension que l'on soumet à des séquences de forces qui traduisent ce que supportera la pièce en fonctionnement réel. De telles séquences représentent les contraintes qui ont été préalablement calculées à partir de statistiques de vol, afin que les essais s'effectuent dans des conditions réalistes, les plus proches possible des conditions réelles d'emploi de la pièce. On détermine ainsi comment peuvent s'amorcer les fissures. On étudie également leur mode de propagation, quitte à les provoquer volontairement, sans attendre qu'elles apparaissent au bout d'un certain nombre de cycles d'efforts.

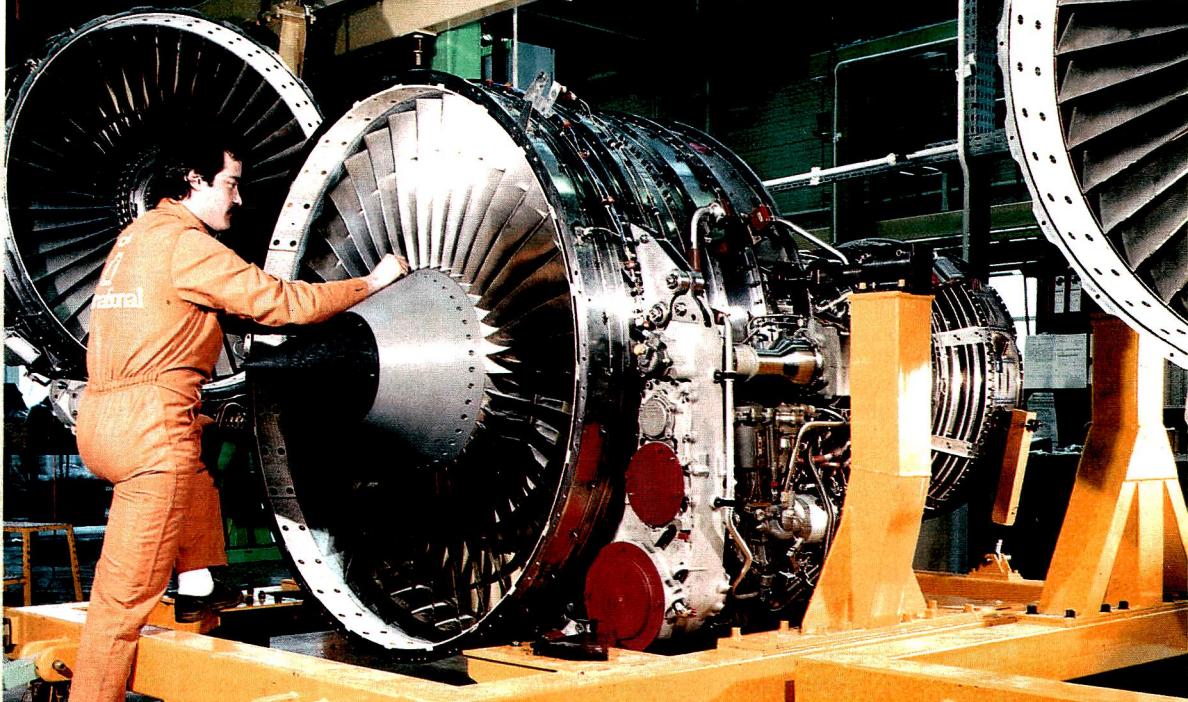
L'obtention de conditions réalistes qui soient représentatives de la vie d'un alliage sur un avion suppose que l'on recrée non seulement les cycles

d'efforts, mais aussi l'environnement dans lequel s'exercent ces efforts : humidité, ambiance saline, température. Le CEAT de Toulouse dispose ainsi de quelque quatre-vingts machines différentes pour les essais de fatigue, avec possibilité de travailler entre des températures de -60° et +1100°. Le premier chiffre représente la température d'un panneau de voilure, par exemple, lors d'un vol à haute altitude. Le second, la température d'une aube de turbine de réacteur. Avec de tels moyens, un organisme comme le CEAT se trouve au carrefour entre les services officiels qui financent un programme de recherche sur un nouvel alliage, l'élaborateur de l'alliage en question, le transformateur qui en tirera le produit semi-finé, et l'avionneur qui l'utilisera sur un avion.

Tous les grands pays aéronautiques européens ont éprouvé le besoin de se doter d'organismes de même type, centres étatiques indépendants des industriels (le CEAT dépend de la Délégation générale pour l'armement, donc du ministère de la Défense). La RFA, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas disposent de centres équivalents. L'Espagne et l'Italie ont entrepris de s'en doter. En revanche, aux Etats-Unis, les essais en question sont réalisés chez les constructeurs eux-mêmes, ce qui peut laisser penser qu'ils sont faits avec plus d'indulgence, même s'ils sont ensuite contrôlés par la FAA. « Sans faire preuve d'un esprit outrageusement cocardier, souligne Thierry Pardessus, du CEAT, dans le domaine des matériaux nous sommes sans doute les premiers d'Europe... »

Une fois qualifié, un matériau aéronautique n'en est pas quitte pour autant. Les structures de l'avion elles-mêmes doivent à leur tour subir des essais. Pour chaque appareil construit, une structure complète est utilisée pour servir aux essais de fatigue, et une autre pour servir aux essais dits statiques. Alors que les premiers visent à faire subir à la structure en question les cycles répétés que rencontrera l'avion au long de sa vie, les seconds ont pour but de lui appliquer les charges extrêmes qu'il risque de supporter, même si ce n'est qu'une fois dans sa vie, et de montrer qu'il est capable d'y résister, et même bien au-delà.

Pour les efforts dus à la pressurisation sur la structure du fuselage de l'avion, on connaît de manière précise la charge en question, puisqu'elle dépend directement de la différence de pression entre l'intérieur et l'extérieur. De cette "charge sûre" découle la "charge limite", obtenue en multipliant la première par le coefficient 1,33. La structure doit pouvoir supporter la "charge limite" et ne présenter aucune déformation résiduelle (définitive) après retour à la pression normale. Mais la structure doit aussi être capable d'encaisser la "charge extrême", soit deux fois la "charge sûre", sans danger pour l'avion.



LES MOTEURS AUSSI

Défaillance technique, plus vraisemblablement humaine : l'accident du Boeing 737-400 qui s'est écrasé en Grande-Bretagne le dimanche 8 janvier réunit tous les ingrédients habituels de la catastrophe aérienne. Il est en effet vraisemblable que, après l'incendie du moteur gauche de l'appareil, l'équipage a coupé par erreur le moteur droit. Ce qui ne signifie d'ailleurs pas qu'une telle erreur puisse être imputée totalement dès maintenant aux deux pilotes. On peut en effet envisager le cas où c'est à la suite d'une fausse indication du tableau de bord que la décision d'arrêter le moteur droit a été prise. Voyons comment.

Un incendie sur un moteur est signalé par l'allumage d'une lampe rouge, doublé d'une alarme sonore par klaxon. Les deux alarmes, visuelle et sonore, étant générées par des détecteurs de surchauffe placés aux points névralgiques des moteurs : système d'alimentation en carburant, chambre de combustion, tuyère, entre autres. On peut donc imaginer qu'un montage défectueux du circuit d'alarme (inversion des circuits, comme on vient d'en découvrir sur 7 Boeing récents) aurait trompé les pilotes. En l'occurrence, l'erreur humaine serait imputable au personnel chargé du montage ou de l'entretien. Et les pilotes auraient fermé le robinet d'alimentation en carburant du bon moteur, comme le prévoit la procédure d'urgence, en croyant qu'un incendie s'y

était déclaré. Alors que c'était le réacteur gauche qui était en feu.

C'est l'enquête qui déterminera si pareille hypothèse est vérifiée. Dans le cas contraire, il faudrait bien admettre que, sous la tension de l'événement (le feu dans un réacteur est sans doute l'avarie la plus redoutable sur un avion à réaction, compte tenu de l'énorme quantité de carburant qui alimente les moteurs : plusieurs dizaines de kilos à la minute), le pilote ait pu se tromper.

Il n'en reste pas moins qu'il y a bien eu au préalable défaillance mécanique, avec l'incendie du moteur gauche. Et une défaillance sur un moteur, ainsi qu'il est dit ci-dessus, est toujours redoutable. Aussi les moteurs font-ils l'objet de soins particuliers, notamment sur les parties soumises aux plus

fortes contraintes. Avec en premier lieu les turbines. Placées à l'arrière du réacteur, les turbines servent à détenir l'air très chaud et sous forte pression qui sort de la chambre de combustion, afin d'obtenir la poussée. Elles sont constituées de disques sur lesquels sont montées des aubes, et l'ensemble tourne à quelque 8 000 tours/minute à pleine puissance, et la température des gaz qui "attaquent" les aubes avoisine 1 100 °C. Les efforts dynamiques et les contraintes thermiques se conjuguent donc sur ces pièces, fabriquées en alliage réfractaire et refroidies par circulation d'air. Toute avarie sur une aube risque donc de se propager très vite et d'entraîner une rupture. Les essais sur les aubes visent à étudier les conditions d'apparition des fissurations et leur propagation sous l'effet de la fatigue.

Le cliché ci-contre montre le gradient thermique d'une aube de turbine soumise au flux chaud sortant de la chambre de combustion, les parties les plus chaudes étant situées à droite et à gauche, alors que la partie centrale est plus froide (on y distingue le grain très fin de l'alliage métallique). A droite, dans la courbe rouge, une amorce de fissure se dessine. Et le quadrillage artificiel tracé sur le métal vise à repérer le cheminement de cette fissure, créée artificiellement lors d'essais à l'ONERA (l'Office national d'études et de recherches aérospatiales).



De même, pour ce qui concerne l'ensemble aile-fuselage, une structure doit-elle pouvoir supporter sans se rompre, une fois et demie la "charge limite" due à l'effet d'une rafale, autrement dit d'une turbulence forte qui impose à l'aile une flexion importante vers le haut. Dans ce cas précis, la "charge utile" est définie comme une charge que l'avion pourra exceptionnellement rencontrer, avec une probabilité de 10^{-7} , soit une chance sur cent pour 100 000 heures de vol. Une probabilité dont il faut tenir compte, dès que l'on parle de série de plusieurs centaines d'avions.

Les essais de fatigue, quant à eux, visent, on l'a vu, à simuler les efforts supportés par l'avion lors d'un vol, et à répéter ces simulations des dizaines de milliers de fois, de manière à couvrir toute la vie de l'avion. Pressurisation, flexion de la voilure durant les différentes phases du vol sont ainsi appliquées de manière systématique. Tout comme les charges provoquées par la poussée des réactions, manœuvres au sol, ect. « Il faut six minutes pour simuler un vol. Pour 60 000 vols simulés, chiffre courant sur un appareil comme le Falcon 900, explique Jean-Luc Masset, chef du groupe structures du CEAT de Toulouse, et compte tenu des intervalles et des interruptions, il faut deux à trois ans pour mener à bien les essais de fatigue. Pendant ce temps-là, l'avion vole déjà en exploitation régulière. Le règlement prévoit qu'avant la mise en service, les essais couvrent deux à trois ans de la vie de l'avion... »

Il peut donc arriver que des problèmes de fatigue se manifestent alors que l'exploitation opérationnelle dure depuis pas mal de temps. Tel est le cas de l'ATR 42, appareil de transport régional construit en coopération franco-italienne par Aérospatiale et Aeritalia. Les essais de fatigue ont conduit à prévoir un renforcement des ailes sur les soixante-dix premiers appareils produits, des fissures étant apparues lors de ces essais.

La certification marque la reconnaissance officielle de l'aptitude d'un avion à remplir la mission pour laquelle il a été conçu. Elle doit être obtenue avant que l'avion puisse entrer en service régulier. Mais les essais se poursuivent bien après cette certification, qui est délivrée par les services compétents : Direction générale de l'aviation civile en France, FAA aux Etats-Unis. Ce qui peut conduire, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, à des remises en cause de la structure, comme avec l'ATR 42. En général, cependant, les essais après certification sont des essais complémentaires. On cherche à s'assurer que même dans le cas de défaut d'entretien, la cellule est capable de supporter la charge limite.

Outre les dommages dus à la fatigue, les dommages artificiels⁽¹⁾ doivent aussi être envisagés. Cette résistance aux dommages constitue d'ailleurs un critère important pour le choix d'un alliage, en

fonction de la pièce considérée.

Les alliages les plus anciens étaient au cuivre (4 %) et au magnésium (1 %). Les plus récents au zinc (6 %) et au magnésium (1 à 2 %). Les tout derniers au lithium. L'incorporation de 2 % de lithium permet ainsi d'obtenir une densité d'alliage de 2,36, contre 2,77 pour les alliages au cuivre. Quand on sait que les trois quarts de la structure proprement dite d'un avion, fuselage plus ailes, sont faits en alliage d'aluminium, on voit de suite les gains possibles. Le lithium augmente d'autre part la rigidité de l'alliage, c'est-à-dire la résistance à la torsion : 1 % de lithium augmente de 6 % la rigidité.

« Les propriétés des premiers alliages quant à leur résistance à la fatigue étaient à peine connues, indique Michel Rougier, chef du service recherches de la société Cogedur Péchiney Rhenalu, tout simplement parce qu'on ne disposait pas des tests de fatigue nécessaires pour les calculer. Comment calculer, par exemple, la résistance à la propagation d'une fissure ? On manquait et on manque encore parfois de références. Aussi, aujourd'hui, avec les moyens d'essais et de calcul dont on dispose, teste-t-on les anciens alliages, ceux dont on connaît par expérience le comportement de base... »

De nouveaux alliages aluminium-lithium commencent ainsi à être utilisés. Plus légers, possédant une meilleure rigidité que les alliages précédents, ils permettent de diminuer le poids de la structure des avions et donc d'améliorer leurs performances. En France, Péchiney a mis au point un alliage aluminium-lithium, le 2091, qui a fait l'objet d'une demande d'achat du brevet par la firme américaine Alcoa, principal concurrent de Péchiney sur le marché mondial de l'aluminium. Précisément parce que le 2091 présente une excellente résistance aux dommages⁽¹⁾ et peut être utilisé avec profit pour la "peau" des fuselages, plus susceptible de subir des chocs. Aujourd'hui, on utilise de plus en plus des matériaux composites, en raison de leur très bonne tenue à la fatigue et du gain de masse qu'ils permettent. Ils font l'objet d'essais poussés au CEAT de Toulouse, en particulier pour ce qui concerne la résistance à l'endommagement.

Ce que l'on peut considérer comme un grand luxe de précautions n'empêchera sans doute jamais totalement l'apparition de défauts sur une structure d'avion. Trop de facteurs sont en jeu. Du moins cela devrait-il permettre de limiter au maximum leur probabilité. Et de mieux maîtriser leurs conséquences. Ce qui ne serait déjà pas si mal.

Germain Chambost

(1) On désigne ainsi les atteintes provoquées par des chocs : collision avec des cailloux, des oiseaux et autres impacts divers, notamment lors d'opérations d'entretien.

Comment j'ai développé une étonnante mémoire en quelques jours

- et comment vous pouvez en faire autant -

Vous allez peut-être rire de moi, mais la micro-informatique me faisait peur. D'ailleurs, il y avait de quoi !

Tous mes collègues utilisaient des "tableurs", des "traitements de texte", et des "gestions de fichiers" avec une facilité déconcertante dans leur travail - alors que moi, j'en étais encore à la machine à écrire, avec 2 doigts, et à la calculatrice à rouleau.

Il suffisait que j'utilise cet ordinateur diabolique et sa souris infernale pour déclencher des catastrophes.

J'étais devenu la risée du bureau

Un exemple ? Un collègue m'explique comment mettre mon carnet d'adresses sur base de données. Le pauvre ! J'ai dû le déranger 100 fois : j'oubiais les instructions, le curseur disparaissait, l'écran se couvrait de signes cabalistiques, des manœuvres intempestives bloquaient toute opération... j'ai mis presque une journée entière pour sortir 30 malheureuses adresses sur étiquettes auto-adhésives. J'étais devenu la risée du bureau.

Taper une lettre n'allait pas mieux. L'ordinateur me refusait les accents sur les "é" et les "ë", me rajoutait n'importe où des textes que je croyais pourtant avoir effacés. Quand, enfin, j'avais fini ma longue lettre, une fausse manœuvre, et... hop ! j'effaçais tout.

Un vrai cauchemar. Il m'arrivait d'ailleurs d'en rêver. J'en aurais pleuré.

Un jour, tout a changé.

Obligé de faire des heures supplémentaires non payées pour rattraper mon travail en retard, j'étais jaloux de ceux qui partaient à 5 heures, l'âme sereine, grâce à l'aide de leur ordinateur.

Un jour, une stagiaire que j'avais prise en sympathie - une jolie blonde prénommée Marie - m'a donné une idée : "Monsieur Richalais, tous vos problèmes viennent de votre mémoire. Les instructions à suivre sont simples, mais le moindre détail compte. Une touche tapée de travers, et plus rien ne marche. Vous devriez prendre du phosphore et des vitamines pour la mémoire !"

Des vitamines, non. Mais des trucs pour améliorer ma mémoire, oui. J'ai donc répondu à plusieurs annonces proposant une méthode, et j'ai choisi celle qui me

semblait la plus complète : la Méthode Godefroy.

En une semaine, ma vie s'est littéralement transformée.

Les secrets de ceux qui ont de la mémoire

1) Première surprise : en vous libérant des freins et des blocages qui bridient la mémoire naturelle, vous pouvez doubler votre capacité de mémoriser.

2) Deuxième surprise : l'attention et la concentration sont deux clefs très importantes de la mémoire. En les développant, et cela se fait très vite avec les méthodes modernes, vous gravez plus facilement les informations dans votre cerveau.

Enfin, j'ai découvert les techniques employées, par exemple, par les acteurs pour apprendre leurs rôles : leur efficacité est étonnante quand on connaît les "trucs" de métier.

Du coup, tout ce qui me semblait difficile à comprendre, impossible à mémoriser, est devenu facile à graver dans mon cerveau de manière indélébile. Enfin libéré par mon ordinateur des tâches ingrates et routinières, j'ai eu le temps de mettre au point un projet auquel je songeais depuis longtemps.

Le comité de direction a accepté mon projet, et m'en a confié la responsabilité. Depuis, je gravis les échelons de la hiérarchie avec une facilité qui m'étonne moi-même.

Ma réussite a, en fait, de bonnes raisons.

J'ai décuplé ma confiance en moi

Non seulement cette méthode a développé ma mémoire, mais elle a aussi décuplé mon assurance personnelle et ma confiance en moi : plus besoin de chercher un dossier pendant des heures, je sais exactement où se trouve chaque chose. Si on me pose une question, je ne rougis plus en hésitant : tout est là, dans mon crâne, les informations sont à ma disposition à volonté.

Si je m'engage, je tiens maintenant parole sans effort, car je n'oublie plus rien. Ni les articles, ni les rapports, ni même les chiffres, les références que je détestais auparavant ne peuvent m'échapper.

Inutile de vous dire les effets sur ma vie privée. Qu'il s'agisse de raconter - bien - une histoire drôle, de me souvenir des cartes jouées pour gagner, ou de retrouver le détail qui fait plaisir (par exemple ne plus rater un anniversaire), tout cela est devenu un jeu d'enfant.

Ma popularité et ma "cote" auprès de mes ami(e)s se sont transformées du jour au lendemain.

Voici ce que vous devez faire pour avoir vous aussi une étonnante mémoire

Je ne sais pas qui vous êtes, mais que vous soyez secrétaire, patron, étudiant ou employé, je suis sûr qu'une méthode de mémoire pourrait transformer votre vie autant que l'a été la mienne.

Mon fils, par exemple, qui est un vrai cancre - hélas ! - a décroché son bac sans effort parce qu'il m'avait "piqué" ma méthode. Il me l'a ensuite avoué. Et il fait maintenant Sciences Po alors que 2 ans auparavant ses professeurs voulaient le faire redoubler sans même le présenter au Bac.

C'est la même méthode qui m'a ouvert les portes de l'anglais - indispensable dans l'Europe de demain -, de la parole en public (plus de trous de mémoire), et m'a donné un tel contrôle de moi-même que j'ai pu me débarrasser de plusieurs mauvaises habitudes.

En cadeau : un petit livre passionnant et gratuit

Vous aimeriez sans doute, vous aussi, avoir une mémoire puissante et fidèle, et une concentration invincible. Vous pourrez ainsi réussir un examen difficile, briller en société, améliorer votre situation ou vous en créer une nouvelle - et étonner vos collègues grâce à l'informatique !

Je vous conseille donc vivement d'écrire à l'auteur de la méthode qui m'a si bien réussi : Christian H. Godefroy, aux bons soins du Centre d'Enseignement de la Mémoire, B.P. 94 - 45, avenue du Général Leclerc, 60505 Chantilly Cedex. Découpez le bon ci-dessous, remplissez-le, et envoyez-le : il vous fera parvenir, en cadeau gratuit, un petit livre passionnant sur le sujet.

Pierre Richalais

BON GRATUIT

à retourner au Centre d'Enseignement de la Mémoire
BP 94, 45, avenue Leclerc, 60505 Chantilly Cedex

OUI, je désire recevoir le petit livre "Comment développer une étonnante mémoire" (rien à payer)

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____

Ville _____

D036/SV382



1989, LA RÉVOLU

Qu'elle soit dangereuse ou anabolisantes a toujours inquiété de les interdire toutes. Mais qu'

Voilà qu'on nous refait le coup des hormones. Depuis 1980, et l'affaire du veau, elles avaient ponctué l'actualité à l'occasion de scandales sporadiques, auxquels, il faut bien le dire, on s'était habitué. Or, à la fin de l'année 88, la machine médiatique s'emballe pour atteindre son paroxysme au nouvel an, date de mise en vigueur d'une directive

communautaire qui interdit l'utilisation de toutes les substances anabolisantes "naturelles et artificielles" dans les élevages producteurs de viande. Résultat, la guerre économique qui s'engage, entre les USA exportateurs de viande et la CEE, risque fort d'assombrir un dossier scientifique déjà bien nuageux. C'est pourquoi, avant toute chose, penchons-nous sur les origines biologiques de cette polémi-



TION HORMONALE

*pas, l'utilisation des hormones
les consommateurs. La CEE a décidé
en sera-t-il de la somatotropine ?*

que, et voyons comment, le pool d'hormones, utilisées ces dernières années dans l'industrie de la viande, s'est enrichi ou appauvri, au fil des législations, pour aboutir au bannissement total actuel.

Les hormones sont des substances produites par des glandes à sécrétion internes (endocrine), comme l'hypothalamus, l'hypophyse, la thyroïde, la parathyroïde, les capsules surénalies, le pancréas,

les testicules et les ovaires. Si on devait établir une hiérarchie des glandes, on peut dire qu'en règle générale, l'hypothalamus situé à la base du cerveau (formation mixte nerveuse et endocrine) joue le rôle de chef d'orchestre. Il sécrète des hormones qui contrôlent celles de l'hypophyse, elles-mêmes responsables de la stimulation des autres glandes subalternes comme les ovaires ou les testicules.

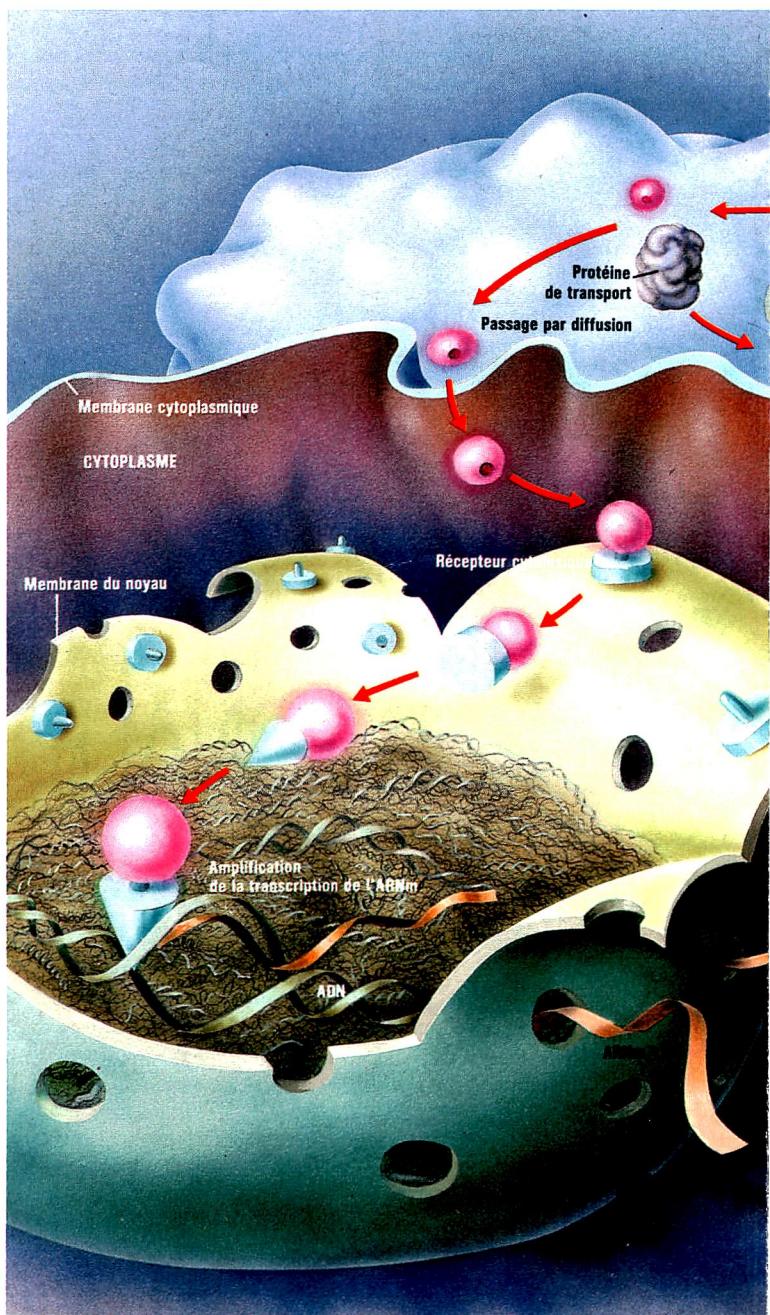
Déversées dans la circulation sanguine, elles sont charriées par le sang et vont régler, à distance, le fonctionnement des organes auxquels elles sont destinées. Une fois leur mission accomplie, elles seront éliminées par le foie, dans la bile, ou par les reins, dans l'urine. Conséquence, à l'instar des ordres nerveux transmis par le cerveau, les organes sont soumis à un deuxième type d'ordre : les ordres hormonaux. Certaines perturbations hormonales peuvent donc provoquer de graves troubles physiologiques. C'est le cas des diabétiques, chez qui, le pancréas ne sécrète pas assez d'insuline. Par contre, lorsque ce système de communication fonctionne à bon escient, il fait des miracles, et la testostérone en est le meilleur exemple.

Cette hormone mâle, produite par les testicules, agit dès les premières semaines de la vie pré-natale. Elle est responsable de la transformation en garçon avec une verge et des bourses, et plus tard, elle transforme l'enfant en adolescent, lui donne son apparence masculine et le désire de séduire.

Justement, ce sont les hormones sexuelles, mâles ou femelles des bovins (surtout les mâles), qui sont utilisées dans les élevages pour augmenter la production de viande. Elles appartiennent au groupe des stéroïdes, car elles ont toutes en commun la même structure moléculaire de base, un stérol, alcool de poids moléculaire élevé. Différents radicaux peuvent se fixer sur cette architecture, en se substituant à un atome d'hydrogène, ce qui caractérise chacune d'entre elles : œstradiol, progestérone et testostérone. Ces trois types jouent donc un rôle dans le développement et la physiologie sexuelle, mais aussi dans la croissance et le métabolisme.

Ceci a motivé leur emploi, par injection dans le sang des bovins, mais pourquoi ?

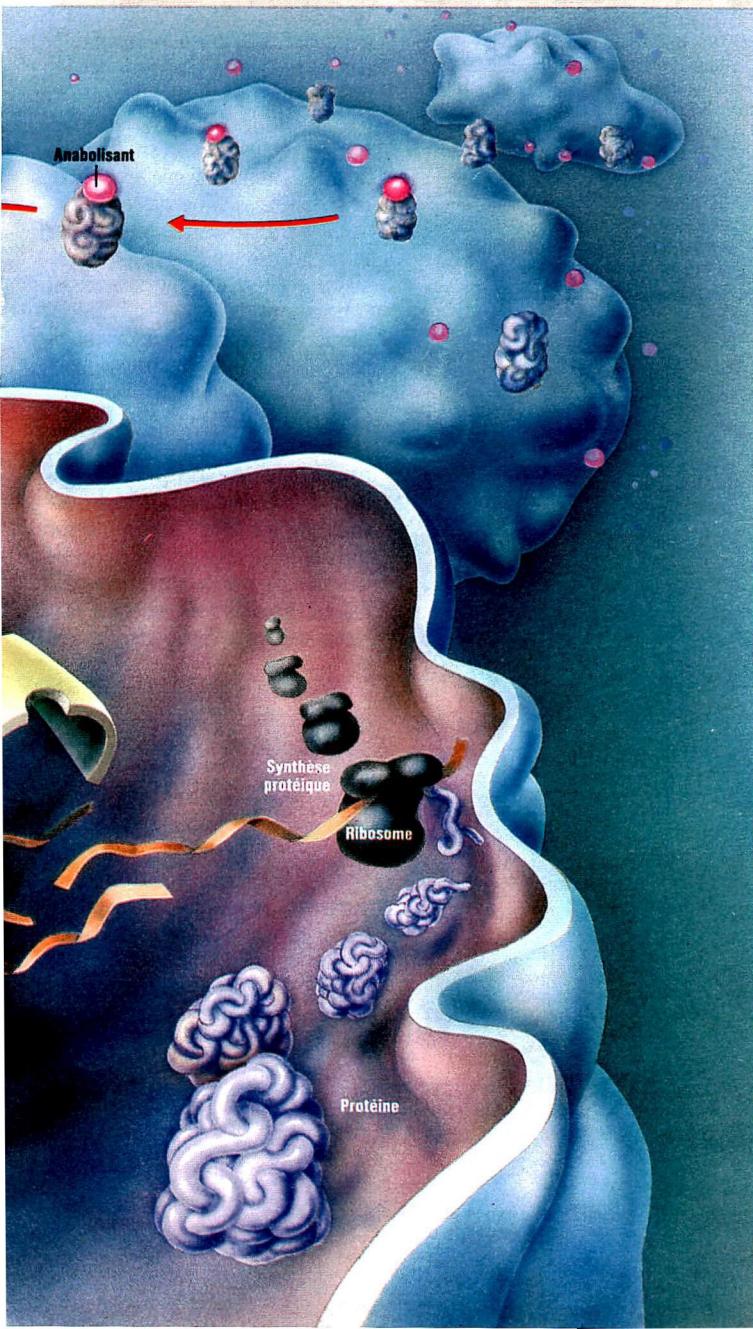
Comme l'homme, la vache se nourrit pour vivre. Mais toute la nourriture ingérée ne servira pas seulement à l'engraisser (il ne suffit pas de donner 1 kg de protéine à la vache, pour qu'elle fabrique 1 kg de viande). Une partie de la valeur nutritive des aliments sera perdue pour servir à fabriquer l'énergie utilisée lors de la synthèse protéique, la fabrication de viande. C'est le métabolisme, qui résulte donc de deux mécanismes biochimiques complémentaires



COMMENT LES ANABOLISANTS FONT GROSSIR

Transporté par une protéine, l'anabolisant arrive au niveau de la membrane cytoplasmique de la cellule. Il traverse cette barrière par diffusion, puis est pris en charge par un récepteur situé au "niveau" de la surface du noyau de la cellule — on ne sait pas encore, si ce récepteur se situe à l'intérieur ou à l'extérieur du noyau. Ils forment alors un complexe anabolisant-récepteur, qui se fixe sur une séquence spécifique de l'ADN. C'est là que l'anabolisant dope la

transcription en augmentant le taux d'ARNm produit. Et l'ARNm, qui a copié l'information contenue dans l'ADN du noyau, va aller porter le message dans le cytoplasme aux niveaux des ribosomes qui fabriquent les protéines. Si on augmente ce taux d'ARNm, on multiplie le nombre de messages et donc la quantité de ribosomes informés par rapport à la synthèse normale. Conséquemment, la cellule fabriquera plus de protéines et notre vache grossira plus vite.

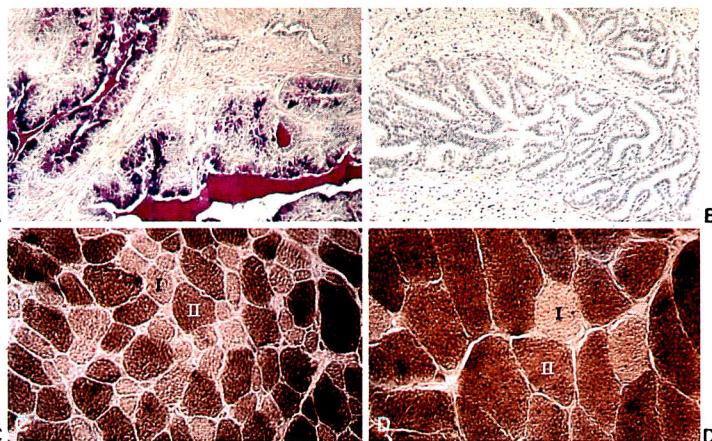


mais "énergiquement" opposés : catabolisme et anabolisme. Le premier fournit de l'énergie en détruisant les molécules par oxydations et la stocke sous forme d'ATP. Tandis que le second, la consomme en produisant la viande à partir des molécules d'azote contenues dans l'alimentation : c'est la synthèse protéique.

A ce propos, il faut savoir que cette synthèse à un très faible rendement chez les animaux, et plus particulièrement, chez les bovins. Seulement 23 % de l'azote ingéré, servira à fabriquer la viande. Le reste est excrété par l'animal. Tout l'intérêt des hormones sexuelles, est qu'elles réduisent ces pertes, et augmentent d'autant plus le poids de viande en facilitant la biosynthèse des protéines, donc l'anabolisme : c'est leur pouvoir anabolisant.

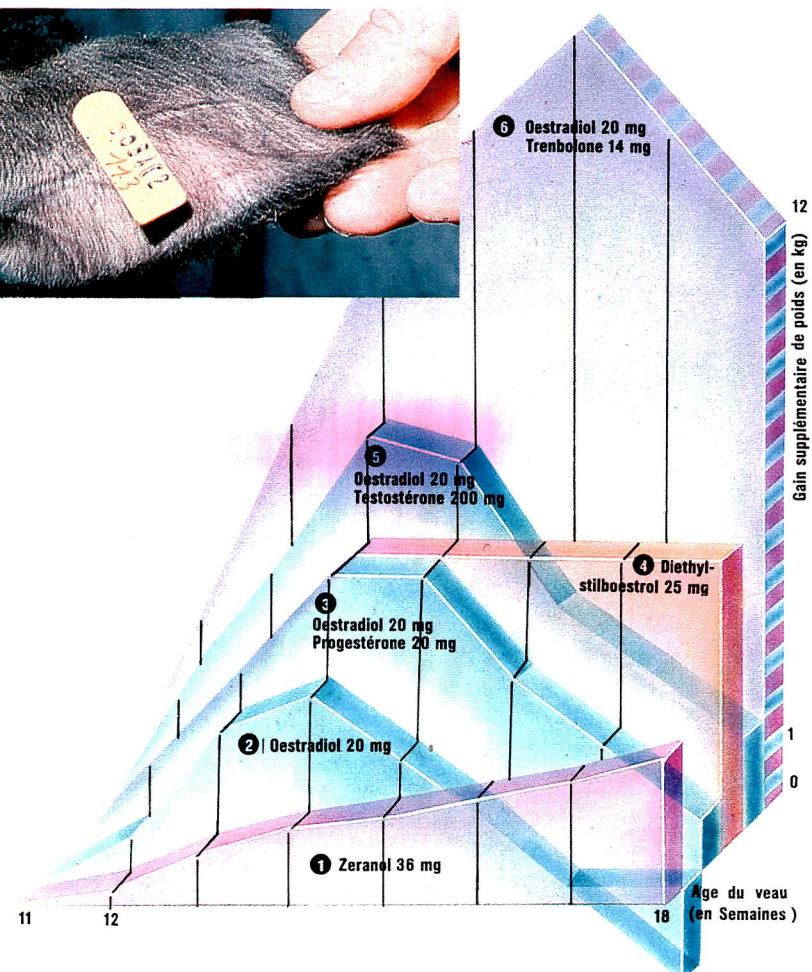
Connaissant les propriétés et la structure moléculaire des hormones naturelles (stréroïdes), les biochimistes se sont empressés de fabriquer des molécules synthétiques, similaires, pour alimenter ce nouveau marché médicamenteux et satisfaire la demande des éleveurs. Cela a donné naissance aux hormones artificielles : zéanol, acétate de trenbolone et le diéthylstilboestrol (DES).

Cette génération d'anabolisant fut employée par injection sous cutanée. La piqûre contenait, aussi bien, des produits naturels seuls, que des cocktails moléculaires composées d'hormones naturelles et artificielles. L'avantage de telles préparations est qu'on a sé-



Les différents types de dopage

n'ont pas le même pouvoir anabolisant. Les hormones naturelles (courbes 2, 3 et 5), employées seules, sont moins "efficaces" que les artificielles (1, 4). Tandis qu'en mélange, leur effet varie énormément. Ainsi, l'oestradiol associée à la testostérone (5) provoque seulement un gain de poids supplémentaire de 2 kg en 7 semaines pour le veau. Par contre, avec de la trenbolone (6), on obtient la préparation la plus performante: 16 kg supplémentaires. Ce type de mélange (20 mg d'oestradiol pour 140 mg de testostérone par dose) porte le nom commercial de Revalor. C'est le code de ce produit qui apparaît sur l'étiquette poinçonnée dans l'oreille du veau (cette photo ci-dessous est antérieure à 1986 puisque, depuis cette date, ces produits sont interdits). Deux examens au microscope ($\times 10$) de coupes histologiques effectuées au niveau de la prostate (photos ci-dessus) permettent de déceler la présence d'anabolisants: la prostate du veau sécrète un mucus acide qui réagit avec un colorant, le bleu d'Alcyan (D), et les fibres du muscle uréthrale se dilatent (B).



lectionné les meilleurs mélanges, pour produire toujours plus de viande (*voir dessin ci-contre*).

A la suite de cette première vague d'anabolisants de la fin des années 70 et du début des années 80, une levée de boucliers des associations de consommateurs a permis de mettre de l'ordre dans cette boîte à pharmacie. On s'aperçut alors que le diéthyl-stilboestrol (DES) avait des propriétés cancérogènes et que le zéranol n'avait rien à lui envier⁽¹⁾. En revanche, les études toxicologiques démontrent l'inocuité des hormones naturelles, si on respectait les doses seuils de toxicités. Quant à la qualité gustative de la viande, des tests comparatifs, en double aveugle, ont prouvé que les hormones naturelles ne changeaient rien au goût⁽²⁾. L'affaire aurait pu en rester là, car la loi Rocard, de 1984, établissait un consensus. Elle interdisait l'utilisation des substances "déclarées" toxiques, et encourageait l'emploi de quatre anabolisants qui avaient reçu une autorisation de mise sur le marché (AMM): l'oestradiol 17-b, la progestérone, la testostérone et l'acétate de trenbolone. Cependant, ces quatre substances posaient un problème technique au moment du contrôle des viandes par les services vétérinaires, car elles masquaient la présence des autres anabolisants dangereux.

En effet, le moyen de dépistage, le moins coûteux et le plus utilisé, repose sur l'examen histologique du parenchyme de la prostate des animaux (*voir photos ci-contre*). Or, les substances anabolisantes prohibées, provoquent le même effet que les hormones autorisées : un épaissement et une acidification des tissus au niveau de la prostate (visible au microscope). Les services vétérinaires devaient se livrer à des examens plus précis et surtout plus longs. Les résultats des analyses arrivaient plus tard et la viande était déjà consommée. De plus, quand on sait que seulement 0,3 % des viandes importées subissent un contrôle vétérinaire, on devine la grosseur des mailles du filet réglementaire, à tra-

vers lesquelles ont pu passer un bon nombre de substances illicites, de l'époque.

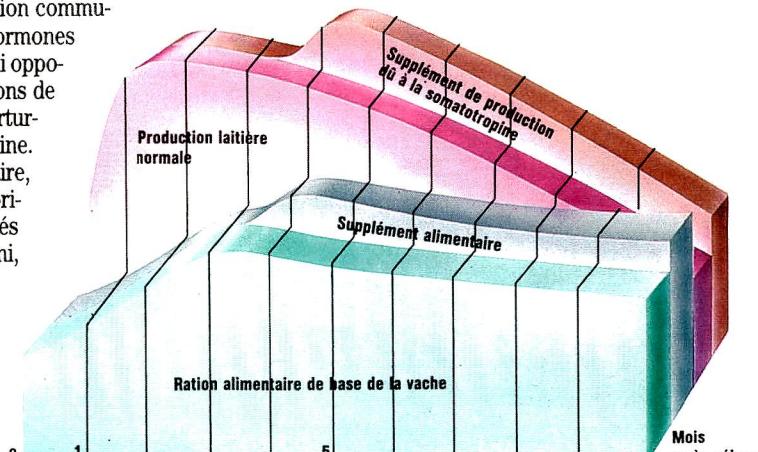
Une nouvelle pression des consommateurs détermina, en 1986, H. Nallet, déjà ministre de l'Agriculture, à interdire toutes utilisations d'hormones anabolisantes en France, précédant ainsi la décision de la CEE.

D'ailleurs au même moment, les discussions s'intensifiaient au niveau des instances communautaires. Une commission de 20 experts européens fut composée pour déterminer les dangers des hormones. D'après G. Mouthon, un des experts et professeur agrégé de physique, chimie biologique et médicale à l'Ecole nationale vétérinaire de Maisons-Alfort, la bataille fit rage ! Une des causes de discord fut le dossier toxicologique de la trenbolone. « La firme américaine qui la produisait, a refusé de fournir ce dossier à certains experts » déclare-t-il. « De plus, cette commission a poursuivi ses travaux en éliminant les membres générants qui s'opposaient à l'utilisation du zéranol et de la trenbolone. En fait, les décisions se sont prises au niveau des gouvernements, sans tenir compte de l'avis des scientifiques » souligne-t-il.

En somme, une guerre des hormones a déjà eu lieu au niveau européen, malgré la décision communale finale d'interdire tous les types d'hormones anabolisantes. Outre le conflit actuel, qui oppose les USA et la CEE, sur les importations de viande américaine, le nouvel élément perturbateur sera peut-être, la somatotropine. Cette hormone de croissance hypophysaire, stimule la lactation chez la vache. Fabriquée à grande échelle par quatre sociétés américaines (Mosantio, Elanco, Syanami, Leylli), son dossier toxicologique attend l'approbation des instances européennes de Bruxelles. Son utilisation chez la vache augmente sa production laitière d'environ 30 % (*voir dessin ci-contre*). Déjà utilisée en 1937 en URSS, il fallait alors extraire le contenu de 20 hypophyses, sur des vaches tuées à l'abattoir, pour obtenir le contenu d'une injection (30 mg). Actuellement, le génie génétique permet de synthétiser ce polypeptide, de 191 acides aminés, en quantité industrielle, ce qui justifie son emploi à grande échelle. Comme pour les anabolisants, on peut se demander si son utilisation ne sera pas toxique chez l'homme puisqu'on en retrouve des traces dans le lait des vaches traitées. Le professeur Raphaël Rappaport (3), une

des rares personnes à avoir vu le dossier toxicologique, conclut à son innocuité. Par contre, les avis divergent quant à ses propriétés physiologiques. Pour ses promoteurs américains, la somatotropine n'est pas un anabolisant. C'est pourtant cette hormone de croissance qui permet au veau de grandir pendant les deux premières années de sa vie, période à laquelle il fabrique des muscles et des os ! Toujours est-il qu'une publication récente au *Journal officiel de la CEE*, vient de la classer dans les hormones non anabolisantes. Elle n'entre donc pas pour l'instant dans le clan des substances interdites.

En fait, son utilisation pose plutôt un problème économique. Les vaches traitées à la somatotropine produisent plus de lait (4 à 5 kg de plus par jour). À l'avenir, on aura donc besoin de moins de vaches, pour produire la même quantité de lait. On se tournera donc vers un élevage intensif alors que la CEE pensait profiter du gel des terres pour pratiquer un élevage extensif. De plus, avec la somatotropine, la vache produit plus, mais surtout mange plus (*voir courbe ci-dessous*). On doit lui apporter des compléments alimentaires coûteux, importés des USA. En fait, son bien-fondé économique reste flou.



La somatotropine fera-t-elle baisser le prix du lait ? Rien n'est moins sûr, car même si, pour une vache, elle augmente la production journalière de 4 à 5 kg, elle entraîne également une consommation supplémentaire de nourriture.

Mais on n'en est pas à un paradoxe près, on a interdit l'utilisation des hormones naturelles, alors que les scientifiques avaient prouvé leur innocuité, et on a imposé des quotas laitiers alors qu'on veut maintenant utiliser un hormone galactogénique. En fait, la somatotropine va sûrement servir d'otage dans le combat que se livrent l'Amérique et l'Europe. En permettant son utilisation, on augmentera les importations d'aliments pour le bétail, venant des Etats-Unis, ce qui apaisera la colère provoquée par le refus des viandes hormonées.

Didier Dubrana

(1) Pour en savoir plus : *Les hormones et leurs analogues dans la reproduction*. Ed. Masson 1988.

(2) Voir *Science & Vie* n° 759 p. 66

(3) Hôpital Necker - Enfants malades, Service d'Endocrinologie pédiatrique et diabète.

Sur FUN Radio, seul un Blanc peut faire de l'humour noir.



"Un p'tit Blanc sec"

c'est l'émission d'Eric Blanc
sur FUN Radio*,
tous les dimanches
de 9 heures à 11 heures.
Et, en plus, Eric Blanc vous persécute
tous les jours à 8 heures 15 !

*102 FM Paris/Ile de France. Pour la fréquence de toutes les autres villes : 3615 code FUN RADIO.

FUN
radio
La meilleure radio

ECHOS DE L'INDUSTRIE

ESPACE

Trois espions sur un satellite

Le premier satellite français d'observation militaire sera lancé au milieu de l'année 1993. Dire qu'il est français n'est d'ailleurs pas tout à fait exact. Hélios (c'est son nom) est bien de conception française, mais il sera aussi exploité par deux autres pays, l'Espagne et l'Italie ; ceux-ci ayant pris une participation dans le programme de respectivement 7 et 14 %. Comme la France, ils souhaitent surveiller la Méditerranée et ne plus dépendre pour cela du bon vouloir des Américains.

Un centre unique de programmation va être créé pour utiliser Hélios. Mais chacun des participants disposera de son propre centre de réception et d'exploitation des images.

Le temps d'utilisation se calculera au prorata des participations financières. Ce qui n'empêchera pas chaque partenaire de communiquer aux deux autres les images qu'il aura recueillies. La démarche est pour le moins originale quand

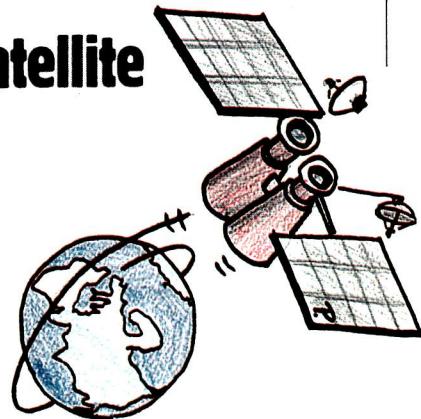
on connaît le soin jaloux avec lequel les militaires gardent secrètes leurs actions d'espionnage. Par don : d'observation.

La France a pris l'initiative de cette opération commune, qui permet de réduire d'autant le coût d'un investissement élevé : 7,5 milliards de francs.

Mais la démarche est toutefois venue après le lancement du programme Hélios, ce qui ne va pas sans occasionner quelques difficultés d'adaptation.

Aussi, les trois nations travaillent-elles d'ores et déjà pour un Hélios de seconde génération. Ainsi, alors que ce premier satellite se limitera à l'observation dans le visible (de jour, et à condition que la couverture nuageuse ne gêne pas les prises de vues), l'après-Hélios sera doté de radars permettant l'observation quelles que soient les conditions climatiques ou de lumière. Il devrait être opérationnel vers 2005.

Au ministère français de la Dé-



fense, on ne cache pas la volonté du gouvernement d'encourager ce genre de coopération militaire multinationale.

L'espace reste encore "ouvert" à de telles ententes alors que la susceptibilité des industriels rend difficiles des accords multinationaux en matière d'armements classiques. On l'a bien vu avec l'affaire de l'avion de combat européen, où la France se retrouve seule à produire l'appareil dérivé du Rafale.

MICRO-ÉLECTRONIQUE

Un analyseur d'image de 4 millions de points

Les circuits DTC (dispositif à transfert de charge) remplacent de plus en plus le tube cathodique pour l'analyse de l'image et la production du signal vidéo. La finesse du programme sur un téléviseur dépend avant tout de la définition de cet analyseur.

Actuellement, des analyseurs DTC constitués de 500 000 cellules sont couramment fabriqués. Pour

les matériels de haute définition à usage technique ou scientifique, on réalise des senseurs de 1 à 2 millions de points.

Mais les laboratoires de recherches d'Eastman Kodak, à Rochester aux USA, viennent de créer un analyseur à 4 millions de cellules. Celles-ci mesurent 9×9 micromètres chacune et sont disposées en 2'048 lignes horizontalement et au-

tant verticalement.

Kodak maintient ainsi, dans la technologie des DTC, une avance qu'elle avait conquise en 1986 en lançant le premier analyseur à 1,4 million de points. Le nouveau circuit est destiné, notamment, aux caméscopes à haute vitesse, aux senseurs de vision des robots et aux appareils de photo vidéo en couleurs.

L'eau épurée par des bactéries

Des chercheurs du Centre de recherche nucléaire de Jülich (RFA) ont mis au point avec une entreprise du Baden-Wurtemberg, une installation de traitement de l'eau qui élimine les nitrates nuisibles à la santé. Cela se passe d'une manière simple et naturelle à l'aide de bactéries dans un "bio-réacteur".

L'eau polluée au nitrate, substance provenant de l'amendement abusif du sol ou d'autres polluants azotés, est introduite dans une turbine tournant lentement, dans laquelle des bactéries fixées sur des

granulés de lave assurent une déoxydation. Les polluants nitrates d'une concentration de 60 à 70 mg par litre d'eau sont ainsi réduits à une concentration voisine de zéro. Le produit final est une eau sans nitrates et de l'azote qui est évacué dans l'atmosphère.

Les bactéries qui apportent leur précieux concours dans ce processus d'épuration sont présentes dans la nature. En les fixant sur la roche volcanique et en leur ajoutant une petite dose d'éthanol comme première "nourriture",

elles prolifèrent rapidement et deviennent très actives.

Le prix de l'installation est chiffré par le constructeur à environ 2 millions de francs. La longévité de l'appareil est quasi illimitée. Il n'exige aucun frais d'exploitation ni personnel qualifié, et il peut être installé en tous lieux. Il fournit jusqu'à cinq mètres cubes d'eau potable "propre" par heure. Le bio-réacteur devrait être aussi intéressant pour les pays du Tiers-monde, dont l'eau, souterraine et superficielle, est polluée au nitrate.

SÉCURITÉ

Un masque de soudure à cristaux liquides

Speedglas-AT (pour *Advanced Technology*), tel est le nom d'un masque (*photo ci-dessous*) véritablement révolutionnaire destiné aux soudeurs professionnels. En effet, l'écran de ce masque n'est pas passif, comme sur les modèles

ordinaires. Il est constitué de deux types de cristaux liquides qui s'assombrissent sous l'action de la lumière. Du coup, son degré d'obscurcissement varie en fonction de l'intensité de l'arc électrique de soudage.

Sa réaction est ultra-rapide : 1/2 000 s, pour passer d'un indice de protection de 3, en l'absence d'arc, à un indice de 10, 12 ou 13, avec arc — suivant le degré de protection désiré et suivant le modèle de masque choisi.

Cette vitesse de réaction est nettement supérieure à celle de la rétine de l'œil (1/50 s) et supprime

donc totalement les risques du coup d'arc.

Avec un masque classique, le soudeur devait tenir d'une main sa torche tandis que l'autre rabattait la visière de son casque, trop sombre pour permettre un travail précis. Avec le Speedglas-AT, les mains restent libres, l'indice minimal de protection (indice 4) et l'écran grande largeur (95 × 45 mm) assurent une visibilité parfaite de la zone de travail. De plus, ce nouveau casque est léger (425 grammes). Il fonctionne avec une pile dont l'autonomie est d'environ 600 heures.

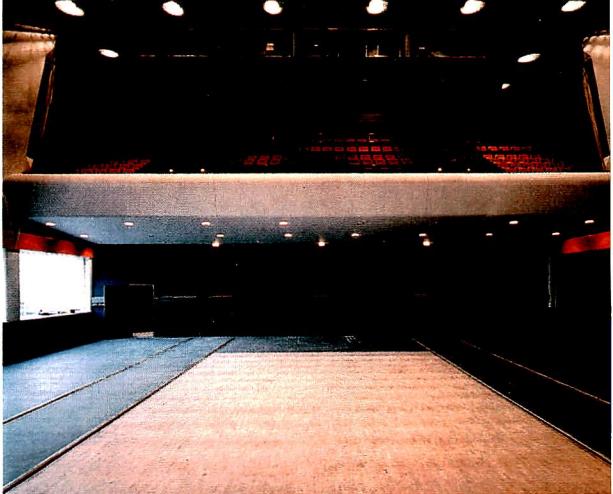
En position "arrêt" ou en cas de défection de l'alimentation, l'élément filtrant reste bloqué sur une protection intermédiaire de sécurité (indice 8) évitant ainsi tout risque d'accident.

L'écran du masque Speedglas-AT comprend neuf couches : trois couches de protection, deux couches de cristaux liquides, trois filtres de polarisation et enfin un filtre anti-ultraviolets et anti-infrarouges.

Prix : 2 400 F (Lansec, 5 place des Alliés, BP 39, 68290 Masevaux).



Pour relier entre eux des ordinateurs de marques différentes, situés en des lieux très éloignés, une firme britannique, Ultranet, vient de lancer une gamme de processeurs de communication (X 25). Ces processeurs peuvent s'utiliser séparément — en tant que commutateurs de données, assembleurs-désassembleurs et convertisseurs de protocoles — ou se relier en réseau. Des unités modulaires permettent d'accroître la capacité ou le nombre de fonctions. L'X 25 relie entre eux les processeurs du réseau.



INVENTION

La salle de spectacle escamotable invitée de *Science & Vie* à Genève

Le 17^e Salon international des inventions et des techniques nouvelles va se tenir à Genève du 7 au 16 avril prochain. Comme chaque année, nous y invitons un innovateur français dont la création a été publiée au cours des douze derniers mois dans notre rubrique "Des marchés à saisir". Cette année, c'est le système Gamma qui permet l'escamotage rapide des fauteuils d'une salle de spectacle ou de conférence, qui a été sélectionné.

Inventé par M. Henri Chauvet et diffusé par SAE, un des premiers groupes européens du bâtiment et des travaux publics, Gamma est un système automatique qui permet, en moins d'une demi-heure, de changer la configuration d'une salle en faisant disparaître les

rangs de fauteuils sous un plancher mobile.

Pour réinstaller la salle, une chaîne sans fin à commande électro-mécanique met en mouvement la première rangée de sièges. Les autres rangées, tractées par la première, prennent automatiquement leur position. Un contrôle de fin de course vérifie le bon positionnement et arrête automatiquement le mouvement de la chaîne. Selon l'importance des manifestations, la capacité de la salle est modulée à volonté grâce à un dispositif de débrayage par travée.

Après mise en place des sièges, le plancher est incliné au moyen de vérins de relevage. L'angle d'inclinaison est calculé sur ordinateur en fonction de chaque salle afin d'obtenir un maximum de visibilité

pour chaque spectateur. Par sécurité, en fin de mouvement, les charges appliquées à la plate-forme sont reportées sur des appuis métalliques qui annulent les efforts sur les vérins. Ces appuis sont calculés pour permettre de fortes surcharges et compenser les effets dynamiques dus au déplacement du public. Ils annulent tout fléchissement et toute vibration. Pour remettre la salle à plat après un spectacle et ranger les fauteuils, le cycle des opérations est tout simplement inversé.

Nous souhaitons à M. Chauvet et à la SAE tout le succès qu'ils méritent. Pour tout renseignement sur le salon lui-même : Innova-Diffusion, Monique Vogt, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, tél. (1) 40 74 48 48 ou 40 74 48 57.

L'Optacon, mis au point par la société américaine TSI, permet aux aveugles de lire tout document imprimé. L'utilisateur pose le bout des doigts sur un ensemble de broches, tandis que l'autre main promène un scanner sur le texte. Les broches vibrent et forment chaque lettre balayée par l'appareil. Il suffit donc d'apprendre à reconnaître ces formes. Canon et TSI viennent de concevoir en commun une nouvelle version, l'Optacon II. Celui-ci est muni d'une interface d'ordinateur donnant accès à un logiciel d'instruction, pour l'enseignant. Il peut également déchiffrer un écran d'ordinateur en noir et blanc.

Des stages pour chefs d'entreprise proposés par Hors Limites (44 av d'Iéna, 75116 Paris). Au programme : la compétence humaine, la pédagogie de l'expérience, le leadership, l'esprit d'équipe, la communication, la prise de risque et l'innovation. Dates des stages : 12-18 avril, 19-25 mai, 21-27 juillet, 4-10 septembre et 2-8 octobre. Prix 12 700 F hors taxe.

Pour surveiller un local, DFB, (47 ter rue Roque de Filol, 92800 Puteaux) propose une caméra vidéo, CS Lilin, dotée d'un émetteur incorporé. Les images peuvent être captées sur un téléviseur dans un rayon de 200 m. Prix : 5 500 F.

ERRATA. Dans "La mémoire des métaux : un amalgame douteux" (n° 856, janvier 89, p. 24), des erreurs se sont glissées, tout particulièrement sur l'illustration, p. 26. La forme basse température (martensite) correspond au schéma C et non au schéma B qui, lui, symbolise la martensite cisaillement. On passe du schéma B au schéma C par une mise sous contrainte à température constante. En outre, le numérotage des photos p. 25 est décalé. Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser.

Agriculture Canada a mis au point un détecteur radar de poches d'eau souterraines.

INFORMATIQUE

700 pages de dossier gérées par une carte

Elle ressemble à une carte de crédit et, comme elle, tient dans un portefeuille. En fait, sa puissance est bien supérieure car cette carte remplace un dossier dactylographié de 700 pages (soit 10 mégabits d'informations). .

Conçue par les ingénieurs du Centre de recherches de Kodak-Pathé à Chalons-sur-Saône, elle permet donc de mémoriser un tel dossier, mais aussi de le tenir constamment à jour, de le modifier. L'enregistrement et la lecture se font sur un appareil mesurant environ 20 × 20 ×

8 cm lié à un logiciel (Kodak-KOS) et à un micro-ordinateur.

Les applications de ce "Système carte Kodak" sont multiples. Dans le domaine de la santé, par exemple, il permet de constituer un dossier médical, détenu par le patient lui-même, contenant des données détaillées, y compris des électrocardiogrammes ou des échographies numérisées. Sa grande capacité de mémorisation permet généralement de suivre le dossier d'une personne durant toute sa vie. La personnalisation de la

carte peut être assurée par un code confidentiel. Dans l'industrie, la carte peut aussi constituer le dossier d'un véhicule ou de tout autre matériel, avec détail de ses pièces détachées ou des opérations d'entretien. Elle permet également de suivre un stock, des livraisons, la garantie des matériels vendus, etc.

Kodak précise que sa carte est d'une fiabilité élevée car elle est résistante aux abrasions, aux variations de température, aux intempéries, aux agents chimiques et aux champs magnétiques.

INFORMATIQUE

Un clavier intouchable

Le clavier reste le dispositif le plus courant pour consulter un système informatique. Mais en pratique il n'est guère possible d'interroger un tel système en dehors des heures d'ouverture des bureaux ou des magasins qui possèdent les terminaux.

Un état de fait qui pourrait bien être modifié par un système, le Vitronic (breveté ANVAR), qui permet de travailler sur un clavier sans le toucher.

Ainsi, par exemple, si un syndicat d'initiative fixe un clavier Vitronic derrière sa vitrine, de jour



comme de nuit, les touristes pourront demander des renseignements (horaires d'avion ou de train, prix) simplement en posant le doigt sur la vitre, face aux tou-

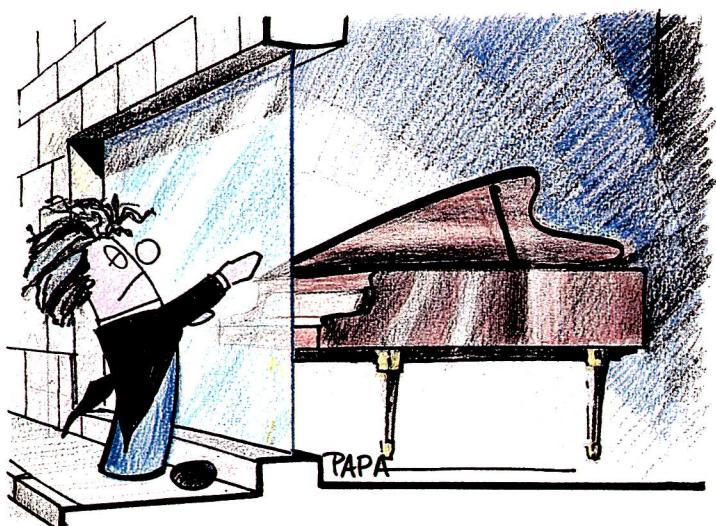
ches. L'appareil répondra comme un modèle ordinaire.

Le système repose sur une variation de capacité électrique au niveau de la touche. Aussi importe-t-il de placer le Vitronic contre un support diélectrique (ne générant donc aucun champ magnétique susceptible d'interférer avec celui du clavier), tel que le verre ou le bois.

Le système Vitronic est modulable, de 5 touches à 64 touches pour un clavier alphanumérique, et totalement compatible avec les claviers traditionnels. Un microprocesseur incorporé gère le clavier, assure la sécurité en cas de faux codes ou d'appui sur plusieurs touches et compense toutes dérives thermiques, variation d'humidité ou de température.

Ses applications sont des plus nombreuses : industrielles, commerciales, mais aussi lieux grand public où le matériel informatique nécessite une protection. Ainsi, préservé par un caisson étanche, le clavier Vitronic offre les mêmes services que tous les claviers classiques et ne nécessite plus de maintenance.

Pour tout renseignement : Agence nationale de valorisation de la recherche, 43 rue Caumartin, 75008 Paris, tél. : (1) 4017 83 00.



A l'heure de la congélation

Une firme britannique, Cell Systems, est à notre connaissance la première entreprise au monde à proposer ce nouveau service commercial que constitue l'expédition de sperme congelé de poisson. L'intérêt est triple : l'amélioration du fonds d'élevage des pisciculteurs, la garantie apportée à ces derniers contre les pertes catastrophiques qu'ils peuvent subir en cas d'une brusque épidémie, enfin la possibilité nouvelle qui leur est offerte d'opérer la fécondation des œufs à n'importe quelle époque de l'année. Un point particulièrement important pour les espèces qui ne fraient qu'une fois l'an.

Certes la cryoconservation du sperme des poissons et des mollusques ne constitue pas une révolution en soi. Elle a déjà été réalisée depuis de nombreuses années par l'IFREMER, le laboratoire de physiologie et de génétique des poissons de l'INRA et par le laboratoire d'ictiologie du Muséum, sur plusieurs variétés : carpes, truites, saumons, harengs, brochets, huîtres.

L'originalité vient donc ici essentiellement de ce service commercial d'expédition, dans la mesure où il n'existe en France aucune banque de sperme en matière d'aquaculture.

La firme a aussi réussi à congerler des œufs et des embryons, dont certaines caractéristiques physiologiques sont si peu compatibles avec la cryopréservation que personne n'y était jusqu'ici parvenu de façon significative. Ainsi, le centre IFREMER de Brest y est bien arrivé pour les mollusques — huîtres et palourdes — depuis fin 1986, mais les pourcentages de survie sont encore si faibles (4,3 %) qu'aucune communication de ces résultats n'a encore été publiée...

La firme britannique, elle, a déjà réussi la congélation d'œufs et d'embryons d'huîtres (**photo ci-dessus**). De petits œufs de poissons devraient suivre prochainement (ceux de la carpe entre autres). Elle travaille actuellement à



la mise au point de techniques de congélation d'œufs plus gros, notamment ceux du saumon et de la truite. Car à chaque espèce correspond une technique spécifique : s'il y a trop d'eau dans les cellules des œufs, ou si la température est abaissée trop rapidement, de petits glaçons se forment, qui endommagent ou tuent les œufs. Il faut donc parvenir à établir une définition parfaitement précise de la corrélation à respecter entre le contenu aqueux et la température.

Selon son brevet, Cell Systems y parviendrait en mettant du cholestérol sur la paroi interne des tubes qui contiennent les embryons, la cristallisation, c'est-à-dire le début de la congélation, pouvant alors se faire spontanément et à une température fixe.

La firme britannique estime que ses travaux ouvrent à la pisciculture des perspectives aussi larges que celles de l'insémination artificielle à l'élevage. Ainsi, des expériences de croisement pourraient être tentées, par exemple entre la truite de Tasmanie et celle de Suède, hybride que l'on ne pouvait jusqu'ici imaginer obtenir en raison des différences

de saisons sur le globe.

Pour tout renseignement : Cell Systems Ltd, Cambridge Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 4FY, Grande-Bretagne).

A rapprocher de cette information celle-ci qui nous vient d'Autriche : des scientifiques de l'Etablissement fédéral d'insémination et de reproduction d'animaux domestiques de Wels, ont aménagé, en liaison avec les experts de l'Etablissement fédéral de pisciculture de Scharfling, sur le lac Mondsee, une banque de sperme de poissons contenant déjà 120 échantillon de spermes différents. Les premiers essais d'insémination viennent d'être réalisés avec succès à Scharfling.

L'objectif est ici quelque peu différent. S'il s'agit aussi, à terme, d'utiliser ce "matériel" pour l'élevage, la justification fondamentale de l'opération est essentiellement de préserver le matériel génétique d'espèces en voie de disparition, comme l'omble chevalier, la truite de lac, l'ombre, le brochet, etc.

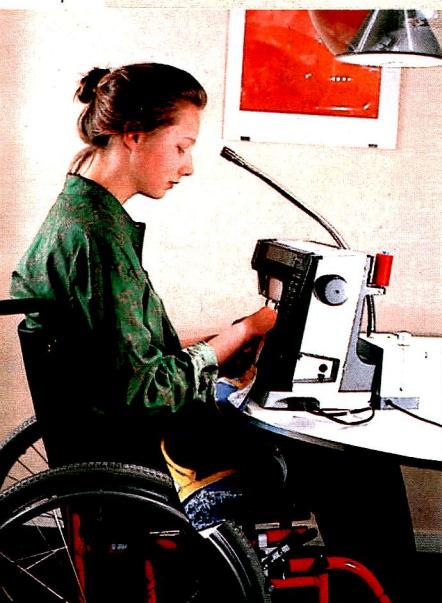
Pour tout renseignement : Chancellerie fédérale, Dr Henrich Jennis, Ballhausplatz 2, A-1014 Vienne, Autriche.

DES MARCHES A SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés.

Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

UNE COMMANDE FRONTALE POUR LES MACHINES À COUDRE

**Quoi**

Un accessoire pour handicapés et personnes âgées qui vient remplacer la pédale de pilotage de la machine à coudre sans la condamner pour autant. Il utilise l'infrarouge et s'adapte instantanément sur toutes les machines, sans les modifier.

Comment

Le système, un petit boîtier électronique, utilise un capteur incluant un émetteur et un récepteur infrarouge. Le faisceau infrarouge est modulé, ce qui permet de s'affranchir des perturbations liées aux sources lumineuses extérieures : lumière naturelle, lampe à incandescence, etc.

Le raccordement s'effectue à partir des cordons d'origine de la machine, qu'il suffit de couper pour les brancher sur le bornier situé dans le socle du boîtier électronique. On peut aussi utiliser un

cordon vierge pour préserver le cordon d'origine.

A partir de là, la commande frontale permet de réaliser tous les travaux de couture, aussi compliqués soient-ils. Il suffit de positionner le capteur face au front. Lorsqu'on approche ce dernier un bip sonore signale la mise en route imminente de la machine. Plus le front est proche du capteur, plus la vitesse de couture augmente, cela sans aucun effort musculaire et sans que l'on touche le capteur : la commande frontale est aussi progressive que la pédale d'origine. Par sécurité, elle est en outre équipée d'un variateur qui limite la vitesse de couture, vitesse que chaque utilisateur choisit en fonction de ses capacités et des travaux à réaliser.

Pour qui

L'inventeur cherche soit à vendre son brevet, soit à céder des licences.

LA RUCHE MODULAIRE

Quoi ?

Une ruche, la REM, dont tous les éléments sont modulables à volonté pour l'adapter à ses fonctions essentielles et les faciliter.

Comment ?

Tous les éléments de la REM se combinent les uns aux autres ou se juxtaposent, ce sont un plateau, un cadre extensible, un châssis porte-cadres, le corps de la ruche, une grille piège à reine et une plaque "sens unique" pour assurer l'entrée et la sortie des abeilles.

Le plateau comporte un plancher coulissant facilitant le nettoyage, une trappe à pollen servant d'aératuer lors des transhumances, une grille d'aération arrière, un tiroir à pollen sous le plancher ac-

cessible depuis l'arrière de la ruche, une grille verticale à pollen autorisant une récolte modulée, un nourrisseur également sous le plancher et une planche de vol orientable et amovible.

Ce qui entraîne de nombreux avantages : la fermeture automatique de la ruche facilite la transhumance et évite les interventions avec grillage ou fumée ; la récupération du pollen dans le tiroir prend moins d'une minute ; le nourrissement par le dessous évite les manipulations ; la ventilation de la ruche lors des miellées conduit à une surproduction de 2 à 3 kg de miel ; l'absence de fil à poser pour soutenir la feuille de cire gaufrée procure un gain de temps.

L'ensemble de ces innovations réduit de 45 minutes par an et par ruche le temps de travail de l'apiculteur et augmente la production de miel et de pollen. L'inventeur de la REM a évalué le gain dû à ces innovations à 300 F environ par an et par ruche.

Marché ?

La REM est destinée aux apiculteurs professionnels et amateurs.

Pour qui ?

L'inventeur recherche des distributeurs pour tous pays et des fabricants locaux souhaitant développer une apiculture pratique et rationnelle. La REM a déjà obtenu une médaille d'or au 16^e Salon international des inventions de Genève. Elle sera livrable cet été.

De la neige avec des bactéries



Une firme américaine, Snomax Technologies, et le japonais Mitsubishi, ont signé un accord aux termes duquel ce dernier produira sous licence de la neige artificielle Snomax pour plus de 60 stations de ski au Japon.

En fait, cette neige artificielle n'est originale que par le processus de congélation de l'eau. Le produit Snomax, en effet, contient une protéine d'origine naturelle obtenue en tuant par irradiation nucléaire certaines bactéries provenant du maïs (mais qui existent aussi en grandes quantités sur les arbres, l'herbe et les plantes). Les protéines ainsi obtenues ont la propriété d'agir sur l'eau comme un catalyseur en élevant de 4 à 6°C son point de congélation.

Utilisé dans un générateur, Snomax transforme les gouttes d'eau



en neige. Non seulement cette neige est d'excellente qualité pour le ski, mais elle permet de prolonger la vie des pistes puisqu'elle ne fond pas à 0°C.

Une technique déjà employée

dans des stations de ski américaines, canadiennes, australiennes, dans certaines stations européennes et même aux Jeux olympiques d'hiver à Calgary, au Canada, en 1988.

SÉCURITÉ

Une radio-balise assistée par satellite

Afin de réduire le coût élevé des opérations de recherche et de sauvetage, les gouvernements exigent de plus en plus que les navires possèdent des équipements de recherche et sauvetage assistés par satellite. La radio-balise RT 160, proposée par Graseby Dynamics, a été spécialement conçue pour répondre à ces exigences. Elle fonctionne simultanément sur trois fréquences de détresse : 406 MHz pour repérage par satellite, puis 121,5 MHz et 243 MHz pour permettre aux services de sauvetage de se diriger vers elle. Un feu clignotant facilite le repérage visuel final. Cette radio-balise est entièrement logée dans une chambre flottante de polycarbonate orange, très visible. Un signal codé permet au navire en détresse d'être identifié dans l'heure qui suit la mise en route de la radio-balise. Pour tout renseignement : Graseby Dynamics, Park avenue, Bushey Watford, Hertfordshire WD2 2BW.

LUBRIFIANTS : TROP DE BIDONS "BIDON"

Choisir une huile de moteur en fonction de sa marque ou croire qu'"elles sortent toutes du même tonneau" reviendrait également à prendre du beurre pour faire des frites, de l'huile d'arachide pour les tartines des enfants, ou de la margarine pour la mayonnaise. Pour éviter des erreurs graves, il faut savoir lire entre les lignes les étiquettes souvent fallacieuses des bidons proposés à la vente.

Une voiture qui vous dispense de passer chez le garagiste, voilà un gage de qualité. De là à programmer les opérations de vidange tous les 15 000 kilomètres, le pas était tentant... et il a été franchi. Séduisant au premier abord, l'argument, avancé par des constructeurs en mal de surenchère sur les qualités de leurs automobiles, ne résiste pas à l'analyse : « Dispenser l'usager d'une révision entre 1 000 et 16 000 km, soit, reconnaît Michel Sinson, directeur technique chez Motul. L'en affranchir entre 0 et 15 000 km, c'est beaucoup plus présomptueux. Est-on à ce point certain que le carburateur aura été parfaitement réglé en sortie de chaîne et qu'il n'y aura pas de dilution de carburant imbrûlé dans l'huile ; que l'usinage aura été si soigné qu'il n'y aura aucune limaille en suspension dans le lubrifiant ? »

Paradoxalement, ce sont les deux constructeurs les plus précautionneux en la matière qui ont été les plus audacieux et... les premières victimes de leur

témérité : Volkswagen et Mercedes. L'homologation d'une huile par Mercedes coûte un million de F environ : il faut passer des tests de détergence, de dispersivité, de résistance à la corrosion, etc., alors que pour revendiquer un niveau de normes, il suffit au producteur de le vérifier dans ses propres laboratoires. Parce qu'ils étaient — et demeurent — exigeants vis à vis de leurs fournisseurs, ces deux constructeurs ont péché par excès de confiance : leur initiative d'espacez les vidanges de 15 000 km (Mercedes envisageait même l'hypothèse d'un espacement à 25 000 km) est tombée à un mauvais moment.

En Allemagne, sous la pression des "Verts", l'essence sans plomb s'est généralisée. On s'est aperçu depuis, que le plomb avait deux vertus induites : la lubrification des queues de soupapes et un rôle





anti-oxydant vis à vis de l'huile. En plus, bien entendu, de sa qualité essentielle : celle d'accroître l'indice d'octane du carburant, et donc de préserver le rendement des moteurs. Pour pallier son absence, on s'en est remis, en partie, au bon indice d'octane de l'alcool, on a introduit dans l'essence des composés oxygénés : éthanol ou méthanol. Enfin, les raffineurs avaient diversifié leurs approvisionnements, or il est apparu que les produits issus du brut de mer du Nord, notamment, contenaient plus d'oléfines, hydrocarbures insaturés, donc instables et très sensibles à l'oxydation.

Autant de facteurs — sensibilité à l'oxydation, présence de composés oxygénés, teneur en oléfines — dont le cumul a eu des conséquences catastrophiques : dans des conditions particulières d'utilisation de cette essence sans plomb (voir plus loin l'exemple de la voiture de police), les moteurs étaient "englueés" par une boue noire (*black sludges*), une sorte de gélatine. A l'analyse, le peu d'huile en phase liquide qui restait dans le carter était d'une qualité médiocre, très oxydé de surcroît, et tous les additifs qui en faisaient la qualité d'origine étaient prisonniers du "gel" qui souillait le moteur de haut en bas.

Quelle huile utilisez-vous ?
Sauriez-vous justifier votre choix (avant de lire notre article) ?

Ce "cancer des huiles" apparut essentiellement en Allemagne (accidentellement en Espagne et en Italie) et plus spécialement sur les voitures de patrouille de police. Celles qui demeuraient longuement stationnées en bordure d'autoroute, moteur au ralenti, avant de démarrer "pied au plancher" pour intercepter un automobiliste en infraction. La plupart des constructeurs en furent victimes, mais VW et Mercedes furent les premiers à donner l'alerte.

Quand VW s'est retourné vers ses fournisseurs-lubrifiants pour résoudre ses problèmes de boues noires, il s'est révélé qu'elles étaient dues au fait que les nouvelles huiles (dites "reformulées") attaquaient les élastomères, notamment ceux contenus dans les joints d'étanchéité des moteurs, et chacun a remis sur le métier son ouvrage. De même, chez Mercedes, on a ensuite buté sur des problèmes d'usure d'arbres à cames : là encore, on a cherché et on a trouvé des lubrifiants adéquats. Pourtant, déjà, le cahier des charges des huiles avait été durci par l'évolution des voitures : la progression des performances des moteurs tendait à chauffer davantage l'huile, alors même que l'amélioration des formes aérodynamiques, en réduisant la ventilation sous les capots, laissait moins à celle-ci le loisir de refroidir, sans compter que la stagnation, voire la diminution des contenances des carters interdisait d'augmenter en compensation le volume d'huile.

Cette évolution s'est manifestée au cours de ces trois dernières années, et les progrès qu'ont dû accomplir les huiles sont encore trop récents pour être considérés comme définitifs. Certes, l'expérience allemande, notamment dans la solu-

tion du problème des boues noires dues à l'essence sans plomb, dispensera-t-elle les usagers français de telles déconvenues quand cette essence sera généralisée dans l'Hexagone (voir n° 853, p. 120). Mais les autres problèmes évoqués plus haut montrent une fois de plus qu'on ne peut ignorer impunément que les contraintes d'usage imposent des huiles de qualité.

Pour comprendre comment se définit cette qualité, il nous faut voir ce que sont les lubrifiants de moteurs. Ils peuvent provenir de deux origines : soit des huiles minérales, issues de la distillation du pétrole brut,

QUELLE HUILE POUR QUEL MOTEUR

Toutes les huiles sont miscibles, quelle que soit leur marque et leurs caractéristiques. En cas d'appoint, si l'on n'a pas le choix, on peut donc sans crainte faire avec ce que l'on a. Mais il faut savoir que le mélange va tendre vers les caractéristiques de l'huile de moins bonne qualité. Si on a le choix, mieux vaut donc mélanger deux huiles de caractéristiques proches.

Les multigrades sont "toutes saisons" : elles peuvent donc assurer un bon service toute l'année, qu'elles soient 20W 40 ou 20W 50. Sur les moteurs ayant acquis ou étant à l'origine de "jeux" importants, il est déconseillé

d'opter pour les lubrifiants trop fluides, 10W ou 5W : le film risque de se rompre et de provoquer des amorces de grippage.

Il faut vidanger au moins une fois l'an, quitte à resserrer les intervalles préconisés par les constructeurs car, en hiver, l'huile se charge d'eau et d'essence imbibée, surtout lors d'une utilisation fréquente sur de courts trajets. Il est donc recommandé de vidanger au printemps pour aborder l'été avec un lubrifiant propre.

Il faut lire le carnet d'entretien pour savoir, outre la viscosité, quelles sont les niveaux de normes API (American

MOTEURS À ESSENCE (classification API*)

- Première lettre (S, service) de la colonne "Huile" : huiles pour moteurs à essence distribuées par les stations-service et les détaillants.
- Seconde lettre (A, B, C) : précise l'utilisation et le niveau de performance.

HUILES	UTILISATIONS	EXIGENCES
SA	Moteur à essence et Diesel fonctionnant dans des conditions peu sévères ne nécessitant pas d'huile additivée.	Sans additif, sauf abaisseur de point de coulée et anti-mousse.
SB	Moteur à essence travaillant dans des conditions peu sévères. Nécessite un minimum de protection contre le scuffing, l'oxydation et la corrosion des coussinets.	Quelques propriétés anti-scuffing et anti-oxydantes.
SC	Spécialement utilisée pour les moteurs à essence modèles 1964-1967 (voitures et camions) et nécessitant une protection contre les dépôts à basse température, l'usure, la corrosion et la rouille.	Satisfait les exigences des constructeurs durant la période 1964-1967.
SD	Spécialement utilisée pour les moteurs à essence modèles 1968-1971 (voitures et camions légers) et nécessitant une protection similaire, mais plus intense que pour la désignation SC. Peut être utilisée comme une SC.	Satisfait les exigences des constructeurs durant la période 1968-1971.
SE	Spécialement utilisée pour les moteurs à essence modèles fin 1971 et ultérieurs (voitures et camions légers) et nécessitant une protection identique, mais plus intense que pour la désignation SD.	Satisfait les exigences des constructeurs à partir de 1972.
SF	Spécialement utilisée pour les moteurs à essence modèles 1980 (voitures et camions légers) et nécessitant une protection similaire, mais plus intense que pour la désignation SE.	Améliore les propriétés anti-usure et anti-oxydants. Satisfait les exigences des constructeurs à partir de 1980.
SG	Spécialement utilisée pour les moteurs à essence modèles 1989 (voitures et camions légers), qui nécessitent une protection similaire, mais plus intense que pour la désignation SF.	Améliore les propriétés anti-usure et anti-oxydants. Evite la formation de dépôts, satisfait les exigences des constructeurs à partir de 1989.

soit des huiles synthétiques.

Les huiles minérales proviennent des fractions lourdes de raffinage de brut. Celles-ci sont d'abord désasphaltées pour éliminer les asphaltènes, qui, s'oxydant trop rapidement, rendraient le lubrifiant acide et donc agressif. Elles sont ensuite séparées par un solvant entre produits à tendance paraffinique et produits de type naphténique. Puis déparaffinées pour "figer" moins facilement à basse température, redistillées pour éliminer les fractions légères qui s'enflammeraient trop aisément et enfin hydrogénées pour éliminer fractions instables et composés sulfurés.

Les huiles de synthèse sont issues de réactions chimiques, et se répartissent en trois familles selon leurs composants et le type de réactions : polyglycols ; hydrocarbures de synthèse (condensation de noyaux de benzène sur du tétrapropylène en présence de chlorure d'aluminium) ; esters (réaction entre un alcool et un acide organique).

Dès le départ, l'huile de synthèse, molécule sur mesure donnant un produit homogène et stable, a

Petroleum Institute) ou CCMC (Comité des constructeurs du Marché commun) exigés par le constructeur ; voir éventuellement quels sont les lubrifiants homologués (Mercedes ou VW) et confronter ces indications avec les mentions inscrites sur le bidon.

Il faut enfin opter pour des huiles de marque, car, à spécifications égales, une huile bon marché risque de ne pas conserver à l'usage les qualités qu'elle revendique.

Trois niveaux de gamme

Voici ce que l'on peut lire (la présenta-

tion ne facilite pas cette tâche) sur la "tranche" de trois bidons couvrant la plus large palette.

- Gamme basse : minérale conventionnelle ; SAE 20W 50 ; API SE, CC, CCMC G1. Aucune mention Mercedes ni VW. Aucune garantie de tenue dans le

CORRESPONDANCE ENTRE LES CLASSIFICATIONS API ET CCMC **

MOTEUR ESSENCE	DIESEL TOURISME
CCMC G 1	Niveau API SE
CCMC G 2	Niveau API SF
CCMC G 3	Niveau API SF Economie d'énergie
CCMC PD 1	Niveau API CD/SE

** American Petroleum Institute et Comité des Constructeurs du Marché Commun.

MOTEURS DIESEL (classification API*)

- Première lettre (C, commercial) : huiles pour moteurs Diesel et, éventuellement, pour moteurs essence vendues directement aux clients (transports, TP, agriculture, etc.).

HUILES	UTILISATIONS	EXIGENCES
CA	Pour moteurs Diesel légers à aspiration normale, travaillant dans des conditions peu sévères avec un carburant de haute qualité. Ces moteurs nécessitent une protection contre la corrosion des coussinets et les dépôts à haute température. S'applique également aux moteurs à essence peu sévères.	Répond aux exigences de la spécification MIL.L.2104 (1954) concernant les moteurs à allumage par bougie ou Diesel et fonctionnant avec un carburant à faible teneur en soufre.
CB	Pour moteurs Diesel moyens travaillant dans des conditions peu sévères avec un carburant de qualité inférieure. Ces moteurs nécessitent une protection contre la corrosion et les dépôts à haute température. S'applique également aux moteurs à essence peu sévères.	Répond aux exigences de la spécification MIL.L.2104 concernant les moteurs à allumage par bougie ou Diesel et fonctionnant avec un carburant à teneur élevée en soufre.
CC	Pour moteurs Diesel légèrement suralimentés et certains moteurs à essence travaillant dans des conditions moyen-nement sévères. Ces moteurs nécessitent une protection contre les dépôts à basse et haute température, contre la rouille et la corrosion.	Répond aux exigences de la spécification MIL.L.2104 B (1964) concernant les moteurs à allumage par bougie ou Diesel.
CD	Pour moteurs Diesel suralimentés à haut rendement et à vitesse élevée. Ces moteurs nécessitent une protection efficace contre l'usure, la corrosion et les dépôts à haute température, et cela avec tous les carburants.	Répond aux exigences CATERPILLAR Série 3 (1955) MIL.L.45199 (1958) et MIL.L.2104 C.
CE	Pour moteurs Diesel fortement suralimentés, fonctionnant soit à faible vitesse et forte charge, soit à haute vitesse et forte charge.	Répond aux exigences MAC T6-T7, Cummins NTC-400, MIL.L.2104 D.

* American Petroleum Institute.



1 temps, donc,
il est conseillé
de vidanger
souvent.

• Haut de
gamme : semi-synthétique ; SAE 15W
50 ; API SG, CD, CCMC G1, G2, G3,
PD 1, VW, Mercedes et Porsche.

• "Hors gamme" : 100 % synthétique ;
destinée à un usage compétition,
donc très performante mais à surveiller
étroitement en maintenance et à
renouveler fréquemment ; sans men-
tion de viscosité ; niveau API SF, elle
n'a ni label Mercedes, ni VW.

ET LES GRAISSES ?

Si l'on s'inquiète de l'espacement des vidanges, de l'abus des vertus de l'huile, plus personne en revanche ne s'émeut de la tenue à vie des graisses. Sur une voiture, moyeux de roues, articulations de suspension, de direction ou de transmissions, accessoires devenus usuels tels que les lèvres vitre électrique ne requièrent plus le moindre entretien pour autant que la gaine est enfermée dans un comportement étanche, à l'abri de la poussière et de l'eau. Et de fait, seuls les engins agricoles ou de travaux publics, exposés à l'abrasion de la poussière, ont à se soucier du graissage.

Une graisse résulte de la dispersion d'un agent épaississant dans une huile minérale ou synthétique qui représente 95 % de son poids. L'agent épaississant est un savon métallique ou inorganique issu de la combinaison d'un acide gras (d'origine végétale ou animale) avec un métal alcalin ou alcali-

no-terreux d'aluminium ou de lithium. S'y ajoutent des additifs solubles (anti-usure et extrême pression, anti-oxydants, anticorrosifs et antirouille, agents d'ontuosité et d'adhérence) et des additifs solides (graphite, bisulfure de molybdène).

Les contraintes que subit la graisse là où elle est utilisée dans les véhicules automobiles sont insignifiantes comparées à celles qu'endure l'huile de moteur, de boîte ou de pont. Ainsi, pour un taxi qui couvre 300 000 km, et dont les roues (2 mètres de circonférence) auront effectué 150 millions de tours, aucune crainte que la graisse des roulements en soufre, puisque dans le même temps, dans le pont, la couronne aura fait le même nombre de tours et soumis sans dommage le film d'huile qui la lubrifie à des pressions autrement plus colossales, avec des crêtes de 10 000 bars !

de meilleures propriétés que l'huile minérale, qui est un mélange de différentes molécules et donc un produit hétérogène et moins stable. La première jouit d'une viscosité bien définie aux températures basses et élevées, d'une bonne stabilité à l'oxydation, d'une faible volatilité et d'une bonne tenue à chaud.

Malgré tout, l'huile minérale, pour peu que base et additifs soient convenablement sélectionnés et dosés, suffit à couvrir tous les besoins avec un produit relativement bon marché. L'huile de synthèse, sensiblement plus chère à produire, reste réservée à des usages très spécifiques, notamment la compétition automobile.

Mais minérale ou synthétique, et quelles que soient ses caractéristiques, l'huile de base ne peut prétendre satisfaire seule toutes les exigences des moteurs de nos voitures. Il faut rehausser ses qualités ou lui en ajouter d'autres, ce que l'on fait par l'incorporation d'additifs, parfois dans une proportion de 25 % du mélange fini.

Rehaussent les qualités :

- Les agents de viscosité : incorporés aux bases paraffiniques, ces polymères à longue chaîne moléculaire se contractent à basse température, n'offrant qu'une résistance négligeable au mouvement des molécules d'huile ; à haute température, au contraire, ils se déroulent, s'opposant à la fluidité exagérée du mélange. Ce sont eux qui donnent à l'huile son caractère multigrade, lui permettant d'assurer son rôle aussi bien à froid, (par exemple de lubrifier les parties hautes du moteur dès la mise en marche au plus fort de l'hiver), qu'à haute température (par

exemple en été et à pleine charge sur autoroute). Ces longues chaînes moléculaires avaient tendance, par le passé, à se couper sous l'effet du cisaillement, des frottements ou des très hautes pressions. En conséquence, l'huile était trop fluide à chaud après détérioration. Le problème est aujourd'hui résolu, du moins par les meilleurs façonniers.

- Les additifs de congélation : ils abaissent le point d'écoulement, la température de "prise en masse" de l'huile de base, retardant l'apparition du ficinge.

- Les anti-oxydants : des inhibiteurs, généralement des dérivés de phénols, renforçant la résistance à l'oxydation due au contact de l'huile avec l'oxygène, les produits de décomposition du carburant, les débris d'usure.

- Les produits anti-mousse : le plus souvent à base de silicones, ils empêchent le "moussage" dû à l'excès

d'air dans le lubrifiant, qui provoque des fuites ou le désamorçage du circuit de graissage.

Apportent des propriétés nouvelles

- Les additifs anti-usure : ils réagissent chimiquement avec le métal pour éviter les micro-griffures, les micro-soudures (points de fusion et d'accrochage microscopiques sur les parois en friction), cela aux très hautes températures (200°C et plus) engendrées par les très fortes pressions de pièces en contact (jusqu'à 10 000 bars pour la denture d'un pont hypoïde — une denture au dessin hypoïde est plus silencieuse qu'une denture droite, mais génère des pressions considérablement plus importantes). Ce sont parfois du graphite, plus souvent des composés métalliques (naguère, on utilisait des savons de plomb, abandonnés aujourd'hui parce que considérés comme polluants).

- Les agents détergents et dispersants : ils ne nettoient pas un moteur encrassé mais l'empêchent de s'encrasser. Pour les traditionnels, renfermant du baryum, du calcium, du soufre, du phosphore ou du zinc, comme pour les plus récents, polymères de composés basiques azotés (non métalliques, ceux-là ne laissent pas de cendres), ils évitent la formation de dépôts (particules métalliques ou fragments de carbone) sur les parois du moteur ainsi que leur amalgame dans l'huile, facilitant donc leur évacuation lors de la vidange.

- Les agents antirouille : inhibiteurs adsorbés par le métal, ils forment un savon métallique protecteur empêchant tout contact du métal du moteur avec l'eau issue de la combustion ou de l'humidité atmosphérique.

Peuvent enfin s'ajouter des agents d'onctuosité, d'étalement, d'adhérence du film, ou des agents hydrofuges.

Ce seul exposé suffit à démontrer la subtilité de la recette, du choix des produits, de leur dosage, de leurs interaction, de leur adaptation à l'huile de base. Comment le consommateur peut-il s'y retrouver ?

Les normes de classification émanent de quatre organismes : SAE (Society of Automotive Engineers), API (American Petroleum Institute), MIL. L. (Military Lubricant) et CCMC (Comité des constructeurs du marché commun). Ne tenons pas compte de la MIL. L. (armée américaine), examinons les autres.

La norme SAE est la mieux connue du public, elle est importante, mentionnée de manière très visible sur les bidons, mais elle est très insuffisante : elle ne tient compte que de la viscosité. Elle indique un indice de viscosité à froid, suivi de la lettre W (de Winter, hiver), et un indice de viscosité à chaud. A froid : 0 W, 5 W, 10 W ou 15 W. A chaud : 20, 30, 40 ou 50. Plus le chiffre à froid est bas, plus l'huile est fluide à basse température. Plus le chiffre à chaud est élevé, plus elle reste épaisse et capable de résister aux fortes températures. Une bonne huile toute saison doit être une 15 W 50 ou une 20 W 40. A condition qu'elle garde ses propriétés multigrades au cours de son utilisation (on a vu que les additifs multigrades pouvaient être sensibles au cisaillement) ; et en tenant compte du fait que sa viscosité va s'abaisser par dilution d'essence : une 15 W 50 risque ainsi de devenir 10 W 40.

Les normes API tiennent compte des autres caractéristiques du lubrifiant (détergence, dispersivité, etc.) et de leur domaine d'application en fonction des conditions de service, de la conception des moteurs et de la qualité des carburants. Pour les moteurs à essence, elles sont répertoriées par la lettre S (Service) suivie d'une gradation de A à G.

Pour les Diesel, elles sont répertoriées par la lettre C (Commercial) et une gradation de A à E. SA ou CA sont pratiquement des huiles de base. Ensuite, la progression se traduit par une exigence de plus en plus sévère quant à l'efficacité des additifs. Les références SA à SD sont désormais obsolètes. La norme SE satisfaisait les constructeurs en 1970, la SF est celle des années 80 et la SG (introduite en mars 1988) est celle des années 90. Pour les Diesel, les exigences sont plus sévères au niveau de la détergence. La plage actuelle s'étale entre CC et CE (Diesel turbos). Parmi les meilleures huiles, on trouve des produits polyvalents SG/CC, voire SG/CD.

Les normes CCMC résultent d'es-

sais effectués sur des moteurs européens et sont plus sévères que les exigences américaines ou japonaises. Pour les moteurs à essence, la CCMC G1 est du niveau de l'API SE, les CCMC G2 et G3 du niveau de l'API SF mais avec un distinguo : une plus grande fluidité pour la G3, dans un but d'économie d'énergie (réduction de frottements). En moteur Diesel, la CCMC PD1 équivaut aux API CD et SE.

Reste enfin : 1) le catalogue Mercedes qui répertorie tous les lubrifiants homologués par ses soins, ceux qui ont passé avec succès tous les tests que la marque leur impose ; 2) les homologations Volkswagen (500 ; 505 ; 500/505) allant jusqu'à imposer quasiment un produit à base synthétique avant que le constructeur ne revienne légèrement en arrière, notamment pour des raisons de prix de revient, et se contente d'une huile à base minérale haut de gamme.

Dans cet écheveau, l'utilisateur d'une Mercedes ou d'une VW sait-il seulement que les limites de son choix sont déjà cernées ? Et que dire de Renault, Peugeot et Citroën qui recommandent institutionnellement mais sans autre précision Elf, Shell et Total ? Elf, Shell et Total ne proposent pas un produit unique mais une gamme en concurrence avec celle de spécialistes non pétroliers (Motul, Yacco, Castrol, Labo, etc.). En concurrence aussi, sur certains rayons, avec des bidons frappés du sigle d'une grande surface ; les prix s'étaient de 7 à 45 F le litre, soit un rapport de plus de 1 à 6 ! Mobil, qui revendique une huile de synthèse de très haut de gamme (Mobil 1), n'a-t-il pas été par ailleurs le fauchon de l'huile Carrefour ? Dès lors, comment le consommateur ne serait-il pas porté à croire que "tout sort du même tonneau" ? Qu'une Elf en vaut une autre, qu'une Carrefour équivaut à une Mobil ? Quitte à s'exposer à de cruelles et coûteuses mésaventures.

(suite du texte page 170)

CANCER DANS LE CANIVEAU

Concordance étrange entre la généralisation du do it yourself et le déficit de collecte des huiles usagées ? Il semble qu'aux 37 % de lubrifiants achetés dans les grandes surfaces pour des besoins d'appoint mais surtout par des usagers procédant eux-mêmes à la vidange de leur voiture correspondent à peu près les 100 000 tonnes répandues sauvagement dans la nature. Or, une huile usagée, surtout si elle a été soumise à un très long service, s'est chimiquement transformée, s'est chargée de polluants, certains toxiques, et notamment de polynucléaires aromatiques reconnus cancérogènes. Hors de question, donc, de s'en débarrasser dans la nature.

En revanche, l'huile qui est collectée

(c'est-à-dire les deux autres tiers), celle des vidanges faites dans les garages ou les stations-service, est en partie recyclée pour l'industrie, même si, conscience civique oblige, son prix de revient, en raison des bas cours du brut, est peu compétitif par rapport à l'huile de base fabriquée à partir du pétrole. Le reste est brûlé sous contrôle. Il est capital, à ce propos, de savoir que cette combustion dégage des produits hautement toxiques, et qu'il est fortement déconseillé aux particuliers de brûler eux-mêmes leurs résidus de vidange, même à l'air libre, et encore moins de l'utiliser pour leur chauffage.

Encore un argument contre l'espacement abusif des vidanges : plus une huile a servi, plus elle est toxique.

LES PREMIERS REFLEX TOUT AUTOMATIQUES

A force de perfectionner leurs programmes, les appareils photographiques des années 1980 sont devenus d'utilisation compliquée. Une tendance que les constructeurs commencent à inverser par un retour à l'absence de réglages. Science & Vie a essayé pour vous les trois modèles les plus automatiques et les moins chers.

Voilà un siècle, un employé de banque américain, George Eastman, lançait le premier appareil photo à pellicule qu'il baptisa Kodak, avec ce slogan publicitaire qui fit le tour du monde : « You press the button, we do the rest » (« Appuyez sur le bouton, nous faisons le reste. ») Il expliquait lui-même le sens de son idée : « Nous fournissons à tous ceux, hommes, femmes ou enfants, qui sont capables de pointer une boîte dans la direction du sujet, d'appuyer sur un bouton, un instrument grâce auquel ils n'ont pas besoin de disposer de facultés exceptionnelles et même d'une connaissance spéciale pour pratiquer la photographie. »

De fait, le premier Kodak, simple boîte dotée d'un objectif de 57 mm de focale, contenait une bobine

de papier émulsionné permettant de prendre 100 vues. La centième photo prise, il fallait renvoyer la boîte au fabricant, lequel, pour 10 dollars, retirait la pellicule, la développait, rechargeait l'appareil avec une bobine vierge de 100 vues et réexpédiait le tout à son propriétaire.

Nul, à l'époque, n'aurait osé parler d'appareil automatique. Et pourtant, l'idée de George Eastman n'était autre que celle qui, soixante-dix ans plus tard, allait donner naissance aux premiers appareils automatiques, notamment au Savoyflex des établissements Royer, premier 24 × 36 dont une cellule

PAR ROGER BELLONE



réglaient le diaphragme et l'obturateur selon un programme mémorisé par le constructeur. Le photographe amateur n'avait plus qu'à appuyer sur le bouton, l'appareil faisant réellement le reste ('). La différence avec l'automatisme du premier Kodak résidait dans les possibilités de l'appareil : le Kodak ne donnait de bonnes photos qu'en plein soleil, lorsque les conditions de lumière étaient réunies pour assurer une exposition correcte de la surface sensible. Avec le Savoyflex, lorsque la lumière ambiante diminuait (ciel nuageux, crépuscule, intérieur mal éclairé), la cellule augmentait la durée d'obturation et l'ouverture du diaphragme afin qu'une quantité suffisante de lumière impressionne tout de même le film.

Avec la microélectronique et l'informatique, l'automatisation des appareils s'est perfectionnée jusqu'à la sophistication, mais l'automatisme proprement dit s'est trouvé dévoyé. L'idée de George Eastman (« Appuyez sur le bouton, nous faisons le reste. ») n'a plus aucun sens avec des appareils comme les Canon T90, Minolta 7000i, Nikon F 801 ou Pentax SF7. Sans une bonne connaissance de la technique photographique, il n'est pas possible d'utiliser toutes les ressources de ces reflex. En fait, nous avons déjà eu l'occasion de le dire dans *Science & Vie*, ces appareils offrent aux photographes une assistance informatique (les informaticiens parleraient de PAO, photographie assistée par ordinateur) qui leur ouvre de vastes possibilités à la condition d'en connaître le langage, très exactement comme cela se passe pour l'utilisation d'un micro-ordinateur. Les risques de cette évolution sont doubles :

- Un refus des boîtiers modernes par les photographes professionnels. Il explique en grande partie le succès du Leica M6 et le lancement du Leica R6 reflex mécanique (*Science & Vie* n° 855, décembre 1988). Il explique aussi la façon dont Nikon a conçu

le F4, son premier reflex professionnel informatisé à mise au point automatique où toutes les commandes ont une disposition identique à celle du modèle F3 afin de permettre au photographe de travailler comme il avait l'habitude de le faire tout en ayant la possibilité d'utiliser l'assistance informatique (*Science & Vie* n° 853, octobre 1988). Disons qu'avec le F4, Nikon espère amener les professionnels à adopter les techniques modernes de la photographie. Nous y reviendrons à l'occasion d'un banc d'essai de cet appareil.

- Un refus de la photographie par les consommateurs rebutés par la complexité du matériel. Un risque que les Japonais, oubliant la leçon de George Eastman, n'ont pas mesuré immédiatement en faisant évoluer les appareils 24 × 36 (y compris les modèles compacts à un seul objectif) presque exclusivement vers la sophistication. La régression du marché des 24 × 36 au début des années 80 les ont rappelés à la réalité économique, pour preuve la production de 24 × 36 compacts réellement automatiques, puis, plus récemment, de reflex simplement automatiques, d'utilisation plus facile que les modèles à programmes multiples. Aujourd'hui, sur ces derniers, il est demandé à la microélectronique de se charger de certaines corrections d'exposition améliorant l'image. Ces appareils reflex sont encore rares et il n'existe guère sur notre marché que les trois boîtiers que nous avons essayés pour vous, le Yashica 200 AF (lancé en 1987), le Minolta Dynax 3000i (lancé en septembre 1988) et le Canon EOS 850 (présenté à la dernière Photokina à Cologne). Ce dernier est d'ailleurs proposé en deux versions, la seconde, l'EOS 750 (prix 3 450 F avec objectif 1,8/50 mm), comporte simplement en plus une lampe électronique incorporée au prisme assurant la prise de vue automatique au flash dès que la lumière ambiante devient insuffisante. Sur les trois appareils essayés, il est possible d'adapter un flash automatique spécifique au boîtier et comportant donc tous les couplages nécessaires.

Observons tout d'abord que ces trois reflex, dont les principales caractéristiques sont données dans le **tableau page suivante**, n'ont pas encore atteint la simplicité d'utilisation du Kodak d'Eastman ! Le photographe ne saurait se contenter de cadrer son sujet et de déclencher. Il dispose de programmes parmi lesquels il lui faut faire un choix préalable. Ceux-ci, toutefois, sont réduits à peu de choses, un programme général, utilisable en photo courante (disons 90 % des cas) et un ou deux programmes particuliers.

Sur l'EOS 850, un programme permet de déterminer automatiquement la



Canon Eos 850, Minolta Dyna 3 000 i, Yashica 200 AF,

CARACTÉRISTIQUES	CANON EOS 850	MINOLTA DYN 3 000 i	YASHICA 200 AF
Viseur reflex avec dépoli ultrafin et cadre central de mise au point.	oui	oui	oui
Objectifs interchangeables à baïonnette "autofocus".	oui	oui	oui
Obturateur électronique à rideau, retardateur électronique et déclencheur électromagnétique.	oui	oui	oui
Changement, entraînement et rebobinage par moteur alimenté par piles.	oui	oui	oui
Informations dans le viseur pour contrôle de la mise au point et de l'exposition.	oui	oui	oui
Vitesse : 2 s au 1/2000 s avec synchronisation au flash au 1/125 s.	oui		
Vitesse : 4 s au 1/1000 s avec synchronisation au flash automatique de 1/20 à 1/60 s.		oui	
Vitesse contrôlée par quartz de 8 s à 1/2000 s, pose en un temps (B) et synchronisation au flash au 1/90 s.			oui
Plage de sensibilité (en indices de lummification) pour la mise au point automatique, avec un film de 100 ISO.	1-18	0-18	2-20
Mise au point automatique vue par vue ou en continu, avec possibilité de mémorisation avant cadrage et déclenchement.	oui	oui	oui
Mise au point automatique après détermination automatique d'une profondeur de champ.	oui		
Impossibilité de déclenchement tant que la mise au point n'est pas faite.	oui	! oui	
Système de déclenchement automatique lorsqu'un sujet se trouve à une distance de mise au point préalablement programmée.			oui
Système de mise au point automatique sur un sujet en mouvement anticipant le plan de netteté qu'occupe ce sujet au moment du déclenchement.		oui	
Mise au point manuelle par contrôle sur le dépoli ou par diodes lumineuses.		oui	oui
Mise au point manuelle par contrôle sur le dépoli.	oui		
Mesure de la lumière par photodiodes au silicium sur toute la plage du viseur à pleine ouverture du diaphragme et avec possibilité de mémorisation.	oui	oui	oui
Nombre de plages de visée sur lesquelles sont faites les mesures par le système de pondération de l'exposition automatique.	6	2	1
Sensibilités de films automatiquement affichées (codage DX), en ISO.	25-3 200	25-3 200	25-5 000
Plages de mesures en indice de lummification pour 100 ISO (et objectif 1,7 ou 1,8 de 50 mm).	0-20	1-20	1-20
Exposition automatique programmée avec variation automatique du couple vitesse/diaphragme en fonction de la focale en service.	oui	oui	
Exposition automatique selon 3 modes classiques : 1. programme vitesse/diaphragme ; 2. automatisme de la vitesse après affichage d'un diaphragme ; 3. automatisme du diaphragme après affichage d'une vitesse.			oui
Exposition automatique favorisant constamment la plus haute vitesse possible (pour photo sportive, par exemple).		oui	
Exposition automatique à programme déterminé pour la profondeur de champ lorsque l'appareil détermine lui-même cette profondeur de champ.	oui		
Réglage manuel de l'exposition (vitesse et diaphragme étant connus du photographe).			oui
Exposition automatique au flash (avec modèle spécifique) d'après mesure de la lumière de l'éclair traversant l'objectif et correction automatique en contre-jour.	oui	oui	
Exposition automatique au flash (avec modèle spécifique) couplé à la distance. Possibilité de réglage manuel de l'exposition.			oui
Ecran de contrôle à cristaux liquides sur le boîtier (pour affichage des paramètres et sélection des programmes).		oui	oui
Possibilité de contrôle de certaines fonctions par signaux sonores.	oui	oui	
Dimensions approximatives (en cm).	15×9×7	14×9×6	15×9×5
Poids du boîtier nu (en g.).	560	420	535
Prix moyen avec objectif 1,8 ou 1,7 de 50 mm.	2 150 F	2 870 F	3 000 F

les résultats de notre banc d'essai.

SYSTÈMES TESTÉS		CANON EOS 850	MINOLTA DYNAX 3 000 i	YASHICA 200 AF
MISE AU POINT	Rapidité et précision de la mise au point automatique (et manuelle) dans le cas de sujets courants, vue parvue ou en continu. Système de mémorisation.	Excellent ★★★★	Excellent ★★★★	Excellent ★★★★
	Rapidité et précision de la mise au point automatique en continu avec des sujets en mouvement.	Impossible	Très bien ★★★	Impossible
	Rapidité et précision de la mise au point automatique couplée au dispositif de profondeur de champ automatique.	Excellent ★★★★	Impossible	Impossible
	Précision de la mise au point programmée pour assurer le déclenchement au passage d'un sujet en mouvement.	Impossible	Impossible	Fonctionnement normal ★★
EXPOSITION AUTOMATIQUE	Système de mesure de la lumière et de mémorisation des mesures.	Excellent Mesures sur 6 zones ★★★★	Très bien Mesure sur 2 zones ★★★	Bien Mesure globale à pondération ★★
	Automatisme avec les sujets courants, peu ou moyennement contrastés.	Excellent ★★★★	Excellent ★★★★	Excellent ★★★★
	Programme favorisant les hautes vitesses (Minolta) ou automatisme du diaphragme après choix d'une vitesse (Yashica).	Non prévu	Normal ★★	Normal ★★
	Automatisme couplé à la profondeur de champ.	Normal ★★	Impossible	Impossible
	Flash automatique.	Excellent ★★★★	Très bien ★★★	Bien ★★
REGLAGES MANUELS	Exposition en lumière ambiante et au flash.	Non prévu	Non prévu	Possible et pratique ★★
OBJECTIFS DE 50 mm	Pouvoir séparateur et contraste avec le 50 mm standard 1 : 1,7 chez Minolta et 1 : 1,8 chez Canon et Yashica.	Excellent dès la pleine ouverture (en moyenne 90 lignes/mm, pour atteindre 130 lignes/mm à 1 : 8) ★★★★	Excellent dès la pleine ouverture (environ 80 lignes/mm, pour atteindre 130 lignes/mm à 1 : 8) ★★★★	Bon à pleine ouverture, excellent ensuite (50 lignes/mm, pour atteindre 120 lignes/mm à 1 : 8) ★★★★
	Autres caractéristiques (astigmatisme, distorsion, vignetage).	Normal ★★	Normal ★★	Normal ★★
	Perpendicularité de l'axe optique sur le plan du film.	Excellent ★★	Très bonne ★	Excellent ★★
	Nombre total d'étoiles obtenues.	30	26	23
CONCLUSION	Notre classement met en tête le Canon EOS. Il faut cependant observer que ce résultat procède pour partie des différences de caractéristiques des boîtiers. Il est donc recommandé, pour un choix éventuel, de prendre en considération l'utilisation souhaitée qui apparaît dans les conclusions propres à chaque appareil, étant précisé que la qualité des images, pour des photos bien exposées et bien mises au point, est pratiquement la même avec les trois boîtiers.	Excellent appareil, parfaitement adapté à un usage grand public. Il faut souligner l'intérêt du système de détermination automatique de la profondeur de champ, le seul perfectionnement technique que doit apprendre à utiliser un amateur non averti : il constitue une ouverture sur l'un des éléments esthétiques les plus importants de la photographie, le degré de netteté qu'il convient de donner à chacun des plans d'une image.	Excellent reflex adapté à un usage grand public, sans plus.	Très bon appareil adapté à la fois à un usage grand public et à la photo par des amateurs avertis de la technique photographique. Ces derniers pourront en effet choisir vitesses et diaphragmes en réglage manuel ou semi-automatique.



profondeur de champ. Le photographe qui le met en service doit appuyer trois fois sur le déclencheur pour prendre une photo : une première fois en pointant l'appareil sur le plan rapproché qu'il souhaite net (par exemple, s'il fait un portrait avec une focale de 70 mm, le nez du personnage situé à 1,50 m de lui) ; une seconde fois sur le plan plus éloigné qu'il souhaite net (par exemple une oreille) ; une troisième fois en cadrant son sujet (la mise au point sur la distance intermédiaire se fait aussitôt, précédant le déclenchement pour donner un visage net sur un fond flou).

Ce processus est finalement fort simple. Son fonctionnement est très satisfaisant. Et, il faut le souligner, c'est à notre sens le dispositif complémentaire le plus intéressant qui pouvait être proposé. En effet, rares sont les amateurs qui se soucient de la profondeur de champ avec les appareils traditionnels alors qu'elle devrait être la première des préoccupations esthétiques, par exemple pour détailler un sujet net sur un fond flou, ou pour obtenir un paysage net du premier au dernier plan.

Sur le Minolta Dynax 3000i, l'utilisateur dispose de deux programmes complémentaires au programme standard :

- Une mise au point automatique permanente sur un sujet en mouvement avec anticipation de cette mise au point de façon qu'au moment du déclenchement elle soit faite sur la distance atteinte par le sujet. C'est un excellent dispositif, très efficace si le déplacement du sujet n'est pas trop rapide.
- Une exposition automatique favorisant les vitesses rapides, donc adaptée aux sujets en mouvement (photo sportive par exemple).

Sur le Yashica 200 AF, l'automatisme à programme est complété de façon classique par deux automatismes dits "à priorité" : l'un permettant de choisir un diagramme (donc une profondeur de champ), l'appareil réglant en conséquence la vitesse, l'autre permettant de choisir une vitesse (donc en fonction du mouvement du sujet ou de la focale utilisée), l'appareil réglant en conséquence le diaphragme. Le Yashica comporte encore un système dit "de capture" qui permet de programmer une distance de mise au point qui, lorsqu'elle sera atteinte par le sujet (par exemple un skieur descendant une piste) provoquera le déclenchement automatique. Ce dispositif n'est pas d'une efficacité absolue car il ne permet pas de préjuger de l'attitude, bonne ou mauvaise, qu'aura le sujet à l'instant du déclenchement. Il peut cependant être utile. Par exemple, l'appareil mis en place attendant le passage du sujet (insecte, véhicule...) pour se déclencher. Tout cela montre que le Yashica 200 AF, de conception plus ancienne que l'EOS ou le Dynax, permet d'aborder certaines techniques photographiques particulières et qu'il n'est donc pas exclusivement destiné au grand public.

Les essais réalisés sont sans surprises. Les trois appareils fonctionnent normalement. Les chances

d'obtenir une bonne exposition sont réellement accrues par les compensations automatiques programmées à partir de mesures sur plusieurs plages de visées (6 sur l'EOS, 2 sur le Dynax). De même, sont efficaces les variations automatiques de programmes (l'utilisateur ne les connaît pas) provoquées par le changement de focale de l'objectif (elles favorisent les vitesses rapides avec les longues focales réduisant le risque d'image floue par bougé qui augmente toujours dans ce cas).

Dans notre *tableau des résultats, en page précédente*, nous n'avons pris en considération que les caractéristiques importantes susceptibles d'influencer le classement (nombre d'étoiles de 0 à 4). Les qualités ou les performances satisfaisantes et comparables ont été laissées de côté (par exemple : qualité du viseur, entraînement du film, informations du photographe, finition). Quant à l'attribution d'étoiles, elle repose à la fois sur la qualité des images obtenues et sur l'approche grand public des systèmes testés. Nous aurions des critères de jugement très différents pour des reflex destinés à des amateurs avertis, voire à des professionnels. Ainsi, pour ces derniers utilisateurs, le non-affichage de la vitesse et du diaphragme, l'absence de contrôle manuel de l'exposition ou de la mise au point ou même le blocage de l'obturateur si la mise au point n'est pas parfaite sur le plan net, seraient critiquables.

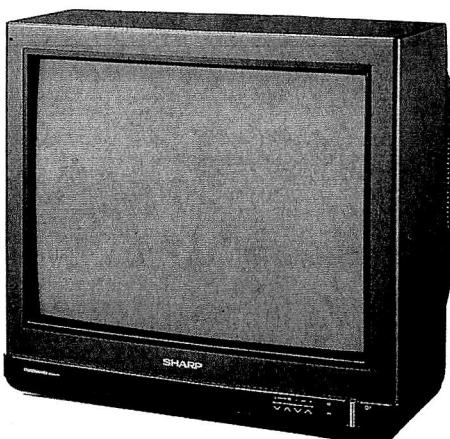
Enfin, nous avons encore essayé deux zooms destinés respectivement aux boîtiers EOS et Dynax 3000i, un Canon 3,5/4,5 de 28-70 mm et un Minolta 3,5/4,5 de 28-85 mm. Ils ont un très bon pouvoir séparateur dès la pleine ouverture : en moyenne 80 paires de lignes (noires et blanches) par millimètre à 28 et 50 mm pour le Canon et le Minolta, 35 paires/mm à 70 mm pour le Canon et 60 paires/mm pour le Minolta. En diaphragmant, ce pouvoir séparateur augmente, atteignant souvent 100 paires de lignes/mm de 5,6 à 11. Le Minolta, en définitive, est meilleur que le Canon en longues focales, mais sa définition est plus faible dans les angles. Le contraste est sensiblement le même avec les deux zooms, les valeurs à 30 lignes/mm passant de 60 % en moyenne pour 28 et 50 mm à 35 % à 70-85 mm. De même, les défauts d'astigmatisme, de distorsion et de vignetage sont très voisins et toujours assez faibles (moins de 3 % pour la distorsion, moins de l'équivalent d'un diaphragme pour le vignetage à 28 mm et d'un demi-diaphragme aux autres focales).

En définitive, ces deux zooms sont très bons, témoignant des progrès accomplis dans la construction de ce type d'optique. Ils ont cependant deux inconvénients : leur luminosité reste faible et leurs prix élevés font plus que doubler le prix des boîtiers.

Roger Bellone

(1) Une seule firme, Polaroid, a exploité totalement le concept, à partir de 1963, en réalisant l'Automatic 100, appareil assurant, outre l'exposition du film, son développement automatique. Par la suite, l'appareil fut aussi équipé de la mise au point automatique par ultrasons, toujours utilisée aujourd'hui.

**36, 51, 54, 63 et 70 cm:
Vous n'avez que l'embarras
du SHARP!**



SHARP®
une touche de génie

DEVENEZ REPORTER JOURNALISTE

Le plus beau, le plus exaltant des métiers du monde désormais à votre portée... Grâce à sa méthode moderne inédite, facile à assimiler, UNIVERSALIS (Institut international d'enseignement privé par correspondance) vous offre une occasion unique de transformer merveilleusement votre existence en vous préparant RAPIDEMENT et A PEU DE FRAIS à l'exercice de cette profession passionnante et de prestige.

Pendant vos loisirs, tout à votre aise, quels que soient votre âge, votre sexe, vos études, vos occupations, votre résidence, UNIVERSALIS vous initie à la technique de l'information, à la pratique du reportage, de l'enquête, de l'interview (presse écrite, radio, télévision) dans tous les domaines de l'actualité quotidienne: faits divers, affaires criminelles, politique, sports, mondanités, événements de province et de l'étranger, etc.

Demandez la documentation gratuite n°F17 à
UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.
Pour la Belgique : 30, rue Louvrex, 4000 Liège - Tél. 041/23.51.10

**BON pour une documentation gratuite
sans engagement et sans frais.**

à découper ou à recopier

F17

NOM : _____
PRENOM : _____
ADRESSE : _____

4 BTS

**4 Carrières qui s'annoncent bien
Avec ou sans Bac**

BTS COMPTABILITE ET GESTION D'ENTREPRISE

Pour devenir Cadre Comptable, c'est aujourd'hui l'un des diplômes les plus appréciés par la profession. De plus, il permet aux non bacheliers d'accéder aux études d'Expertise Comptable, en les dispensant du DPECF et des Unités de Valeur 10 et 16 du DECF.

BTS INFORMATIQUE DE GESTION

Fini le temps des non diplômés en Informatique. Pour devenir Cadre Informaticien, le BTS est une bonne introduction. Il se prépare en 2 ans et ne nécessite aucune connaissance au départ de l'informatique. Langages étudiés : PASCAL et BASIC

BTS BUREAUTIQUE ET SECRETARIAT

Ce nouveau BTS introduit le Traitement de Texte et permet aux Secrétaires d'accéder à des postes de haut niveau après 2 ans d'études.

3 options : Secrétariat de Direction, Secrétariat Trilingue, Secrétariat Commercial Bilingue.

Possibilité de travailler sur AMSTRAD PC et PCW.

BTS ACTION COMMERCIALE

Si vous aimez les contacts, si vous avez le sens de la négociation, ce BTS vous offrira les meilleurs débouchés dans les Carrières Commerciales. En 2 ans de préparation, vous aurez acquis une parfaite maîtrise de la Gestion et des Relations Humaines.



EFC - IPIG
Organismes Privés

7, rue Heynen
92270 Bois-Colombes

(1) 42 42 59 27

Brochure gratuite n° V 5065

Matière choisie

NOM

Adresse

.....

Tel.



**Pourquoi
emprunter
les cheveux
des autres...**

**n'allez pas chercher ailleurs
ce que vous possédez déjà**

**la chirurgie esthétique
vous fera retrouver en une intervention
simple - efficace et indolore**

votre VRAIE chevelure

poussant naturellement souple et vivante,
s'éclaircissant au soleil et s'argantant avec
l'âge, car jamais plus vos cheveux ne tomberont.

**CLINIQUE DU ROND-POINT
DES CHAMPS-ÉLYSÉES**

(Autorisation Ministère de la Santé du 23-10-1950)
61, AV. F.-D. ROOSEVELT, 75008 PARIS - 43 59 49 06 / 71 63
Consultation gratuite et documentation envoyée sur demande

NOM

ADRESSE

50

VOTRE PORTE-MONNAIE DANS UNE PUCE

La carte à puce peut aujourd'hui remplacer le porte-monnaie pour de menus achats : une application fort modeste en apparence, mais dont le développement pourrait bien grignoter le marché du crédit bancaire.

Les banquiers seront-ils exaucés au-delà de leurs souhaits ? Des sociétés privées, en effet, vont peut-être les débarrasser de cette véritable bête noire que constituent pour eux les petits paiements par chèque ou par carte de crédit.

A moins que l'arrivée de ces concurrents ne les pousse une nouvelle fois à changer leur fusil d'épaule comme elles le font depuis deux ou trois ans. Cela commença avec les chèques : les banques affirmaient que le traitement des petits chèques coûtait trop cher. Elles tentèrent de les faire payer aux petits clients, les incitant en même temps à régler leurs achats au moyen d'une carte bleue. L'opposition des consommateurs les fit reculer.

Les banques font maintenant valoir que les cartes de crédit leur coûtent de l'argent, toujours à cause des paiements de petites sommes : la gestion des opérations de moins de 100 F, en particulier, serait déficitaire. Et, aujourd'hui, elles font preuve de beaucoup d'ingéniosité pour essayer de mettre à la charge des titulaire de cartes le surcoût de cette gestion.

Or voilà que des firmes du secteur informatique estiment, au contraire, que la gestion des petits paiements par cartes pourrait leur rapporter gros. Ajoutant, non sans malice, qu'elles pourraient ainsi rendre un important service aux banques. Pour parvenir à ce résultat, il faut faire appel à une carte à puce spéciale, sorte de porte-monnaie électronique, que l'utilisateur remplirait périodiquement et qu'il viderait ensuite au fur et à mesure de ses paiements. Un système sur lequel les banques affichent beaucoup de scepticisme (feint ou réel ?), affirmant que les usagers refuseront de remplir ce porte-monnaie et de substituer ainsi, à la carte de crédit, une carte qui conduit à faire une avance d'argent à une entreprise. Une opinion que contestent les tenants de la carte à puce en observant que le procédé existe déjà, par exemple pour le paiement des communications téléphoniques dans les cabines

publiques, et qu'il sera plus simple que le retrait d'argent liquide à un distributeur de billets.

Une première expérience de carte porte-monnaie est actuellement réalisée par la société de transports en commun de Dijon (Transco). La carte utilisée est très différente de la carte Télécom de paiement des communications téléphoniques puisque, alors que cette dernière se jette après épuisement des sommes disponibles qu'elle comporte en mémoire, la carte Transco est renouvelable. Pour cela, on la glisse dans l'un des terminaux informatiques spécifiques installés dans les points de vente des titres de transport, par exemple dans les bureaux de tabac et aux terminus des lignes d'autobus. Ce système assure la rentabilité de la carte malgré sa vente au public au prix de 20 F, somme très inférieure à son coût de fabrication. En fait, les 20 F demandés sont surtout destinés à éviter les demandes de cartes qui ne seraient que peu ou pas utilisées. La perte sur le prix de revient est plus que compensée par le placement bancaire pur et simple des sommes versées, par les utilisateurs, lors du pré-paiement des titres de transport. Par ailleurs, la carte réduit sensiblement les frais relatifs à la vente des titres de transport, dès lors qu'un système informatique assure directement et automatiquement toutes les opérations de gestion et qu'il n'est plus besoin d'imprimer des tickets.

Le procédé Transco, nous l'avons vu, repose sur une carte à puce. Elle est conçue par Bull sous la référence CP8 (sous masque M4). Avant de pouvoir l'utiliser, le voyageur choisit la somme qu'il souhaite déposer — 100 F minimum — en insérant sa carte dans un terminal qui mémorise dans celle-ci le nombre de sections de trajet correspondant — son possesseur a d'ailleurs le choix entre coupon mensuel ou hebdomadaire et tickets utilisable au coup par coup. La carte peut aussitôt être employée comme titre de transport, et lors de chaque voyage la carte sera passée dans le terminal du bus qui effacera le nombre de sections équivalent au trajet

qui doit être effectué.

Le point faible du système est que cette carte ne peut être rechargeée indéfiniment ; en effet, il n'est pas possible de créditer deux fois une même zone de la mémoire. Sa durée de vie estimée est de l'ordre de quatre ans.

Les terminaux de chargement des cartes sont reliés à un centre informatique Transco par le canal du réseau Minitel. Ce qui permet, en cas de destruction de la carte, de rembourser les sommes non utilisées. De même, en cas de vol ou de perte, le crédit disponible pourra être bloqué et la carte interdite jusqu'à ce qu'elle soit éventuellement récupérée.

Sur les autobus, l'utilisateur doit, si l'on peut dire, "composter" sa carte sur un lecteur en indiquant, au moyen d'un clavier, sa destination. Le micro-ordinateur du lecteur détermine aussitôt le nombre de sections du trajet, soustrait la somme correspondante du total de la carte et indique au voyageur la somme qui reste disponible. En même temps, le numéro de la carte et le crédit restant sont mémorisés par un module. En effet, la société Axicarte, maître d'œuvre du projet, a dû imaginer un système de liaison indirect puisque les véhicules se déplacent constamment, y compris en campagne, loin de Dijon. Chaque lecteur informatique d'autobus a été équipé d'un module mémoire enfichable de forte capacité. Chaque fois que l'autobus revient en tête de ligne, ce module est disposé dans un terminal et vidé de ses informations. Celles-ci se trouvent automatiquement saisies par le centre informatique et mettent à jour son fichier. En même temps qu'elle est vidée, la mémoire du module reçoit du centre informatique certaines données qui lui sont destinées, par exemple les numéros des cartes, volées ou perdues, frappées d'opposition. Ainsi, un voyageur porteur de l'une de ces cartes ne pourrait plus s'en servir, le module la refusant.

Transco est la première firme utilisant la carte à puce dans une application de monétique. La so-



En montant dans le bus, le voyageur "compose" sa carte en l'introduisant dans le lecteur de droite, sur le clavier duquel il aura préalablement tapé sa destination. Le conducteur dispose d'un second boîtier où il indique la section qu'il traverse et qui peut lui permettre, éventuellement, de délivrer des titres de transport à l'unité. C'est sur ce boîtier qu'est enfiché le module mémoire (bloc noir).

cieté Axicarte, qui a conçu le système, ne pense pas en rester là.

Bien d'autres applications sont en effet possibles, une même carte pouvant d'ailleurs servir à plusieurs usages. Il suffit pour cela de réserver des zones précises pour chacun d'eux et d'y mémoriser des "jetons" (taxes de base analogues à celles des Télécom). Par exemple, il est dès maintenant possible de grouper des durées de parking et des tickets restaurant. Car, pour l'informatique, il n'y a pas de différence entre un "jeton" parking et un "jeton" restaurant, même si la somme d'argent qu'ils représentent est différente.

A Dijon, les responsables du système Transco ont tout lieu d'être satisfaits, le public l'ayant favorablement accueilli. Dès les premiers jours, le nombre de cartes vendues a dépassé les prévisions. Et, contrairement à toute attente, les personnes du troisième âge se sont intéressées à ces cartes. Probablement parce que, contrairement à ce qui se passe avec un porte-monnaie ordinaire, elle élimine toutes manipulations d'argent. De même, elle est plus sûre qu'un porte-monnaie puisqu'en cas de perte ou de vol, elle peut être immédiatement annulée. Ce sont là des signes prometteurs pour son avenir.

Henri-Pierre Penel

LIVRES

Les tables tournantes du Museum

A Carnaval, on fait une caricature d'une personne ou d'une idée, puis on la brûle. C'est ainsi que Rémy Chauvin, qui n'est pourtant pas tombé de la première éprouvette, puisqu'il est professeur de biologie à la Sorbonne, expose, dans son dernier livre, l'idée — passablement gauchie — qu'il se fait de la science, puis la vole aux gémomies.

«Jadis le monde était plein de dieux parfois cruels, souvent inconstants, écrit-il au début de *Dieu des fourmis, Dieu des étoiles* (1), puis apparaît la Science, modeste d'abord, dans l'ombre de la théologie et de la philosophie, mais qui ne tarde à grandir. Monstrueusement. Elle englobe tout maintenant. Elle a chassé les saints et les saintes et les bons anges et jusqu'au Père éternel.» C'est l'essentiel de son propos, c'est pourquoi nous le citons.

Qu'il nous permette ici de nous inscrire en faux. Jusqu'au 1^{er} siècle de notre ère, la science a parfaitement bien cohabité avec la religion. Aristote a ainsi jeté les fondements d'une science totale — il avait envisagé de résumer toutes les connaissances scientifiques de son temps, jusques et y compris la physique atomique théorique — et personne ne l'accusa jamais d'impiété. Puis une autre religion a fait la guerre à la science, et c'est pourquoi, par exemple, Buffon eut malheur à partir avec les autorités religieuses du XVIII^e siècle, qui n'approuvaient guère ses vues, pourtant décentes et timides, sur les espèces vivantes, et c'est encore

pourquoi Descartes dut prendre la fuite en Hollande, pour ne pas être persécuté, voire traité d'hérétique. Nous ne citons pas l'exemple de Galilée, beaucoup trop connu. Puis la science s'est rebiffée, les pouvoirs temporels et spirituels ont été séparés et la science a fait ses preuves.

Faut-il se désoler de ce que, entre autres mythes, Pasteur ait détruit celui de la génération spontanée des souris dans les tas de linge sale, qu'on soutenait encore à l'Académie de médecine, et celui des "miasmes", qu'on tenait pour cause des épidémies ? Chauvin ne le ferait pas, et il relève un peu plus loin que nous sommes beaucoup moins esclaves de la maladie. Mais il trouve que la science a pourtant grandi "monstrueusement". Pis : il trouve qu'elle est incapable de tout expliquer.

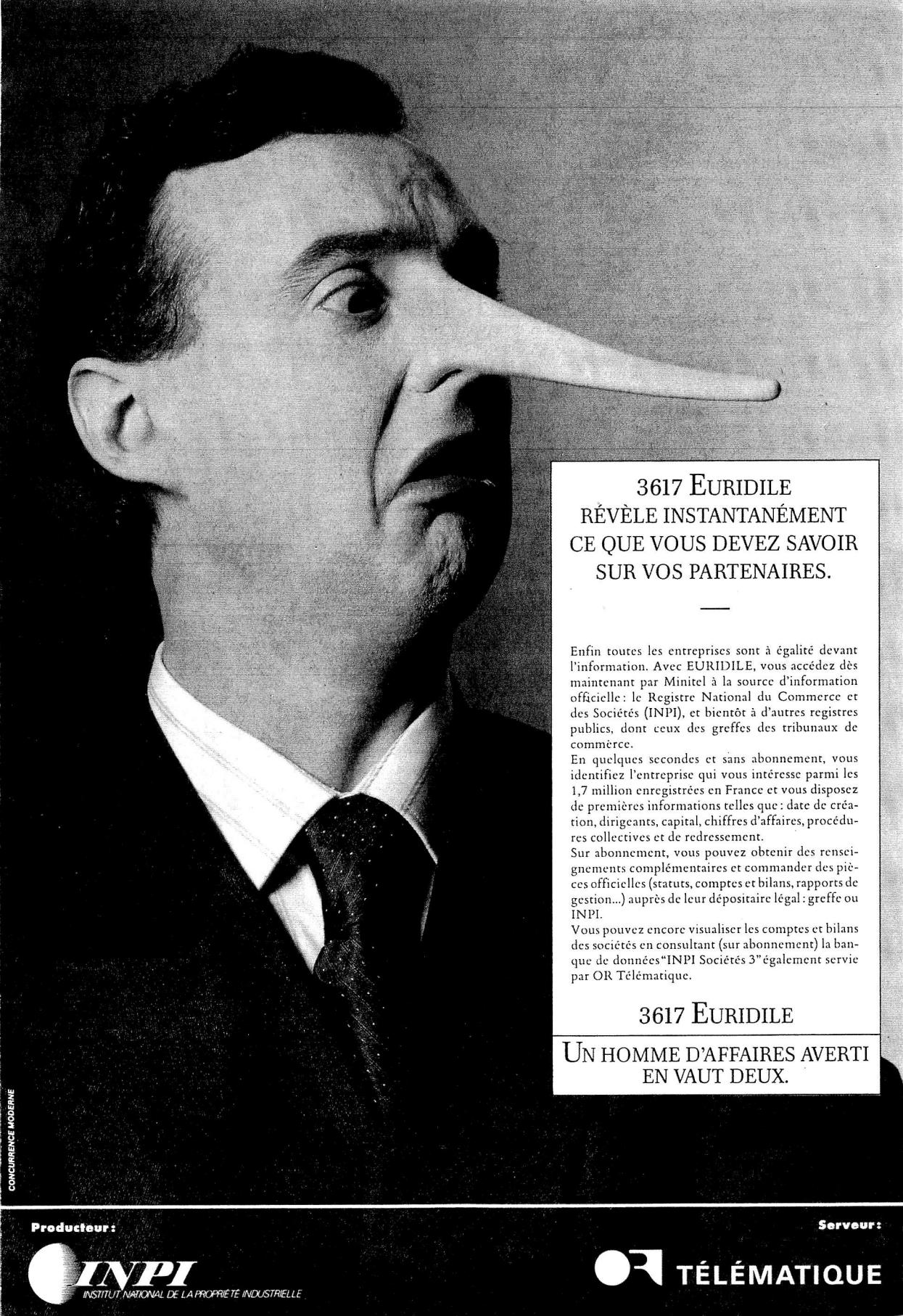
C'est là que, paradoxalement, Chauvin est le plus étonnant. Étonnant, parce qu'il expose avec beaucoup de talent un certain nombre de problèmes de biologie, par exemple sur le cristallin de l'œil des vertébrés, l'organisation d'une ruche d'abeilles en un super-organisme, le remaniement incessant

des nids de fourmis par celles-ci, la conquête de nids étrangers par les fourmis *Epimyrmex*, qui, une fois conquis, cherchent la reine et lui coupent la tête, etc. Il évoque souvent un autre écrivain scientifique, l'Américain Stephen Jay Gould. A cette différence près : Gould se divertit à montrer que les explications les plus évidentes ne sont pas toujours justes, c'est-à-dire qu'il faut se méfier des idées reçues, alors que Chauvin, lui, veut démontrer que le hasard de l'évolution ne peut tout expliquer et qu'il y a quelque part un Grand Esprit organisateur, le Dieu du titre de son ouvrage. Il l'appelle "ingénieur subtil et suprême".

Or, c'est bien possible, mais cela n'a rien à voir avec la science. Chauvin a trop bu le breuvage tiède qui tombait de la théière de Teilhard de Chardin. D'abord, parce que la science n'a jamais prétendu tout expliquer, ensuite parce qu'elle est toujours prête à jeter aux orties une théorie d'explication partielle au profit d'une autre, qui est fondée sur des faits plus nombreux et qui se vérifie mieux. C'est ainsi que le néo-darwinisme a supplplanté le darwinisme.

C'est d'ailleurs le darwinisme que Chauvin vise : il n'en veut pas, ni du vieux, ni du néo, et la phylogénèse, qui démontre pourtant que le cheval descend de l'hipparion et que les poissons ont appris à marcher comme le cœlacanthe avant de gagner la terre ferme, l'ennuie. Elle ne servirait à rien. Il n'a pas lu Gould, qui pourtant a bien expliqué dans *Le sourire du flamant rose* que l'évolution ne se fait pas dans un sens et d'une seule manière, mais qu'elle comporte énormément de variantes, les unes dues au hasard, les autres à la génétique, et que l'établissement des phylums ou arbres généalogiques des espèces n'obéit pas à des formules mathématiques. Chauvin ne croit pas non plus au hasard, ni à la nécessité et il accable les "Monod-lâtres" d'invectives. C'est symptomatique.

Quand on joint les dernières pages aux premières, il devient évident que Chauvin veut fourrer dans l'exercice du savoir un spiritualisme qui semble étonnamment proche du spiritisme. Ce ne sont pas les guéridons de salon qu'il veut faire tourner, mais les ta-



**3617 EURIDILE
RÉVÈLE INSTANTANÉMENT
CE QUE VOUS DEVEZ SAVOIR
SUR VOS PARTENAIRES.**

Enfin toutes les entreprises sont à égalité devant l'information. Avec EURIDILE, vous accédez dès maintenant par Minitel à la source d'information officielle : le Registre National du Commerce et des Sociétés (INPI), et bientôt à d'autres registres publics, dont ceux des greffes des tribunaux de commerce.

En quelques secondes et sans abonnement, vous identifiez l'entreprise qui vous intéresse parmi les 1,7 million enregistrées en France et vous disposez de premières informations telles que : date de création, dirigeants, capital, chiffres d'affaires, procédures collectives et de redressement.

Sur abonnement, vous pouvez obtenir des renseignements complémentaires et commander des pièces officielles (statuts, comptes et bilans, rapports de gestion...) auprès de leur dépositaire légal : greffe ou INPI.

Vous pouvez encore visualiser les comptes et bilans des sociétés en consultant (sur abonnement) la banque de données "INPI Sociétés 3" également servie par OR Télématic.

3617 EURIDILE
**UN HOMME D'AFFAIRES AVERTI
EN VAUT DEUX.**

bleaux phylogénétiques...

On déplorera que son livre soit entaché de petites erreurs agaçantes. P. 44, il écrit que le ver *Alvinella pompeiana*, trouvé près des sources d'eau chaude sous-marinnes par l'équipe du sous-marin Alvin, s'appellerait "ver de Pompeï"; mais le nom de ce ver a été formé à partir du mot grec *pompē*, procession, en raison de la façon dont il se propulse; c'est, en somme, une Chenille processionnaire marine, qui n'a rien à voir avec Pompeï. P. 145, il avance que Turing, au nom duquel il ajoute un tréma inutile, aurait abordé le problème de la conscience de manière détournée ; il connaît mal Alan Turing, qui n'a jamais abordé ce problème, de près ni de travers. P. 173, il écrit que le coléoptère loméchusé doit son nom à une fameuse empoisonneuse de la cour de Néron ; il veut sans doute désigner Locuste, mais cette mégère n'a rien à voir avec la loméchusé, dont le nom est formé du grec *loma*, frange, et *kusis*, verser. Broutilles. Ces péchés véniaux étant oubliés, on dira que l'auteur a de la verve, surtout en biologie, et que, comme il est provocateur et qu'il aime agacer les dents, il a fait là un livre qui force l'attention. **Gerald Messadié**

(1) Le Pré aux Clercs, 250 p., 98 F.

Yves Coppens PRE-AMBULES : LES PREMIERS PAS DE L'HOMME

Odile Jacob, 247 p., 110 F.

L'auteur n'a pas eu à affronter l'angoisse de la page blanche, il lui a suffi d'ouvrir ses tiroirs et de rassembler les nombreux articles qui jalonnent sa carrière. Assemblés, ces fragments forment donc une mosaïque dont il espère qu'elle « plaise dans son ensemble, dans ses éléments mais aussi dans sa composition et dans ses coutures ».

Tout texte d'Yves Coppens mérite attention, mais il faut convenir que l'auteur en demande parfois un peu plus qu'il n'est coutume de le faire. L'absence de ligne conductrice et l'inégale valeur des articles peuvent dérouter. Notre conseil : commencer la lecture par la fin, à

la table des matières, et choisir les articles en fonction de ses propres intérêts ; c'est alors passionnant.

La leçon inaugurale du Pr Coppen au Collège de France nous a particulièrement intéressé. Il y raconte la découverte, dans l'Est africain, du premier crâne d'australopithèque, celui d'Olduvai en 1959, qui allait donner le signal de la plus extraordinaire chasse à l'homme fossile que l'on ait connue. Grâce à elle, il devenait possible de retracer l'histoire des primates supérieurs, d'abord celle des hominoidés puis des hominidés et enfin de l'homme, dont nous représentons le terme actuel.

Ces campagnes de prospection, qui se sont étalées sur plus de vingt ans, ont aussi permis un extraordinaire développement des collaborations entre spécialités, lesquelles ont eu pour conséquence de nouvelles découvertes, notamment, en 1967, celle de la tectonique des plaques.

En effet, cette nouvelle conception de l'histoire du globe allait permettre de comprendre pourquoi les primates d'Eurasie, contrairement à ceux d'Afrique, n'excédaient jamais 17 millions d'années. L'explication en est qu'il y a précisément 17 millions d'années, un corridor s'était établi entre l'Afrique et l'Asie, par suite du contact de ces deux plaques. Dès lors, grâce à ce passage, les singes d'Afrique purent s'engouffrer dans le continent eurasiatique.

On trouvera aussi des textes passionnants sur les grands ancêtres de la préhistoire : Breuil, Teilhard de Chardin, Leroi-Gourhan. C'est Teilhard, trop encensé autrefois, un peu excessivement honni, qui, déjà en 1954, s'étonnait : « Au point où nous en sommes parvenus de nos connaissances en paléontologie générale, il paraît surprenant que l'Afrique n'ait pas été identifiée du premier coup comme la seule région du monde où rechercher, avec quelque chance de succès, les premières traces de l'espèce humaine. » Pas mal, comme intuition !

On trouvera d'autres chapitres d'égal intérêt, et l'on se prend à songer, à la fin, qu'un dictionnaire présenterait ces connaissances et ces compétences avec un peu plus de commodité.

Pierre Rossion

Pierre Accoce et Dr Pierre Rentchick

CES NOUVEAUX MALADES QUI NOUS GOUVERNENT

Stock, 328 p., 98 F.

Ce tandem avait, il y a 12 ans, publié un ouvrage du même genre sur les chefs d'Etat malades de l'époque. Les voilà qui récidivent, de Reagan, dont ils donnent à penser qu'il aurait souffert du cerveau, à Marcos, dont chacun sait désormais qu'il souffre d'un lupus érythémateux grave, maladie du collagène. Mais l'on se prend à songer, après avoir lu ces pages dignes du fameux Dr Cabanès qui fut autrefois spécialiste des "indiscrétions" médicales historiques : la maladie change-t-elle quand même quelque chose au fonctionnement intellectuel ? Aux systèmes politiques qui en dépendent ? Il semblerait que non, puisque bien des "acteurs" de ce livre sont encore au pouvoir et que Reagan a terminé sans trop d'ennuis son deuxième mandat. Ou bien alors, la sénilité, la folie et l'incohérence de ces grands malades n'ont-elles aucune importance et les hommes politiques seraient-ils comme le cheval mort de Mr Pickwick, que ses brancards tenaient debout ? Et la terrible maladie dégénérative dont souffre l'un des plus grands astrophysiciens de ce temps, Stephen Hawking, l'a-t-elle empêché d'être un esprit de premier ordre ? ...

G.M.

Gerald Messadié LES GRANDES INVENTIONS DE L'HUMANITÉ (tome 1)

Bordas, 256 p., 89 F

Ce livre réconcilie la technique et la poésie et prouve, s'il en était besoin, qu'on peut parler des prémisses de la thermodynamique sans tomber dans l'austérité du langage scientifique. L'auteur, qui avait publié l'an passé un ouvrage sur *Les grandes découvertes de la science*, dans la même collection, nous convie, au fil des siècles, dans le monde fascinant des inventions et de leur genèse. Pour le premier tome de son travail, il est parti des origines de la civilisation pour s'arrêter à 1850, alors que la Révolution industrielle avait atteint son

plein essor. Le second tome ira de 1850 à nos jours.

Quelle que soit l'époque, cependant, l'histoire des inventions est soumise à l'une des lois fondamentales de l'écologie : l'interaction homme-environnement. Ainsi, dès le début, l'Homo sapiens s'adapte à cet environnement et le modèle à sa façon. Mais quand ce milieu ambiant revêt une tunique religieuse, sociale ou politique, l'inventeur peut devenir Lucifer et son enfant Belzébuth, et voir son invention jetée aux oubliettes.

Sans aller aussi loin, certaines découvertes ont été longtemps négligées pour n'avoir pas été reconnues à leur juste valeur. Exemples : la machine à vapeur, inventée quelque dix-huit siècles avant que l'Europe en saisisse l'intérêt, ou encore le chaland à vapeur, présenté à Napoléon par l'Américain Fulton, mais que l'empereur déclarera sans avenir. Grâce à une classification astucieuse de ces inventions en différents thèmes, qui vont de la communication aux arts ménagers, en passant par l'agriculture, l'auteur remet le lecteur "dans le bain" de chaque époque. Ainsi celui-ci peut-il apprécier le bien-fondé et l'originalité technique de chaque invention et ses répercussions dans le monde contemporain. Ouvrage à cet égard sans équivalent, les diverses histoires des inventions se limitant le plus souvent à des énumérations sèches ou se laissant entraîner dans le pittoresque.

Didier Dubrana

François Roelants du Vivier LES VAISSEAUX DU POISON

Sang de la terre, 144 p., 99 F.

Le mot "déchet" implique les notions de décomposition, de mort, de toxicité. Et le désir de rejet. Mais où rejeter ces déchets qui empoisonneraient nos beaux pays industriels ? Dans le Tiers-Monde, pardi ! A partir d'exemples précis et preuves à l'appui, l'auteur dénonce les "maffias" éphémères qui se mettent, l'espace d'un voyage, aux services d'industriels ou de gouvernements, afin de convoyer ces déchets à bord de "poubelles flottantes", pardon, d'honorables cargos, vers des pays dont les autorités sont peu regardantes.

Que ce soit en Afrique ou en

Amérique du Sud, le dilemme est le même : accueillir ces bateaux empoisonnés qui amènent des devises précieuses aux économies en détresse, mais qui détruiront le patrimoine naturel ? Ou bien les refuser et laisser d'autres en "profiter" ?

Pour enrayer cette pollution organisée, l'auteur, député européen, vice-président de l'Entente européenne pour l'environnement (EEE), propose des mesures législatives draconiennes qui doivent empêcher l'exportation des déchets vers le Tiers-Monde. D. D.



« Signé de Bruno Ulmer, Thomas Plachinger et Charles Advenier, édité par Syros-Alternatives pour le prix (un peu élevé) de 240 F, ce délectable album servira de leçon relativiste pour les pharmaciens, les médecins et le public : c'est un voyage guidé, intelligent et humoristique, dans la publicité pharmaceutique et médicale des deux derniers siècles. Réglementée depuis seulement 1938, cette publicité releva longtemps de la poésie plus ou moins diluée. En témoigne l'affiche qui, en 1990, assurait que Elixir Godineau, "La grande découverte du siècle" (lequel ?), prolongeait la vie. Ou encore la réclame de l'Eau de l'échelle, "puissant hémostatique contre les crachements de sang de toute nature". La ptisie aussi, sans doute.

G.M.

Michel Beurdeley TROIS SIECLES DE VENTES PUBLIQUES

Tallandier, album ill., 234 p., 320 p.

Si l'on vend, c'est que l'on a possédé. Et pourquoi a-t-on donc possédé ? Par sentiment esthétique, dira-t-on ; pas sûr, l'ouvrage étonnant de Michel Beurdeley le dé-

montre. Bien des gens ont acheté à prix d'or des objets singuliers, mais certes pas toujours beaux. Par instinct de collectionneur, alors ? Mais qu'est-ce donc que cet instinct ? De siècle en siècle, on suit donc ce spécialiste réputé, à travers des ventes qui déjà défraient les chroniques. Michel Beurdeley s'est voulu historien, et son étudian sans défaut lui en conférerait le titre sans peine. Mais on ne peut s'empêcher de soupçonner qu'à la fin, il est aussi anthropologue, tant il décrit bien les passions ruineuses qui s'emparent des amateurs pour la possession, ô combien éphémère, d'objets, chefs-d'œuvre parfois, brimborions absurdes d'autres fois. Un livre qui enchantera les psychologues autant que les amateurs d'art.

G.M.

Sous la direction de J.F. Held LES DERNIERES TRIBUS

L'Événement-Flammarion, quelques ill. coul., 227 p., 98 F.

Six écrivains et journalistes à L'Événement du jeudi vont "découvrir" les Peuls bororos du Niger, les aborigènes d'Australie, les Pygmées du Centre-Afrique, les Esquimaux (ou Eskimo ?) du Groenland, les Yanomami de l'Orénoque et les riverains de la rue de Buci, à Paris. Cela donne cinq chapitres d'"anthropologie sauvage" (c'est-à-dire impromptue) qui complètent utilement les textes plus académiques sur ces sujets. C'est comme si l'on écoutait le récit des voyages par les auteurs, c'est-à-dire que c'est, heureusement, sans trace de pédanterie. Le sixième texte est hors-série, déroulant quoique délectable. Peut-on faire de l'anthropologie rue de Buci ? Mais si, et elle n'est pas moins utile que l'autre. « Ça ne vaut pas la peine de faire le tour du monde pour aller compter les chats de Zanzibar », rappelle l'auteur G.M.

Edouard Parker LA BOMBE A NEURONES

PUF, 210 p., 95 F.

Nous avons déjà cité Edouard Parker dans ces colonnes, à propos de son livre sur *La rumeur de Tchernobyl*. Il trouvait qu'on avait

exagéré l'importance du désastre. Dans son dernier ouvrage, *La bombe à neurones, sous-titré La désinformation en chaînes*, il poursuit son réquisitoire contre les médias. Ce livre est paru en décembre 1988, l'auteur eût dû rectifier les chiffres qu'il donne pour Tchernobyl ; il dit p. 76 que l'accident n'a entraîné que deux morts ; on savait depuis novembre qu'il en a causé 32 (il le dit lui-même pp. 59 et 109) et la liste n'est pas close. Il observe, avec raison, qu'on s'est ému beaucoup moins longtemps des 32 morts de l'incendie de la station de métro King's cross à Londres, des 43 morts de l'accident de chemin de fer d'Argenton-sur-Creuse, des 433 morts du barrage de Malpasset, des 1 500 à 2 000 disparus du naufrage du Dona Paz, en 1987, etc. Pourquoi parle-t-on encore de Tchernobyl ?

Or les accidents que cite l'auteur, et dont la majorité a certainement fait plus de victimes que la catastrophe de la centrale nucléaire de Tchernobyl, n'ont pas eu de répercussions sur le milieu. L'industrie atomique, elle, risque d'en

avoir de bien longues ; non, elle en a déjà. La région de Kyshtym, en URSS, où a eu lieu en 1957-58 un désastre révélé par Zhaurev Medvedev, est condamnée pour des siècles. Celle de Tchernobyl ne vaut pas mieux. La centrale de Savannah River, aux Etats-Unis, est en train de "radioactiver" toute la région.

L'industrie atomique effraie parce que, outre qu'elle peut être dangereuse pour les vies humaines, elle expose l'environnement à des risques beaucoup plus graves qu'un naufrage, aussi tragique soit-il. La France, en particulier, a terriblement besoin, pour le moment, de son industrie atomique ; mais, dès que cela sera possible, par exemple dès qu'on pourra mieux maîtriser les énergies naturelles et créer des réseaux de distribution de cette énergie, il sera urgent de désarmer nos centrales.

Cela étant, et en dépit des provocations hasardeuses dont cet auteur parseme son livre (« Le vrai danger qui menace les habitants de la région de Tchernobyl... c'est l'élevation de leur niveau de vie, avec ce que cela implique d'accidents de

la route », p. 111), il a raison de dénoncer la médiatisation outrancière du monde, qui fait qu'aux Etats-Unis et en Inde (ce dernier cas est moins connu), un acteur a plus de chances d'arriver au pouvoir qu'un autre et surtout, il a raison de dénoncer la frivilité extravagante, voire suicidaire de cette médiatisation.

Il note encore, à juste titre, que les mythes (tels que ceux que propagent et entretiennent les médias) peuvent être mortels. Ils ont perdu les Aztèques, intoxiqués par les fadaises que leur débitaient les grands-prêtres et acquis d'avance à la défaite pour de sinistres raisons d'astrologie, et ils maintiennent la Chine dans une pauvreté "tier mondiale". Or, en Europe, et en France encore plus qu'ailleurs, nous consommons du mythe à longueur d'année, pâte molle et toxique qui affadit l'esprit critique.

Parker a encore plus raison de dénoncer l'immense danger que court l'Occident : forts de structures sociales plus souples que les nôtres, les Etats d'Asie, Japonais en tête, qui, il y a un demi-siècle,

Un sujet : la croissance des ressources alimentaires de la planète.

Un enjeu : améliorer les plantes et protéger l'environnement.

Une règle : défendre les cultures et la santé de l'homme.



Jusqu'à présent, la planète avait le choix entre la famine provoquée par l'explosion démographique et la pollution généralisée due à la diffusion de la chimie. La famine, pour une large part, a été contrôlée et on sait que la pollution, en dépit des craintes des années 60, peut être évitée. L'industrie de la protection des plantes a joué son rôle pour lutter contre la faim. A elle de prouver qu'elle est capable de contrôler les atteintes à l'écosystème. Plus que jamais la terre devra être "sous ordonnance".

Editions

E|C|U

Collection passeport

BON DE COMMANDE

Je souhaite recevoir le livre "La terre sous ordonnance" au prix unitaire de 111F TTC Franco de port.
Veuillez trouver, ci-joint mon règlement à l'ordre des éditions E/C/U - European Communications Units.
 exemplaire(s) à 111F x = F Chèque bancaire Chèque postal Règlement sur présentation de facture.

Madame, Monsieur _____ Société _____
Adresse _____ Tél. _____

Bon de Commande à retourner : Editions E/C/U European Communications Unit
BP 1 - 81, rue F. Mermel 69813 TASSIN Cedex - FRANCE
Tél. 72 38 06 66



pataugeaient dans l'ignorance technologique, ont contraint l'Angleterre et la France à renoncer à la fabrication de motocyclettes (entre autres), ont quasiment tué l'optique allemande et ont tué l'électronique américaine. Aujourd'hui, les Japonais rachètent l'Amérique par pans entiers, en attendant de se rabattre sur l'Europe.

Voilà un livre qui n'est pas agréable à lire. Il ne chatouille pas son lecteur où celui-ci voudrait. Si l'on excepte le parti-pris excessif pour le nucléaire, c'est pourtant un livre qui purgera bien des cerveaux rassasiés de bouillie médiatique. G.M.

James Darnell, Harvey Lodish et

David Baltimore

LA CELLULE

BIOLOGIE MOLÉCULAIRE

Decarie & Vigot, 1 200 p., 490 F.

Moins de deux ans après la publication de ce livre en anglais, les éditions Decarie, au Québec, et Vigot, en France, en publient la traduction. Cette somme mérite en effet l'effort : les trois auteurs en

sont très connus, Darnell est professeur à l'université Rockefeller, Lodish et Baltimore le sont au Massachusetts Institute of Technology de Boston.

L'ouvrage est de caractère universitaire et destiné aux étudiants et enseignants désireux de suivre les progrès considérables de la biologie fondamentale ces dix dernières années.

Communément appelé "Le Darnell", il intègre les données de la biologie moléculaire, de la biochimie, de la biologie cellulaire et de la génétique. La présentation des mécanismes élémentaires de la structure et du fonctionnement des gènes bactériens et des chromosomes des organismes complexes, animaux ou végétaux, permet d'aborder des phénomènes aussi obscurs que la différenciation cellulaire et le fonctionnement du système immunitaire ou l'induction des cancers.

Une discipline domine ces pages, et c'est l'expérimentation. On ne connaît guère d'exemples d'évolution de discipline aussi rapide que celle de la biologie molé-

culaire ; cette évolution n'a pu être aussi prompte que grâce à la mise au point de protocoles expérimentaux et de techniques nouvelles. Qu'il s'agisse de cultures cellulaires, de modes de transferts de gènes d'une bactérie à l'autre, de fusions cellulaires, de l'utilisation de virus, de radioisotopes, d'électrophorèses, "le Darnell" l'explique de manière pratique, avec une précision parfaite.

L'organisation de l'ouvrage, qui présente les molécules élémentaires du monde vivant, l'expression, la structure et la synthèse des gènes, le fonctionnement, la dynamique normale et pathologique de la cellule, est d'une belle rigueur pédagogique. Louons l'iconographie, très riche en schémas, tableaux et photos inédites.

C'est donc un ouvrage majeur de référence dans une discipline elle-même majeure : la biologie est, en effet, en train de modifier les données de nos sociétés, données économiques et politiques aussi bien que sociales. Elle est même en train de modifier l'éthique : c'est dire !

Paul Valsador ▲



ESITPA

ECOLE SUPERIEURE D'INGENIEURS ET DE TECHNICIENS POUR L'AGRICULTURE

FONDÉE EN 1919

B.P. 607 - 27106 VAL DE REUIL CEDEX

- Etablissement d'Enseignement Supérieur de l'Assemblée Permanente des Chambres d'Agriculture.
- Ingénieurs en Agriculture :
1^{re} année : Baccalauréats scientifiques ou bac + 1
2^e année : Math. Spé. ENSA, Admissibles ENV, DEUG B
- Techniciens Supérieurs agricoles (*par correspondance*)
- Des enseignements adaptés à la diversité de l'agriculture, réalisés par un corps professoral complété par des responsables engagés dans la vie professionnelle.

Informatique ou Bureautique

UN MÉTIER EN MOINS DE 6 MOIS

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

**Avec CONTROL DATA,
c'est possible**

pour les candidats
de niveau bac à bac + 2



Téléphonez ou retournez vite ce bon :

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Age _____ Niveau d'études _____

INSTITUT CONTROL DATA

Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris

Cedex 13 - Tél. : (1) 45.84.15.89

Etablissement d'Enseignement Privé

PARIS - LYON - MARSEILLE

BORDEAUX - NANTES

Graphireal

**GD
CONTROL
DATA**

SCIENCE JEUX

Interférences et diffraction sur écran

PHYSIQUE AMUSANTE

Si l'on parle beaucoup d'interférences dans des domaines aussi divers que la politique, l'écoute des radios, la gestion économique d'une société ou la circulation un jour de grève, tous phénomènes qui sont fluctuants mais pas vraiment ondulatoires au sens de la physique, on oublie qu'il n'y a de vraies interférences qu'avec des ondes sinusoïdales.

La complexité du processus est d'ailleurs bien réelle, bien que chacun en ait une idée intuitive assez juste. Cette idée intuitive, c'est qu'il y a une interaction oscillant du meilleur au pire quand deux processus viennent agir en même temps sur un même point, ce qui est vrai mais ne recouvre que très partiellement la réalité physique des interférences.

En fait, il faut qu'il y ait superposition dans un même domaine de deux processus ondulatoires de même fréquence pour qu'on voie apparaître une alternance périodique de renforcements et d'annulations du phénomène agissant.

Les interférences peuvent être observées avec tout ce qui est de nature ondulatoire, à commencer par les ondes à la surface de l'eau ou d'un liquide quelconque. Mais pour qu'elles soient parfaites, il faut que les sources vibratoires aient même fréquence, si possible même amplitude, et qu'elles soient en phase.

Dans la pratique ce sont là des

conditions peu commodes à obtenir ; si l'on considère par exemple les ondes à la surface de l'eau, on sait qu'il est très simple de faire des rides en lançant un caillou.

Mais il faudrait faire tomber exactement de la même hauteur, et rigoureusement au même instant, deux cailloux parfaitement identiques pour obtenir deux cercles d'ondes en phase ayant des fréquences identiques. On observerait alors au moment où les deux cercles se rencontrent une succession d'ondes très différentes de celles qui s'étaisent en rond : entre les deux points de chute on aurait une vague rectiligne avec, de part et d'autre, des vagues arrondies (en réalité hyperboliques) s'étalant en éventail de chaque côté de la ligne joignant les points de chute.

La vague centrale rectiligne représente le point de renforcement maximal des ondes de départ, les vagues suivantes ayant des amplitudes de moins en moins fortes ; et entre ces vagues, on trouverait des zones de calme plat où l'action des

ondes engendrées par la chute des cailloux s'est trouvée annulée.

Le procédé par chutes de pierres étant vraiment peu commode à mettre en œuvre, la méthode habituelle de démonstration consiste à prendre une lame vibrante terminée en T, avec des pointes abaissées depuis la barre du T, et à effleurer la surface d'un liquide avec ces 2 pointes. On obtient de ce fait 2 sources synchrones qui agitent l'eau en phase et à la même fréquence, ce qui permet de voir apparaître entre les 2 pointes le double faisceau hyperbolique des ondes dues aux interférences.

Notons bien que le phénomène n'est parfait que si les 2 sources émettrices d'ondes sinusoïdales sont en phase ; par contre en lançant 2 pierres à peu près pareilles touchant l'eau à peu près en même temps, on verra bien les 2 cercles d'ondes provoquer des ondulations complexes au moment où ils se rencontrent, mais ces ondulations ne prendront jamais le dessin caractéristique des interférences.

De toute manière, quand un point est soumis à l'action simultanée de 2 processus oscillants, il bouge en fonction de la somme algébrique — c'est-à-dire que les actions peuvent très bien se retrancher — des 2 mouvements arrivant en ce point. La composition de 2 forces sinusoïdales relevant de l'analyse trigonométrique, qui n'a rien de simple, nous n'insisterons pas sur la théorie du phénomène.

La chose importante à en retenir, c'est que les 2 actions peuvent s'ajouter et se retrancher de manière périodique selon le point atteint par les ondes quand ces 2 actions sont elles-mêmes périodiques et en phase. Or cette condition, qui est difficile à obtenir avec des vagues sur l'eau, s'obtient très facilement, et justement quand on ne le veut pas, avec les vibrations de la lumière. Les interférences dues à la diffraction sont même une gêne permanente dans tous les instruments d'optique et un obstacle infranchissable à l'obtention d'images d'une netteté parfaite.

La diffraction est d'ailleurs très facile à observer : il suffit de regarder une source lumineuse assez vive à travers la fente constituée par 2 doigts rapprochés et placés près de l'œil ; on voit se former des lignes floues alternativement clai-

res et sombres dues aux interférences des 2 sources lumineuses que sont devenus les 2 bords des doigts.

Il s'agit là d'une expérience très grossière, mais qui a le mérite de mettre en évidence un phénomène fondamental : aucune source lumineuse n'est nette quand on l'observe à travers une fente très fine — ou un trou très petit.

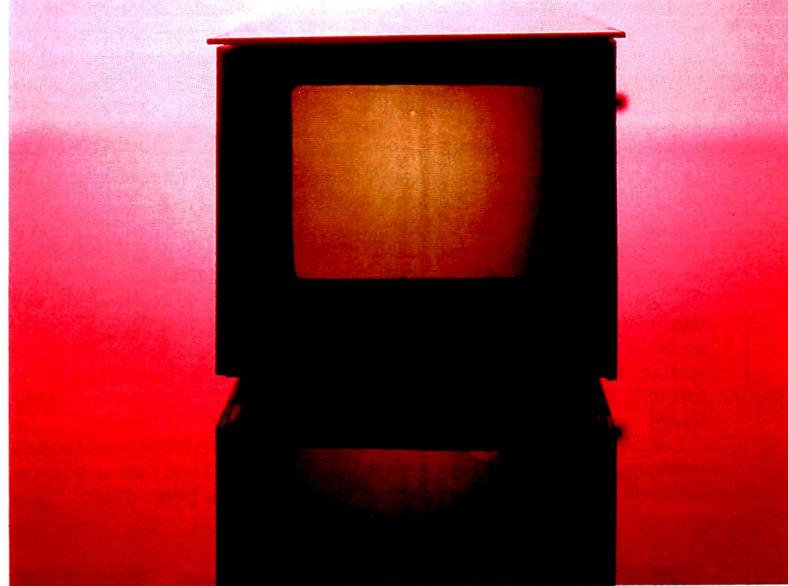
La théorie complète du processus dépasserait de fort loin le cadre de cette rubrique puisqu'interférences et diffraction ont servi de base aux hypothèses sur la nature ondulatoire, ou corpusculaire, ou les 2 à la fois, de la lumière.

De manière simplifiée, on peut dire que la lumière cesse de se comporter comme le voudrait l'optique géométrique dès qu'elle doit passer par des fentes dont la largeur n'est pas très grande comparée à la longueur d'onde des rayons lumineux (celle-ci va de 0,4 à 0,8 µm ; une fente de 0,05 mm n'est donc pas gigantesque en comparaison).

Quand la lumière tombe sur une fente très fine, on peut considérer en première approximation que les 2 bords de la fente se comportent comme 2 sources lumineuses secondaires très rapprochées, ayant même fréquence que la source principale et qui, de plus, sont en phase. Toutes les conditions sont donc réunies pour qu'il y ait de parfaites interférences, l'annulation et le renforcement des ondes lumineuses se traduisant par une succession de raies alternativement claires et obscures.

C'est ce phénomène que nous allons maintenant mettre en évidence, mais en compliquant un peu les choses : quand on met 2 fentes très rapprochées, on voit apparaître non seulement les franges de diffraction, mais en plus à l'intérieur de la raie centrale brillante un deuxième ensemble de franges d'interférences bien plus fines dû à la présence de 2 fentes, et dites franges de Young. Pour être juste, elles sont très difficiles à observer.

La construction du montage nécessite le matériel habituel du Hobbystyrène de Pierre Courbier, à savoir cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast et trichloréthylène, colles cyanocrylate et néoprène, papier abrasif. Tout l'ensemble est réalisé en polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur, matériau que



l'on peut trouver directement ou par correspondance chez Adam Montparnasse, 11 Bd Edgar Quinet, 75014 Paris ou chez Pierron, 57206 Sarreguemines Cedex.

Ajoutons les composants spécifiques à cette expérience :

- Papier aluminium, épaisseur normale ; papier calque de faible épaisseur ou Kodatrace ; interrupteur à bouton poussoir, relais carré à vis, fil cuivre 1,5 mm, fil souple et 2 piles R14 1,5 V.
- Ampoule miniature destinée aux petites lampes torche type "Mini-Maglite" ; ces ampoules peuvent se trouver chez les détaillants faisant cette marque et, en vente par 2 directement ou par correspondance, chez Sedao, 37-39 rue des Grands-Champs, 75020 Paris : 50 F sur place ou 69 F pour envoi par correspondance — ne pas oublier de joindre le chèque à la commande.

Muni de ces éléments, on peut passer à la construction ; les cotations des pièces A₁, A₂, B₁, B₂ & C qui constituent le boîtier sont données *figure 1*. On les tracerà, marquera au cutter et, après les avoir découpées par rupture, on en poncera soigneusement les chants selon les principes de base de la méthode Hobbystyrène — pour plus de détails sur cette méthode on se reporterà à notre ouvrage *Physique Amusante*.

Sur la pièce A₁, on tracerà en plus l'emplacement de collage du porte-fentes et de l'écran aux en-

droits indiqués sur la *figure 1*. Le porte-écran (pièce C) est constitué par un rectangle de polystyrène de 80 × 60 mm ; on tracerà un cadre à l'intérieur, et à 10 mm de son périmètre qui dessinera la forme de la fenêtre. On marquera soigneusement et assez profondément ce tracé avec la lame du cutter.

Ensuite, par torsions successives, on rompra la matière jusqu'à ce qu'on puisse extraire la pièce centrale ; on grattera avec la lame du cutter les tranches intérieures afin de les égaliser le mieux possible. Il restera à découper, soit deux rectangles de Kodatrace (plastique translucide dépoli utilisé par les dessinateurs), soit un morceau de papier calque de faible épaisseur ; dans les 2 cas au format 65 × 55 mm.

La première solution, superposition de 2 rectangles de Kodatrace, donne une image un peu plus claire ; la seconde est cependant acceptable. Ces pièces seront collées (cyanocrylate) sur le porte-écran en étant bien centrées. Le porte-fentes sera découpé aux cotations données *figure 2* avec les mêmes précautions concernant l'extraction de la fenêtre centrale.

La réalisation des fentes proprement dites sera abordée ultérieurement lorsque la source de lumière sera terminée ; pour l'instant, on se contentera de découper au diamant (ou à la roulette de vitrier) un rectangle de verre 80 × 30 mm et

on le collera (cyanocrylate) centré sur l'ouverture du porte-fentes. Après quoi, on déposera de la colle sur ce morceau de verre en réservant la partie centrale comme indiqué **figure 3**.

On appliquera ensuite un morceau de papier aluminium ménager sur le verre et on enlèvera la partie dépassante — pour coller l'aluminium sur le verre nous avons utilisé de la colle en bâton type "Scotch papier carton"; utilisée dans ces conditions cette colle ne sèche pas immédiatement et nous verrons que cette particularité sera fort utile lors de la confection des fentes.

Comme source de lumière, la meilleure serait constituée par la lumière monochromatique d'un

laser ; mais, en attendant que des diodes laser en lumière visible soient disponibles, nous avons choisi une minuscule ampoule (hauteur 6 mm, diamètre 3,5 mm) destinée aux lampes torches "Mini-Maglite"; ce genre d'ampoule, dont le filament est tout petit (1 mm environ), est alimenté par 2 piles de 1,5 V.

Deux fils de 5 mm de longueur sortent de son culot ; il faut les prolonger avec un raccord soudé composé de 2 fils de cuivre rigides (1 à 1,5 mm de diamètre) de 32 mm de long que l'on coudera à 90° comme indiqué sur la **figure 4**. Ensuite, on introduira l'extrémité de ces fils dans un relais électrique à vis. Les 2 sorties de ce relais seront ensuite connectées d'une part au pôle (+) de l'une des piles, d'autre part à

l'entrée d'un interrupteur à bouton-poussoir.

Le (-) de la première pile sera relié au (+) de la seconde — fil de 70 mm de long — et le (+) de cette même pile sera connecté à la sortie de l'interrupteur. On vérifiera que le dispositif fonctionne et on le mettra provisoirement de côté pour passer au tracé des fentes. Car, avant d'assembler les divers composants maintenant fabriqués, le plus délicat reste à faire.

Pour que le phénomène des interférences soit bien net, il faut que l'intervalle entre les 2 fentes que nous allons tracer à la pointe du cutter soit de l'ordre du 1/10 de mm ; si l'on disposait d'une machine à diviser, la chose serait relativement simple. Mais les impératifs que nous nous sommes fixés pour l'exécution des modèles proposés dans cette rubrique (outillage simple et peu coûteux) vont nous conduire à procéder empiriquement.

Comme il n'est bien entendu pas possible de mesurer cet intervalle avec un double décimètre, il va falloir procéder par essais successifs ; fort heureusement le papier d'aluminium n'est pas un matériau cher, d'autant plus que nous n'en utiliserons qu'une petite surface. Pour mettre de notre côté le maximum de chances de réussite, nous nous procurerons, en plus de l'aluminium en question, une lame de cutter neuve — ou fraîchement cassée.

Une lame émoussée arracherait le métal au lieu de le couper et nous nous servirons, pour la guider, d'une petite règle métallique. Les 2 fentes seront tracées au centre de la lamelle de verre comme indiqué **figure 3**. La lame doit fendre le métal franchement du premier coup et donc laisser une fente dont la largeur soit régulière ; la seconde fente sera tracée parallèlement à la première et à une distance aussi courte que possible sans enlever pour autant la micro-languette d'aluminium qui les sépare.

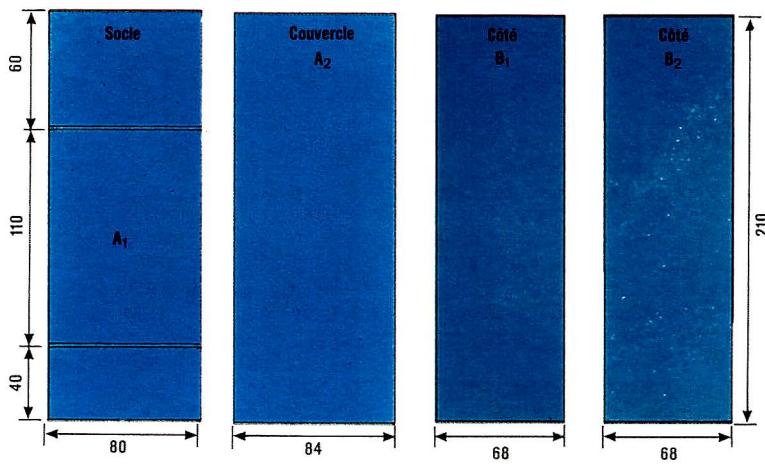


Figure 1

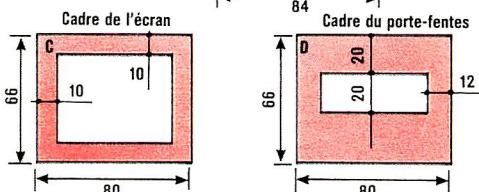


Figure 2

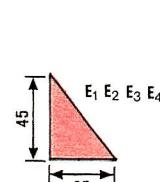


Figure 3 Fentes tracées à la lame de rasoir (voir texte)

Ceci fait, on allumera l'ampoule et on mettra les fentes contre le verre de l'ampoule (métal au contact du verre) en les disposant de telle façon que le maximum d'intensité lumineuse soit visible de l'autre côté ; la distance qui sépare le filament des fentes sera suffisante pour mettre en évidence le phénomène.

On baisse alors la lumière ambiante et on observe l'écran, tenu à la main à une dizaine de centimètre du porte-fentes, afin de voir si les interférences se produisent effectivement — alternance de raies brillantes et obscures. Tenant de l'autre main le porte-fentes, il sera facile de le déplacer légèrement afin de rechercher l'effet maximum.

Si l'on obtient seulement une plage uniformément lumineuse, il faudra recommencer l'opération du tracé des fentes après avoir remplacé le papier d'aluminium ; c'est alors que l'on appréciera le fait que la colle préconisée n'a pas complètement séché : il suffit d'enlever la pellicule métallique et d'en disposer une nouvelle. Si toutefois la colle avait séché, on l'enlèvera avec un coton trempé dans l'alcool.

Notons au passage que les principales imperfections d'exécution rencontrées lors de la mise au point de cette expérience sont :
 — non-parallélisme des fentes
 — distance trop grande entre les fentes
 — enlèvement du métal entre les fentes
 — arrachage des bords des fentes.

Un peu de soin et de patience suffiront pour faire un tracé correct. Une fois obtenus des résultats probants, il ne reste plus qu'à installer le montage sur la pièce A₁, comme indiqué **figure 5**. On collera aux 2 emplacements tracés sur cette même pièce le porte-fentes et l'écran maintenus par leurs équerres. Le dessous du connecteur de liaison électrique (domino en plastique) sera enduit de colle néoprène — cette colle poisseuse à séchage lent facilitera les réglages ultérieurs.

L'ampoule sera disposée au centre du porte-fentes et au contact du papier d'aluminium ; les piles seront maintenues en place avec un petit morceau d'adhésif double face du type Scotch Mount. Le fait que l'ampoule soit soudée sur des

fils de cuivre rigides, mais cependant déformables, permettra de modifier légèrement sa position qui devra, comme nous l'avons vu précédemment, être telle qu'elle projette le faisceau interférentiel sur l'écran disposé et collé à sa place sur A₁.

Notons que les fentes jouent également le rôle de diaphragmes et limitent de ce fait la luminosité émise par l'ampoule ; en conséquence, l'image projetée sera peu lumineuse et ne pourra être bien observée que dans l'obscurité ou une lumière très atténuee — ce qui ne serait pas le cas si l'on utilisait une source laser ainsi que nous

l'avons expérimenté. Le réglage du montage sera terminé lorsque l'image des interférences se projetttera le mieux possible sur l'écran ; il ne restera plus alors qu'à coller les pièces B₁, C, B₂ comme indiqué **figures 6 & 7**. Le couvercle A₂ ne sera collé que par quelques points de colle afin de pouvoir facilement l'enlever, ne serait-ce que pour changer les piles.

Et, tout simple que soit ce montage, il prouve de manière indubitable que la lumière est bien une vibration, même si celle-ci enrobe de surcroît un corpuscule.

Renaud de La Taille
Modèle Pierre Courbier

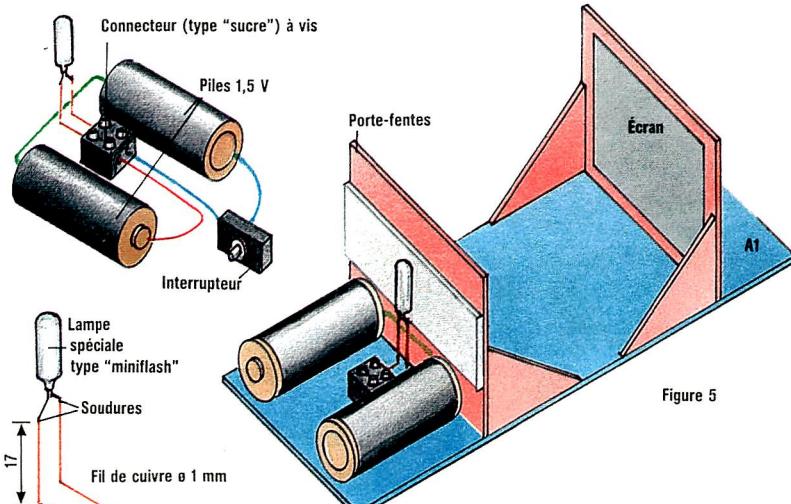


Figure 4

Figure 5

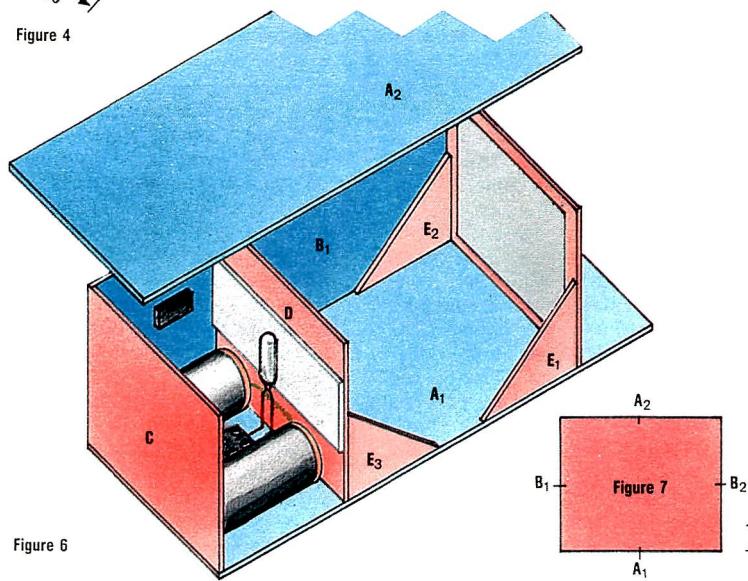
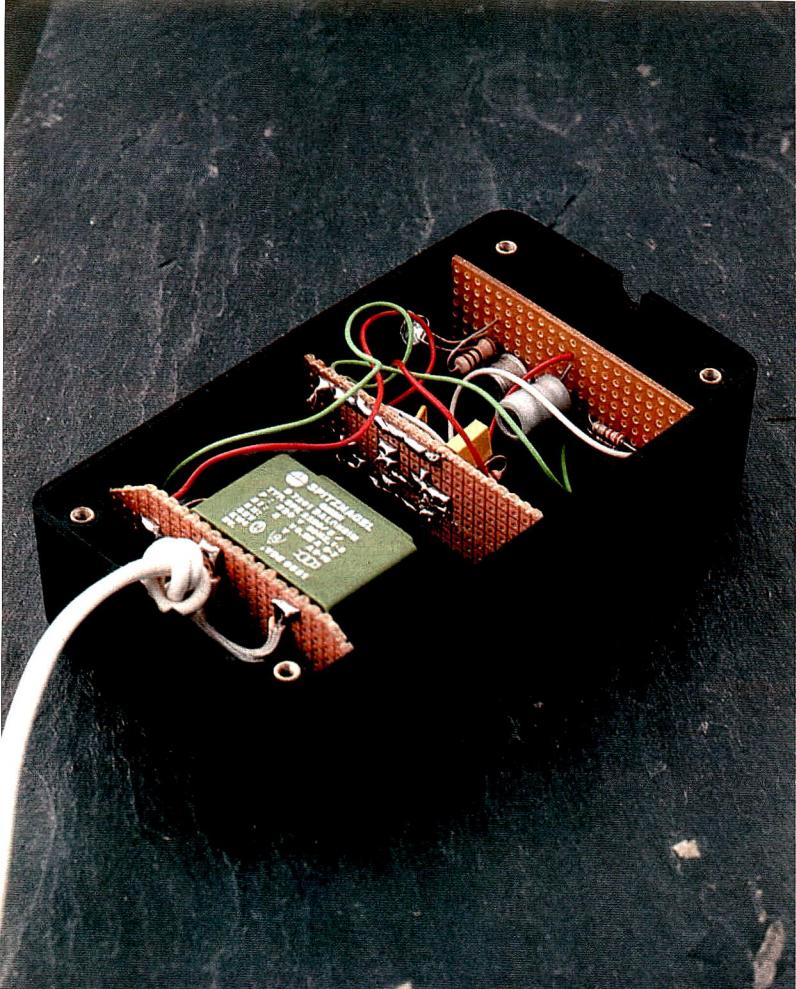


Figure 6

Figure 7



Une barrière infrarouge : l'émetteur

ELECTRONIQUE AMUSANTE

Dans ces pages, nous avons de nombreuses fois parlé des divers supports pour communiquer un signal utile. Jusqu'à présent, le seul support immatériel que nous ayons employé était les ultrasons. A la suite des nombreuses réalisations que nous avions proposées, un grand nombre d'entre vous nous ont demandé de consacrer nos lignes à un autre type de support immatériel : les infrarouges.

Il était encore difficile, il y a peu d'années, de se procurer chez les détaillants des couples infrarouges, c'est à dire non seulement une diode électroluminescente capable d'émettre dans ces fréquences, mais également un élément capable, à la réception, de convertir le

faisceau émis en un signal exploitable sur un plan électronique.

Ce point semble maintenant résolu. Pour nous familiariser avec ce nouveau type de transmission, le montage de ce mois-ci sera des plus simples ; il s'agit en effet d'une barrière infrarouge. Notons cependant que les plus passionnés d'entre vous pourront lui trouver immédiatement d'autres applications — télécommande ou détecteur de passage... — en utilisant le montage non plus en rupture de faisceau, mais en réflexion.

Comme tout système de liaison, notre barrière comportera deux éléments distincts : un émetteur et un récepteur. La vocation de l'émetteur sera, comme on peut

s'y attendre, de produire le faisceau.

Cependant, en électronique, il reste beaucoup plus facile de détecter un signal pulsé (émis par intermittence) qu'une élévation constante du taux d'infrarouges. C'est pour cette raison que notre émetteur ne sera pas uniquement composé d'une diode électroluminescente infrarouge directement raccordée à une pile. Si tel était le cas, et étant donné sa puissance relativement faible, elle resterait parfaitement indétectable sur le fond d'infrarouges ambients présents dans n'importe quel local habité.

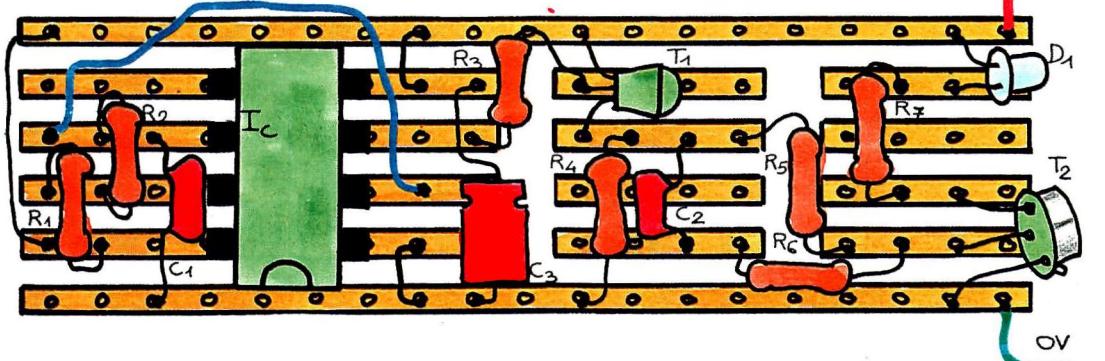
Dans notre cas, ne confondons pas signal pulsé et clignotement : la fréquence émise par l'émetteur sera de l'ordre de 1000 Hz. Donc, même si la diode émettait une lumière visible, elle semblerait être constamment allumée. Par contre, cette astuce nous permet de tricher sur sa puissance réelle d'émission.

Dans notre cas la diode sera, toutes proportions gardées, allumée peu de temps et éteinte longtemps. Ainsi la puissance moyenne qu'elle dissipera sera compatible avec les limites que fixe son constructeur tout en fournissant des "éclairs infrarouges" supérieurs à ce que permettraient, dans l'absolu, sa puissance en mode d'éclairage continu.

Notre émetteur aura donc pour cœur un NE 555 chargé de générer la fréquence d'émission sous un faible rapport cyclique. Sa sortie pilotera la diode infrarouge par l'intermédiaire d'un transistor. Le NE 555 ne serait pas directement capable de fournir ponctuellement l'intensité nécessaire à la diode, du moins sous ce type de fonctionnement.

Reste maintenant la seconde partie de notre barrière ; à savoir le récepteur. Il est évident que son cœur reste le détecteur infrarouge. Nous utiliserons ici une photodiode sensible à ce type de rayonnement, composant qui doit être utilisé, ou plutôt "attaqué", comme disent les spécialistes, sous des conditions bien précises. C'est pour cette raison que la première partie de notre récepteur comportera un transistor dont la fonction essentielle sera de répondre à ce type d'utilisation et d'assurer une

IMPLANTATION DES COMPOSANTS.



NOMENCLATURE

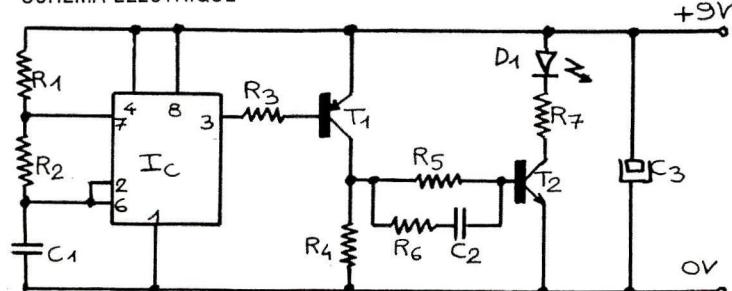
$R_1 = 22$ kilohms (rouge, rouge, orange, or)
 $R_2 = 2,2$ kilohms (rouge, rouge, rouge, or)
 $R_3 = 4,7$ kilohms (jaune, violet, rouge, or)
 $R_4 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)
 $R_5 = 220$ ohms (rouge, rouge, brun, or)
 $R_6 = 47$ ohms (jaune, violet, noir, or)
 $R_7 = 10$ ohms (brun, noir, noir, or)

 $C_1 = 10$ nanofarads
 $C_2 = 1$ nanofarad
 $C_3 = 100$ microfarads

 $I_C = NE\ 555$
 $T_1 = 2N\ 3905$ ou équivalent
 $T_2 = 2N\ 1711$
 $D_1 = \text{diode électroluminescente infrarouge}$

- Plaquette de câblage munie de bandes
- Pile 9 volts ou adaptateur secteur 9 volts/300 milliampères
- Boîtier en plastique

SCHÉMA ÉLECTRIQUE



première amplification du signal ainsi reçu.

Mais notre diode de réception n'est, hélas, pas sensible aux seuls infrarouges mais aussi à la lumière ambiante. Pour que notre récepteur soit en mesure de fonctionner vous devrez placer un filtre devant la photodiode. Rassurez vous, ce filtre reste des plus simple et ne vous coûtera rien. Une simple diapositive totalement noire, ou tout autre morceau de film d'une surface suffisante pour couvrir le trou du boîtier pratiqué devant la photodiode, fera l'affaire.

Hormis ces deux points, le signal électrique obtenu en sortie de notre transistor, bien que de faible amplitude, pourra parfaitement être exploité par des dispositifs électroniques conventionnels. Pour notre part nous l'amplifierons, à l'aide d'un quadruple amplificateur opérationnel de type 741, pour commander simultanément une diode électroluminescente conventionnelle et un relais.

La diode permettra de visualiser immédiatement la rupture, ou l'absence, du faisceau infrarouge, et le relais autorisera ultérieurement le pilotage de dispositifs raccordés

au secteur, à condition que leur consommation ne soit pas supérieure aux possibilités de commutation du relais.

Le câblage de cette barrière infrarouge ne doit pas poser de problème. Il faudra cependant veiller à bien couper toutes les bandes cuivrées sous les circuits intégrés et à respecter la polarité des éléments infrarouges.

Si l'émetteur peut fonctionner sans habillage particulier, il sera par contre indispensable d'équiper le récepteur d'un boîtier en plastique noir. Un trou y sera pratiqué devant la diode de réception, puis occulté à l'aide du morceau de film noir.

L'alimentation de l'émetteur, comme celle du récepteur, pourra être assurée à l'aide d'une pile 9 volts. Cependant, si vous souhaitez utiliser ce montage en permanence, nous vous conseillons de l'alimenter à partir d'un adaptateur secteur délivrant 9 volts sous 300 milliampères au moins.

Nous vous présentons ce mois-ci le câblage de l'émetteur, et nous verrons le récepteur de plus près le mois prochain.

OU SE PROCURER LES COMPOSANTS ?

- △ MAGNETIC FRANCE, 11 place de la Nation, 75011 Paris, tél. (1) 43 79 39 88
- △ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05
- △ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52
- △ URS MEYER ELECTRONIC, 2052 Fontainemelon Suisse.
- △ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

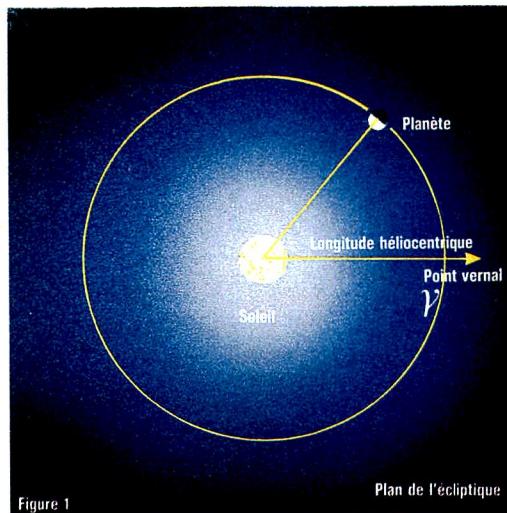


Figure 1

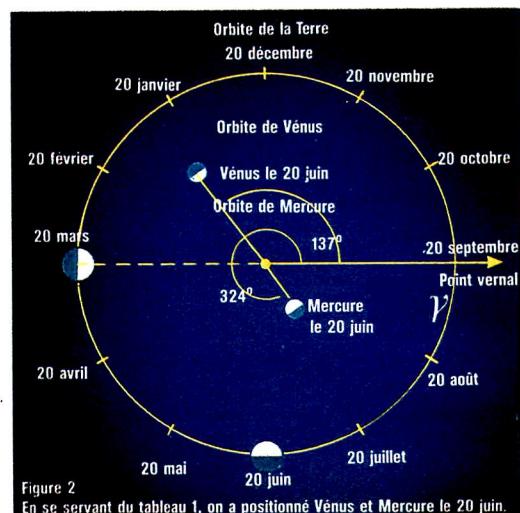


Figure 2

En se servant du tableau 1, on a positionné Vénus et Mercure le 20 juin.

Le plan du système solaire (II)

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Nous avons vu dans le numéro de janvier comment tracer, à l'échelle, les orbites des planètes autour du Soleil. Ce plan du système solaire permet, dans un premier temps, d'apprécier les distances relatives des différentes planètes au Soleil. Nous allons maintenant les positionner sur leur orbite et en tirer des renseignements utiles.

Les coordonnées écliptiques. On utilise en astronomie plusieurs systèmes de coordonnées pour définir la position des astres dans l'espace

ce ; ils diffèrent selon les plans qui servent de référence.

Pour notre planétaire, nous employerons le système des coordonnées écliptiques. Le plan de référence est celui de l'écliptique, c'est-à-dire le grand cercle de la sphère céleste dans le plan duquel le Soleil trace sa trajectoire apparente tout au long de l'année.

Bien entendu, nous parlons ici du mouvement "apparent" du Soleil, mais il ne faut pas oublier que c'est, en fait, la Terre qui se déplace autour de lui. Conséquence de cela, on peut centrer l'écliptique par rapport à la Terre ; on parle alors de coordonnées écliptiques géocentriques et, dans ce cas, on considère le déplacement apparent du Soleil autour de notre planète. On peut aussi se référer au mouvement de la Terre autour du Soleil et centrer l'écliptique sur le Soleil : il s'agit alors de coordonnées écliptiques héliocentriques. Ce sont ces dernières que nous utiliserons.

L'angle que fait la direction d'une planète par rapport au plan de l'écliptique est appelé latitude héliocentrique. Dans notre planétaire, cette coordonnée ne nous est pas utile, puisque toutes les orbites sont représentées dans le même plan. Par contre, l'angle que fait la

direction de la planète par rapport à un point origine de l'écliptique et qui est appelé longitude héliocentrique nous importe, car il nous permettra de positionner la planète sur son orbite. (**Figure 1**).

L'origine de la longitude héliocentrique est le point vernal, c'est-à-dire le point défini par l'intersection de l'écliptique et de l'équateur céleste.

Sur notre plan, cela signifie que, vu de la Terre, le Soleil, à l'instant du printemps, se trouve au point vernal et à une longitude héliocentrique de 0°.

Position de la Terre. Les éphémérides astronomiques du Bureau des longitudes (1), dont nous avons parlé à plusieurs reprises, publient chaque année les longitudes héliocentriques des planètes, à l'exception de celle de la Terre (**tableau page 138**). Le débutant ne doit pas être dérouté par cette absence ; il n'est pas utile de la connaître.

Voici comment procéder concrètement pour terminer notre plan. (**Figure 2**). Traçons un "rayon" du système solaire partant du Soleil et dirigé, par convention, vers la droite : c'est la direction du point vernal. Puisque, vu de la Terre, c'est l'emplacement du Soleil à l'équinoxe de printemps, notre planète sur son orbite se trouve exactement à l'opposé.

Ce point représente donc, pour 1989, le 20 mars. Il suffit maintenant de diviser l'orbite terrestre en douze mois, en partant du 20 mars et en tournant dans le sens

Figure 5 Mars Jupiter et la Lune, les 12 et 13 février vers 21 h légales.



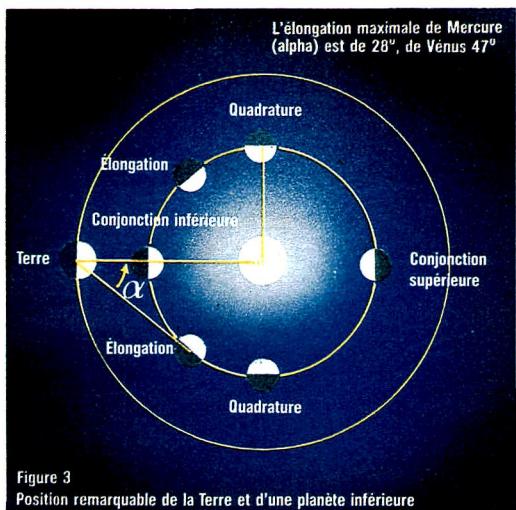


Figure 3
Position remarquable de la Terre et d'une planète inférieure

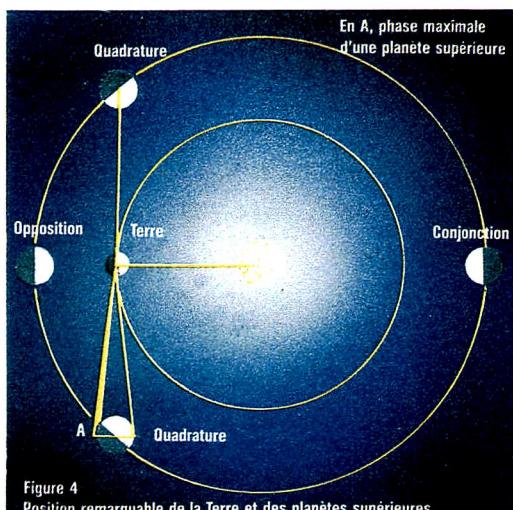


Figure 4
Position remarquable de la Terre et des planètes supérieures

"direct", c'est-à-dire inverse de celui des aiguilles d'une montre.

Le positionnement des planètes ne pose pas de problème particulier. On relève dans les tableaux ci-dessous la longitude héliocentrique pour la date recherchée et, à l'aide d'un rapporteur, on reporte celle-ci sur l'orbite en partant du point vernal et en tournant dans le sens direct.

Utilisation du planétaire. Il est possible, grâce à notre planétaire, d'étudier ou de prévoir les positions remarquables des planètes. La figure 3 montre ces positions pour les planètes dites inférieures, c'est-à-dire Mercure ou Vénus. Il s'agit de :

— La conjonction supérieure. La planète est à l'opposé du Soleil par rapport à la Terre, période pendant laquelle elle est inobservée.

— La conjonction inférieure. La planète est également inobservée, puisque située entre nous et le Soleil.

— Les élongations. C'est l'écartement maximal de la planète par rapport au Soleil, moment le plus favorable pour son observation. L'élongation maximale de Mercure atteint 28° seulement, c'est-à-dire que cette planète est toujours située dans le ciel à proximité du Soleil et, donc, difficile à repérer. Pour Vénus, l'élongation atteignant 47°, les circonstances sont plus favorables. Les élongations sont dites orientales lorsqu'elles se produisent à l'est, et occidentales lorsque la planète est à l'ouest du Soleil.

— La quadrature. Elle se produit lorsque l'angle planète-Soleil-Terre est égal à 90°. La phase de la planète correspond alors à un "quartier", nous n'en voyons que la moitié.

Les planètes "supérieures" présentent aussi des positions remarquables, riches d'informations sur leur visibilité. Voyons, avec la figure 4, ce qu'elles sont.

La conjonction situe la planète à l'opposé du Soleil, la rendant inobservée. Par contre, à l'opposition (sous-entendu opposé au Soleil par rapport à la Terre), nous avons les meilleures conditions d'observation. La planète est au plus près de la Terre et demeure visible toute la nuit. Ce point a d'ailleurs été largement abordé l'an passé à l'occasion de l'opposition martienne.

Enfin, lors de la quadrature, les planètes extérieures présentent une phase maximale, ce qui se traduit sur Mars par l'assombrissement d'un bord, qui est pratiquement négligeable sur les autres planètes.

En dehors de ces positions remarquables, il est bien évidemment possible de déterminer, à tout instant, si une planète est visible et à quelle période de la nuit.

Enfin, on suivra au fil des mois l'évolution des planètes sur leur orbite et l'on rapprochera les mouvements ainsi déterminés de leur déplacement dans le ciel ; une étude instructive qui aura de nombreuses applications pédagogiques.

Les observations du mois. Mercure et Vénus sont visibles le

matin, très peu de temps avant le lever du Soleil. Le mois débute d'ailleurs par une conjonction de ces deux planètes.

Mars a légèrement perdu de son éclat mais est encore observable durant la première moitié de la nuit. Son diamètre apparent de 6,5 secondes d'arc n'autorise plus la vision de détails de surface. A noter que le 16 marque l'arrivée du printemps dans l'hémisphère nord de la planète rouge.

Jupiter, qui s'éloigne de son opposition de fin 88, présente encore un diamètre de 40 secondes d'arc. Elle est observable dès la tombée de la nuit jusqu'à vers 2 heures du matin. Le ballet de ses satellites, accessibles aux plus petits instruments, est un spectacle toujours renouvelé. Dans la soirée des 12 et



LONGITUDES HÉLIOPERTINQUES DES PLANÈTES POUR 1989

(Extrait des éphémérides du bureau des longitudes (Ed. Masson)
— les longitudes sont indiquées en degrés).

MOIS	Jour	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Février	5	178	281					
	10	197	289	81	68	276	271	280
	15	213	297					
	20	223	305	86				
	25	242	313					
Mars	2	256	321	91	69	276	272	280
	7	270	329					
	12	284	337	96				
	17	300	345					
	22	316	352	101	71	277	272	280
Avril	27	335	0					
	1	357	8	105				
	6	22	16					
	11	51	24	110	73	278	272	280
	16	823	32					
Mai	21	113	40	115				
	26	141	48					
	1	165	56	119	75	278	272	280
	6	186	64					
	11	204	72	124				
Juin	16	219	81					
	21	234	89	128	76	279	272	280
	26	248	97					
	31	262	105	133				
	5	276	113					
Juillet	10	290	121	137	78	279	273	280
	15	306	129					
	20	324	137	141				
	25	343	145					
	30	7	153	146	80	280	273	281
Août	5	33	162					
	10	63	170	150				
	15	95	178					
	20	125	186	155	82	281	273	281
	25	151	194					
Septembre	30	174	202	159				
	4	193	210					
	9	210	218	163	83	281	273	281
	14	226	226					
	19	240	234	168				
Octobre	24	254	242					
	29	267	250	172	85	282	274	281
	3	282	258					
	8	297	266	176				
	13	313	274					
Novembre	18	331	282	181	87	283	274	281
	23	352	290					
	28	17	298	185				
	3	45	305					
	8	76	313	190	88	283	274	281
Décembre	13	107	321					
	18	136	329	194				
	23	161	337					
	28	182	345	199	90	284	274	281
	2	200	353					
Décembre	7	217	1	204				
	12	231	9					
	17	246	17	208	92	284	275	281
	22	259	25					
	27	273	33	213				
Décembre	2	288	41					
	7	303	49	218	94	285	275	281
	12	320	57					
	17	339	65	223				
	22	2	81					
	27	28	81	228	95	286	275	282

13, la Lune se rapprochera successivement de Mars et Jupiter. (*Figure 5*).

Saturne, inséparable d'Uranus et Neptune, réserve la beauté de ses anneaux aux lève-tôt. Elle ne précède le Soleil que de deux heures et demie environ. Pour ceux qui ne

l'auraient pas encore repérée, à signaler, le 3, une conjonction matinale avec un très fin croissant de Lune. (*Figure 6*). Yves Delaye

(1) Ephémérides du Bureau des longitudes 1989, en vente à la Maison de l'Astronomie, 33 rue de Rivoli 75004 Paris. 150 F franco pour les lecteurs de *Science & Vie*.

Un effaceur de disquettes sélectif

INFORMATIQUE AMUSANTE

Ce petit programme utilitaire s'adresse aux possesseurs d'un lecteur de disquettes. Il permettra d'y faire un "grand nettoyage", de manière sélective. En effet, lors de l'élaboration d'un programme, afin de ne pas être à la merci d'une coupure de courant, il est prudent d'effectuer des sauvegardes régulières. Ce qui conduit rapidement à encombrer les disquettes.

Certes il est toujours possible de faire le nettoyage par le vide, en demandant à l'ordinateur de les formater. Mais cette opération conduit à la perte de l'ensemble du contenu de la disquette. Le but de notre programme sera donc d'effectuer le ménage en douceur. Il sera possible de lui demander de n'effacer que certains programmes, ou fichiers, tout en préservant les autres. De même, afin d'accroître la rapidité de cette opération, de lui demander d'en effacer jusqu'à 18 d'affilé.

Afin de pouvoir afficher le maximum de texte sur l'écran, nous demanderons à l'Amstrad de travailler en mode 2. Ce changement de mode sera assuré par la ligne 10. Nous créerons, à la ligne 80, un tableau alphanumérique dont la fonction sera de mémoriser les noms des programmes à effacer. De plus, nous initialiserons, en ligne 90, la variable NP qui nous permettra de connaître le nombre de ces programmes. En guise de page de présentation, nous afficherez le contenu original de la disquette. Cette opération sera assurée par l'instruction CAT de la ligne 210 puis quelques commentaires de rappel d'utilisation du programme seront affichés. On peut, dès lors, choisir les programmes à effacer.

Les lignes 300 et 310 permettront de mémoriser leurs noms dans le tableau. En 320, un test sera effectué sur N\$ et sur NP. Si le nombre de programmes devant

être effacés est inférieur à 18, on frappera "*" une fois l'ensemble des noms fournis. Ce test sur N\$ nous permettra ainsi, dans ce cas, de passer directement à l'effacement. Si 18 noms sont fournis, notre tableau est complet ; pour le vider, l'ordinateur déclenchera donc automatiquement la séquence d'effacement. Par mesure de sécurité, et afin d'éviter toute erreur, un récapitulatif du choix sera présenté, puis une confirmation demandée par l'ordinateur.

Le récapitulatif est présenté par les lignes 520 à 540. Il s'agit, en fait, de l'affichage du contenu de notre tableau N\$. Ensuite, les lignes 570 à 590 prendront en compte la confirmation. L'effacement sera assuré par la boucle des lignes 650 à 680 formée autour de l'ordre ERA de la ligne 670. A ce propos, attention, en 670 notre listing présente un "ù" et un "a". Ceci est dû à l'imprimante de l'Amstrad. En fait, pour la frappe du programme, le "ù" correspond aux deux tirets verticaux présents sur la touche placée juste à

Contenu actuel de la disquette:

Drive A: user 0

3D	.BAS	SK	GLACE	.BAS	11K	MUSIQUE	.BAS	SK	SEQUENCE.BAS	SK
421	.BAS	12K	GRAPH	.BAS	10K	NOTES	.BAS	SK	SIMON.BAS	SK
BROUITS	.BAS	4K	JACKPOT	.BAS	SK	PALET	.BAS	7K	IEST	12K
CHAMP	.BAS	4K	LAPIN	.BAS	10K	PTRC	.BAS	8K	IIIIRE	.BAS
FRUITS	.BAS	SK	LEONCE	.BAS	9K	RAIL	.BAS	7K	TIVERT	.BAS
GENUIN	.BAS	6K	MORSE	.BAS	4K	ROUTE	.BAS	SK		SK

1K free

Tapez le nom complet de chaque programme à effacer.
Une fois ce choix terminé veuillez le valider en tapant '*'.

Non du programme? *

RECAPITULATION

Programmes à effacer :

421.BAS 3D.BAS

3D.BAS

MORSE.BAS

Confirmez vous l'effacement de tous ces programmes? (o/n)

côté du "P" en position majuscule, et le "à" au rond placé sur la même touche en position minuscule.

Une fois l'effacement effectué, les lignes 750 à 770 présenteront le nouveau contenu de la disquette. Si d'autres programmes doivent être effacés il sera possible de faire reboucler le programme en répondant "oui" à la question posée. En cas contraire, l'Amstrad sera entièrement réinitialisé et prêt pour le chargement d'un nouveau programme.

Utilisation : après avoir entièrement tapé et sauvegardé le programme, RUN sera demandé. Le

contenu de la disquette sera alors affiché sur l'écran, et l'ordinateur vous demandera le nom des programmes à effacer.

Notons que le nom complet des programmes, à l'exception des espaces, devra être indiqué. Si, par exemple, le nom d'un des programmes est affiché JEU BAS, il faudra taper JEU.BAS puis on le validera en tapant ENTER sur le 464 ou RETURN sur le 628. Une fois l'ensemble des programmes ainsi indiqué il suffira de taper * puis ENTER, ou RETURN, pour que l'effacement débute.

Henri-Pierre Penel

```

10 MODE 2
20 REM ****
30 REM *
40 REM * CREATION DU TABLEAU DE MEMORISATION *
50 REM * DU NOM DES PROGRAMMES.
60 REM *
70 REM ****
80 DIM ES$(18)
90 LET NP=1
100 REM ****
110 REM *
120 REM * PAGE DE PRESENTATION *
130 REM *
140 REM ****
150 PRINT "Contenu actuel de la disquette:"
160 REM ****
170 REM *
180 REM * AFFICHAGE DU CONTENU DE LA DISQUETTE *
190 REM *
200 REM ****
210 CAT
220 PRINT "Tapez le nom complet de chaque programme a effacer."
230 PRINT "Une fois ce choix termine veuillez le alider en tapant '*'."
240 REM ****
250 REM *
260 REM * INDICATION DU NOM DES PROGRAMMES *
270 REM * A EFFACER.
280 REM *
290 REM ****
300 INPUT "Nom du programme";N$
310 IF N$<>"*" THEN LET ES$(NP)=N$
320 IF N$="*" OR NP=18 THEN GOTO 490
330 REM ****
340 REM *
350 REM * ATTENTION LES FLECHES SONT *
360 REM * OBTENUES EN TAPANT RESPECTIVEMENT *
370 REM * (CTRL H) ET (CTRL K) LES DEUX TOUCHES *
380 REM * DEVANT ETRE FRAPPES SIMULTANEMENT *
390 REM *
400 REM ****
410 PRINT " <-----> "
420 LET NP=NP+1
430 GOTO 300
440 REM ****
450 REM *
460 REM * AFFICHAGE DU CHOIX EFFECTUE *
470 REM *
480 REM ****
490 PRINT
500 PRINT "RECAPITULATIF:"
510 PRINT "Programmes a effacer:"
520 FOR I=1 TO NP
530 PRINT ES$(I),,
540 NEXT I
550 PRINT
560 PRINT "Confirmez vous l'effacement de tous ces programmes? (O/N)"
570 LET KS=UPPER$(INKEY$)
580 IF KS="" THEN GOTO 570
590 IF KS<>"O" THEN CLEAR:GOTO 10
600 REM ****
610 REM *
620 REM * BOUCLE D'EFFACEMENT DES PROGRAMMES *
630 REM *
640 REM ****
650 FOR D=1 TO NP
660 LET AS=ES$(D)
670 JERA,AS
680 NEXT D
690 REM ****
700 REM *
710 REM * AFFICHAGE DU NOUVEAU CONTENU *
720 REM * DE LA DISQUETTE *
730 REM *
740 REM ****
750 CLS
760 PRINT "Nouveau contenu de la disquette:"
770 CAT
780 PRINT
790 PRINT "Voulez-vous effacer d'autres programmes ? (O/N)"
800 LET KS=UPPER$(INKEY$)
810 IF KS="" THEN GOTO 800
820 REM ****
830 REM *
840 REM * REINITIALISATION COMPLETE DE *
850 REM * DE L'ORDINATEUR EN CAS DE FIN *
860 REM * D'UTILISATION DU PROGRAMME. *
870 REM *
880 REM ****
890 IF KS<>"O" THEN CLEAR:CALL O
900 CLEAR:GOTO 10

```

Votre bulletin de participation au III^e Championnat

JEUX MATHÉMATIQUES

Vous avez eu connaissance le mois dernier des trois premiers problèmes du III^e Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. Vous les avez déjà certainement résolus ! Voici donc maintenant les six réunis et accompagnés du bulletin-réponse, à poster avant le 28 février.

Rappelons que le questionnaire

de *Science & Vie* permet de participer au championnat quelle que soit la catégorie à laquelle vous appartenez. Que vous choisissiez "haute compétition" ou "grand public", ou bien que vous soyiez lycéen ou collégien, vous poursuivrez ensuite dans votre catégorie.

Autres chances : *Jeux & Stratégies* propose d'autres problèmes

éliminatoires, ainsi que le minitel 3615 *Tangente* ou 3615 APMEP. Des bulletins de participation seront de plus présents chez les revendeurs IBM et Hewlett Packard, et, grâce à Hatier, chez les libraires.

Le championnat, c'est aussi pour les lycéens et les collégiens, outre la possibilité de se qualifier individuellement, l'occasion de concourir avec leur classe. Un dossier de participation collective sera envoyé aux enseignants qui en feront la demande à : Championnat de France des jeux mathématiques, cedex 2385, 99238 Paris concours. *Tangente* n° 8 publie également les éliminatoires collectives (abonnement : 76 bd Magenta 75010 Paris).

La participation aux éliminatoires est naturellement gratuite, mais pour les demi-finales, il faudra prendre une adhésion à la Fédération française des jeux mathématiques. La fédération nous indique que tous ses adhérents recevront un accusé de réception de leur bulletin-réponse. Alors, quitte à adhérer, elle vous conseille de le faire dès aujourd'hui, pour bénéficier de cette offre.

Maintenant, à vous de jouer !
Gilles Cohen

ERRATA : les lecteurs de *Science & Vie* sont infâmables. Plusieurs d'entre vous ont trouvé la façon d'obtenir 24 découpes au jeu justement intitulé "Découpe", dans le numéro daté de décembre. Qu'ils en soient félicités ! Par ailleurs, une coquille dans la question "les cases de l'oncle Francis" a été rectifiée dans l'énoncé ci-contre.

BULLETIN D'ADHÉSION, RÉADHÉSION À LA FFJM*

(Facultatif)

À joindre à la réponse.

Nom _____

Prénom _____

Je demande à adhérer à la FFJM.
Je joins un chèque de 50 F
correspondant
à ma cotisation 88-89.

N° FFJM (en cas de réadhésion) :

Date : _____ Signature : _____

* Rayer la mention inutile.



QUESTIONS ÉLIMINATOIRES

Découpe (coeffcient 1)

En combien de morceaux découpent-on un cube en donnant dans celui-ci six coups de couteau de la façon suivante ?

On choisit trois faces, dont deux quelconques ne sont pas opposées, et on donne deux coups de couteau perpendiculaires à chaque face, suivant ses diagonales. Le couteau est plan, et chaque coup de couteau découpe le cube selon un plan, sans déplacer les morceaux.

Encore la concierge (coeffcient 2)

Dans cet immeuble habitent deux mathématiciens, Pierre et Serge. La concierge, facétieuse, ne pense qu'à les "coller". Un jour que les deux hommes descendent l'escalier, elle les aborde d'un air malicieux :

« Voici la somme des âges des deux filles de mon amie Gloria », dit-elle à Serge en lui tendant un morceau de papier.

« Voici le produit », continue-t-elle, en tendant une feuille à Pierre, « devinez leurs âges. »

« Le produit ne me suffit pas », répond Pierre.

« Et vous, Monsieur Serge ? »

« Je ne peux le dire, moi non plus. »

« Vous me décevez, Messieurs. »

« Mais je peux donner leurs âges, maintenant », rétorque Pierre.

Quels sont les âges des deux filles de Gloria ?

Les cases de l'oncle Francis (coeffcient 3)

Francis a disposé un nombre N, supérieur à 10, de cases sur le sol, cases qu'il a numérotées de 1 à N. Il distribue ensuite de la façon suivante un

(gros) paquet de cartes numérotées. Il place la carte 1 dans la case 1, la carte 2 dans la case 2, et ainsi de suite, jusqu'à la carte N dans la case N.

Puis il distribue les cartes suivantes dans le sens inverse : la carte N + 1 dans la case N - 1, et ainsi de suite, une à une jusqu'à retourner à la case 1. Puis il repart : case 2, case 3,... vers la case N. Puis il rebrousse chemin.

Francis remarque que les cartes numérotées 1413, 1429 et 1839 sont tombées dans la même case. Dans quelle case tombe la carte 1989 ?

Rencontre au sommet (coeffcient 4)

Un papier peint rectangulaire de 3,60 m sur 4,80 m est plié de telle sorte que deux sommets opposés coïncident.

Quelle est la longueur du pli ? (au millimètre près).

Les nombres bêgues (coeffcient 5)

On remarque que $19^2 - 89^2 = 8282$. Combien y a-t-il de nombres bêgues (à quatre chiffres en système décimal, de la forme abab) égaux à la somme de deux carrés, autres que 8282 ? En donner deux.

Quadrillage (coeffcient 6)

On considère une grille 9 × 9. Quel est le nombre maximum de cases que l'on peut noircir, sans former aucune suite de quatre cases consécutives alignées dans une des quatre directions horizontale, verticale et diagonales ?

Former alors deux configurations distinctes répondant à la question sur les grilles du bulletin-réponse (des configurations obtenues par rotations et/ou symétries ne sont pas considérées comme distinctes).



Ne rien écrire P. Coef. Q Centre

BULLETIN RÉPONSE

Science & Vie

Cocher impérativement
votre catégorie : C1 C2 LY GP HCA retourner avant le 28 février 1989 à :
CFJML CEDEX 2385 - 99238 PARIS CONCOURS

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code _____ Ville _____

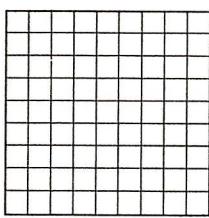
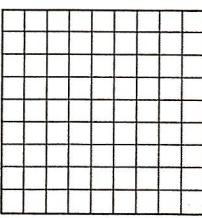
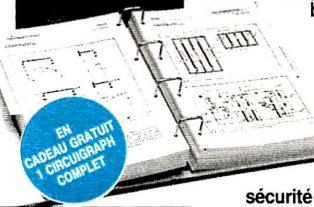
* N° FFJM code 88-89

Profession _____ Nº tél. _____

* Si vous êtes déjà adhérent. Mettez J dans la case code si vous joignez votre adhésion.

REPONSESS'il y a plusieurs solutions, indiquez le nombre de solutions en regard du numéro du problème.
Donnez alors deux solutions en utilisant les lignes 1 et 2.

Nbre de solutions possibles | Votre ou vos solution(s)

1 _____ | 1
 | 2 2 _____ | 1 et
 | 2 et 3 _____ | 1
 | 2 4 _____ | 1 mm
 | 2 mm5 _____ | 1
 | 2 6 _____ | 1
 | 2 **CA MARCHE !**COMMENT RÉALISER
ET RÉPARER TOUS LES
MONTAGES
ÉLECTRONIQUES"Comment réaliser et
réparer tous les mon-
tages électroniques"Un prodigieux ensem-
ble d'informations
et de conseils
pratiques
réunis pour
la première
fois ! Il vous
permet de vous
attaquer en toute

sécurité aux montages et

aux réparations les plus variés.

De l'interface qui transforme votre
Minitel en modem à la réalisation
d'une alarme de voiture, vous
trouverez une centaine de mon-
tages insolites, astucieux, pas-
sionnantes et 100 % efficaces (ils
sont tous testés !). Quant aux
réparations (radio, TV, Hi-Fi...),
elles n'auront bientôt plus de
secrets pour vous, grâce aux
nombreux conseils et trucs pratiques.
Deux solides classeurs à
feuillets mobiles font de cet
ouvrage un outil de travail quoti-
dien facile à consulter et à utiliser.**EXTRATS DU SOMMAIRE**

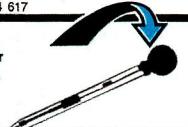
1344 pages • 45 circuits sur mylars • 2 volumes 21 x 29,7 cm
 • Lexique des termes techniques et symboles • Lexique technique
 français-anglais • Notions essentielles : composants électroniques,
 acoustique... • Modèles de montages : musique électronique, radio,
 micro-informatique, électronique auto, haut-parleurs... • Dépannage :
 télévision, audio-hifi, diodes, transistors, thyristors et triacs, circuits inté-
 grés • Tableaux de caractéristiques • Réglementation : perturbations
 radio-électriques et systèmes d'antiparasitage • Nouveautés techni-
 ques : équipement de l'atelier, informatique... • Adresses utiles.

RESTEZ "BRANCHE" EN PERMANENCE

Grâce à des compléments/mises à jour, de 150 pages, envoyés tous les 2 mois en principe, vous découvrirez les nouvelles techniques, les nouveaux matériels et surtout de nombreux montages à réaliser (vous pouvez annuler ce service sur simple demande).

La Garantie WEKA : "Satisfait ou Remboursé"

Vous ne prenez aucun risque en commandant l'ouvrage. Si vous estimez qu'il ne correspond pas complètement à votre attente, vous conservez la possibilité de le retourner aux Editions Weka et d'être alors intégralement remboursé. Cette possibilité vous est garantie pour un délai de 15 jours à partir de la réception de l'ouvrage. La même garantie vous est consentie pour les envois de compléments/mises à jour.

Éditions WEKA, 82, rue Curial 75019 Paris - SARL au capital de 2 400 000 F
RC Paris B 316 224 617**VOTRE CADEAU GRATUIT.**UN CIRCUIGRAPH COMPLET pour réaliser
tous vos circuits électroniques sans
soudure. Ce cadeau vous restera acquis
même si vous décidez de renvoyer
l'ouvrage après examen.**BON DE COMMANDE**

A retourner, avec votre règlement, sous enveloppe sans timbrer à :

Editions WEKA, Libre Réponse n° 5, 75941 PARIS CEDEX 19

Veuillez m'envoyer les 2 volumes de "Comment réaliser et répa-
rer tous les montages électroniques" 1 344 pages, format
21 x 29,7 cm, au prix de 535 F franco TTC ainsi que mon cadeau
gratuit : 1 circuigraph complet. J'accepte de recevoir automatique-
ment les compléments et mises à jour de 150 pages au prix de 245 F
TTC port compris. Je conserve la possibilité d'arrêter ce service à
tout moment.

Nom _____ Prénom _____

N° & Rue _____

Code Postal _____ Ville _____

Tél. _____ date _____

Signature ➤

950512

sv

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE

PHOTO

Des objectifs en or

La firme Vivitar fête actuellement son cinquantième anniversaire. A cette occasion, elle lance sur le marché une série limitée de zooms 2,8-4 de 28-105 mm et de 70-210 mm dotés d'une monture dorée à l'or fin. Tous deux comptent 14 lentilles et permettent la photo rapprochée. Prix : 5 000 F.



PHOTO

Un zoom ultra-compact

Un objectif standard 50 ou 35 mm est destiné à être utilisé longuement. Il importe donc qu'il n'introduise aucun déséquilibre du matériel pour ne pas fatiguer. Bien des zooms standard (par exemple 35-70 mm), ne sont pas satisfaisants de ce point de vue car, en utilisation prolongée, ils finissent par fatiguer le photographe qui doit maintenir fermement son boîtier pour qu'il n'ait pas tendance à basculer. Le dernier zoom de Leitz,

le Vario-elmar R 3,5/35-70 mm pour Leica R5 et R6, satisfait à cette condition. Très compact (66 mm de long), il pèse 450 g.

De plus, il est doté d'un réglage rectiligne des lentilles (donc ne tournant pas autour de l'axe optique). De ce fait, il peut recevoir des filtres polarisants et des lentilles de trucage avant tout réglage, puisque celui-ci ne modifiera pas leur orientation et, par conséquent, les effets réalisés.

AUDIOVISUEL

Un amplificateur numérique audio et vidéo

Dans une chaîne haute fidélité, l'amplificateur est utilisé pour raccorder divers maillons : platine pour disque, magnétophone, tuner, haut-parleurs, casque, etc. Avec l'arrivée des techniques numériques, les signaux audio sont de plus en plus intimement mêlés à ceux de l'image, notamment avec la télévision et le disque compact vidéo. C'est ainsi que Toshiba en est arrivé à créer un amplificateur (XB-1000) autorisant le raccordement de tous les éléments audio et vidéo. Cet appareil est doté de dix paires d'entrées audio, de cinq paires d'entrées vidéo et des sorties correspondantes. Quinze canaux sont ainsi disponibles pour le branchement des appareils audio et vidéo.

Les circuits d'amplification, tous numériques, sont conçus pour une puissance de quatre fois 50 W. Ils comportent en particulier deux convertisseurs numérique/analogique et un processeur de son numérique capable de restituer n'importe quelle ambiance acoustique en réglant les divers paramètres.

Parmi ces ambiances, huit sont préréglées et peuvent donc être obtenues automatiquement : salle de concert, cathédrale, boîte de nuit, concert rock, stade, théâtre, effet Dolby, effets spéciaux.

Les principales performances de l'amplificateur XB-1000 sont les suivantes : rapport signal/bruit de 100 dB, distorsion harmonique de moins de 0,009% à 1000 Hz, et réponse de 7 à 70 000 Hz dans une enveloppe de 0 à -3 dB.

JVC lance sur le marché un magnétoscope à cassette VHS numérique, le HR-D 7005 Digital. Proposé en SECAM, il permet de suivre deux programmes en même temps, de faire apparaître neuf images fixes sur l'écran sans affecter le son, de regarder des images en les transformant par des effets spéciaux (solarisation, effet de mosaïque), de rechercher un programme parmi d'autres, etc. A vous de savoir si ces perfectionnements qu'autorise le numérique vous sont utiles !

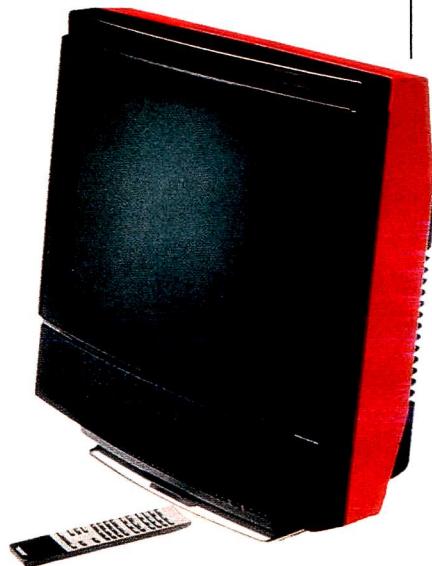
Kodak lance un film couleur de 64 ISO, l'Ektachrome 64 T, en type lumière artificielle (3 200 K). Il remplacera le type 50 T de 50 ISO, disponible jusqu'ici. Cette émulsion sera conditionnée dans les mêmes formats.

Kodak progresse sur le marché japonais de la photo. En 1987 cette firme a obtenu 13 % de ce marché, derrière Fuji (71 %) et Konica (16 %).

VIDEO

Un téléviseur sophistiqué

La firme danoise Bang et Olufsen est spécialisée de longue date dans les matériels, audio et vidéo, de qualité et d'esthétique raffinée dans un style moderne. Son dernier téléviseur, le Beovision MX 4500 en est un nouveau témoignage. Doté d'un écran de 70 cm, mesurant 65 × 68 × 46 cm, il est d'apparence très compacte à cause de ses lignes sobres et très fuyantes vers l'arrière. Il offre l'utile — réception SECAM-PAL, contraste et balance des blancs automatiques, écran plat à coins rectangulaires éliminant les reflets parasites, son stéréophonique, télécommande, etc. — et le superflu — 32 présélections de chaînes, système bilingue, affichage des fonctions sur l'écran, choix de couleurs (rouge, bleu, noir, blanc et gris). Prix : 11 990 F.



VIDEO

Du nouveau pour le montage des films sur cassette VHS

Le montage vidéo reste une technique délicate pour les amateurs. Un constructeur français, Portax, leur propose l'UMV-20, une unité qui doit permettre d'assembler avec précision les plans d'enregistrements audio et vidéo. Cet appareil, compatible avec tous les magnétoscopes de salon équipés d'une télécommande infrarouge, est doté d'un pupitre de commande à microprocesseur et d'un lecteur vidéo VHS SECAM asservi.

Pour réaliser des montages vidéo, l'unité UMV-20 doit être placée face au magnétoscope. Le téléviseur habituel est utilisé comme écran de contrôle. Seule une liaison par un cordon classique est nécessaire entre les sorties audio et vidéo de l'unité et les entrées audio et vidéo du magnétoscope. Une commande est tout d'abord utilisée pour mémoriser les codes infrarouges de la télécommande. Ils permettront à l'UMV-20 de piloter le magnétoscope en enregistrement et pause pour le montage.

Une cassette vierge est alors introduite dans le magnétoscope.

Elle recevra le montage final. La cassette VHS sur laquelle sont enregistrées les séquences à monter est introduite dans l'unité UMV-20.

A l'aide de la molette de recherche d'images, à vitesse variable avant et arrière, l'utilisateur localise facilement sur la cassette les images à monter. Le compteur d'images en temps réel indique en permanence en minutes, secondes et trames (images) la position exacte de celle-ci. Le point exact choisi de début de séquence (point d'entrée) est mémorisé ainsi que le point de fin (point de sortie). Un essai avant montage définitif peut être fait. Dans ce cas, un bip sonore simule les deux points de montage lors de leur passage.

Lorsque l'assemblage final de la séquence est ordonné, le lecteur recule automatiquement jusqu'avant le point d'entrée, part en lecture, déclenche l'enregistrement du magnétoscope au point d'entrée, commande sa mise en pause au point de sortie et s'arrête quelques images après.

L'unité UMV-20 possède en plus une section de correction audio et vidéo permettant d'améliorer ou de modifier les enregistrements originaux. Le correcteur couleur permet de remettre au bon niveau le signal de chrominance de cassettes vidéo de mauvaise qualité ou bien encore d'obtenir du noir et blanc. Le correcteur de contraste permet d'obtenir des images vives et de réaliser des fondus au noir. Le correcteur de contour offre la possibilité d'adoucir ou de durcir la netteté. Sur la section audio, enfin, se trouve un correcteur de tonalité grave-aiguë et un mélangeur pour le montage sonore.

Prix : 7 500 F (Portax, 16 rue de la Longue, Saulx, 59230 St Amand-les-Eaux).



De la cellulose biologique pour améliorer un casque



SON

Haut-parleurs restituant les graves en automobile

Est-il possible d'obtenir une écoute musicale de haute-fidélité dans une automobile ? C'est bien difficile, pour ne pas dire impossible, car le faible volume de l'habitacle et surtout le bruit de fond important empêchent une reproduction exacte des graves. Blaupunkt, n'en a pas moins tenté de réaliser un haut-parleur, le XL 1300, tendant à corriger ce défaut. Pour cela, la courbe de réponse a été relevée dans les graves afin de compenser le bruit ambiant et la membrane a été réalisée en macrolon armé de fibres de verre, matériau rigide permettant d'éliminer au mieux les résonances parasites. Pour réduire les vibrations indésirables provoquées par le véhicule, les pièces ne sont pas rivetées mais soudées. Ainsi, Blaupunkt peut-il annoncer une bande passante de 40 à 25 000 Hz. Prix : 900 F la paire.

La fidélité d'un haut-parleur dépend avant tout de la rigidité de son cône. Traditionnellement on utilise un papier renforcé. Malgré tout, sous la pression de l'air durant ses vibrations, ce cône s'incurve, modifiant la structure des ondes sonores qu'il produit. Pour éviter ce défaut, Sony a conçu une membrane de bio-cellulose, une fibre naturelle produite par la bactérie *Acetobacter aceti*, dix fois plus rigide qu'une membrane conventionnelle.

Utilisée dans un casque haute-fidélité, le MDR-R10 Stéréo, cette membrane permet, affirme Sony, une reproduction sonore sans coloration. La courbe de réponse est pratiquement droite de 20 à 20 000 Hz.

Un objectif pour l'ultraviolet

Le verre ordinaire arrête les rayons ultraviolets dans une proportion variable selon son épaisseur et sa composition. Ainsi, les objectifs dotés de nombreuses lentilles filtrent-ils fortement ces radiations. Dès lors, ils ne sont pas utilisables pour les photos scientifiques et techniques se faisant dans l'ultraviolet.

Pour ces applications, sont fabriqués des objectifs spéciaux dont les matières laissent passer ce rayonnement. Tel le Nikkor 4,5/50 mm que vient de lancer Nikon. Cet objectif, destiné aux reflex de la marque, est particulièrement compact : 6 × 7 cm et 240 g. Il est équipé de 6 lentilles, d'un diaphragme fermant à 1:32 et d'une mise au point descendant à 24 cm.

PHOTO

Traitements rapides des épreuves noir et blanc

A l'intention des amateurs qui agrandissent leurs photos noir et blanc, la société PC Photo-Chimie vient de mettre sur le marché un révélateur et un fixateur, type PR Speed, en flacons de 0,6, 3 ou 5 litres.

Présenté sous forme d'un concentré liquide aisément fractionnable, le révélateur PR Speed est utilisable en cuvette (dilution 1 + 9), le temps de développement est alors de 60 secondes à 20 °C. En le diluant à 1 + 4, on pourra l'utiliser dans les petites machines de traitement à rouleau (Fujimoto CP30,

Durst Printo, Metoform 4050) entre 30 et 35 °C avec 20 secondes de développement.

Ce révélateur est spécialement conçu pour le traitement des papiers à grade variable à supports RC (Ilford Multigrade II et III, Kodak Polycontrast II...). Il peut également être utilisé avec des papiers plastifiés classiques à grade fixe comme l'Ildospeed, l'Agfa Brovira Speed... Prix : environ 34 F la dose de 0,6 l.

Le fixateur, d'autre part, permet de traiter rapidement tous les papiers noir et blanc à support plastifié. En cuvette ou en machine, le concentré se dilue à 1 + 4 et permet le fixage parfait en 30 secondes à 20 °C. Dotée d'une très grande capacité, et de bonnes caractéristiques de conservation, la solution diluée peut être utilisée sur une période de 1 à 2 semaines. Ce fixateur est disponible dans les mêmes conditionnements que le révélateur PR Speed. Prix : environ 115 F la dose de 5 litres.



Un magnétophone dateur



La firme japonaise Olympus s'est taillée une réputation pour ses magnétophones miniaturisés Pearl Recorder. Le tout dernier, le Pearl Recorder S930 pèse à peine 173 grammes. Il se caractérise avant tout par un dispositif qui permet d'inscrire sur la bande de la microcassette la date et l'heure de l'enregistrement, par simple pression d'un bouton (il est aussi possible de le faire en cours d'enregistrement).

L'appareil est muni d'un écran à cristaux liquides pour l'affichage de ces données lors de l'écoute. Cette inscription magnétique sur la bande peut éventuellement se faire pour servir de signal d'arrêt de défilement, ce qui permet de retrouver une plage enregistrée, en mode de défilement rapide. L'écran peut aussi afficher l'heure courante et la date ainsi qu'un compteur de défilement de bande. En enregistrement, l'appareil démarre automatiquement à la voix et s'arrête au bout de quatre secondes en l'absence de son.

Un compact à deux objectifs



Alors que la plupart des fabricants de 24 x 36 compacts proposent des modèles à zoom ou bi-focaux par superposition d'une lentille sur un objectif, Hanimex a lancé un appareil (35 DL) dont les deux focales sont celles de deux objectifs juxtaposés, 5,6/34 mm et 8/43 mm. Cette formule a l'avantage de la simplicité et convient à un appareil qui est lui-même fort simple puisqu'il ne comporte aucune mise au point, que son obturateur ne donne que le 1/125 s et qu'il ne reçoit que les films les plus courants : 100, 200 et 400 ISO. Un flash électronique est incorporé.

Lecteurs à haute qualité pour vidéodisques

Le disque compact vidéo est arrivé sur le marché. Les constructeurs ont commencé à proposer les lecteurs à laser capables de lire indifféremment ces disques et les disques audio. L'un des modèles les plus perfectionnés vient d'être lancé par Sony, le MDP 212 (prix : 8 490) (*photo ci-contre*).

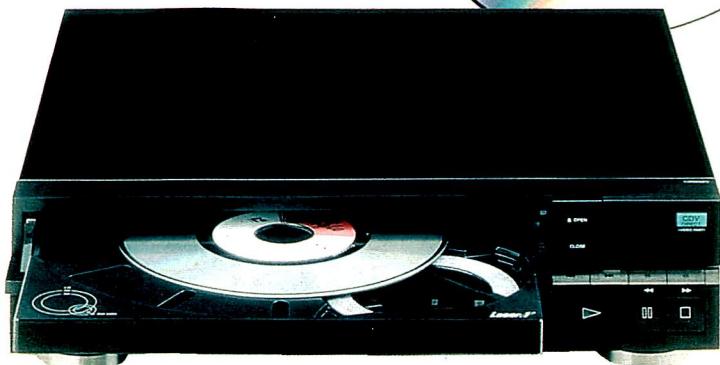
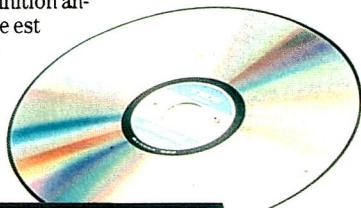
Cet appareil assure une image de haute définition (440 lignes horizontalement soit, pratiquement, le double de la définition donnée par un magnétoscope) et un son de très grande fidélité. Il reçoit les cinq types de disques existants : vidéo de 30, 20 et 12 cm, audio de 12 et 8 cm. En ce qui concerne les vidéodisques, il lit aussi bien les types à vitesse angulaire constante (1500 tours/min, 72 minutes de programme sur un disque de 30 cm) que les types à vitesse linéaire constante (2 heures de pro-

gramme sur un disque de 30 cm). L'utilisateur dispose des types d'accès classiques sur un lecteur de disque compact : reprise automatique de lecture d'une plage, lecture à répétition d'un morceau, accès instantané à une plage après programmation, possibilité de programmer 16 plages, exploration à grande vitesse, télécommande, etc.

Un autre japonais, Pioneer a

lancé un modèle offrant des possibilités voisines de celles du Sony, le CLD 1200 (prix : environ 7 000 F).

La définition annoncée est de 420 lignes horizontalement.





1 UN BATEAU À L'ENERGIE HUMAINE

30 000 F environ, chez Hydromar,
route de Bordeaux, 24100 Bergerac.



4

UNE BANQUE DE DONNÉES MINIATURE

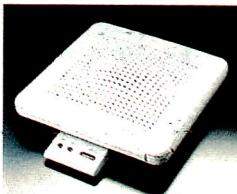
2 170 F environ
chez les concessionnaires Sharp.
800 F les cartes à mémoire supplémentaires.

LES OBJETS DU MOIS

2

UN POSTE DE CONFERENCES PAR TÉLÉPHONE

Prix à Tokyo :
environ 6 000 F
(non importé pour l'instant).



3

UN TÉLÉCOPIEUR FAMILIAL

18 800 F
chez Téléfax International,
278 rue de la Garenne,
92000 Nanterre.



1 L'unique passager de cette curieuse barque, le Waterbug (2,81 × 0,85 m), est aussi sa source d'énergie, car c'est la puissance du pédalage (analogique à celui du vélo) transmise à une hélice, qui en assure la propulsion. Rendu insubmersible grâce à une coque lestée (en polyester stratifié), de forme aérodynamique pour faciliter la pénétration de l'eau et de l'air, le Waterbug offre peu de résistance au vent et aux vagues. Les parties mécaniques, les composants en acier inoxydable, les axes et les joints en téflon, assurent sa fiabilité. Cette barque est aussi disponible dans une version fermée, qui met le passager à l'abri des embruns, et il existe également un modèle électrique.

2 D'utilisation fréquente au sein des grands groupes de firms, la téléconférence pourrait bien gagner les petites entreprises, voire les particuliers, car des matériels spécifiques miniaturisés ont été créés à cet effet par les Japonais. Ainsi, NEC vient-il de lancer sur le marché nippon le Voicepoint. Il se branche directement sur la ligne de téléphone classique et ne nécessite aucune manœuvre ou réglage. Il est muni d'un seul bouton de commutation avec le combiné téléphonique. Son poids (1 500 g) et ses dimensions (24 × 27 × 7 cm) permettent de le déplacer simplement. Posé sur une table ou un bureau, il permet de parler à des interlocuteurs au bout du fil grâce à un micro/haut-parleur.

3 Le télécopieur vient d'être miniaturisé par Téléfax International (30 × 21 × 8 cm et 4 kg). Aussi n'est-il plus réservé aux entreprises. Le Téléfax GTI, réunit trois fonctions : téléphone, photocopie et télécopie. Transportable, il peut également se raccorder à un poste téléphonique de voiture, au moyen d'une interface GTI (com-

mercialisée également par Téléfax). Le temps de transmission de ce télécopieur est de 15 à 20 secondes et il peut traiter un document B4 (258 mm de large) en deux définitions : 3,85 lignes et 7,7 lignes par minute.

4 C'est l'agenda électronique de demain... l'IQ-7000 de Sharp présente en effet des possibilités accrues de stockage d'informations. Au premier abord, c'est un "super agenda" auquel s'ajoutent, entre autres, trois répertoires téléphoniques indépendants et un bloc-note. Mais en outre, il est possible d'étendre sa capacité en ajoutant des cartes-mémoires pré-programmées : un logiciel de gestion et un logiciel de traduction en huit langues. La mémoire utilisable peut ainsi varier de 32 à 412 Ko, soit un maximum de 530 000 caractères. Doté d'une interface de communication, le IQ-7000 peut se connecter à une imprimante. Gros comme une calculette de poche, il est léger et maniable.

5 Une firme française, la société Bataille Industrie, vient de mettre au point un dispositif de fixation spécialement conçu pour les planches de surf des neiges. Il permet un dégagement plus facile du pied lorsqu'une contrainte trop importante s'exerce en torsion. A l'inverse des fixations de skis, posée entièrement sur la planche, la fixation Bataille est composée de deux parties : des dispositifs "passifs", sous forme de taquets fixes, et des dispositifs "actifs" disposés sous la chaussure de surf. Le système actif est une sorte de semelle supplémentaire, une plaque rigide rendue solidaire de la chaussure de ski par des étriers classiques. Cette plaque supporte deux embouts qui s'adaptent sur les taquets. Un bloc d'élastomère à compression réglable par un système de vis associé à une manette, assure le déclenchement en cas de chute, ce qui désolidarise le pied de la planche. Le levier articulé, situé sur l'étrier avant, permet un chaussage/déchaussage rapide.

5

UNE FIXATION DE SECURITE
POUR SURF DE NEIGE
600 F dans les magasins
de sport



6

UN ASPIRATEUR
DE JARDIN

1 700 F dans les magasins
de bricolage

6 Pour venir en aide aux jardiniers aux prises avec les feuilles mortes, la société Lux propose un appareil portable, le 9444 E, à double fonction : souffleur, avec un débit d'air de 600 m³/heure, pour déplacer un tas de feuilles ou des débris légers sans effort ; aspirateur, une fois équipé d'une buse à large diamètre (115 mm), d'un sac de 35 litres (vidable) et d'une poignée supplémentaire. Son moteur deux temps de 21,2 ch, à allumage électronique, est équipé d'un vilebrequin monté sur roulement à aiguille et protégé par un filtre à air. Muni d'un carburateur à membrane, cet appareil peut fonctionner dans toutes les positions et permet de souffler et d'aspirer jusque dans les gouttières. Il pèse 5,3 kg et ses constructeurs estiment que le moteur peut fonctionner 700 à 800 heures sans maintenance particulière.

7 Jusqu'ici, le coton évoquait surtout la ouate ou une fibre. Voici qu'aujourd'hui on peut aussi en manger. Ce coton comestible, tiré de la graine, est proposé en farine, appelée Miloupro, à haute teneur en protéines végétales (36,9 %) et en fibres (10 %). Elle ne contient pas de cholestérol et fournit tous les acides aminés nécessaires à la croissance. Testée par le laboratoire du Centre technique de la salaison, charcuterie et conserves de viande sur un assortiment de recettes, elle fait apparaître une augmentation sensible de la teneur globale en protéines. Dans les aliments contenant cette farine, on retrouve aussi les autres propriétés du coton : il吸rbe l'eau et l'huile — les croissants au beurre n'étaient pas gras du tout — et empêche la pâte de coller. Il évite également la cristallisation lors de la décongélation.



7

MANGEZ DU COTON
Bientôt dans les grandes surfaces. Importateur :
Alpha-Globe, 26 rue Saint
Sauveur, 75002 Paris.

▲ Utiliser



8 UNE CEINTURE DE SÉCURITÉ POUR SKIEURS

680 F (Snow Bip) et 1 390 F (Arva) chez Excalibur, 66 Champs-Elysées, 75008 Paris.



10 DES GIROUETTES POUR TOUS LES VOILIERS

124 à 218 F selon le modèle, chez Lago, 32 av de la République, 74000 Cran-Gevrier.

LES OBJETS DU MOIS

8 La localisation d'un skieur ou d'un randonneur enseveli sous la neige peut être facilitée si celui-ci porte un système radio émetteur d'alerte comme la ceinture de sécurité Snow Bip. Dans sa boucle est logé un émetteur qui, dès qu'on la ferme, envoie un signal sur 457 MHz — la fréquence internationale de détresse — dont la stabilité est assurée par un quartz. Son poids n'excède pas 120 g, sa portée est de 25 à 45 m et son autonomie de plus de 100 h avec ses deux piles alcalines (type LR23). Snow Bip est fabriqué en France par la société Option qui a déjà réalisé, avec notamment le concours du Club Alpin Français, l'émetteur-récepteur ARVA 4000, également destiné à la recherche des victimes d'avalanches. L'ARVA 4000 est compatible avec tous les systèmes de recherche (bi-fréquence 457 et 2 275 MHz).

9 Le Calypso est un porte-gobelet qui compense tous les mouvements du véhicule (voiture, bateau, caravane) dans lequel il est installé, permettant ainsi au verre qu'il contient de rester vertical et... de ne pas se renverser. Il est composé de deux coupelles superposées, contenant un pendule monté sur roulement à billes et un contre-poids à suspension libre. Au moindre mouvement du véhicule, la coupelle supérieure oscille pour compenser les forces mises en jeu et retenir le récipient rempli de liquide, jusqu'à 40° d'inclinaison.

10 Lorsqu'un bateau fait route, le vent relatif, créé par sa vitesse, se combine au vent réel pour donner un vent apparent, celui qui agit effectivement sur les voiles et qu'indique la girouette de mât. La société Lago propose une gamme de girouettes (modèles G-01) s'adaptant à tous types de voiliers, y compris les dériveurs. De conception simple, utilisant des matériaux de qualité marine (nylon, acier, aluminium anodisé, etc.) qui garantissent leur robustesse, ce sont des instruments précis. Une fois fixée

au mât, la structure, de par sa simplicité, ne présente aucun obstacle au vent et assure un rendement maximum. Des bandes réfléchissantes situées sur l'empennage et la masselote permettent le repérage de nuit.

11 Ils s'appellent Ski Green, mais ils tiennent plus des patins à roulettes que des skis. Equipés de six fortes roues en caoutchouc dotées de roulements à billes étanches à la poussière et à l'eau et montées sur un châssis de polyéthylène, ils s'utilisent cependant avec la même technique que le ski, mais sur des pentes herbeuses, des chemins forestiers ou même sur des pistes goudronnées. Le châssis est souple et amortit les vibrations. L'ensemble permet une bonne tenue dans les virages. Les bâtons sont identiques aux bâtons de ski, un embout en caoutchouc assurant une meilleure adhérence sur le terrain. Le constructeur indique que ces skis à roulettes s'utilisent sans expérience préalable à partir de 7 ans.

Pour aider les diabétiques (et les autres consommateurs) à équilibrer leur alimentation, les laboratoires Ames-Miles proposent l'Equidiet; un petit disque de carton permettant de connaître la quantité de sucres (glucides) et de graisses (lipides) contenue dans les principaux aliments et dans certains plats préparés. Les aliments sont classés par groupe (légumes, fruits, viandes...). De plus, des échelles de couleur indiquent d'une part, le pouvoir plus ou moins glycémiant de chaque aliment (tous les glucides ne font pas monter de la même façon le taux de sucre dans le sang), et d'autre part, quels sont les lipides qui prédominent : saturés ou insaturés (les graisses insaturées sont à privilégier dans l'alimentation par rapport aux graisses saturées). Prix : 40 F à l'ordre des Laboratoires Miles, Espace-Diabète, 8 rue d'Odessa, 75014 Paris. N° Vert (appel gratuit) : (1) 05 34 22 38.

9
UN PORTE-GOBELET TOUT TERRAIN
200 F environ
chez Anne-Marie Hervé,
Mazère, 36240 Ecuelle
ou chez Favorit, ZI, BP 76,
77402 Lagny-sur-Marne.



12**LA MOTO DES MERS**

42 814 F
chez les
concessionnaires
Yamaha.



12 Naviguer sur l'eau à deux à 60 km/h au moyen d'un scooter, c'est ce que propose Yamaha Marine avec le Marine-Jet 650 T. Cet engin, qui associe les caractéristiques d'une moto (moteur, siège, guidon) à celles d'un hydroglisseur (coque polyester, propulsion par réacteur à eau, sans hélice) est équipé d'un bi-cylindre Yamaha 650 cc 2 temps de 32 ch. Sa sécurité est maximale : si le pilote tombe, le moteur s'arrête automatiquement et le Marine-Jet s'immobilise en flottaison.

13 Les "yeux de l'aventure", ce sont les dernières jumelles conçues par Nikon (Sports 10 × 25 CF-WP/RÂ). C'est qu'elles résistent à l'humidité, à la pluie, aux poussières et aux chocs. L'idéal pour les voyages, le sport, la chasse. Ces performances sont rendues possibles par leur corps en alliage d'aluminium enrobé de caoutchouc et des bagues en plastique. A l'intérieur, l'air est remplacé par de l'azote, ce qui élimine le risque de condensation et toute formation de vapeur d'eau. De grossissement 10, les lentilles ont subi un traitement multicouche qui diminue les réflexions parasites. Une distorsion périphérique réduite donne des images brillantes et nettes. La clarté est de 6,3 et le champ visible à 1 000 m de 10,4 m. Jumelles en noir, marine et orange. Poids : 485 g.

Les textes de ces rubriques ont été préparés par C. Mercier, H. Eljari, L. Dersot et R. Bellone.

11**DES SKIS À ROULETTES**

1 500 F, chez Roll'Forum International, BP 50,
73700 Bourg-St-Maurice.

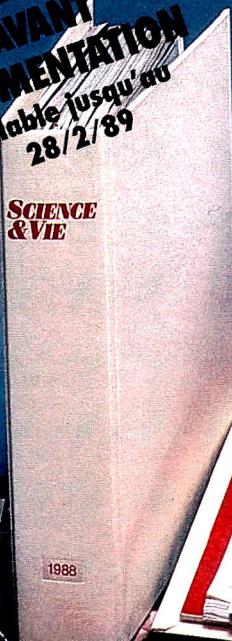
**13 DES JUMELLES QUI NE CRAIGNENT RIEN**

2 200 F chez les opticiens et photographes



COLLECTIONNEZ LE SAVOIR AVEC LES RELIURES SCIENCE & VIE

DERNIÈRE OFFRE
AVANT
AUGMENTATION
valable jusqu'au
28/2/89



Pratiques et élégantes, voici les reliures SCIENCE & VIE.
Elles vous permettront de conserver intacte votre collection
et de la consulter facilement.

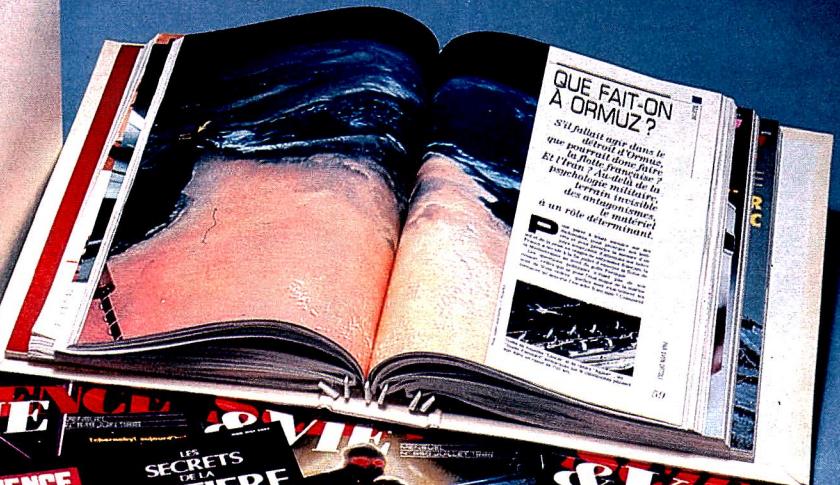
Chaque reliure est conçue pour classer six numéros.

OFFRE
SÉPÉIALE

70F

SEULEMENT

Le lot de deux reliures
au lieu de 90 F.
Profitez-en vite !



BON DE COMMANDE

à retourner, paiement joint, à Science & Vie,
5, rue de La Baume, 75008 Paris.

SV 851

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

PROFITEZ
VITE
DE
 CETTE
OFFRE
SPÉCIALE



- Je souhaite recevoir lots de 2 reliures au prix de 70 F. franco. Étranger : 90 F.
- Ci-joint mon règlement de F par chèque à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED.

INDEX 1988

Science & Vie mensuel — Numéros 844 à 855
Science & Vie hors série — Numéros 162 à 165

Etabli par Monique Vogt, avec la collaboration technique d'Hélène Nivoix et Pierre Parreaux.

Les lettres figurant dans la colonne "type" désignent :

A : un article :

E: un écho paru dans l'une de nos trois chroniques (recherche, industrie, vie pratique) :

M: un texte concernant un "marché à saisir", c'est-à-dire une innovation non encore exploitée.

J : un texte d'une de nos rubriques "Science & Jeux" (informatique amusante, informatique pratique, micro de l'ingénieur, électronique amusante, physique amusante, journal de l'astronome) :

H: un article paru dans l'un de nos quatre Hors Série suivants :

n° 162 — mars 1988 : Le cerveau et la mémoire :

n° 163 — juin 1988 : Cycles et saisons :

n° 164 — septembre 1988 : L'enfant et l'échec scolaire :

n° 165 — décembre 1988 : La planète Télécom

A

	Type	N°	Page	AFFICHAGE MATRICIEL (ELECTRONIQUE AMUSANTE) par Henri-Pierre Penel	J	853	152
				AFFUTEUR DE COUTEAUX EN CERAMIQUE	E	846	154
				AGENDA ELECTRONIQUE DATA BANK 8000	E	848	153
ABEILLES (LES) D'ANTAN NE PIQUAIENT PAS	E	845	71				
ABEILLES (ON SAIT COMMENT PENSENT LES)	E	853	81				
ACUPUNCTURE (IL N'EXISTE PAS DE MERIDIENS D')	E	852	63				
ADAPTATION HUMAINE : CAS LIMITES <i>par Maurice Bresson</i>	H	163	105				
AÉRONAUTIQUE				AGRICULTURE			
AILLE DELTA-FLYER (AUTO MINIATURE VOLANTE)	E	851	146	AGRICULTEURS (500 000 F DE PRIX POUR LES)	E	855	124
AIRBUS A 320 (LA CATASTROPHE DE L')				AGRICULTURE (ORIGINES DE L')	E	847	64
<i>par Germain Chambost</i>				AQUACULTURE : LE SOLEIL SOUS LA MER	E	849	97
AIRBUS ET ELECTRONIQUE	A	851	89	BETTERAVES (PULPES DE) DANS L'ALIMENTATION	E	851	103
AIRBUS IRANIEN : A QUI LA FAUTE <i>par Renaud de la Taille</i>	F	853	13	CIVILISATIONS (LES) D'AVANT LA CIVILISATION <i>par Jean Ferrara</i>	A	852	34
ARIANE ET LE GRANULOMETRE	A	853	86	ELEVAGE : PLUS DE MUSCLES, MOINS DE GRAS	E	849	71
AVION (L') A BON MARCHE MAUVAIS POUR	E	845	70	FILMS PLASTIQUES AGRICOLES RECUPERES	E	848	99
LE CŒUR	E	854	94	FOIN (LE) COUPE ET MIS EN BALLOTS			
AVION A HYDROGENE (LE PREMIER) <i>par Jean-René Germain</i>	A	850	94	LE MEME JOUR	E	850	105
AVION A MICRO-ONDSES SHARP <i>par Jean-Louis Promé</i>	A	845	92	GEL DES TERRES : LA RANÇON DU PROGRES <i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	849	79
AVION PIRATE : BARON NOIR, PIGEON VOLE <i>par Dominique Caudron</i>	A	854	50	GENIE GENETIQUE ET CLONAGE DE VEAUX	E	846	57
BOMBARDIER US (LES VICISSITUDES D'UN) <i>par Dominique Merchet</i>	A	851	84	GRAIN (LE) SANS LA PAILLE	E	849	94
CIRCULATION AERIENNE : COMMENT DESENCOMBREER <i>par Serge BrosSELIN</i>	A	853	94	GUEPE : LES PROUesses D'EDOVUM PUTTLERI	E	845	71
EUROCOPTER, LE CHAR VOLANT <i>par Jean-Louis Promé</i>	A	844	63	INFORMATIQUE (L') AUX CHAMPS	E	846	108
HELICOPTERES DE COMBAT ULTRA MODERNES	E	845	101	INSECTICIDES SUICIDANTS ET ARAIGNEES	E	852	66
MODELISME : LE PLUS PETIT JET DU MONDE <i>par Jean-René Germain</i>	A	851	92	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET AGRICULTURE	E	855	122
PARIS-LA REUNION EN MONOMOTEUR "SC. & VIE"	E	850	102	LISTERIA, LE GERME IMPREVISIBLE <i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	844	22
RADARS FURETEURS CONTRE AVIONS FURTIFS <i>par Serge BrosSELIN</i>	A	846	68	LOGICIEL D'AIDE AU CHOIX DES CULTURES	E	848	101
RADIATIONS (DANGER DE) EN VOYAGES AERIENS	E	852	62	MAIS (LE) DE L'AN 2000	E	853	118
RAFALE : UN MARCHE DE DUPE ? <i>par Marie Palmade</i>	A	846	76	METEO (LA) INFORMATISEE A LA FERME	E	853	113
SECURITE : DORMEURS EVEILLES AUX COMMANDES <i>par Jean-Michel Bader</i>	A	855	61	(OEufs COUVES (VOUS NE MANGEREZ PLUS D') <i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	846	112
SECURITE AERIENNE : DETECTION DES ARMES	E	855	87-	PRODUITS AGRICOLES (DES) MANQUENT			

<i>par Germain Chambost</i>							
AIRBUS ET ELECTRONIQUE	A	851	89	AMOURS ANIMALES (LE TEMPS DES)			
AIRBUS IRANIEN : A QUI LA FAUTE ?	F	853	13	<i>par Jean Boissin et Line Boissin-Agasse</i>	H	163	54
<i>par Renaud de la Taille</i>				ANGORA : UNE SOLUTION MIRACLE A LA CRISE ?	E	852	115
ALAMBIC A PARFUMS	A	853	86	ANIMAUX (DEFENSE DES)	F	848	6
ALARME (L') EST DANS L'AMPOULE	E	846	148	ANIMAUX (LE CALENDRIER DES)			
ALBATROS (L'ANCESTRE DES)	E	850	104	<i>par Jacqueline Gavaud</i>	H	163	46
ALCOOL ET CANCER DU SEIN	E	844	60	ANIMAUX (LES DIX) LES PLUS VENIMEUX	E	848	50
ALCOOLISME HEREDITAIRE	E	844	55	BALBUZARDS (LE "TELEPHONE" DES)	E	845	75
ALCOOLISME TUE (STATISTIQUES)	E	846	61	BALEINE BLANCHE : LE SOS			
ALGUES (LES OCEANS MALADES DES)	E	849	70	<i>par Isabelle Bourdial</i>	A	855	80
<i>par Pierre Rossion</i>	A	850	30	CHAT (LA CHUTE DU)			
ALGUES : MAREES VERTES	H	163	26	<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	852	38
<i>par Patrick Dion</i>				CHATS (ALERTE AU SIDA DES)	E	847	64
ALIMENTATION				CHEVAL (COMMENT DONC COURT UN)	E	854	97
ALCOOL ET CANCER DU SEIN	E	844	55	CHIENS D'AVEUGLES	E	845	72
ASPARTAME : L'EDULCORANT REND FOU & AVEUGLE	E	848	54	CHIMPANZE (LE) FRERE DE GENES DE L'HOMME			
ASPARTAME ET EFFET PLACEBO	F	851	4	<i>par Marie-Françoise Lantieri</i>	A	846	36
BETTERAVES (PULPES DE) DANS L'ALIMENTATION	E	851	103	CIGOGNES ET NAISSANCE : EVIDENTE			
BOITES ALIMENTAIRES INSENSIBLES	E	848	152	CORRELATION	E	849	66
AU CHAUD	E	845	71	COBRA (VENIN DE)	E	846	57
CAFE : PROTEGERAIT-IL CONTRE LE CANCER ?	E	845	141	CORAIL (LA GRANDE NUIT DU)			
CALORIES (COMPTEUR DE) POUR SPORTIFS			<i>par François Sarano</i>	A	850	34	
CHAMPIGNONS (PETIT GUIDE DE L'AMATEUR DE)			CORRAUX (LA GUERRE DES)				
<i>par Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget</i>	A	852	128	<i>par Véronique Sarano-Simon</i>	A	851	68
COMPORTEMENT ALIMENTAIRE			ELEPHANT (UN) POUR 37 500 F	F	849	8	
SAISONNIER			ELEPHANT DES PROFONDEURS (L')				
<i>par Albert-François Creff</i>	H	163	88	<i>par François Sarano</i>	A	848	34
CONTAMINATION CRIMINELLE DES PRODUITS DIETETIQUE : CALCULETTE CALORIFORME	E	851	100	ELEPHANT ET EFFET DOMINO (ECROULT ESPECE)	E	847	68
DIETETIQUE : EAU DOUCE A VOLONTE	M	853	118	ELEPHANTS (AFFICHE POUR LA PROTECTION DES)	E	853	80
ELEVAGE : PLUS DE MUSCLES, MOINS DE GRAS	E	849	99	ELEPHANTS (HECATOMBE DES)	E	853	116
ESPACE (L') OUTIL DE MARKETING	E	851	105	ELEVAGE : PLUS DE MUSCLES, MOINS DE GRAS	E	849	71
FRITEUSE (UNE) SANS HUILE	E	851	102	ETHOLOGIE : CE QUE LES BICHES ECOUTENT	E	847	65
FROMAGE "NOUVEAU" DE PLUSIEURS MILLENAIRES	E	848	103	FAUCONS (LE FAISEUR DE)			
GOUT : BIOCAPTEUR JAPONAIS A ENZYME	E	848	100	<i>par Eric Joly</i>	A	844	46
GRAISSES (SUBSTITUT) : PROTEINES NUTRASWEET	E	850	102	GIRAFE (LE DEF DE LA)			
IRRADIATION DES ALIMENTS	E	848	54	<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	844	48
LISTERIA, LE GERME IMPREVISABLE			GREFFES HOMME-ANIMAL : C'EST BIEN TROP TOT				
<i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	844	22	<i>par Pierre Rossion</i>	A	852	40
LUPIN ET SOJA : RETOUR A L'HOMME	E	852	121	GRUES : COMPTEZ-LES	E	855	91
MICRO-ONDDES APPRIVOISEES (FOUR)	E	851	102	GUEPE : LES PROUesses D'EDOVUM PUTTLERI	E	845	71
MOULES TUÉUSES : QUERELLE D'EXPERTS	E	848	51	HIPPOPOTAMES (NE MEDISEZ PAS TROP VITE DES)	E	850	73
OEUF DUR EN BARRE	E	844	93	HOMME (L'), LE SINGE ET NOS "CONTRADICTIONS"	F	853	14
PLATS CUISINES AUTORECHAUFFANTS	E	848	152	HUITRES (PEINTURES ANT...)			
PRODUITS ALIMENTAIRES EN FILM	E	851	105	<i>par Claudine Chesnel</i>	A	851	70
STERILISATEURS UHT PILOTES EN TEMPS REEL	E	849	99	HUITRES : DEGUSTATIONS PALEONTOLOGIQUES	E	845	73
SUCRE CONTRE OSTEOPOROSE	E	846	59	INSECTicides SUICIDANTS ET ARAIGNÉES	E	852	66
SUCRE ET IMMUNITÉ	E	844	57	KANGOUROUS (LES) FERTILISENT LES DESERTS	E	846	56
VIN (POMPE CONTRE L'OXYDATION DU VIN : L'EAU LOURDE TRAHIT LE PINARD	E	849	150	LEMURIENS ET MARSUPIAUX	E	845	4
<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	852	109	LEOPARD DE JUDEE	E	846	60
VIN BOUCHONNE (FINI LE)	E	852	119	LOUTRES DEPLACEES	E	854	93
VITAMINE A ET HEPATITE B (LIAISONS COUPABLES)			LYNX (LE LECTEUR QUI N'AIME PAS LE)	F	846	6	
<i>par Jacques Happa</i>	A	844	34	LYNX : DES ESPECES SOUS SURVEILLANCE			
YAOURT : CONTRE L'OSTEOPOROSE	E	845	74	<i>par Eric Joly</i>	A	854	84
YAOURT NOUVEAU (LE) EST ARRIVE	E	848	49	LYNX : MEURTRE AVEC PREMEDITATION	E	844	57
ALTIMETRE ELECTRONIQUE : ALTI PLUS N1.	E	850	152	MER (LES SAISONS SOUS LA)			
AMERICAINS (LES) IL Y A 40 000 ANS			<i>par Luc Fellot</i>	H	163	34	
<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	846	43	MOUCHE (POUR CONSTRUIRE UNE)			
AMERICAINES (PEUPLEMENT DES) IL Y A 30 000 ANS	E	848	50	<i>par Marcel Contig</i>	A	850	42
AMOURS ANIMALES (LE TEMPS DES)			MOULES TUÉUSES : QUERELLE D'EXPERTS	A	848	51	
<i>par Jean Boissin et Line Boissin-Agasse</i>	H	163	54	MYXOMATOSE : SALUONS LE DR. PUCE	E	848	51
AMPLIFICATEUR A DIX ENTREES AUDIO ET VIDEO	E	847	149	<i>par Eric Joly</i>	A	851	74
ANALPHABETISME (L') EST-IL CONGENITAL ?	F	850	6	OISEAUX (ETHOLOGIE ANIMALE ET CHANT DES)	E	846	57
ANALPHABETISME : ET SI C'ETAIT DU PLOMB ?	E	844	58	OISEAUX (LA RONDE ANNUELLE DES)			
ANAMORPHOSSES SUR VOS TASSES A CAFE	E	854	178	<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	163	76
ANCESTRE (L') DES ANCESTRES			ORQUE (PARLEZ-VOUS) ?				
<i>par Marc Giraud</i>	A	847	52	<i>par François Gohier</i>	A	847	48
ANEMOMETRE (INFORMATIQUE PRATIQUE)			OURS DES PYRENEES				
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	848	131	<i>par Didier Dubrana</i>	A	855	78
ANGORA : UNE SOLUTION MIRACLE A LA CRISE ?	E	852	115	PAPILLONS CONTRE DROGUE (GUERRE BIOLOGIQUE)	E	848	51
ANIMAUX			PAPILLONS MONARQUES (LE GRAND VOYAGE DES)				
ABEILLES (LES) D'ANTAN NE PIQUAIENT PAS	E	845	71	<i>par François Gohier</i>	A	846	50
ABEILLES (ON SAIT COMMENT PENSENT LES)	E	853	81	PECHE : ANTIVOL POUR CASIERS	E	848	152
ALBATROS (L'ANCESTRE DES)	E	844	60	PECHE : FRANCE-ESPAGNE, CURIEUX ACCORDS	E	853	117
			PECHE A L'HOLOTHURINE (PAR PARALYSIE)	E	855	89	
			PECHE ET POMPE A VERS	E	848	152	
			PHOQUES (LES) VICTIMES DE LEUR BONNE SANTE				
			<i>par Isabelle Bourdial</i>	A	853	74	
			PIGEON VOYAGEUR (LE) AMBULANCE DES AIRS	A	848	32	
			<i>par Gérard Morice</i>				
			POIDS (SURVIE PAR LE) CHEZ LES ANIMAUX				
			<i>par Yvon le Maho</i>				
			POISSON ANTENNARIDE (DESSIN DATANT DE 1700)	H	163	70	
			POISSON-CHAT, OIGNON, HAMBURGER,	E	852	61	

PHARMACIE							
POISSONS : ECAILLES, 400 MILLIONS D'ANNEES	E	847	68	MISSILES : LA FILIERE CHINOISE	A	850	82
<i>par Claudine Chesnel</i>	A	854	80	<i>par Sven Ortoli</i>	A	845	76
POISSONS MIGRATEURS (BIOLOGIE DES)	H	163	38	MISSILES A LA CASSE	A	846	68
<i>par Maurice Fontaine</i>	E	855	89	<i>par Sven Ortoli</i>	A	845	84
PRIMATES, LEMUR, BAMBOU ET RAYON DE SOLEIL	E	850	69	RADARS FURETEURS CONTRE AVIONS FURTIFS	A	846	68
RENARD (LE) AUSSI EST EN PERIL	E	846	57	<i>par Serge Brosselin</i>	A	845	84
SAUTERELLES VERTES DES JUNGLES DE PANAMA				SPOT PHOTOGRAPHIE LES SECRETS DE L'URSS	A	845	84
SEXO EN PAILLETES				<i>par Jean-René Germain</i>			
<i>par Catherine Bousquet</i>	A	847	84	ARTHRITE : LA FAUTE AUX BETA-2 RECEPTEURS	E	855	85
SINGE (LE) INNOCENT (SIDA)	E	846	61	ASPARTAME : L'EDULCORANT REND FOU	A	850	82
SINGE ET SIDA : HYPOTHESE ELIMINEE TROP VITE	E	844	56	ET AVEUGLE	E	848	54
SOURIS ANEMIEE ET GREFFE GENETIQUE	E	847	66	ASPARTAME ET EFFET PLACEBO	F	851	4
SOURIS PHARMACIENNES (TRANSGENIQUE)	E	846	60	ASPIRINE (LE CASSE-TETE DE L')	E	846	61
SOURIS-HOMME (UNE) POUR COMBATTRE LE SIDA				ASSURANCE-VIE : ANDROMED SUR ORBITE	E	853	119
<i>par Marcel Contig</i>	A	854	70	ASTROGOGOLOGIE	F	847	6
TERRITOIRE (LES CYCLES DU)	H	163	65	ASTROLOGIE ET COMMERCE	F	849	6
<i>par Jean Boissin</i>	E	846	57	ASTRONAUTIQUE : LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE	E	849	96
VEAUX (GENIE GENETIQUE ET CLONAGE DE)	E	844	95				
VETERINAIRES (LES) S'INFORMATISENT	E	847	68				
VIPERE DE MALAISIE	E	852	7				
VIVISECTION ET CORRIDAS	F	849	70				
VIVISECTION ET TAUROMACHIE	E	849	70				
ANTENNE DE TELEVISION MAXVIEW OMNIMAX	E	855	166	ASTRONOMIE			
ANTHROPOLOGIE : MUSEE DE LA PREHISTOIRE	E	852	63	BIG BANG (ASTRONOME AMATEUR S'EN PREND AU)	F	847	10
ANTHROPOLOGIE : NOUS AVONS TOUS 92 000 ANS	E	848	50	COMETES (POURQUOI ENCORE DES) ?			
ANTIRIDE (L') QUI DECAPE				<i>par Anna Alter</i>	A	852	16
<i>par Isabelle Bourdial</i>	A	848	106	COMETES : RAMENEZ-M'EN UN MORCEAU	E	844	59
ANTIVOL AUTO DISSUADEUR (ELECTRONIQUE AMUS.)	J	852	144	COSMOLOGIE (ILLUSTRE LA) OU PAS ?	F	844	6
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	E	846	153	ECLIPSE DU SOLEIL (LE JOUR DES DEUX NUITS)			
ANTIVOL AUTORADIO DENVER SQM 108				<i>par Yves Delaye</i>	A	849	22
APPRENTISSAGE, JEU ET PLAISIR				ETOILE Morte (AUTOPSIE D'UNE)			
<i>par Jacques Angelerge et Yves Manela</i>	H	164	4	<i>par Adrien Brehat</i>	A	848	40
AQUACULTURE : LE SOLEIL SOUS LA MER	E	849	97	ETOILE SANDULEAK : PAS SI GROSSE !	E	850	75
ARBRÉ A PEAU (MIMOSA TENUIFLORE)	E	855	87	GALAXIE D'ANDROMEDA			
ARBRÉ A PEAU (REDECOUVERTE DE L')	E	849	71	<i>par Yves Delaye</i>	J	853	156
ARCHEOLOGIE				GALAXIES : PAS SI VIEILLES	E	846	59
AMERICAINS (LES) IL Y A 40 000 ANS				LUMIERE (L'AGE DE LA PREMIERE)	F	851	6
<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	846	43	LUNE (IL N'Y A PAS DE MALENTENDU SUR LA)	F	848	8
AMERIQUES (PEUPLEMENT DES) IL Y A 30 000 ANS	E	848	50	LUNE (LA REINE DES NUITS)			
ARCHEOLOGIE-MEDECINE LEGALE : LE ROI MIDAS	E	855	86	<i>par Yves Delaye</i>	J	844	128
CALVADOS (QUAND LE) FAIT PARLER LES MORTS				LUNES (LES DEUX) DE MAI	E	851	78
<i>par Pierre Rossion</i>	A	845	32	MARS ET ASTRONOMIE D'AMATEUR			
CIVILISATIONS (LES) D'AVANT LA CIVILISATION				<i>par Yves Delaye</i>	A	851	106
<i>par Jean Ferrara</i>	A	852	34	MARTIENNE (L'ANNEE)			
COLOSSE DE RHODES	F	847	10	<i>par Yves Delaye</i>	J	849	132
COPIE DE STELE SUR LE MONT BEGO	E	855	88	MOIS (LE) DES DIEUX			
ENQUETE ARCHEOLOGIQUE A BERIAC	E	851	83	<i>par Yves Delaye</i>	J	855	
HIEROGLYPHES (DES) A L'Ecriture PHONETIQUE	E	852	64	PERSEIDES (JOURNAL DE L'ASTRONOME)			
INCAS (L'OR DES)	E	844	94	<i>par Yves Delaye</i>	J	851	131
MURAILLES DE JERICHO (LES) SONT TOMBEES	E	850	69	PHOTOGRAPHIE PLANETAIRE			
PHILISTINS (LES) N'ETAIENT PAS DES PHILISTINS	E	846	61	<i>par Yves Delaye</i>	J	850	138
PYRAMIDES ET ARCHEOLOGIE	F	846	4	PLANETAIRE (LE BALLET)			
ROMULUS ET REMUS ONT PEUT-ETRE EXISTE	E	852	67	<i>par Yves Delaye</i>	J	846	144
SAVANT (UN) SE FAIT LA DENT SUR LES ANERIES			PLANETARIUM (MINI)	E	855	138	
<i>par Gérald Messadié</i>	A	855	24	PLANETARIUM DE BRETAGNE			
ARMEMENT			<i>par Yves Delaye</i>	A	851	60	
AIRBUS IRANIEN : A QUI LA FAUTE ?			PHOTOGRAPIE PLANETAIRE				
<i>par Renaud de la Taille</i>	A	853	86	<i>par Yves Delaye</i>	E	851	146
BOMBARDIER US (LES VICISSITUDES D'UN)			PLANETARIUM PORTABLE STAR MATE				
<i>par Dominique Merchet</i>	A	851	84	PLANETES (LES PETITES)			
BOMBE (PAKISTAN) : QUI LA LEUR			<i>par Yves Delaye</i>	J	854	165	
A DONNE ?			PLANETES : LE GRAND RAPPROCHEMENT				
<i>par Sven Ortoli</i>	A	847	72	<i>par Yves Delaye</i>	J	845	126
CHARS : BLINDES A L'URANIUM			PLUTON DE PLUS PRES				
<i>par Renaud de la Taille</i>	A	850	84	<i>par Anna Alter</i>	A	850	20
CROISEUR (LE) INVISIBLE			QUASARS (L'UNIVERS VU A LA LUMIERE DES)				
<i>par Georges Dupont</i>	A	855	116	<i>par Anna Alter</i>	A	853	50
EUROCOPTER, LE CHAR VOLANT			QUASARS (LES) ET NEW YORK	F	855	14	
<i>par Jean-Louis Promé</i>	A	844	63	RADIOTELESCOPE (LE PLUS GRAND DU MONDE)	E	851	105
GUERRE CHIMIQUE : QUELS GAZ UTILISE			SAGITTAIRE : LA THEIREE CELESTE				
L'IRAK ?			<i>par Yves Delaye</i>	J	852	140	
<i>par Philippe Mourgues</i>	A	850	76	SYSTEME SOLAIRE DANS UN JEU DE CARTES	E	855	136
GUERRE DES ETOILES : PREMIERES			TELESCOPE ASSITE PAR ORDINATEUR	E	852	153	
MANOEUVRES			TELESCOPE DE 4,2 METRES EN ESPAGNE				
<i>par Sven Ortoli</i>	A	849	72	<i>par Yves Delaye</i>	A	854	32
GUERRE DES ETOILES : LES COMPTABLES			TELESCOPE ET MONTURE AZIMUTALE				
CONTRE			<i>par Yves Delaye</i>	J	847	137	
<i>par Jean-Claude Derian</i>	A	854	20	TELESCOPES GEANTS (LA COURSE AUX)			
GUERRE DES ETOILES ET MALENTENDU	F	851	6	<i>par Anna Alter</i>	A	849	14
HELICOPTERES DE COMBAT ULTRA MODERNES	E	845	101	TERRES (Y-A-T-IL D'AUTRES) ?			
			<i>par Anna Alter</i>	A	851	51	
			UNIVERS (L') EMBALLE DANS UN SAC DE PEAU	E	854	94	
			UNIVERS (L') EST UN PALAIS DES GLACES				
			<i>par Anna Alter</i>	A	845	12	
			VAVILOV : UN GALILEE SOVIETIQUE				
			<i>par Denis Bloca</i>	A	847	28	
			VOYAGE AUX EXTREMES (JOURNAL				
			DE L'ASTRONOME)				
			<i>par Yves Delaye</i>	J	848	124	

Index 1988

ATMOSPHERE (LE CYCLE ANNUEL DE L') par Emmanuel Choisnel	H 163	4	BETTERAVES (PULPES DE) DANS L'ALIMENTATION	E 851	103
ATMOSPERIQUES (VARIATIONS) EN LABORATOIRE	E 853	114	BIBLIOTHEQUE DE LENINGRAD	E 849	68
ATTACHE CASE (SECURITE POUR UN)	E 855	167	BIG BANG (ASTRONOME AMATEUR S'EN PREND AU)	F 847	10
AUDIOSONIC : MARIAGE RADIO-TELEVISION	E 844	146	BIOLOGIE CHINOISE		
AUTOCUISEUR POUR BEBE TERRAILLON BAMBINO	E 846	154	par Pierre Rossion		
AUTOMATISME EN PHOTO RAPPROCHEE : LES PIEGES par Roger Bellone	A 844	108	BIOLOGISTE (LE) QUI NE CROIT PAS AU SIDA	A 846	26
			BISMUTH (LA FRANCE PRIVEE DE)	E 848	55
			par Suzanne Champoux		
				A 852	46
AUTOMOBILE					
AILE DELTA-FLYER (AUTO MINIATURE VOLANTE)	E 851	146	BLURGS		
ANTIVOL AUTO DISSUADEUR (ELECTRONIQUE AMUS.) par Henri-Pierre Penel	J 852	144	ASTROGOGOLOGIE	F 847	6
AUTO (L') EST UNE MENACE MONDIALE (POLLUTION)	E 852	62	ASTROLOGIE ET COMMERCE	F 849	6
AUTO SOLAIRE AVEC DES POINTES A 113 KM/H	E 844	92	AVION PIRATE : BARON NOIR, PIGEON VOLE		
AUTOMOBILE EN KIT	E 851	146	par Dominique Caudron	A 854	51
AUTORADIO DANS L'ALLUME-CIGARE	E 849	146	BLURGS (DU BON USAGE DES)	E 851	80
AUTORADIO GRUNDIG (DOUBLE ANTIVOL SUR CONDUITE AUTO (LA) VERS LA ROBOTISATION par Henri-Pierre Penel	E 851	145	BLURGS AU PILORI	F 847	6
ESSENCE : L'EUROSUPER PAS SUPER POUR TOUS ESSENCE SANS PLOMB (LE SUPER OBLIGATOIRE) par Luc Augier	A 844	98	BLURGS PAR-CI, BLURGS PAR-LA	F 854	10
F 852	4	ESPRITS FRAPPERS DE ST GELY-DU-FESC	E 846	58	
A 849	100	HOMME (L') QUI RESSUSCITAIT LES MORTS	E 845	71	
ETHANOL POUR AUTO : L'ALCOOL QUI ENVRE LA CEE par Didier Dubrana	A 853	102	MAISON BLANCHE (ABRACADABRA DE LA)	E 850	74
HABITACLE AUTOMOBILE (L') TELECOMMUNICANT par Béatrice le Métayer	H 165	64	MEMOIRE DES GAZ, EPISTEMOLOGIE, BLURGS		
JEEP (LA PLUS PETITE DU MONDE)	M 848	104	par Gérald Messadié	A 852	12
LOCALISATION ELECTRONIQUE : L'AUTO A CARTES par Frédéric Blaszel	A 852	126	OVNI : L'ESPRIT ET L'EVIDENCE	F 849	8
MOTEUR DEUX TEMPS SARICH par Renaud de la Taille	A 848	80	SAVANT (UN) SE FAIT LA DENT SUR LES ANERIES	A 855	24
MOTEUR DEUX TEMPS SARICH ET POLLUTION	F 855	8	par Gérald Messadié		
MOTEUR DEUX TEMPS SARICH SUR ORBITE	E 852	116	SOUCOUPES VOLANTES D'ANTAN : CU SONT-ELLES ?	E 845	73
PARE-BRISE DESORMAIS REPARABLE (SPECIAL-T)	E 849	151	Voir aussi : Mémoire de l'eau		
PNEU (LE CALCUL SCIENTIFIQUE AU SERVICE DU) par Luc Augier	A 847	104	BOITE A OUTILS T-BOX POSSO	E 848	105
POLLUTION AUTOMOBILE ET POT CATALYTIQUE par Laurent Douek	A 853	120	BOITE AUX LETTRES ELECTRONIQUE		
STATIONNEMENT (LE) VRAIMENT A LA CARTE par Gérard Morice	A 845	102	par Henri-Pierre Penel	J 844	134
VIDANGEZ VOTRE VOITURE SANS VOUS SALIR	E 847	153	BOITES ALIMENTAIRES INSENSIBLES AU CHAUD	E 848	152
VIDEO AUX PEAGES ROUTIERS par Henri-Pierre Penel	A 851	96	BOMBARDIER US (LES VICISSITUDES D'UN)		
AVEUGLES (CHIENS D') AVEUGLES (PREMIER SALON EUROPEEN DES)	E 845	72	par Dominique Merchet	A 851	84
AVION (L') A BON MARCHE MAUVAIS POUR LE COEUR	E 854	139	BOMBE (PAKISTAN) : QUI LA LEUR A DONNE ?		
AVION A HYDROGENE (LE PREMIER) par Jean-René Germain	E 854	94	par Sven Ortoli	A 847	72
AVION A MICRO-ONDES SHARP par Jean-Louis Promé	A 850	94	BOOMERANG LUMINEUX	E 850	153
AVION PIRATE : BARON NOIR, PIGEON VOLE par Dominique Caudron	A 845	92	BOTANIQUE : DISCOURS VEGETAUX	E 855	90
	A 854	50	BOUTONS ET VIS (MARCHE DES)	E 844	92
		BOURSE : L'ORDINATEUR BOUC EMISSAIRE			
		par Gérard Morice	A 853	106	
		BOUTEILLES FACILES A TRANSPORTER ET STOCKER	M 852	120	
		BREVETS, STATISTIQUES ET INPI	E 846	106	
		BRIQUES DE TERRE (TERRABLOCK)	E 846	111	
		BROSSE A CHEVEUX CHAUFAINTE	E 848	152	
		BROSSE A DENTS ET DENTIFRICE PORTATIFS	M 854	138	
		BROUILLARD (LE) EST DANGEREUX	E 854	97	
		BUFFON (LES DEUX FONTAINES DE)			
		par Emmanuel Laurent	A 847	14	
		BUFFON ET BUFFONNERIE	F 850	8	
BUREAUTIQUE					
BACTERIES (LES) QUI VIENNENT DU FROID	E 855	91	BUREAUX ENTIEREMENT CABLES		
BACTERIES SUICIDIARES ET TOURISME GENETIQUE	E 851	78	par Marc Pasquet		
BADGE RADIO MINIATURISE : TECHSOUND	E 849	148	COURRIER (DU) AU TELETEX : FAITES VOS	H 165	91
BAIGNOIRE A SIEGE AMOVIBLE	E 850	104	COMPTES		
BAINES : L'ETE DE TOUS LES DANGERS (PLAGES) par Didier Dubrana	A 853	41	par Sylvaine Luckx et Dominique Roux	H 165	106
BALADEUR SANS FIL (LE PREMIER)	E 850	148	IMPRIMERIE (L') AU BUREAU		
BALADEUR TRIANGULAIRE PHILIPS	E 855	135	par Marc Boyer	A 844	102
BALANCES A TELECOMMANDE INFRAROUGE	E 846	154	MICRO-EDITION : CRENEAUX ET OPPORTUNITES	E 852	118
BALBIZARDS (LE "TELEPHONE" DES)	E 845	75	PHOTOCOPIE COULEUR		
BALEINE BLANCHE : LE SOS par Isabelle Bourdial	A 855	81	par Roger Bellone	A 846	121
BALISES CELESTES (LES) par Henri Pradenc	H 165	61	PHOTOCOPIE COULEUR AU LASER	E 846	151
BAMBOU : MATERIAU DE POINTE par Gérard Morice	A 849	91	PHOTOCOPIEUR (MINI) RICOH CUVAX MC 50	E 846	151
BAMBOUS (PRECISIONS SUR LES)	F 851	8	SCANNER JX-450	E 850	152
BATEAU (LE) QUI ROULE COMME UNE AUTO par Renaud de la Taille	A 855	118	TELECOPIE : UN RESEAU DIRECT FRANCE-JAPON	E 852	121
BATEAU PNEUMATIQUE A MOTEUR ELECTRIQUE	E 853	165	TELECOPIEURS DE VOYAGE	E 846	156
BATEAUX (BOITE NOIRE POUR)	E 848	103	TELEX (LE) QUI NE SORT PAS DE L'ENTREPRISE		
BATTERIE A LA CEINTURE (BLACK & DECKER)	E 855	166	Voir aussi : Télécommunications	E 844	94
C					
CABINE "MAINS LIBRES" ET MINITEL VOCAL par André Soubibou			CABINE "MAINS LIBRES"	H 165	12
CADUCEE ET SERPENTS			par André Soubibou	F 849	6
CAFE : PROTEGERAIT-IL CONTRE LE CANCER ?			CAFE : PROTEGERAIT-IL CONTRE LE CANCER ?	E 845	71
CALCIUM (LE) : UN MESSAGER UNIVERSEL par Isabelle Otto			CALCIUM (LE)		
CALCULATRICE EL-9000 SHARP			CALCULATRICE EL-9000 SHARP	E 853	164
CALCULETTE ET PUZZLE			CALCULETTE ET PUZZLE	E 848	154
CALCULS RENAUD CASSES PAR LA LUMIERE			CALCULS RENAUD CASSES PAR LA LUMIERE	E 847	67
CALORIES (COMPTEUR DE) POUR SPORTIFS			CALORIES (COMPTEUR DE) POUR SPORTIFS	E 845	141

CALVADOS (QUAND LE) FAIT PARLER LES MORTS par Pierre Rossion	A	845	32	MEMOIRE : A LA RECHERCHE DU MECANISME par Nicolas Journet	H	162	124
CALVITIE : LES POURQUOI DE LA GENETIQUE	E	852	66	MEMOIRE : COMMENT ELLE FONCTIONNE par Yves Fregnac	H	162	112
CAMERAS VIDEO A 2 MILLIONS DE POINTS	E	849	148	MEMOIRE : DU COTE DE CHEZ FREUD par Alain Rauzy	H	162	142
CAMESCOPE (PIED DE POITRINE POUR)	E	854	176	MEMOIRE : L'APPORT DE LA PSYCHOLOGIE par le professeur Allan Beddel	H	162	134
CAMESCOPE (UN ACROBATE POUR VOTRE)	E	851	145	MESSAGERS AUX MULTIPLES FONCTIONS par Marie-Jo Besson	H	162	62
CAMESCOPE (VISEUR COULEUR POUR)	E	854	176	MORT CEREBRALE	E	851	80
CAMESCOPE 8 MM CANON E 708	E	853	160	NEURONE : LES TROIS DIMENSIONS DU PUZZLE par Paul Goggin et Suzanne Tyc-Dumont	H	162	72
CAMESCOPE BEAULIEU BV8 440	E	844	144	NEUROSCIENCES (LE CHAMP DES) par Michel Imbert	H	162	4
CAMESCOPE HAUTE DEFINITION BAUER	E	849	149	NEUROTRANSMETTEURS : COMMUNIC. par Alain Enjalbert	H	162	52
CAMESCOPE SONY CCD V2 (SON NUMERIQUE SUR LE)	E	854	177	NEURONALE	H	162	52
CAMESCOPE SUBMERSIBLE HANDYCAM SONY	E	851	145	PARFUMS : 30 000 MOLECULES ODORANTES par Philippe Dautry	A	850	52
CAMESCOPES 8 MM HAUTE DEFINITION (VERS DES)	E	850	148	REFLEXE : TOUT SE COMPLIQUE par Georges Lanteri-Laura	H	162	156
CAMESCOPES HAUTE DEFINITION NIKON	E	855	161	SANG (LE) ET LE CERVEAU par Jacques Seylaz	H	162	44
CAMESCOPES HAUTES VITESSES	E	844	147	SUBLIMINAL : LA PUB INVISIBLE par Jacqueline Denis-Lempereur	A	851	21
CAMESCOPES VIDEO 8 - STANDARD PAL par Laurent Douek	A	847	108	TORTURE PSYCHIATRIQUE	F	849	6
CANCER							
ALCOOL ET CANCER DU SEIN	E	844	55	CHAMBRE CLAIRE (PHYSIQUE AMUSANTE) par Renaud de la Taille	J	851	124
CAFE : PROTEGERAIT-IL CONTRE LE CANCER ?	E	845	71	CHAMPIGNONS (PETIT GUIDE DE L'AMATEUR DE) par Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget	A	852	128
CANCER DU SEIN	E	846	55	CHAMPIGNONS : PLEUROTES SANS PROBLEME	E	845	98
CANCER : LE TELEPHONE DE LA LIGUE	F	846	6	CHAPITEAUX : 250 M2 INSTALLEES EN 30 MINUTES	E	844	97
DRS. LAGARDE ET ROQUETTE (LES) NOUS ECRIVENT	F	850	10	CHARS : BLINDES A L'URANIUM par Renaud de la Taille	A	850	84
ENNEMI NATUREL DU CANCER PARFOIS SON ALLIE	E	853	85	CHAT (LA CHUTE DU)			
FOUGERES CANCERIGENES	E	849	68	par Alexandre Dorozynski	A	852	38
GENE DU SIDA RESSEMBLE A GENE DU CANCER par Christine Lefèvre	A	844	31	CHAUFFAGE A THERMOSTAT PROGRAMMABLE	E	854	178
GENES DU CANCER CONTRE GENES ANTI-CANCER par Alexandre Dorozynski	A	853	44	CHAUFFAGE CENTRAL : KIT A LA CARTE	E	845	142
INTERLEUKINE (SALADE NOISETTE A L') par Jean-Michel Bader	A	848	18	CHAUFFAGE INDUSTRIEL AVEC LES ORDURES	E	845	96
SPORT CONTRE CANCER	E	850	70	CHAUFFERETTE KINA	E	847	151
TOCHERNOBYL (LES CANCERS DE) par Yves Lenoir	A	853	18	CHAUSSEURS PLIES EN CARTES POSTALES	E	845	140
CANNABIS (LE) FAVORISE LA SCHIZOPHRENIE	E	847	68	CHEMINEE A FOYER FERME DAMON	E	853	165
CANON (LE) DE JULES VERNE REVU ET CORRIGE par Stéphane Chenard	A	852	84	CHENILLARD PROGRAMMABLE			
CAOUTCHOUC : RENDEMENT DES HEVEAS INDIENS	E	852	119	CHEQUE VOLES (LA FIN DES)	A	850	134
CAP CANAVERAL (LE) PREND LA MER par Stéphane Chenard	A	844	76	par Gérard Morice	A	847	101
CARREAUX DE GRES ANTIDERAPANTS	E	848	100	CHEVAL (COMMENT DONC COURT UN)	E	854	97
CARTE BANCAIRE A MEMOIRE A ENERGIE SOLAIRE	E	847	154	CHEVEUX (ANALYSE GENETIQUE DES)	E	851	82
CARTE DE VISITE REPERTOIRE	M	849	98	CHEVILLE AUTOPERCEUSE	E	848	102
CARTE POSTALE ENREGISTRABLE	E	847	154	CHIMPANZE (LE) REFEDE DE GENES DE L'HOMME			
CARTOGRAPHIE EN URSS	E	855	90	par Marie-Françoise Lantieri	A	846	36
CARTOGRAPHIE EN URSS	E	854	93	CHINON (APPAREIL PHOTO) MULTI-PROGRAM	E	851	143
CASQUE ANTI-BRUIT	M	848	104	CHOLESTEROL (ON A DECOUVERT L'EPURATEUR DU)			
CASQUE COLONIAL	E	852	156	par Alexandre Dorozynski	A	844	38
CASQUE FOCALISANT LE SON DANS LES OREILLES	E	847	150	CIA ET LAVAGE DE CERVEAU			
CASQUE MOTO	E	853	164	par Jean Ferrara	A	855	72
CENTRALES NUCLEAIRES : DEMONTAGE EN SECURITE	E	854	139	CINEMA POUR FILMER EN DOUCEUR	E	848	149
CERVEAU				CIRAGE ET STATISTIQUES	E	845	96
CALCIUM (LE) : UN MESSAGER UNIVERSEL par Isabelle Otto	H	162	61	CIRCUITS IMPRIMES PHILIPS : PLUS DE SECURITE	E	849	96
CERVEAU (LA NOUVELLE HISTOIRE DU) par Odile Plaisant	H	162	8	par Henri-Pierre Penel	J	844	137
CERVEAU (LE) ET L'ESPACE par Nicolas Dauvin	H	162	94	CIRCUITS INTEGRES (CONTROLONS LES)			
CERVEAU (POUR LE), RAPIDITE EGALE ECONOMIE	E	855	87	par Serge Brossetin	A	853	94
CERVEAU DROIT, CERVEAU GAUCHE par Michel Habib et Albert Galaburda	H	162	78	CITE DU XXI ^e SIECLE (CONGRES)	E	849	96
CERVEAU HUMAIN (PETIT ATLAS DU) par Jean-Claude Loutre	H	162	12	CIVILISATIONS (LES) D'AVANT LA CIVILISATION	A	852	34
CERVEAU VIVANT (IMAGES DU) ET TEP par Bernard Mazoyer	H	162	24	par Jean Ferrara			
CIA ET LAVAGE DE CERVEAU par Jean Ferrara	H	162	72	CLIMAT			
DARWIN III : LA PREMIERE MACHINE A PENSER par Jean-Michel Bader	A	855	28	ATMOSPHERE (LE CYCLE ANNUEL DE L') par Emmanuel Choisnel	H	163	4
DESORDRE MENTAL (SINGULARITE DU) par Yves Pellicer	A	851	28	ATMOSPHERIQUES (VARIATIONS) EN LABORATOIRE	E	853	114
ILLETRISME : L'ABORD NEUROLOGIQUE par Gisèle Gelbert	H	162	149	BROUILLARD (LE) EST DANGEREUX	E	854	97
IMAGERIE CEREBRALE : L'EXPLORATION par Philippe Testard-Vaillant	H	164	88	CLIMATISEUR	E	852	156
LANGAGE (LES CIRCUITS DU) par Isabelle Otto	H	162	18	EGYPTE (L') VICTIME DU CHANGEMENT DE			
MAGNETOMETRIE DU CERVEAU par Janette Scandura	H	162	104	CLIMAT ?	E	848	53
MALADIE D'ALZHEIMER (LA) EST-ELLE UN MYTHE ?	E	851	77	HOMME (L') A-T-IL VRAIMENT CHANGE LE CLIMAT ? par Isabelle Bourdial	A	852	48
				SAISONS (CYCLE DES) ET SIGNAUX CLIMATIQUES par Emmanuel Choisnel	H	163	8
				Voir aussi : Saisons			
				COCAINOMANES (MAUVAISE NOUVELLE POUR LES)	F	851	8

Index 1988

CODAGES, ARITHMETIQUE ET SECRETS D'ETAT

par Renaud de la Taille	A	855	44
CODE GENETIQUE (LE PSEUDO SECOND)	E	849	66
CODE GENETIQUE (LE SECOND)			
par Christine Lefèvre et Jacques Sibeud	A	850	49
COEUR DE LA FEMME	E	845	69
COLCHICINE (LA) CONTRE LA CIRRHOSE	E	852	62
COLOMBUS (PROGR.) : ASTRONAUTIQUE EN PISCINE			
par Alain Dunoyer de Segonzac	A	849	29
COLOSSE DE RHODES	F	847	10
COMETES (POURQUOI ENCORE DES) ?			
par Anna Alter	A	852	16
COMETES : RAMENEZ-M'EN UN MORCEAU	E	844	59
COMMERCE INTERNATIONAL, GESTION INSTANTANEE			
par France Lafargue	H	165	102
COMPACT BIFOCAL POUR PHOTO SOUS-MARINE	E	845	139
COMPACTS (APPAREILS PHOTO) A TOUT FAIRE			
par Laurent Douek	A	848	114
COMPORTEMENT ALIMENTAIRE SAISONNIER			
par Albert-François Creff	H	163	88
COMPORTEMENTS DE L'HOMME ET DE L'ANIMAL			
par Jean-Didier Vincent	H	162	161
CONCOURS PHOTO ORCHIDEES (NOTRE GRAND)			
par Roger Bellone	A	846	126
CONCOURS PHOTO ORCHIDEES : LES GAGNANTS			
par Roger Bellone	A	847	115
CONCOURS SEYMOUR CRAY 1988	E	848	100
CONDENSATEURS (MESUREZ LA VALEUR DES)			
par Henri-Pierre Penel	J	849	121
CONDUITE AUTO (LA) VERS LA ROBOTISATION			
par Henri-Pierre Penel	A	844	98
CONSUMMATION : FLUCTUATIONS SAISONNIERES			
par Nicolas Journet	H	163	152
CONTAMINATION CRIMINELLE DES PRODUITS	E	851	100
CONTREFAON : A QUEL COUT ?	E	850	107
COOPERATION : TRANSFERTS TECHNIQUES ADAPTES	E	855	123
COPIE DE STELE SUR LE MONT BEGO (ARCHEO.)	E	855	88

D

DARWIN III : LA PREMIERE MACHINE A PENSER			
par Jean-Michel Bader	A	851	28
DARWIN TOUJOURS VALIDE	E	846	60
DAT (PREMIER AUTORADIO LECTEUR DE)	E	846	153
DEBROUSSAILLEUSE MULTIFONCTION SAMOURAI	E	855	165
DECHETS (COMPACTEZ VOS)	E	848	152
DECOUPAGE DE JOUETS PAR MICRO-ORDINATEUR			
par Pierre Courbier	A	844	106
DECOUPE PAR JET D'EAU : TECHNOLOGIE D'AVENIR	E	850	103
DECOURAGEMENT (L'INSTALLATION DU)			
par Stéphane Ehrlich	H	164	44
DEGENERE (QU'EST-CE QU'UN) ?	E	850	74
DELITEMENT ET FORTITUDE	F	852	6
DELITEMENT ET FORTITUDE (LANGAGE)	F	848	10
DEMOGRAPHIE : EXTERMINATION DES FEMMES (INDE)	E	851	81
DEMOGRAPHIE : L'EUROPE, "NOUVEAU MONDE'S"			
par Jean Ferrara	A	844	41
DEMOGRAPHIE : VOICI LE 80 MILLIARDIEME HUMAIN			
par Alexandre Dorozynski	A	851	44
DENTS (PALPEUR DE)	E	844	61
DENTS : VOIR DE L'INTERIEUR DE SA BOUCHE	E	851	101
DEONTOLOGIE ET GOULAG	F	845	8
DEPISTAGE ET CHANCE	F	845	8
DEPRESSION : LES ARTISTES SONT DEPRESSIFS	E	849	70
DEPRESSIONS NERVEUSES DES ENSEIGNANTS			
par Roger Amiel	H	164	119
DESORDRE MENTAL (SINGULARITE DU)			
par Yves Pellicer	H	162	149
DETECTEUR DE POCHE DE MICROPHONES	E	852	157

DETECTEUR OPTIQUE DE MOUVEMENTS

par Henri-Pierre Penel	A	845	124
DEVELOPPEMENT AMATEUR DES FILMS EN COULEURS	E	844	147
DEVIDOIR A PAPIER AVEC RADIO ET TELEPHONE	E	847	152
DEVISES : NE LES CHANGEZ PAS N'IMPORTE OU	E	854	135
DIABETE : UN REMEDE CONTRE LES NEVROPATHIES	E	855	88
DIALOGUE DES PLANTES ET DES SAISONS			

par Bernard Millet	H	163	15
DIAPPOSITIVES CREEES SUR MICRO-ORDINATEUR	E	854	175
DIAPPOSITIVES PAR ORDINATEUR	E	848	148
DIETETIQUE : CALCULETTE CALORIFORME	M	853	118
DICASSETTE (ELECTRONIQUE AMUSANTE)			

par Henri-Pierre Penel	J	846	141
DISJONCTEUR DANS LA PRISE DE COURANT	E	847	155
DISQUE COMPACT CITIZEN CBM	E	851	144
DISQUE COMPACT VIDEO CDV 475	E	853	162
DISQUE COMPACT VIDEO PHILIPS-DU PONT OPTICAL	E	855	162
DISQUE OPTIQUE EFFACABLE ET DISQUE COMPACT	E	848	151
DISQUE OPTIQUE NUMERIQUE : ARCHIVAGE OPTIQUE			

par Nezib Dincbudak	H	165	115
DISQUE OPTIQUE NUMERIQUE HAUTE DEFINITION	E	852	154
DISQUES OPTIQUES EFFACABLES (DEUX) MAXTOR	E	850	153
DISQUETTES NETTOYABLES DATALIFE PLUS	E	852	157
DOMOTIQUE : LES MAISONS INTELLIGENTES			

par Béatrice le Métayer	H	165	35
DOPAGE (LE) SUR MINTEL	E	852	117
DOPAGE : MACHINE A DETECTER LES DOPES			
par Jean-Michel Bader	A	854	62
DOULEUR (QUAND LA PEUR GUERIT LA)	E	854	94
DOULEUR OBJECTIVEMENT MESUREE	E	851	101
DROGUES ET TOXICOMANES	E	845	69
DRS. LAGARDE ET ROQUETTE (LES) NOUS ECRIVENT	F	850	10
DUMPING (PLUS DE PLACE POUR LE)	E	853	116

E

EAU DOUCE A VOLONTE	E	849	99
EAU POTABLE ET OZONE	E	848	101
EAU PROPRE (L') OU LA LESSIVE	F	855	12
EAU PROPRE OU LESSIVE : IL FAUT CHOISIR			

par Juillet Marc	A	852	112
ECHAFAUDAGE (UN) SANS CONTACT AVEC LE SOL	M	850	106
ECHEC (L') SCOLAIRE EN CHIFFRES			

par Nicolas Journet	H	164	80
ECHEC SCOLAIRE (ENFANT ET)	H	164	1
ECHEC SCOLAIRE (LOGIQUES D')			

par Caroline Eliacheff	H	164	64
ECHOGRAPHIE EN RELIEF	E	855	90
ECLAIRAGE D'APPONT ECONOMIQUE	E	851	146
ECLIPSE DU SOLEIL (LE JOUR DES DEUX NUITS)			

par Yves Delaye	A	849	22
ECOLE (L'AUDIT DE L')			
par Philippe Testard-Vaillant	H	164	144
ECOLE DE MEDECINE AU SECOURS DE L'AFRIQUE	E	853	85
ECOLES "PARALLELES"			

par Sylvie Tsyboula	H	164	104
ECOLES DE DEMAIN			
par Stéphane Ehrlich	H	164	148
ECOLOGIE : BIOSPHERE II, PLANETE DE POCHE			
par Isabelle Bourdial	A	854	40
ECONOME : VALEURS EN HAUSSE			

par Gérald Messadié	H	164	140
ECOUTES TELEPHONIQUES : PROJET P 415	E	854	91
ECOUTEUR MINIATURISE HD 30 SENNHEISER	E	848	149
ECRAN PLAT (CABLONS NOTRE)			

par Henri-Pierre Penel	J	854	170
ECRAN PLAT (GRAND) FRANCO-JAPONAIS	E	852	154
EDF : COMPTEURS DEFECTUEUX (REPLACEMENT)	E	847	92
EDF : DISTRIBUTION DU COURANT AU JAPON	E	846	105
EDF : ENVIRON 100 000 COMPTEURS DEFECTUEUX	E	845	101
EDUCATION			

ANALPHABETISME (L') EST-IL CONGENITAL ?	F	850	6
ANALPHABETISME : ET SI C'ETAIT DU PLOMB ?	E	844	58
APPRENTISSAGE, JEU ET PLAISIR			
par Jacques Angelergues et Yves Manela	H	164	4
DECOURAGEMENT (L'INSTALLATION DU)			
par Stéphane Ehrlich	H	164	44
DEPRESSIONS NERVEUSES DES ENSEIGNANTS			

par Roger Amiel	H	164	119
-----------------	---	-----	-----

ECHEC (L') SCOLAIRE EN CHIFFRES			
---------------------------------	--	--	--

par Nicolas Journet	H	164	80
---------------------	---	-----	----

ECHEC SCOLAIRE (ENFANT ET)	H	164	1
----------------------------	---	-----	---

ECHEC SCOLAIRE (LOGIQUES D')	H	164	64	ESSENCE SANS PLOMB (LE SUPER OBLIGATOIRE)	A	849	100
<i>par Caroline Eliachet</i>				<i>par Luc Augier</i>			
ECOLE (L'AUDIT DE L')	H	164	144	ETHANOL POUR AUTO : L'ALCOOL QUI ENVIRE LA CEE	A	853	102
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>				<i>par Didier Dubrana</i>	E	854	139
ECOLES "PARALLELES"	H	164	104	NUCLEAIRE : DEMONTAGE DES CENTRALES	A	845	86
<i>par Sylvie Tsypoula</i>				NUCLEAIRE : LES JEUX DE L'ATOME ET DU HASARD	E	845	36
ECOLES DE DEMAIN	H	164	148	<i>par Yves Lenoir</i>			
<i>par Stéphane Ehrlich</i>				NUCLEAIRE : RETOUR A TCHERNOBYL	A	849	124
ECONOMIE : VALEURS EN HAUSSE	H	164	140	<i>par Yves Lenoir</i>			
<i>par Gérald Messadié</i>				PETROLE : APRES LE FORAGE, LE DRAINAGE	A	854	124
ENSEIGNANTS (CRISE DES)	E	852	4	<i>par Laurent Douek</i>			
ENSEIGNANTS (LA FORMATION DES)				PETROLE : DES FORAGES QUI FONT MOUCHE	A	848	86
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	164	110	<i>par Pierre Rossion</i>	E	853	115
ENSEIGNANTS : LES BONS MAITRES ET LES AUTRES	H	164	114	PETROLE OFF-SHORE : ANALYSES A PIED D'OEUVRE	A	849	80
<i>par Alain Mingat</i>				PETROLE OFF-SHORE : LE DOMAINE DES DIEUX	E	844	107
EVEIL DE L'ENFANT	H	164	12	<i>par Laurent Douek</i>			
<i>par Jean Epstein</i>				POMPE A CHALEUR (LA) QUI VIENT DU FROID	A	849	107
FATIGUE DES ENFANTS	H	164	68	<i>par Yves Lenoir</i>			
<i>par Jacques Goudard</i>				RADIOACTIVITE : LES FRANCAIS VEULENT SAVOIR	A	848	108
GEOGRAPHIE (ZERO EN)	E	853	83	<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	E	844	92
ILLETRISME (L') AFFAIRE DE MEMOIRE ?	F	851	6	SOLAIRE (AUTO) AVEC DES POINTES A 113 KM/H	E	847	154
ILLETRISME : L'ABORD NEUROLOGIQUE				SOLAIRE (CARTE BANCAIRE A MEMOIRE A ENERGIE)	E	845	101
<i>par Gisèle Gelbert</i>	H	164	88	SOLAIRE (CUISINE) AU SALON DE GENEVE	E	847	92
ILLETRISME : LA PERTE DES PREMIERS ACQUIS				SOLAIRE (CUISINIERE)	E	848	154
<i>par Loïc Hézard</i>	H	164	86	SOLAIRE (JARDIN ECLAIRE PAR ENERGIE)	E	852	156
INFORMATIQUE A L'ECOLE : DEVOIR A REFAIRE				SOLAIRE (MAISON) : UN BILAN IMPRESSIONNANT	E	853	134
<i>par Seymour Dinnematin</i>	H	164	131	<i>par Didier Dubrana</i>	A	849	99
IRCOM ET UNIVERSITE	E	855	124	SOLAIRE : DOUCHE POUR PETITES COLLECTIVITES	E	851	105
JEUNES (QUELLE PRESSE POUR LES)	E	853	114	TRANSFORMATEUR LE PLUS PUISANT	F	849	94
JOEUR (LE) LE PLUS LONG				TRAVAUX PUBLICS ET CONTRE-CHOC PETROLIER			
<i>par Olivier Nauze</i>	H	164	74				
LECTURE (LES SENS ET LA)							
<i>par Sophie Morallon</i>	H	164	15				
MATHEMATIQUES : LE POURQUOI ET LE COMMENT							
<i>par Stella Baruk</i>	H	164	37				
NOTES (LA RELIGION DES)							
<i>par André de Peretti</i>	H	164	76				
ORDINATEURS : POUR QUOI FAIRE ?							
<i>par Seymour Dinnematin</i>	H	164	137				
ORTHOGRAPHE (L'ECHEC EN)							
<i>par Edouard et Odette Bied, Daniel Berlion</i>	H	164	32				
PEDAGOGIE : DES DISCOURS AUX METHODES							
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	164	100				
PROGRAMMES SCOLAIRES							
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	164	126				
RYTHMES BIOLOGIQUES DE L'ENFANT (LES)							
<i>par Hubert Montagner</i>	H	164	18				
SCOLARITE : PASSAGES DELICATS							
<i>par Blanka Zazzo</i>	H	164	55				
UNIVERSITE : VERS UN NOUVEAU MONDE ?	E	852	118				
EGYPTE (L') VICTIME DU CHANGEMENT DE CLIMAT ?	E	848	53				
ELECTRICITE (ELECTROPOLIS OU L'AVVENTURE DE L')	E	844	95				
ELECTRICITE (GEREZ VOTRE)	E	846	106				
ELECTROMAGNETIQUES (CHAMPS) SUR L'ORGANISME	E	848	54				
ELEPHANT (UN) POUR 37 500 F	F	849	8				
ELEPHANT DES PROFONDEURS (L')							
<i>par François Sarano</i>	A	848	34				
ELEPHANT ET EFFET DOMINO (ECROUTL ESPECE)	E	847	68				
ELEPHANTS (HECATOMBE DES)	E	853	116				
ELEPHANTS (AFFICHE POUR LA PROTECTION DES)	E	853	80				
ELEVAGE : PLUS DE MUSCLES, MOINS DE GRAS	E	849	71				
EMBALLAGE : SERRES/SOUDES EN UNE OPERATION	E	844	97				
EMETTEUR COMMANDÉ A LA VOIX	E	848	151				
EMETTEURS RADIO (LES) SONT-ILS DANGEREUX ?							
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	850	96				
ENARQUES ET CIVISMES	F	844	4				
ENCEINTES ACOUSTIQUES (21 AU BANC D'ESSAI)							
<i>par Alain Belz</i>	A	844	111				
ENCEINTES ACOUSTIQUES AVEC HP PERCES	E	848	150				
ENCHRES D'IMPRIMERIE A BASE DE COLZA	E	855	127				
ENCYCLOPEDIE : LES 20 ANS DE L'UNIVERSALIS	E	847	63				
ENERGIE							
CHAUFFAGE A THERMOSTAT PROGRAMMABLE	E	854	178				
CHAUFFAGE CENTRAL : KIT A LA CARTE	E	845	142				
CHAUFFAGE INDUSTRIEL AVEC LES ORDURES	E	845	96				
CHEMINEE A FOYER FERME DAMON	E	853	165				
EDF : COMPTEURS DEFECTUEUX (REMPLACEMENT)	E	847	92				
EDF : DISTRIBUTION DU COURANT AU JAPON	E	846	105				
EDF : ENVIRON 100 000 COMPTEURS DEFECTUEUX	E	845	101				
ELECTRICITE (ELECTROPOLIS OU L'AVVENTURE DE L')	E	844	95				
ELECTRICITE (GEREZ VOTRE)	E	846	106				
ESSENCE SANS PLOMB (LE SUPER OBLIGATOIRE)							
<i>par Luc Augier</i>							
FORETS TROPICALES ET DEFORESTATION							
GAZ MORTEL QUI VIENT DU SOL							
<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>							
HEURE D'ETE : ON CHERCHE MIDI A 14 H							
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>							

Index 1988

IONS NEGATIFS ET SANTE	H	163	130	RADIOACTIVE DU	A	853	56
METAUX LOURDS (L'INVASION	F	848	6	par Stéphane Chenard			
SOURNOISE DES)	A	852	52	SATELLITE TV-SAT 1 : L'ARTHROSE	A	844	72
par Isabelle Bourdial	E	855	125	par Henri-Pierre Penel	E	847	97
MINISTRE (LE) A L'EAU (RHIN) :	E	855	8	SATELLITES : DE LA RADIO A L'OPTIQUE			
KLAUS TOPFER	E	855	70	SATELLITES DE NAVIGATION POUR			
MOTEUR DEUX TEMPS SARICH ET POLLUTION	E	850	70	SE REPERER			
NIL : LE DELTA RISQUE DE DISPARAIRE	E	846	108	par Serge Brosselin			
OXYGENE (BAR A)	E	847	66	SPOT (LES IMAGES DE) OFFERTES	A	844	82
OZONE (LA CRISE DE L') : CONNAIS PAS	A	845	21	AU PUBLIC	E	855	164
OZONE (TROU DANS LA COUCHE D')	E	849	68	SPOT PHOTOGRAPHIE LES SECRETS			
par Jacqueline Denis-Lempereur et G. Dupont	A	851	70	DE L'URSS			
OZONE ATMOSPHERIQUE ET	F	851	4	par Jean-René Germain			
STRATOSPHERIQUE	E	846	16	STATIONS ORBITALES	A	845	84
PEINTURES ANTI... HUITRES	E	848	102	par André Tapon	A	855	104
par Claudine Chesnel	E	848	52	VETEMENTS SPATIAUX : LA HAUTE COUTURE			
PLAGES ET STREPTOCOQUES	E	850	73	par Jean-René Germain	A	855	111
PLUIES ACIDES : PARFOIS NATURELLES	F	850	73	ESPECE HUMAINE (LES CINGLES DANS L')	F	844	6
par Jacqueline Denis-Lempereur	A	853	120	ESPIONNAGE : GARE AUX STAGIAIRES	E	844	93
POLLUTION : L'AC 35 DONNE L'ALARME	E	849	95	ESPRITS FRAPPEURS DE ST GELY-DU-FESC	E	846	58
POLLUTION : VOYAGES D'UNE PESTILENCE	E	852	62	ESSENCE : L'EUROSUPER PAS SUPER			
POLLUTION ATMOSPHERIQUE DUE	E	853	36	POUR TOUS	F	852	4
A L'HOMME (LA)	E	853	36	ESSENCE SANS PLOMB (LE SUPER			
POLLUTION AUTOMOBILE ET POT	E	853	58	OBIGATOIRE)			
CATALYTIQUE	A	853	56	par Luc Augier	A	849	100
par Laurent Dovek	E	847	56	ESTHETIQUE POLAIRE (MICRO DE			
POLLUTION ET DEPOLLUTION : AMIANTE	E	849	18	L'INGENIEUR)			
POUSSIÈRES ROUGES SUR PARIS	E	851	79	ETHANOL POUR AUTO : L'ALCOOL QUI ENVIRE	J	844	132
RADIATIONS (DANGER DE) EN VOYAGES	E	846	58	LA CEE			
AERIENS	E	846	58	par Didier Dubrana	A	853	102
RESERVE NATURELLE ECOSSAISE	A	853	56	ETHOLOGIE : CE QUE LES BICHES Ecoutent	E	847	65
par Isabelle Bourdial	E	847	56	ETOILE MORTE (AUTOPSIE D'UNE)			
SATELLITE COSMOS (L'ODYSSEE	A	853	56	par Adrien Bréhat	A	848	40
RADIOACTIVE DU)	E	847	56	ETOILE SANDULEAK : PAS SI GROSSE !	E	850	75
par Stéphane Chenard	A	849	18	EULER : DEUX SIECLES POUR LE CONTREDIRE			
TCHERNOBYL (LES CANCERS DE)	E	851	79	par Renaud de la Taille	A	847	24
par Yves Lenoir	E	846	58	EUROCOPTER, LE CHAR VOLANT			
TOXICOLOGIE : LES DANGERS DE LA PEINTURE	E	846	58	par Jean-Louis Promé	A	844	63
EPIDEMIES (DETECTION DES) PAR	E	847	8	EVEIL DE L'ENFANT			
SATELLITE	E	845	99	par Jean Epstein	H	164	12
EPIDEMIOLOGIE D'AMATEUR (DU DANGER DE L')	E	850	74	EXPERTISES DACTYLOGRAPHIQUES : C'EST	F	850	8
EPURATION : PLUS GRANDE STATION DE POMPAGE	F	847	8	POSSIBLE			
ESKIMOS : EXPOSITION AU TROCADERO	E	845	99	EXTRATERRESTRES DU PREMIER JOUR (LES)			
	E	850	74	par Alexandre Dorozynski	A	850	38

ESPACE

ASTRONAUTIQUE : LABORATOIRE DE	E	849	96
PHYSIOLOGIE			
CANON (LE) DE JULES VERNE REVU ET			
CORRIGE			
par Stéphane Chenard	A	852	84
CAP CANAVERAL (LE) PREND LA MER	A	844	76
par Stéphane Chenard	A	849	29
COLOMBUS (PROGR.) : ASTRONAUTIQUE	E	844	59
EN PISCINE	E	846	58
par Alain Dunoyer de Segonzac	A	847	32
COMETES : RAMENEZ-M'EN UN MORCEAU	A	848	56
EPIDEMIES (DETECTION DES) PAR	E	851	105
SATELLITE	E	849	72
ESPACE (L') A LA CONQUETE DE L'OCEAN	A	854	20
par Isabelle Bourdial	F	851	6
ESPACE (L') DEVIENT RUSSE	A	854	26
par Jean-René Germain	A	851	58
ESPACE (L') OUTIL DE MARKETING	A	852	68
GUERRE DES ETOILES : PREMIERES	A	165	111
MANEUVRES			
par Sven Ortolli			
GUERRE DES ETOILES : LES COMPTABLES			
CONTRE			
par Jean-Claude Derian			
GUERRE DES ETOILES ET MALENTENDU			
HAUTE TECHNOLOGIE FRANCAISE			
(ASTRONAUTIQUE)			
par Jean-René Germain			
MARS (C'EST PARTI POUR LA CONQUETE DE)			
par Jean-René Germain			
NASA : LA DURE CRISE QUI DURE			
par Stéphane Chenard			
PANAMSAT : TACHE D'HUILE SUR ATLANTIQUE			
NORD			
par Henri Pradenc			
SATELLITE COSMOS (L'ODYSSEE			

F

FATIGUE DES ENFANTS	H	164	68
par Jacques Goudard			
FAUCONS (LE FAISEUR DE)			
par Eric Joly	A	844	46
FER A COIFFER BABYLIS	E	849	150
FEU D'ARTIFICE PRET A L'EMPLOI	E	851	147
FEYNMAN RICHARD (MORT DU PHYSICIEN AMERICAIN)	E	846	55
FIABILITE (MICRO DE L'INGENIEUR)	J	850	130
par Daniel Ferro			
FILM DE 50 000 ISO (KODAK T-MAX HIGH SPEED)	E	850	148
FILMS ET DIAPPOSITIVES SUR CASSETTE VIDEO	E	849	148
FILMS NOIR ET BLANC HAUTE SENSIBILITE FUJI	E	854	176
FILMS PHOTO COULEUR : MOINS DE DIFFERENCES			
par Roger Bellone	A	849	110
FILMS PHOTO DE 100 ISO : LA DIVERSIFICATION	E	852	154
FILMS PLASTIQUES AGRICOLES RECUPERES	E	848	99
FILMS ULTRA-SENSIBLES COULEUR : BANC D'ESSAI			
par Alex Kovaleff	A	854	145
FILMS ULTRA-SENSIBLES KODAK EKTAPRESS GOLD	E	855	163
FISCALITE CONTRE CHERCHEURS ET INVENTEURS	E	849	93
FLASH (EFFETS SPECIAUX AU)	E	850	151
FLASH-ZOOM METZ MECABLITZ 32 CT7	E	851	142
FLASHES COUPLES AUX AUTOFOCUS REFLEX	E	845	138
FLUOLITE : UN BOUQUET DE LUMIERE (PHYS. AMUS.)			
par Renaud de la Taille	J	853	146
FOIE (LE) EST UN DELINQUANT	E	846	59
FOIN (LE) COUPE ET MIS EN BALLOTS LE MEME JOUR	E	850	105
FORCE (LA RECHERCHE DE LA 5EME)			
par Michel Eberhardt	A	855	33
FORCE (LA 6 ^e) BOUSCULE LA 5 ^e	E	845	70
FORETS TROPICALES ET DEFORESTATION	E	845	97
FOUGERES CANCERIGENES	E	849	68
FOURCHE (LA) QUI REMPLACE PELLE ET RATEAU	M	850	106
FRAUDE INFORMATIQUE	E	848	100

FREON (ON PEUT SE PASSER DU)	F	852	8		H
FRITEUSE (UNE) SANS HUILE	E	851	102	HABITACLE AUTOMOBILE (L') TELECOMMUNICANT <i>par Béatrice le Métayer</i>	H 165 64
FROMAGE "NOUVEAU" DE PLUSIEURS MILLENAIRES	E	848	103	HANIMEX 35 DL, CANON PRIMA TELE, PRIMA ZOOM	E 849 147
FRONDE ET MATHS	F	854	10	HASSELBLAD (APPAREIL PHOTO 6 x 6)	E 855 161
FUJI (APPAREIL PHOTO) A JETER	E	844	144	HAUTE TECHNOLOGIE FRANÇAISE (ASTRONAUTIQUE) <i>par Jean-René Germain</i>	A 854 26
				HELICOPTERE SUPER MINI HELI MASER EH AISONIC	E 849 150
G				HELICOPTERES DE COMBAT ULTRA MODERNES	E 845 101
GALAXIA : L'UNIVERS EN 72 CARTES A JOUER	E	847	154	HEPATITE (VIRUS DE L') ENFIN ISOLE	E 854 96
GALAXIE D'ANDROMEDE <i>par Yves Delaye</i>	J	853	156	HERETIQUES (LES) DE L'EGLISE QUANTIQUE <i>par Sven Ortoli</i>	A 844 42
GALAXIES : PAS SI VIEELLES	E	846	59	HEURE D'ETE : ON CHERCHE MIDI A 14 H <i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H 163 130
GAZ MORTEL QUI VIENT DU SOL <i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	846	10	HI-FI DANS UN PETIT VOLUME : ACOUSTIMASS BOSE	E 850 151
GEL DES TERRES : LA RANCON DU PROGRES <i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	849	79	HI-FI EN OR : CASQUE GOLD HD-450	E 850 150
				HIEROGLYPHES (DES) A L'ECRITURE PHONETIQUE	E 852 64
GENETIQUE				HIFI : CHAINE MARANTZ OUVERTE A LA VIDEO	E 853 161
ALCOOLISME HEREDITAIRE	E	846	61	HIFI : LIAISON RADIO ENTRE CASQUE ET CHAINE	E 845 136
BACTERIES SUICIDAIRES ET TOURISME GENETIQUE	E	851	78	HIFI : SON PAR FIBRES OPTIQUES SUR UN DAT	E 853 163
CALVITIE : LES POURQUOI DE LA GENETIQUE	E	852	66	HIFI : UNE PLATINE LASER, 6 HEURES DE MUSIQUE	E 853 160
CHEVEUX (ANALYSE GENETIQUE DES)	E	851	82	HIFI-TELEVISION : LE MARIAGE (SCHNEIDER ATRON)	E 844 146
CHIMPANZE (LE) FRERE DE GENES DE L'HOMME <i>par Marie-Françoise Lantieri</i>	A	846	36	HIPPOPOTAMES (NE MEDISEZ PAS TROP VITE DES)	E 850 73
CODE GENETIQUE (LE PSEUDO SECOND)	E	849	66	HISTOIRE (LES HISTOIRES DE L') <i>par Alex Kovaleff</i>	F 863 11
CODE GENETIQUE (LE SECOND) <i>par Christina Lefèvre et Jacques Sibeud</i>	A	850	49	HOLOGRAPHIE (L') PREND DU RELIEF <i>par Michel Rouzé</i>	A 852 122
DARWIN TOUJOURS VALIDE	E	846	60	HOMEOPATHES (LE TORCHON BRULE CHEZ LES) <i>par Michel Rouzé</i>	A 848 26
GENE (LE) DU SEXE <i>par Michel Neff et Christine Lefèvre</i>	A	846	30	HOMEOPATHIE (DES LECTEURS DEFENDENT L') <i>par Isabelle Bourdial</i>	F 850 8
GENE DU SIDA RESEMBLE A GENE DU CANCER <i>par Christine Lefèvre</i>	A	844	30	HOMME (L') A-T-IL VRAIMENT CHANGE LE CLIMAT ? <i>par Renaud de la Taille</i>	A 852 48
GENES (LES MAUVAIS) ETOUFFES DANS L'OEUF <i>par Pierre Rossion</i>	A	854	74	HOMME (L') QUI RESSUSCITAIT LES MORTS	E 845 71
GENES DU CANCER CONTRE GENES ANTI-CANCER <i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	853	44	HOMME (L'), LE SINGE ET NOS "CONTRADICTIONS" <i>par Jean-Michel Bader</i>	F 853 14
GENES MIS EN PROGRAMME ?	E	853	116	HOMO SAPIENS CONTEMPORAIN DE NEANDERTHAL <i>par Didier Dubrana</i>	A 845 54
GENIE GENETIQUE ET CLONAGE DE VEAUX	E	846	57	HOMO SAPIENS EST NE EN AFRIQUE (MARQUISE...) <i>par Alexandre Dorozynski</i>	A 855 52
GENOME HUMAIN (A LA DECOUVERTE DU) <i>par Marie-Françoise Lantieri</i>	A	845	34	HORLOGE PARLANTE A LA CARTE	E 844 145
HOMO SAPIENS EST NE EN AFRIQUE (MARQUISE...) <i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	855	52	HORLOGERIE : CHEFS-D'OEUVRE D'AVANT-QUARTZ	A 846 78
MENDEL MIS EN ECHEC PAR LES METHYLATIONS	E	847	64	HUITRES : DEGUSTATIONS PALEONTOLOGIQUES	E 845 73
MOUCHE (POUR CONSTRUIRE UNE) <i>par Marcel Contig</i>	A	850	42	HUMEUR (QUAND L') CHANGE AVEC LES SAISONS <i>par Elena Sigman</i>	H 163 124
SEXUALITE : LES CRACKS ONT MOINS DE GARCONS ?	E	845	70		I
SOURIS ANEMIEE ET GREFFE GENETIQUE	E	847	66	ICEBERG B-9 : GLACON GROS COMME LA CORSE <i>par André Giret</i>	A 850 26
SOURIS-HOMME (UNE) POUR COMBATTRE LE SIDA <i>par Marcel Contig</i>	A	854	70	IDIOTS SAVANTS <i>par Loïc Hézard</i>	E 852 67
TRANSGENIQUE : SOURIS PHARMACIENNES	E	846	60	IDIOTS SAVANTS ET CALCULETTES <i>par André Giret</i>	F 854 10
				ILLETRISME (L') AFFAIRE DE MEMOIRE ? <i>par André Giret</i>	F 851 6
GEOGRAPHIE (ZERO EN)	E	853	83	ILLETRISME : L'ABORD NEUROLOGIQUE <i>par Gisèle Gelbert</i>	H 164 88
GEOGRAPHIE : CHACUN VOIT MIDI A SA CARTE <i>par Georges Dupont</i>	A	851	38	ILLETRISME : LA PERTE DES PREMIERS ACQUIS <i>par Loïc Hézard</i>	H 164 86
GIRAFE (LE DEFI DE LA) <i>par Jean-Michel Bader</i>	A	844	48	ILLUSTRATIONS MUSICALES (INFORMATIQUE AMUS.) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J 848 132
GIROUETTE (INFORMATIQUE PRATIQUE) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	847	132	IMAGERIE CEREBRALE : L'EXPLORATION <i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H 162 18
GOUT : BIOCAPTEUR JAPONAIS A ENZYME	E	848	100	IMMORTELS (LES) PREHISTORIQUES DE BIDON <i>par Pierre Rossion</i>	A 847 54
GRAIN (LE) SANS LA PAILLE	E	849	94	IMPRIMANTE MINIATURE (L') EST NEE <i>par Marc Boyer</i>	E 847 154
GRAISSES (SUBSTITUT) : PROTEINES NUTRASWEET	E	850	102	IMPRIMANTES COMPACTES A JET D'ENCRE DICONIX <i>par Marc Boyer</i>	E 848 100
GRANDE MURAILLE DE CHINE (TELECABINES)	E	846	107	INCAS (L'OR DES)	A 844 102
GRANDS NOMBRES : MILLE MILLIONS DE ZILLIONS	F	844	6	INCUBATEUR 8000 : OASIS POUR PREMATURES	E 844 94
GRAVITE : DES CASSEURS UN PEU HATIFS	E	853	84	INDECENCE ET RUMEURS SUR LE SIDA	E 845 97
GREFFE DU FOIE (100 PERSONNES POUR UN FOIE) <i>par Pierre Rossion</i>	A	849	49		E 844 60
GREFFES DE TISSUS CEREBRAUX	E	850	70		
GREFFES HOMME-ANIMAL : C'EST BIEN TROP TOT <i>par Pierre Rossion</i>	A	852	40		
GROSSIERETE	E	852	852		
GRUES : COMPTEZ-LES	E	855	91		
GUEPE : LES PROUesses D'EDOVUM PUTTLERI	E	845	71		
GUERRE BIOLOGIQUE : PAPILLONS CONTRE DROGUE	E	848	51		
GUERRE CHIMIQUE : QUELS GAZ UTILISE L'IRAK ? <i>par Philippe Mourguès</i>	A	850	76		
GUERRE DES ETOILES : PREMIERES MANOEUVRES	A	849	72		
GUERRE DES ETOILES : LES COMPTABLES CONTRE <i>par Jean-Claude Derian</i>	A	854	20		
GUERRE DES ETOILES ET MALENTENDU	F	851	6		
GYROSCOPE POUR MUSCLER VOS MAINS	E	847	154		
				INFORMATIQUE	
				AGENDA ELECTRONIQUE DATA BANK 8000	E 848 153
				ANEMOMETRE (INFORMATIQUE PRATIQUE) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J 848 131
				ASSURANCE-VIE : ANDROMED SUR ORBITE	E 853 119
				BOURSE : L'ORDINATEUR BOUC EMISSAIRE <i>par Gérard Morice</i>	A 853 106
				CIRCUITS INTEGRES (CONTROLONS LES) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J 844 137
				CONCOURS SEYMOUR CRAY 1988	E 848 100
				CONDENSATEURS (MESUREZ LA VALEUR DES) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J 849 121

Index 1988

DARWIN III : LA PREMIERE MACHINE A PENSER par Jean-Michel Bader	A	851	28	par Daniel Ferro STATISTIQUES SUR MICRO : FEU VERT	J	849	124
DECOUPAGE DE JOUETS PAR MICRO-ORDINATEUR par Pierre Courbier	A	844	106	par Daniel Ferro STATISTIQUES SUR MICRO : JOUEZ A L'ASSUREUR	J	847	134
3 DIAPPOSITIVES CREEES SUR MICRO-ORDINATEUR	E	854	175	par Daniel Ferro STATISTIQUES SUR MICRO : LES ALEAS	J	846	142
DIAPPOSITIVES PAR ORDINATEUR	E	848	148	par Daniel Ferro STATISTIQUES SUR MICRO : LES SONDAGES	J	845	129
DISQUE OPTIQUE NUMERIQUE : ARCHIVAGE OPTIQUE par Nezih Dincbudak	H	165	115	par Daniel Ferro SYSTEMES EXPERTS ET PSYCHIATRIE	J	848	128
DISQUES OPTIQUES EFFACABLES (DEUX) MAXTOR	E	850	153	TAPIS VERT (INFORMATIQUE AMUSANTE)	E	847	91
DISQUETTES NETTOYABLES DATALIFE PLUS	E	852	157	par Henri-Pierre Penel TELEPHONE : DETECTEUR DE SONNERIE	J	847	130
ESTHETIQUE POLAIRE (MICRO DE L'INGENIEUR) par Daniel Ferro	J	844	132	par Henri-Pierre Penel TELESCOPE ASSISTE PAR ORDINATEUR	J	854	169
FIABILITE (MICRO DE L'INGENIEUR) par Daniel Ferro	J	850	130	TESTS (INFORMATIQUE AMUSANTE)	E	852	153
FRAUDE INFORMATIQUE	E	848	100	par Henri-Pierre Penel VETERINAIRES (LES) S'INFORMATISENT	J	846	148
GIROUETTE (INFORMATIQUE PRATIQUE) par Henri-Pierre Penel	J	847	132	VIRAGES ET LOOPINGS (INFORMATIQUE AMUSANTE)	E	844	95
ILLUSTRATIONS MUSICALES (INFORMATIQUE AMUS.) par Henri-Pierre Penel	J	848	132	par Henri-Pierre Penel VOLUMES (CREONS DES), INFORMATIQUE AMUSANTE	J	851	129
IMPRIMANTE MINIATURE (L') EST NEE	E	847	154	par Henri-Pierre Penel	J	844	126
IMPRIMANTES COMPACTES A JET D'ENCRE DICONIX	E	848	100	INPI SUR MINITEL	E	845	99
IMPRIMERIE (L') AU BUREAU par Marc Boyer	A	844	102	INSECTICIDES SUICIDANTS ET ARAIGNEES	E	852	66
INFORMATIQUE (L') AUX CHAMPS	E	846	108	INSTITUT PASTEUR : LE CENTENAIRE DES MICROBES	E	845	4
INFORMATIQUE (L') PAS PROPICE AUX SCIENCES	E	847	65	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CONGRES EUROPEEN)	E	853	115
INFORMATIQUE (MARIAGE DE L') ET DES TELECOMS par Dominique Roux	H	165	134	INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET AGRICULTURE	E	855	122
INFORMATIQUE A L'ECOLE : DEVOIR A REFAIRE par Seymour Dinnematin	H	164	131	INTERFACE MICRO : MULTIPLIERS LES SORTIES	J	846	139
INFORMATIQUE ET SINISTRE	E	845	100	par Henri-Pierre Penel INTERLEUKINE (SALADE NIOUSE A L')	J	848	18
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE (CONGRES EUROPEEN)	E	853	115	par Jean-Michel Bader	J	846	139
INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET AGRICULTURE	E	855	122	INVENTIONS			
INTERFACE MICRO : MULTIPLIERS LES SORTIES par Henri-Pierre Penel	J	846	139	BAIGNOIRE A SIEGE AMOVIBLE	E	850	104
LAC DES TORTUES (JEU D'ARCADES SUR MICRO) par Henri-Pierre Penel	J	850	126	BOUTEILLES FACILES A TRANSPORTER ET STOCKER	M	852	120
LECTEUR DE CASSETTES POUR AMSTRAD 664 par Henri-Pierre Penel	J	847	128	BREVETS, STATISTIQUES ET INPI	E	846	106
LOGICIEL D'AIDE AU CHOIX DES CULTURES	E	848	101	BROSSE A DENTS ET DENTIFRICE PORTATIFS	M	854	138
LOGICIEL ETUDIANT : GRAND PRIX 1988	E	849	97	CARTE DE VISITE REPERTOIRE	M	849	98
MASTERMIND (JOUONS SUR MICRO) par Henri-Pierre Penel	J	855	151	CASQUE ANTI-BRUIT	M	848	104
METEO (LA) INFORMATISEE A LA FERME	E	853	113	CUISINE SOLAIRE AU SALON DE GENEVE	E	845	101
MICRO-EDITION : CRENEAUX ET OPPORTUNITES	E	852	118	DIETETIQUE : CALCULETTE CALORIFORME	M	853	118
MINIATURISATION (LA) DES CIRCUITS par Renaud de la Taille	A	845	64	ECHAFAUDAGE (UN) SANS CONTACT AVEC LE SOL	E	850	106
MODEM (MICRO-) POUR ORDINATEUR DE POCHE	E	846	156	ENTREPRISE INNOVATRICE (TROPHEES DE L')	E	852	118
MONTE ORDINATEUR SEIKO RC 1000	E	853	164	FISCALITE CONTRE CHERCHEURS ET INVENTEURS	E	849	93
MUSIQUE EN PROGRAMMES (INFORMATIQUE PRAT.)			FOURCHE (LA) QUI REMPLACE PELLE ET RATEAU	M	850	106	
par Henri-Pierre Penel	J	852	145	INPI SUR MINITEL	E	845	99
ORDINATEUR (L') : VOUS M'ENNUYEZ !	E	850	74	INVENTER (IL N'Y A PAS D'AGE POUR)	E	846	105
ORDINATEURS "NEURONXAUX" par Alexandre Dorozynski	A	854	117	INVENTION (DE L') A LA COMMERCIALISATION	E	852	117
ORDINATEURS (LES) ENNUIENT LES ANGLAISES	E	852	65	JEEP (LA PLUS PETITE DU MONDE)	M	848	104
ORDINATEURS (QUAND LES) LISENT VOS LETTRES par Henri-Pierre Penel	A	851	94	MANEGE MOBILE (LE PLUS GRAND DU MONDE)	M	847	96
ORDINATEURS (UNE SALLE DE SECOURS POUR)	E	850	105	MARQUES (900 000) EN ACCES DIRECT	E	851	100
ORDINATEURS : POUR QUOI FAIRE ? par Seymour Dinnematin	H	164	137	PARFUMS (CARROUSEL A)	M	846	110
ORDINATEURS : RETOUR DE L'ANALOGIQUE ? par Alain Lelu	H	165	126	PINCE UNIQUE POUR FERMER LES CARTONS	M	849	98
ORDINATEURS ONT AGGRAVE LE KRACH BOURSIER	E	844	55	PLANTES (AIDEZ VOS) A S'ENTRAIDER	M	844	96
ORDINATEURS ROBOTS SE SOIGNENT EUX-MEMES par Henri-Pierre Penel	A	850	98	PROTHESE AUDITIVE EN FORME DE BIJOU	M	855	126
OVNI (ALERTE AUX), INFORMATIQUE AMUSANTE par Henri-Pierre Penel	J	849	130	REGISTRES LEGAUX : LA FRANCE A LA POINTE	E	854	133
PARFUMS : 25 000 ODEURS SUR ORDINATEUR	E	855	125	SALON DE GENEVE : INNOVATIONS TOUS AZIMUTS	E	844	91
PILES (POUR TESTER VOS), INFORMATIQUE PRAT. par Henri-Pierre Penel	J	845	132	SALON DE GENEVE : LE FLAIR DE SCIENCE & VIE	E	850	101
PNEU (LE CALCUL SCIENTIFIQUE AU SERVICE DU)	A	847	104	TRAVAUX PUBLICS ET INNOVATION	E	849	97
par Luc Augier			VELO GOSSAMER ALBATROS	E	849	67	
RESEAU INFORMATIQUE EASYNET par Henri-Pierre Penel	A	855	92	VOITURE A CHEVAL A UN SEUL BRANCARD	M	851	104
RHEOLOGIE PLASTIQUE : LES LOGICIELS EN POINTE	E	855	124	ZODIAQUE EN BOUTONNIERE	M	845	100
SEQUENCE (RECHERCHEONS UNE) INFORMATIQUE par Henri-Pierre Penel	J	845	122	J			
SERIE DE CHIFFRES ET DE LETTRES SUR MICRO par Henri-Pierre Penel	J	853	154	JAMES BOND 007 (JEU)	E	855	136
SIDA (LE) DES ORDINATEURS par Henri-Pierre Penel	A	846	86	JAPON (VALEUR TOTALE DE LA TERRE JAPONAISE)	E	845	100
STATISTIQUES SUR MICRO : AJUSTEZ VOS COURBES			JAPON : LE "TROU NOIR"	E	847	92	
			JEOP (LA PLUS PETITE DU MONDE)	M	848	104	
			JEU VIDEO : TIREEZ SUR LA CINQ (CAPTAIN POWER)	A	848	112	
			par Henri-Pierre Penel	J	849	122	
			JEUNES (QUELLE PRESSE POUR LES)	E	853	114	

JEUX

APPRENTISSAGE, JEU ET PLAISIR			
<i>par Jacques Angelergues et Yves Manela</i>	H	164	4
BOOMERANG LUMINEUX	E	850	153
CHENILLARD PROGRAMMABLE	A	850	134
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	E	855	138
CRISTAUX (LES) DU FUTUR (JEU)			
FIABILITE (MICRO DE L'INGENIEUR)			
<i>par Daniel Ferro</i>	J	850	130
GALAXIA : L'UNIVERS EN 72 CARTES A JOUER	E	847	154
HELIOPTERE SUPER MINI HELI MASER EH AISONIC	E	849	150
JAMES BOND 007 (JEU)	E	855	136
JEU VIDEO : TIREZ SUR LA CINQ (CAPTAIN POWER)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	848	112
JEU VIDEO COMPATIBLE AVEC CAPTAIN POWER			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	849	122
JEUX DE CONSTRUCTION SOLAIRE	E	852	156
JEUX MATHEMATIQUES : FINALES 8 ET 9 JUILLET			
<i>par Gilles Cohen</i>	E	850	142
LAC DES TORTUES (JEU D'ARCADES SUR MICRO)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	850	126
MASTER SYSTEM (JEU VIDEO)	E	855	135
MASTERMIND (JOUPS SUR MICRO)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	855	151
MICROSCOPE (LE) DES TRES JEUNES	E	855	139
PHYSIQUE (LA) EN CAPSULES (JEU)	E	855	137
PICTIONNARY (JEU DE SOCIETE)	E	855	134
PLANETARIUM (MINI)	E	855	138
ROBOT JOUEUR K 0981	E	847	154
SEIGNEURS (LES) DE LA PREHISTOIRE (JEU)	E	855	136
STATIONS SPATIALES MODULAIRES (JEU)	E	855	135
SYSTEME SOLAIRE DANS UN JEU DE CARTES	E	855	136
TRAIN (LE) D'AVVENTURE (JEU)	E	855	138

JOLIOT-CURIE (FREDERIC) : SAVANT ET POLITIQUE			
<i>par Philippe Dautry</i>	A	853	64
JOUR (LE) LE PLUS LONG	H	164	74
<i>par Olivier Nauze</i>			

JOURNALISTES (LES LECTEURS SONT-ILS DES) ?	F	848	10
--	---	-----	----

KL

KANGOUROUS (LES) FERTILISENT LES DESERTS	E	846	56
KYOCERA SAMOURAI (APPAREIL PHOTO)	E	845	138
LAC DES TORTUES (JEU D'ARCADES SUR MICRO)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	850	126
LAMPES A HALOGENE	E	854	178
LANGAGE (LES CIRCUITS DU)			
<i>par Isabelle Otto</i>	H	162	104
LASER (LE) ASSURE VOTRE PROTECTION	E	849	95
LASER A ELECTRONS LIBRES	E	853	79
LASERS ET SANTE	F	849	10
LECTEUR DE CASSETTES POUR AMSTRAD 664			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	847	128
LECTEUR DE CASSETTES POUR BICYCLETTE SPIRIT	E	848	148
LECTEUR DE DISQUE COMPACT POCKET DISCMAN	E	848	150
LECTEUR DE DISQUE COMPACT TOSHIBA XR-P21	E	847	151
LECTEUR DE DISQUE LASER PORTABLE PHILIPS	E	844	146
LECTURE (LES SENS ET LA)			
<i>par Sophie Moraillon</i>	H	164	15
LEGISLATION FISCALE	E	845	100
LEMURIENS ET MARSUPIAUX	E	845	4
LENTILLES DE CONTACT (APPAREIL P/ NETTOYER)	E	850	152
LENTILLES POUR TOUS (CORRECTION DE LA VUE)			
<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	855	128
LEOPARD DE JUDEEE	E	846	60
LEPRE (VERS L'ERADICATION DE LA)			
<i>par Pierre Rossion</i>	A	853	48
LEPRE ET SYPHILIS	F	845	4
LINGUISTIQUE : FRANGLAIS OU BILINGUISME ?	F	845	6
LINGUISTIQUE ET INTOLERANCE	F	848	8
LISTERIA, LE GERME IMPREVISIBLE			
<i>par Marie-Laure Molinet</i>	A	844	22
LOCALISATION ELECTRONIQUE : L'AUTO A CARTES			
<i>par Frédéric Blassel</i>	A	852	126
LOGEMENT-TRAVAIL (INADEQUATION)	E	845	101
LOGICIEL D'AIDE AU CHOIX DES CULTURES	E	848	101
LOGICIEL ETUDIANT : GRAND PRIX 1988	E	849	97
LOUTRES DEPLACEMENTS	E	854	93
LUMIERE (L'AGE DE LA PREMIERE)	F	851	6
LUNE (IL N'Y A PAS DE MALENTENDU SUR LA)	F	848	8
LUNE (LA REINE DES NUITS)			
<i>par Yves Delaye</i>	J	844	128
LUNES (LES DEUX) DE MAI	E	851	78

LUNETTES ANTIPLUIE	E	855	165
LUPIN ET SOJA : RETOUR A L'HOMME	E	852	121
LYMPHOME (LUMIERE CONTRE)	E	855	91
LYNX (LE LECTEUR QUI N'AIME PAS LE)	F	846	6
LYNX : DES ESPECES SOUS SURVEILLANCE			
<i>par Eric Joly</i>	A	854	84
LYNX : MEURTRE AVEC PREMEDITATION	E	844	57

M

MACHINE A LAVER LE LINGE THOMSON ISO-ELS	E	851	147
MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (I)			
<i>par Renaud de la Taille</i>	J	847	122
MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (II)			
<i>par Renaud de la Taille</i>	J	848	120
MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (III)			
<i>par Renaud de la Taille</i>	J	849	116
MACHU PICCHU	E	844	59
MACROPHAGES (IMPORTANCE POUR LE SIDA)	F	849	8
MAGNETISME (ELECTRO-) : METAL CONTRE OXYDE	E	854	136
MAGNETISME, MONTRES A QUARTZ, SUPERSTITIONS	F	853	12
MAGNETOMETRIE DU CERVEAU			
<i>par Janette Scandura</i>	H	162	41
MAGNETOPHONE COMPACT + RADIO GRUNDIG	E	852	152
MAGNETOPHONE DOUBLE PHILIPS FC 567	E	845	137
MAGNETOPHONE LE PLUS PETIT DU MONDE	E	845	140
MAGNETOPHONES NUMERIQUES COMPACTS	E	845	138
MAGNETOSCOPE (UN) AVEC ECRAN INCORPORE	E	855	160
MAGNETOSCOPE : COPIER LA VIDEO 8MM SUR VHS	E	854	176
MAGNETOSCOPE A TELEVISEUR INTEGRÉ CASIO	E	846	153
MAGNETOSCOPE NUMERIQUE SECAM HITACHI	E	853	162
MAGNETOSCOPE NUMERIQUE SLV-7 SONY	E	854	175
MAGNETOSCOPE PAL-SECAM ET HAUTE FIDELITE	E	848	148
MAGNETOSCOPE PHILIPS VR 6970	E	852	152
MAIS (LE) DE L'AN 2000	E	853	118
MAISON (TELECOMMANDEZ TOUTE VOTRE MAISON)	E	848	154
MAISON BLANCHE (ABRACADABRA DE LA)	E	850	74
MAISON SOLAIRE : UN BILAN IMPRESSIONNANT			
<i>par Didier Dubrana</i>	A	853	134
MAISONS ISOLEES : LA FIN DES RESERVOIRS D'EAU	E	844	148
MALADIE D'ALZHEIMER (LA) EST-ELLE UN MYTHE ?	E	851	77
MALADIES (DIAGNOSTIQUEZ VOUS-MEME VOS)	E	854	136
MALADIES DE SAISON			
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	163	112
MANEGE MOBILE (LE PLUS GRAND DU MONDE)	M	847	96
MANUCURE ELECTRIQUE	E	846	156
MANUEL PHOTO SIMPLE (BESOIN D'UN)	F	848	8
MARECHAL-FERRANT (LE) ET L'ELECTRICITE	E	854	139
MARIAGE : QUAND NOUS MARIONS-NOUS ?			
<i>par Jean-Paul Sardon</i>	H	163	134
MARQUES (900 000) EN ACCES DIRECT	E	851	100
MARS (C'EST PARTI POUR LA CONQUETE DE)			
<i>par Jean-René Germain</i>	A	851	58
MARS ET ASTRONOMIE D'AMATEUR			
<i>par Yves Delaye</i>	A	851	106
MARTIENNE (L'ANNEE)			
<i>par Yves Delaye</i>	J	849	132
MASTER SYSTEM (JEU VIDEO)	E	855	135
MASTERMIND (JOUPS SUR MICRO)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	855	151
MATERIAUX INEFFABLES (RESISTANCE DES)	F	846	6

MATHEMATIQUES

CODAGES, ARITHMETIQUE ET SECRETS D'ETAT			
<i>par Renaud de la Taille</i>	A	855	44
EULER : DEUX SIECLES POUR LE CONTREDIRE			
<i>par Renaud de la Taille</i>	A	847	24
FRONDE ET MATHS	F	854	10
GRANDS NOMBRES : MILLE MILLIONS DE ZILLIONS	F	844	6
JEUX MATHEMATIQUES : FINALES 8 ET 9 JUILLET			
<i>par Gilles Cohen</i>	E	850	142
MATHEMATIQUES : LE POURQUOI ET LE COMMENT			
<i>par Stella Baruk</i>	H	164	37
TAPIS VERT (LE HASARD ENVOIE LE) AU TAPIS			
<i>par Sven Ortoli</i>	A	848	12

MEDECINE

ACUPUNCTURE (IL N'EXISTE PAS DE MERIDIENS D')	E	852	63
ALCOOLISME HEREDITAIRE	E	846	61
ALCOOLISME TUE (STATISTIQUES)	E	849	70
ANTIRIDE (L') QUI DECAPE			
<i>par Isabelle Bourdial</i>	A	848	106
ARBRE A PEAU (MIMOSA TENUIFLORE)	E	855	87
ARBRE A PEAU (REDECOUVERTE DE L')	E	849	71

Index 1988

ARCHEOLOGIE-MEDECINE LEGALE : LE ROI MIDAS	E	855	86	RU 486 : UN PETIT "OUI" ET UN GRAND "MAIS"	E	845	74
ARTHRITE : LA FAUTE AUX BETA-2 RECEPTEURS	E	855	85	SANTE POUR TOUS : POUR PLUS TARD (OMS)	A	850	64
ASPARTAME ET EFFET PLACEBO	F	851	4	par Jean Ferrara	A	852	118
ASPIRINE (LE CASSE-TETE DE L')	E	846	61	SERINGUES INFECTEES (POUR NE PLUS SUBIR LES)	E	853	137
BISMUTH (LA FRANCE PRIVEE DE)				SERINGUES JETNET (SYSTEME DE PREVENTION)	E	849	70
<i>par Suzanne Champoux</i>	A	852	46	SOMMEIL (TROUBLES DU), VIOLENCE ET METAUX	E	849	95
CADUCEE ET SERPENTS	F	849	6	SPV (LE) ETAIT IMAGINAIRE POUR LES MEDECINS	E	847	91
CALCULS RENAUDS CASSES PAR LA LUMIERE	E	847	67	STIMULATEUR NEUROMUSCULAIRE "STIPRO 10"	E	848	52
CANNABIS (LE) FAVORISE LA SCHIZOPHRENIE	E	847	68	SYSTEMES EXPERTS ET PSYCHIATRIE	E	853	84
CHOLESTEROL (ON A DECOUVERT				TABAC (EFFETS PEU CONNUSS DU)	E	853	84
L'EPUISATEUR DU)				TABAC ET THERMOGRAPHIE DES DOIGTS	E	854	134
<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	844	38	TABLE D'OPERATION ORTHOPEDIQUE	E	854	92
COCAINOMANIES (MAUVAISE NOUVELLE POUR LES)	F	851	8	TRANSPARENTE	E	846	60
COEUR (L' AVION A BON MARCHE				TRAUMATOLOGIE : EXERCICE PHYSIQUE, DANGER	E	844	59
MAUVAIS POUR LE)	E	854	94	TUBERCULOSE : LES MAIGRES SONT	E	847	68
CEUR DE LA FEMME	E	845	69	PLUS EXPOSES			
COLCHICINE (LA) CONTRE LA CIRRHOSE	E	852	62	ULCERE D'ESTOMAC			
DEGENERE (QU'EST-CE QU'UN) ?	E	850	74	VIPERE DE MALAISIE			
DENTS (PALPEUR DE)	E	844	61	<i>Voir aussi : Cancer, Homéopathie, Sida</i>			
DENTS : VOIR DE L'INTERIEUR DE SA BOUCHE	E	851	101	MEMOIRE : A LA RECHERCHE DU MECANISME	H	162	124
DEPRESSION : LES ARTISTES SONT DEPRESSIFS	E	849	70	par Nicolas Journet			
DIABETE : UN REMEDE CONTRE LES NEVROPATHIES	E	855	88	MEMOIRE : COMMENT ELLE FONCTIONNE	H	162	112
DOPAGE : MACHINE A DETECTER LES DOPES			par Yves Fregnac	H	162	142	
<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	854	62	MEMOIRE : DU COTE DE CHEZ FREUD			
DOULEUR (QUAND LA PEUR GUERIT LA)	E	854	94	par Alain Rauzy			
DOULEUR OBJECTIVEMENT MESUREE	E	851	101	MEMOIRE : L'APPORT DE LA PSYCHOLOGIE			
DROGUES ET TOXICOMANES	E	845	69	par le professeur Allan Beddel			
ECHOGRAPHIE EN RELIEF	E	855	90	MEMOIRE DE L'EAU (LA VERITE SUR LA)			
ECOLE DE MEDECINE AU SECOURS DE L'AFRIQUE	E	853	85	par Pierre Rossion	A	851	10
EPIDEMIES (DETECTION DES) PAR SATELLITE	E	846	58	MEMOIRE DE L'EAU : HAHNEMANN LE SAPEUR	F	854	12
FOIE (LE) EST UN DELINQUANT	E	846	59	MEMOIRE DE L'EAU : JUSQU'OU PEUT-ON DILUER ?	F	855	6
GREFFE DU FOIE (100 PERSONNES POUR UN FOIE)			MEMOIRE DE L'EAU : L'AFFAIRE BENVENISTE	F	853	8	
<i>par Pierre Rossion</i>	A	849	49	MEMOIRE DE L'EAU : LA PAROLE EST A LA DEFENSE	F	855	6
GREFFES HOMME-ANIMAL : C'EST BIEN TROP TOT			MEMOIRE DES GAZ, EPISTEMOLOGIE, BLURGS				
<i>par Pierre Rossion</i>	A	852	40	par Gérard Messadié	A	852	12
HEPATITE (VIRUS DE L') ENFIN ISOLE	E	854	96	MENDEL MIS EN ECHEC PAR LES METHYLATIONS	E	847	64
HEPATITE B ET VITAMINE A (LIAISONS COUPABLES)			MINOPAUSE : LA VAINCRE OU L'ACCELERER	F	844	6	
<i>par Jacques Happa</i>	A	844	34	MER (LES SAISONS SOUS LA)			
HOMEOPATHES (LE TORCHON BRULE CHEZ LES)			par Luc Fellot	H	163	34	
<i>par Michel Rouzé</i>	A	848	26	MESSAGERS AUX MULTIPLES FONCTIONS			
HOMEOPATHIE (DES LECTEURS DEFENDENT L')	F	850	8	par Marie-Jo Besson	H	162	62
HOMME BIONIQUE (LE VERITABLE)			METAUX LOURDS (L'INVASION SOURNOISE DES)				
<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	845	54	par Isabelle Bourdial	A	852	52
INCUBATEUR 8000 : OASIS POUR PREMATURES	E	845	97	METEO (LA) INFORMATISEE A LA FERME	E	853	113
INSTITUT PASTEUR : LE CENTENAIRE DES			METRE MARQUEUR	E	853	164	
MICROBES	E	845	4	MICRO-EDITION : CRENEAUX ET OPPORTUNITES	E	852	118
ISOTRETINOINE (RIEN NE VA PLUS POUR L')	E	850	75	MICRO-ONDES APPRIVOISEES (FOUR)	E	851	102
LASER A ELECTRONS LIBRES	E	853	79	MICROPHONE POUR LA PAROLE ET LE CHANT	E	851	143
LASERS ET SANTE	F	849	10	MICROSCOPE (LE) DES TRES JEUNES	E	855	139
LENTILLES POUR TOUS (CORRECTION DE LA VUE)			MICROSCOPE ELECTRONIQUE				
<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	855	128	par Alexandre Dorozynski	A	846	18
LEPRE (VERS L'ERADICATION DE LA)			MICROSCOPE ELECTRONIQUE FRANCAIS	F	847	8	
<i>par Pierre Rossion</i>	A	853	48	MINIATURISATION (LA) DES CIRCUITS			
LEPRE ET SYPHILIS	F	845	4	par Renaud de la Taille	A	845	64
LYMPHOME (LUMIERE CONTRE)	E	855	91	MINISTRE (LE) A L'EAU (RHIN) : KLAUS TOPFER	E	855	125
MALADIE D'ALZHEIMER (LA) EST-ELLE UN MYTHE ?	E	851	77	MINITEL (L'EUROPE SUR)	E	854	136
MALADIES (DIAGNOSTIQUEZ VOUS-MEME VOS)	E	854	136	MINITEL (UN ENREGISTREUR DE PAGES)			
MALADIES DE SAISON			par Henri-Pierre Penel	J	851	134	
<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	163	MINITEL : OUTIL DE FORMATION				
MEDECINS ET DIEUX ANTIQUES	F	846	4	par Didier Mallet	H	165	150
MEDICAMENT : LA PILULE ANTI-STRESS			MINITEL : UNE LOGIQUE REPRODUCTIBLE ?				
<i>par Pierre Rossion</i>	A	851	34	par Alain Le Diberder	H	165	148
MEDICAMENTS : LE PROJECTILE MAGIQUE			MINITOLA AF-TELE SUPER (INFRAROUGES)	E	852	154	
<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	854	100	MINOX 35 AF A MISE AU POINT AUTOMATIQUE	E	855	163
MENOPAUSE : LA VAINCRE OU L'ACCELERER	F	844	6	MIROIRS EN PUZZLE	E	845	142
MORT CEREBRALE	E	851	80	MISE AU POINT PHOTO PAR LUMIERE ROUGE	E	852	155
OBESITE : CALMEZ DONC VOS RECEPTEURS			MISSILES : LA FILIERE CHINOISE	A	850	82	
ALPHA !	E	852	61	MISSILES A LA CASSE			
<i>—STROGENES</i>	E	854	97	par Sven Ortofi	A	845	76
—UFS CRUS (GARE AUX)	E	854	91	MODELISME : LE PLUS PETIT JET DU MONDE			
ORDRES DES MEDECINS : L'EUROPE CONTRE ?	E	855	127	par Jean-René Germain	A	851	92
OSTEOPOROSE (LE YAOURT CONTRE)	E	845	74	MODEM (MICRO-) POUR ORDINATEUR DE POCHE	E	846	156
OSTEOPOROSE (SUCRE CONTRE)	E	846	59	MODULATION DE FREQUENCE REUE EN VOITURE	E	847	150
PESTE NOIRE (LA GRANDE) EXPLIQUEE			MOIS (LE) DES DIEUX (JOURNAL DE L'ASTRONOME)				
<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	854	68	par Yves Delaey	J	855	144
PHARMACIE : OIGNON, POISSON-CHAT, HAMBURGERE	E	847	68	MONTRÉ DE SURVIE	E	846	156
PIGEON VOYAGEUR (LE) AMBULANCE DES AIRS			MONTRÉ ELECTRONIQUE SANS PILE TAMARA	E	854	178	
<i>par Gérard Morice</i>	A	848	32	MONTRÉ ORDINATEUR SEIKO RC 1000	E	853	164
PLACENTA (INJECTIONS DE)	E	855	91	MONTRÉ TELEPHONE	E	846	148
PREMATURES : SUR LE FIL TENU DE LA VIE			MONTRÉS A QUARTZ (PLUS DE PILE DANS LES)				
<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	852	88	par Gérard Morice	A	849	106
PRION (ET REVOCIE LE)	E	846	58	MORT CEREBRALE	E	851	80
PROTHÈSE AUDITIVE EN FORME DE BIJOU	M	855	126	MOTEUR DEUX TEMPS SARICH	A	848	80
RECTOCOLITE HEMORRAGIQUE	E	851	82	par Renaud de la Taille			
RU 486	E	855	91				

MOTEUR DEUX TEMPS SARICH ET POLLUTION	F	855	8	PLONGEE SOUS-MARINE (LA) FETE SES 25 ANS	A	846	88
MOTEUR DEUX TEMPS SARICH SUR ORBITE	E	852	116	par Robert Sténuit			
MOTEUR LINEAIRE (PHYSIQUE AMUSANTE)				PLONGEE SOUS-MARINE : 6 JOURS A	A	847	70
<i>par Renaud de la Taille</i>	J	846	134	- 530 METRES			
MOTEUR MICROSCOPIQUE	A	854	128	<i>par Robert Sténuit</i>	A	847	70
<i>par Renaud de la Taille</i>			POISSONS MIGRATEURS (BIOLOGIE DES)	H	163	38	
MOTEUR THERMIQUE A ELASTIQUES (PHYS. AMUS.)			<i>par Maurice Fontaine</i>				
<i>par Renaud de la Taille</i>	J	855	140	SAR (LE) POUR LA DETECTION SOUS-MARINE	A	848	92
MOTO : FREINAGE A BLOC SANS BLOCAGE	A	849	104	<i>par Isabelle Bourdial</i>			
<i>par Laurent Douek</i>	F	855	8	ŒSTROGENES	E	854	97
MOTOCYCLETTE CARENEE : EKOMOBIL			ŒUF DUR EN BARRE	E	844	93	
MOUCHE (POUR CONSTRUIRE UNE)			ŒUFS COUVES (VOUS NE MANGEREZ PLUS D')				
<i>par Marcel Contig</i>	A	850	42	<i>par Marie-Laure Moinet</i>	A	846	112
MOULES TUEUSES : QUERELLE D'EXPERTS	E	848	51	ŒUFS CRUS (GARE AUX)	E	854	91
MULTIMETRE (FAITES VOUS-MEME VOTRE)	E	845	140	OFFSHORE : ANALYSES A PIED D'ŒUVRE	E	853	115
MURAILLES DE JERICHO (LES) SONT TOMBEES	E	850	69	OISEAU FOSSILE : ARCHEOPTERYX	E	854	97
MUSIQUE EN PROGRAMMES (INFORMATIQUE PRAT.)			OISEAUX (ETHOLOGIE ANIMALE ET CHANT DES)	E	846	57	
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	852	145	OISEAUX (LA RONDE ANNUELLE DES)			
MYOPES (LES) SONT PLUS INTELLIGENTS	E	844	56	<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	163	76
MYXOMATOSE : SALUONS LE DR. PUCE			ORCHIDEES (GRAINES D'EAU POUR LA CULTURE DES)				
<i>par Eric Joly</i>	A	851	74	<i>par Claude Figureau</i>	A	847	118
N			ORCHIDEES : LES GAGNANTS DE NOTRE CONCOURS				
NAIN LE PLUS ANCIEN	E	844	55	<i>par Roger Bellone</i>	A	847	115
NAISSANCE (ANOMALIES DE) ET SAISONS	H	163	122	ORCHIDEES : NOTRE GRAND CONCOURS PHOTO			
NAISSANCE ET CIGOGNES : EVIDENTE CORRELATION	E	849	66	<i>par Roger Bellone</i>	A	846	126
NAISSANCES (CYCLE SAISONNIER DES)			ORDINATEUR ('L') : "VOUS M'ENNUYEZ !"	E	850	74	
<i>par Jean-Paul Sardon</i>	H	163	139	ORDINATEUR ('L'ENNUI DE L')	F	852	6
NAISSANCES : JAMAIS LE DIMANCHE			ORDINATEURS "NEURONIAUX"				
<i>par Jean-Paul Sardon</i>	H	163	147	<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	854	117
NAISSANCES ET CYCLE LUNAIRE			ORDINATEURS (LES) ENNUIENT LES ANGLAISES	E	852	65	
<i>par les professeurs Lansac et Guillou</i>	H	163	145	ORDINATEURS (QUAND LES) LISENT VOS LETTRES			
NAPOLEON : LE SQUIRRE DE L'EMPEREUR	E	844	56	<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	851	94
NASA : LA DURE CRISE QUI DURE			ORDINATEURS (UNE SALLE DE SECOURS POUR)	E	850	105	
<i>par Stéphane Chenard</i>	A	852	68	ORDINATEURS : POUR QUOI FAIRE ?			
NATALITE (LA) EN TANT QUE MARCHE	E	844	58	<i>par Seymour Dinnematin</i>	H	164	137
NATALITE (LE TIERS MONDE N'A PAS REDUIT SA)	E	852	65	ORDINATEURS : RETOUR DE L'ANALOGIQUE ?			
NETTOYAGE A L'EAU SOUS PRESSION	E	855	166	<i>par Alain Lelu</i>	H	165	126
NETTOYAGE INDUSTRIEL : COMPUBLEND	E	848	105	ORDINATEURS ONT AGGRAVE LE KRACH BOURSIER	E	844	55
NETTOYEUR A EAU	E	846	148	ORDINATEURS ROBOTS SE SOIGNENT EUX-MEMES			
NEURONE : LES TROIS DIMENSIONS DU PUZZLE			<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	850	98	
<i>par Paul Goggin et Suzanne Tyc-Dumont</i>	H	162	72	ORDRES DES MEDECINS : L'EUROPE CONTRE ?	E	855	127
NEUROSCIENCES (LE CHAMP DES)			ORGUE A LECTURE OPTIQUE	E	855	167	
<i>par Michel Imbert</i>	H	162	4	ORQUE (PARLEZ-VOUS) ?			
NEUROTRANSMETTEURS : COMMUNIC. NEURONALE	H	162	52	<i>par François Gohier</i>	A	847	48
<i>par Alain Enjolbert</i>			ORTHOGRAPHE (L'ECHEC EN)				
NIL : LE DELTA RISQUE DE DISPARAIRE	E	850	70	<i>par Edouard et Odette Bled, Daniel Berlion</i>	H	164	32
NITRATES ET UN CAS D'IMPATIENCE	F	844	8	OURS DES PYRENEES			
NOTES (LA RELIGION DES)			<i>par Didier Dubrana</i>				
<i>par André de Peretti</i>	H	164	76	OVNI (ALERTE AUX), INFORMATIQUE AMUSANTE	M	855	78
NUCLEAIRE : LES JEUX DE L'ATOME ET DU HASARD			<i>par Henri-Pierre Penel</i>				
<i>par Yves Lenoir</i>	A	845	86	OVNI : L'ESPRIT ET L'EVIDENCE	J	849	130
O			OXIGENE (BAR A)	F	849	8	
OBESITE : CALMEZ DONC VOS RECEPTEURS ALPHA !	E	852	61	OZONE (LA CRISE DE L') : CONNAIS PAS	E	846	108
OBJECTIF 200 MM ULTRA LUMINEUX CANON	E	854	177	<i>par Jacqueline Denis-Lempereur et G. Dupont</i>	A	845	21
P			OZONE ATMOSPHERIQUE ET STRATOSPHERIQUE	E	849	68	
OCEANS							
ALGUES (LES OCEANS MALADES DES)			PALEONTOLOGIE				
<i>par Pierre Rossion</i>	A	850	30	ABEILLES (LES) D'ANTAN NE PIQUAIENT PAS	E	845	71
ALGUES : MAREES VERTES			<i>par Marc Giraud</i>	A	847	52	
<i>par Patrick Dion</i>	H	163	CERVEAU (LA NOUVELLE HISTOIRE DU)	H	162	8	
AQUACULTURE : LE SOLEIL SOUS LA MER	E	849	97	<i>par Odile Piaisant</i>			
CORAIL (LA GRANDE NUIT DU)			CHIMPANZE (LE) FRERE DE GENES DE L'HOMME				
<i>par François Sarano</i>	A	850	34	<i>par Marie-Françoise Lantieri</i>	A	846	36
CORRAUX (LA GUERRE DES)			EXTRATERRESTRES DU PREMIER JOUR (LES)				
<i>par Véronique Sarano-Simon</i>	A	851	68	<i>par Alexandre Dorozynski</i>	A	850	38
EAU DOUCE A VOLONTE	E	849	HOMO SAPIENS CONTEMPORAIN DE NEANDERTHAL				
ELEPHANT DES PROFONDEURS (L')			<i>par Didier Dubrana</i>	A	852	30	
<i>par François Sarano</i>	A	848	HOMO SAPIENS EST NE EN AFRIQUE (MARQUISE...)	M	855	52	
ESPACE (L') A LA CONQUETE DE L'OCEAN			<i>par Alexandre Dorozynski</i>	E	845	73	
<i>par Isabelle Bourdial</i>	A	847	HUITRES : DEGUSTATIONS PALEONTOLOGIQUES	E	854	97	
ICEBERG B-9 : GLACON GROS COMME LA CORSE			OISEAU FOSSILE : ARCHEOPTERYX				
<i>par André Giret</i>	A	850	POISSONS : ECAILLES, 400 MILLIONS D'ANNÉES	A	854	80	
MER (LES SAISONS SOUS LA)			<i>par Claudine Chesnel</i>	F	854	8	
<i>par Luc Fellot</i>	H	163	VIRCHOW, NEANDERTHAL ET LES COSAQUES				
OCEANS (L'OBSCURE CLARTE DES)	E	854					
PEINTURES ANTI... HUITRES			PANAMSAT : TACHE D'HUILE SUR ATLANTIQUE NORD				
<i>par Claudine Chesnel</i>	A	851	<i>par Henri Pradenc</i>	H	165	111	
PLAGES ET STREPTOCOQUES	F	851	<i>par Henri Pradenc</i>	E	845	140	

Index 1988

PAPILLONS MONARQUES (LE GRAND VOYAGE DES)							
par François Gohier	A	846	50	par Roger Bellone	A	851	112
PARATONNERRE ABSOLU	A	852	78	PHOTO MAGNETIQUE	E	854	177
par Renaud de la Taille	F	854	8	PHOTO POLAROID IMAGE E	E	848	149
PARATONNERRE ABSOLU	E	849	151	PHOTOGRAPHIE PLANETAIRE			
PAR-E-BRISE DESORMAIS REPARABLE (SPECIAL-T)	E	852	119	par Yves Delaye	J	850	138
PARFUM DE ROSE	M	846	110	PHOTOGRAPHIER LES ECRANS VIDEO (POLAROID)	E	849	149
PARFUMS (CARROUSEL A)	E	855	125	PHOTOKINA 88 : MARIAGE DE RAISON			
PARFUMS : 25 000 ODEURS SUR ORDINATEUR				PHOTO-VIDEO			
PARFUMS : 30 000 MOLECULES ODORANTES				par Roger Bellone	A	853	126
par Philippe Dautry	A	850	52	PROJECTEURS DIAPO (BANC D'ESSAI)			
PARIS-LA REUNION EN MONOMOTEUR "SC. & VIE"	E	850	102	par Laurent Douek	A	845	104
PARTICULES (LE BOTTEIN DES)	E	844	59	REFLEX (APPAREIL PHOTO) MOINS CHER			
PEARLY R. EDWIN N'A PAS ATTEINT LE POLE NORD	E	855	85	par Roger Bellone	A	847	106
PECHE : ANTIVOL POUR CASIERS	E	848	152	REFLEX 24 X 36 MECANIQUE LEICA : LE RETOUR			
PECHE : FRANCE-ESPAGNE, CURIEUX ACCORDS	E	853	117	par Roger Bellone	M	855	132
PECHE A L'HOLOTHURINE (PAR PARALYSIE)	E	855	89	REFLEX 24 X 36 RICOH MIRAI A ZOOM INTEGRÉ	E	855	160
PECHE ET POMPE A VERS	E	848	152	REFLEX 4,5 X 6 ELECTRONIQUE BRONICA ETR-SI	E	855	162
PEDAGOGIE : DES DISCOURS AUX METHODES				REGULATION DE TEMPERATURE POUR CUVE PHOTO	E	844	147
par Philippe Testard-Vaillant	H	164	100	ROLLEIFLEX (APPAREIL PHOTO)	E	844	145
PEINTURE (COUCHES DE) SOUS SURVEILLANCE	E	845	98	STAGES DE PHOTO RAPPROCHÉE POUR AMATEURS	E	849	147
PEINTURE INSECTICIDE	E	847	155	STAGES ET COURS PHOTO DE LA SAISON 88-89	E	850	148
PEINTURES ANTI... HUITRES				STEREOSCOPE INVERSEUR (PHYSIQUE AMUSANTE)			
par Claudine Chesnel	A	851	70	par Renaud de la Taille	J	850	122
PENDULE RADIODIPILOTEE	E	854	179	STEREOSCOPIE PHOTOGRAPHIQUE	E	844	145
PERSEIDES (JOURNAL DE L'ASTRONOME)	J	851	131	SURFACES SENSIBLES : PROGRESSION DU MARCHE	E	851	144
par Yves Delaye	J	852	136	TENTE A LUMIERE (PHOTO)	E	848	150
PESE-LETTRES (PHYSIQUE AMUSANTE)	A	854	68	TIRAGES PAPIER PHOTO HAUTE DEFINITION			
par Renaud de la Taille				par Roger Bellone	A	854	150
PESTE NOIRE (LA GRANDE) EXPLIQUEE				VISEUR D'ANGLE PHOTO LEICA	E	851	143
par Alexandre Dorozynski				VIVITAR 300 Z (PHOTO)	E	852	154
PETROLE : APRES LE FORAGE, LE DRAINAGE	A	854	68	ZOOM AUTOMATISANT MISE AU POINT DES REFLEX	E	844	146
par Laurent Douek	A	854	124	ZOOM SUR LES COMPACTS 24X36	E	847	149
PETROLE : DES FORAGES QUI FONT MOUCHE				PHOTOCOPIE COULEUR			
par Pierre Rossion	A	848	86	par Roger Bellone			
PETROLE OFF-SHORE : LE DOMAINNE DES DIEUX	A	844	80	PHOTOCOPIE COULEUR AU LASER	A	846	120
par Laurent Douek	E	847	68	PHOTOCOPIEUR (MINI) RICOH CUVAX MC 50	E	846	151
PHARMACIE : OIGNON, POISSON-CHAT, HAMBURGER	E	853	163	PHYSIQUE			
PHILIPS 33 CE 7535 : PETIT ECRAN DANS LE GRAND	E	846	61	ANAMORPHOSSES SUR VOS TASSES A CAFE	E	854	178
PHILISTINS (LES) N'ETAIENT PAS DES PHILISTINS			CHAMBRE CLAIRE (PHYSIQUE AMUSANTE)				
PHIOQUES (LES) VICTIMES DE LEUR BONNE SANTE	A	853	74	par Renaud de la Taille	J	851	124
par Isabelle Bourdial			ENROULEMENTS LIQUIDES (PHYSIQUE AMUSANTE)				
PHOTO			par Renaud de la Taille	J	844	122	
AUTOMATISME EN PHOTO RAPPROCHÉE :			FEYNMAN RICHARD (MORT DU PHYSICIEN				
LES PIEGES			AMERICAIN)	E	846	55	
par Roger Bellone	A	844	108	FORCE (A LA RECHERCHE DE LA 5EME)			
CHINON (APPAREIL PHOTO) MULTI-PROGRAM	E	851	143	par Michel Eberhardt	M	855	33
COMPACT BIFOCAL POUR PHOTO SOUS-MARINE	E	845	139	FORCE (LA 5EME) BOUSCULE LA 5EME	E	845	70
COMPACTS (APPAREILS PHOTO) A TOUT FAIRE			GRAVITE : DES CASSEURS UN PEU HATIFS	E	853	84	
par Laurent Douek	A	848	114	HERETIQUES (LES) DE L'EGLISE QUANTIQUE			
DEVELOPPEMENT AMATEUR DES FILMS EN			par Sven Ortol				
COULEURS	E	844	147	HOLOGRAPHIE ("L") PREND DU RELIEF			
DIAPOSITIVES CREEES SUR MICRO-ORDINATEUR	E	854	175	par Alex Kovaleff	A	852	122
DIAPOSITIVES PAR ORDINATEUR	E	848	148	JOLIOT-CURIE (FREDERIC) : SAVANT ET POLITIQUE	A	853	64
FILM DE 50 000 ISO (KODAK T-MAX HIGH SPEED)	E	850	148	par Philippe Dautry			
FILMS NOIR ET BLANC HAUTE SENSIBILITE FUJI	E	854	176	MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (I)			
FILMS PHOTO COULEUR : MOINS DE DIFFERENCES			par Renaud de la Taille	J	847	122	
par Roger Bellone	A	849	110	MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (II)			
FILMS PHOTO DE 100 ISO : LA DIVERSIFICATION	E	852	154	par Renaud de la Taille	J	848	120
FILMS ULTRA-SENSIBLES COULEUR :			MACHINE DE WIMSHURST MINIATURE (III)				
BANC D'ESSAI			par Renaud de la Taille	J	849	116	
par Alex Kovaleff	A	854	145	MOTEUR LINEAIRE (PHYSIQUE AMUSANTE)			
FILMS ULTRA-SENSIBLES KODAK EKTAPRESS GOLD	E	855	163	par Renaud de la Taille	J	846	134
FLASH (EFFETS SPECIAUX AU)	E	850	151	MOTEUR THERMIQUE A ELASTIQUES			
FLASH-ZOOM METZ MECABLITZ 32 CT7	E	851	142	(PHYS. AMUS.)			
FLASHES COUPLES AUTOFOCUS REFLEX	E	845	138	par Renaud de la Taille	J	855	140
FUJI (APPAREIL PHOTO) A JETER	E	844	144	PARATONNERRE ABSOLU			
HANIMEX 35 DL, CANON PRIMA TELE, PRIMA ZOOM	E	849	147	par Renaud de la Taille	A	852	78
HASSELBLAD (APPAREIL PHOTO 6 X 6)	E	855	161	PARATONNERRE ABSOLU	F	854	8
KYOCERA SAMOURAI (APPAREIL PHOTO)	E	845	138	PARTICULES (LE BOTTEIN DES)	E	844	59
MANUEL PHOTO SIMPLE (BESOIN D'UN)	F	848	8	PHYSIQUE (LA) EN CAPSULES (JEU)	E	855	137
MINOLTA AF-TELE SUPER (INFRAROUGES)	E	852	154	PHYSIQUE THEORIQUE (UN LECTEUR AFFRONT LA)	F	847	8
MINOX 35 AF A MISE AU POINT AUTOMATIQUE	E	855	163	TREMPLIN MAGNETIQUE (PHYSIQUE AMUSANTE)			
MISE AU POINT PHOTO PAR LUMIERE ROUGE	E	852	155	par Renaud de la Taille	J	845	118
OBJETIF 200 MM ULTRA LUMINEUX CANON	E	854	177	TYPHON (UN) DANS UNE BOUTEILLE (PHYS. AMUS.)			
ORCHIDEES : LES GAGNANTS DE NOTRE CONCOURS			par Renaud de la Taille	J	854	162	
par Roger Bellone	A	847	115				
ORCHIDEES : NOTRE GRAND CONCOURS PHOTO	A	846	126	PIANO TELECOMMANDE PAR LA TELEVISION			
par Roger Bellone			PICTIONNARY (JEU DE SOCIETE)				
PHOTO (LA) ET L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE	A	850	117	PIGEON VOYAGEUR (LE) AMBULANCE DES AIRS			
par Roger Bellone			par Gérard Morice				
PHOTO EN COULEURS (LA) : MEMOIRE			PILES (POUR TESTER VOS), INFORMATIQUE PRAT.				
MILLENAIRE ?			par Henri-Pierre Penel				

PINCE A BRASER : PIPEMASTER	E	850	153	POMPE A CHALEUR (LA) QUI VIENT DU FROID			
PINCE UNIQUE POUR FERMER LES CARTONS	M	849	98	par Yves Lenoir	A	849	107
PISTOLET A SOUDER ELECTRONIQUE	E	855	165	POUSSIERES ROUGES SUR PARIS	E	849	65
PISTOLET COLLANT : THERMOGRIP TG3	E	855	167				
PLA 2 EN PERIL (LE)							
<i>par Pierre-André Tapin</i>	A	850	91	PREHISTOIRE			
PLACENTA (INJECTIONS DE)	E	855	91	ALBATROS (L'ANCESTRE DES)	E	844	60
PLAGES ET STREPTOCOQUES	F	851	4	ANTHROPOLOGIE : MUSEE DE LA PREHISTOIRE	E	852	63
PLANETAIRE (LE BALLET)				HOMO SAPIENS CONTEMPORAIN DE NEANDERTHAL			
<i>par Yves Delaye</i>	J	846	144	<i>par Didier Dubrana</i>	A	852	30
PLANETARIUM (MINI)	E	855	138	IMMORTELS (LES) PREHISTORIQUES DE BIDON	A	847	54
PLANETARIUM DE BRETAGNE				<i>par Pierre Rossion</i>	E	844	55
<i>par Yves Delaye</i>	A	851	60	NAIN LE PLUS ANCIEN	E	855	136
PLANETARIUM PORTABLE STAR MATE	E	851	146	SEIGNEURS (LES) DE LA PREHISTOIRE (JEU)	F	854	8
PLANETES (LES PETITES)				VIRCHOW, NEANDERTHAL ET LES COSAQUES			
<i>par Yves Delaye</i>	J	854	165				
PLANETES : LE GRAND RAPPROCHEMENT				PREMATURES : SUR LE FIL TENU DE LA VIE			
<i>par Yves Delaye</i>	J	845	126	<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	852	88
PLANTES				PRIMATES, LEMUR, BAMBOU ET RAYON DE SOLEIL	E	855	89
ALGUES : MAREES VERTES				PRION (ET REVOICI LE)	E	846	58
<i>par Patrick Dion</i>	H	163	26	PRODUITS AGRICOLES (DES) MANQUENT A L'EUROPE			
AQUACULTURE : LE SOLEIL SOUS LA MER	E	849	97		E	855	127
ARBRE A PEAU (MIMOSA TENUIFLORE)	E	855	87	PRODUITS ALIMENTAIRES EN FILM	E	851	105
ARBRE A PEAU (REDECOUVERTE DE L')	E	849	71	PROGRAMMES SCOLAIRES			
BAMBOU : MATERIAU DE POINTE			<i>par Philippe Testard-Vaillant</i>	H	164	126	
<i>par Gérard Morice</i>	A	849	90	PROJECTEURS DIAPO (BANC D'ESSAI)			
BAMBOUS (PRECISIONS SUR LES)	F	851	8	<i>par Laurent Douek</i>	A	845	104
BOTANIQUE : DISCOURS VEGETAUX	E	855	90	PROTHESE AUDITIVE EN FORME DE BIJOU	M	855	126
CAFE : PROTEGERAIT-IL CONTRE LE CANCER ?	E	845	71	PSYCHOLOGIE : LA FARCE DE L'ENTRAINEMENT PSY			
CANNABIS (LE) FAVORISE LA SCHIZOPHRENIE	E	847	68	<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	847	58
CHAMPIGNONS (PETIT GUIDE DE L'AMATEUR DE)			PUBLICITE, HIER ET AUJOURD'HUI	A	847	58	
<i>par Louis-Paul Delplanque et Michèle Roux-Saget</i>	A	852	128	F	855	12	
CHAMPIGNONS : PLEUROTES SANS PROBLEME	E	845	98	PYRAMIDES ET ARCHEOLOGIE	F	846	4
IALOGUE DES PLANTES ET DES SAISONS							
<i>par Bernard Millet</i>	H	163	15	Q			
FORETS TROPICALES ET DEFORESTATION	E	845	97	QUALITE : LES ASSOCIATIONS SE REGROUVENT	E	855	122
FOUGERES CANCERIGENES	E	849	68	QUASARS (L'UNIVERS VU A LA LUMIERE DES)			
LUPIN ET SOJA : RETOUR A L'HOMME	E	852	121	<i>par Anna Alter</i>	A	853	50
ORCHIDEES (GRAINES D'EAU POUR LA			QUASARS (LES) ET NEW YORK	F	855	14	
CULTURE DES)			<i>par Anna Alter</i>	E	855	91	
<i>par Claude Figureau</i>	A	847	118	QUINQUAS (LE BONUS DES)			
ORCHIDEES : LES GAGNANTS DE NOTRE CONCOURS							
<i>par Roger Bellone</i>	A	847	115	R			
ORCHIDEES : NOTRE GRAND CONCOURS PHOTO			RADARS FURETEURS CONTRE AVIONS FURTIFS				
<i>par Roger Bellone</i>	A	846	126	<i>par Serge Brossetin</i>	A	846	68
PARFUM DE ROSE	E	852	119	RADIATIONS (DANGER DE) EN VOYAGES AERIENS	E	852	62
PARFUMS : 30 000 MOLECULES ODORANTES			<i>par Philippe Renault</i>	A	855	26	
<i>par Philippe Dautry</i>	A	850	52				
PHARMACIE : OIGNON, POISSON-CHAT,			RADIO				
HAMBURGER	E	847	68	AUDIOSONIC : MARIAGE RADIO-TELEVISION	E	844	146
PLANTES (AIDEZ VOS A S'ENTRAIDER	M	844	96	AUTORADIO GRUNDIG (DOUBLE ANTIVOL SUR)	E	851	145
SAPINS DE NOEL	E	844	60	BADGE RADIO MINIATURISE : TECHSOUND	E	849	148
SEVE DES ARBRES (CAPTEUR DE FLUX)	E	846	108	BALADEUR TRIANGULAIRE PHILIPS	E	855	135
TRUFFE (LA) A LA CARTE			EMETTEURS RADIO (LES) SONT-ILS DANGEREUX ?				
<i>par Didier Dubrana</i>	A	855	99	<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	850	96
PLATE-FORME ELEVATRICE PASSE-PARTOUT	E	851	103	HORLOGE PARLANTE A LA CARTE	E	844	145
PLATS CUISINES AUTORECHAUFFANTS	E	848	152	MAGNETOPHONE COMPACT + RADIO GRUNDIG	E	852	152
PLONGEE SOUS-MARINE (LA) FETE SES 25 ANS			MODULATION DE FREQUENCE REUE EN VOITURE	E	847	150	
<i>par Robert Sténuit</i>	A	846	88	PENDULE RADIOPILOTE	E	854	179
PLONGEE SOUS-MARINE : 6 JOURS A - 530 METRES			RADIO A CARTES SONY	E	850	151	
<i>par Robert Sténuit</i>	A	847	70	RADIO A MANIVELLE	E	845	137
PLONGEE SOUS-MARINE : RESPIRER DE L'EAU			RECEPTEURS MULTIGAMMES ULTRACOMPACTS	E	852	153	
<i>par Robert Sténuit</i>	A	851	64	SONY : RADIO ICF-PRO POUR L'ECOUTE DU MONDE	E	845	136
PLUIES ACIDES : PARFOIS NATURELLES			SONY : RADIOCASSETTE CFS 930 L ET CFM 160 L	E	845	137	
<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	846	16				
PLUTON DE PLUS PRES			RADIOACTIVITE : LES FRANCAIS VEULENT SAVOIR				
<i>par Anna Alter</i>	A	850	20	<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	848	108
PNEU (LE CALCUL SCIENTIFIQUE AU SERVICE DU)			RADIOMESSAGERIE : LE BIP EN POCHE				
<i>par Luc Augier</i>	A	847	104	<i>par Paul Maracou</i>	H	165	24
POIDS (SURVIE PAR LE) CHEZ LES ANIMAUX			RADIOMESSAGERIES : C'EST DANS LA POCHE !				
<i>par Yvon le Maho</i>	H	163	70	<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	846	124
POISSON ANTENNARIDE (DESSIN DATANT DE 1700)	E	852	61	RADIOTELEPHONIE : L'HORIZON DU NUMERIQUE			
POISSONS : ECAILLES, 400 MILLIONS D'ANNEES			<i>par Paul Maracou</i>	H	165	18	
<i>par Claudine Chesnel</i>	A	854	80	RADIOTELSCOPE (LE PLUS GRAND DU MONDE)	E	851	105
POISSONS MIGRATEURS (BIOLOGIE DES)			RAFALE : UN MARCHE DE DUPE ?				
<i>par Maurice Fontaine</i>	H	163	38	<i>par Marie Palmade</i>	A	846	76
POLAIRES (EXPOSITION SUR LES EXPEDITIONS)	E	852	65	RASOIR A LAME ELECTRIFIE FREEDOM BLADE	E	845	140
POLLUTION : L'AC 35 DONNE L'ALARME	E	848	102	RASOIR POUR VETEMENTS	E	845	140
POLLUTION : VOYAGES D'UNE PESTILENCE	E	848	52	RATIONALISME (NOTRE) DEOIT	F	851	6
POLLUTION ATMOSPHERIQUE DUE A L'HOMME (LA)	E	850	73	RECENSEMENT DE L'AGRICULTURE (CINQUIEME)	E	855	127
POLLUTION AUTOMOBILE ET POT CATALYTIQUE			RECEPTEURS CAPTANT LES TELEVISIONS DU MONDE	E	845	139	
<i>par Laurent Douek</i>	A	853	120	RECEPTEURS MULTIGAMMES ULTRACOMPACTS	E	852	153
POLLUTION ET DEPOLILLION : AMIANTE	E	847	95	RECHERCHE : CRITIQUE DE LA CRITIQUE	F	845	4
			RECTOCOLITE HEMORRAGIQUE	E	851	82	

Index 1988

REFLEX (APPAREIL PHOTO) MOINS CHER par Roger Bellone	A	847	106	SALON DE GENEVE : INNOVATIONS TOUS AZIMUTS SALON DE GENEVE : LE FLAIR DE SCIENCE & VIE	E	844	91				
REFLEX 24 x 36 MECANIQUE LEICA : LE RETOUR par Roger Bellone	A	855	132	SANG (LE) ET LE CERVEAU par Jacques Seylaz	E	850	101				
REFLEX 24 x 36 RICOH MIRAI A ZOOM INTEGRE	E	855	160	SANTE POUR TOUS : POUR PLUS TARD (OMS)	H	162	44				
REFLEX 4,5 x 6 ELECTRONIQUE BRONICA ETR-SI	E	855	162	par Jean Ferrara	A	850	64				
REFLEXE : TOUT SE COMPLIQUE par Georges Lanteri-Laura	H	162	156	SAPINS DE NOEL	E	844	60				
REFRIGERATEUR CONGELATEUR CONSERVEUR	E	846	150	SAR (LE) POUR LA DETECTION SOUS-MARINE par Isabelle Bourdial	A	848	92				
REGIE DE MONTAGE VIDEO POUR AMATEURS	E	852	155	SARBACANE (LA) AUX JEUX OLYMPIQUES ?	F	855	8				
REGISTRES LEGAUX : LA FRANCE A LA POINTE	E	854	133	SATELLITE COSMOS (L'ODYSSEE RADIOACTIVE DU)	A	853	56				
REGULATION DE TEMPERATURE POUR CUVE PHOTO	E	844	147	par Stephane Chenard							
RELIURE ET PAPER WELDER	E	852	156	SATELLITE TV-SAT 1 : L'ARTHROSE par Henri-Pierre Penel	A	844	72				
RENARI (LE) AUSSI EST EN PERIL	E	850	69	SATELLITES : DE LA RADIO A L'OPTIQUE par Serge Brosselin	E	847	97				
RESEAU INFORMATIQUE EASYNET par Henri-Pierre Penel	A	855	92	SATELLITES DE NAVIGATION POUR SE REPERER par Gerald Messadié	A	844	82				
RESEAUX PRIVES (LES NOUVEAUX) par Jean-Claude Delcroix et Michel Volle	H	165	77	SAUTERELLES VERTES DES JUNGLES DE PANAMA SAVANT (UN) SE FAIT LA DENT SUR LES ANERIES	E	846	57				
RESERVE NATURELLE (LES ECOSSES SOIGNENT...) par Isabelle Bourdial	A	853	36	par Gerald Messadié	A	855	24				
REVEIL BRAUN AB 50 RSL	E	854	179	SCANNER JX-450	E	850	152				
RHEOLOGIE PLASTIQUE : LES LOGICIELS EN POINTE	E	855	124	SCIENCE ET VIE LECTURE UTILE	E	847	6				
RHIZOBIUM (BACTERIE EN SYMBIOSE) par Marie-Laure Moinet et D. Martin-Ferrari	A	848	36	SCOLARITE : PASSAGES DELICATS par Blanka Zazzo	H	164	55				
RNIS : OUTIL DE LA COMMUNICATION MULTIMEDIA par Pierre Debesson	H	165	69	SECATEUR ELECTRIQUE 4601 D MAKITA	E	852	157				
ROBINET TELESCOPIQUE	E	851	146	SECHE-CHEVEUX TANTAN 3500	E	849	150				
ROBOT : UN HEROS NATIONAL AU JAPON	E	854	137	SECURITE : DORMEURS EVEILLES AUX COMMANDES par Jean-Michel Bader	A	855	61				
ROBOT CHIEN	E	847	154	SECURITE : MAISON GEANTE CONTRE LES ACCIDENTS	E	854	134				
ROBOT JOUEUR K 0981	E	847	154	SECURITE AERIENNE : DETECTION DES ARMES	E	855	87				
ROBOT MOBILE (LE PREMIER) AUTONOME FRANCAIS	E	851	99	SEIGNEURS (LES) DE LA PREHISTOIRE (JEU)	E	855	136				
ROBOTS POUR TACHES DANGEREUSES	E	850	70	SELS BILIAIRES CONTRE LE SIDA	E	852	62				
ROLLEIFLEX (APPAREIL PHOTO)	E	844	145	SEQUENCE (RECHERCHEONS UNE) INFORMATIQUE par Henri-Pierre Penel	A	845	122				
ROMULUS ET REMUS ONT PEUT-ETRE EXISTE	E	852	67	SERIE DE CHIFFRES ET DE LETTRES SUR MICRO par Henri-Pierre Penel	J	845	122				
RU 486	E	855	91	SERINGUES INFECTEES (POUR NE PLUS SUBIR LES)	J	853	154				
RU 486 : UN PETIT "OUI" ET UN GRAND "MAIS"	E	845	74	SERINGUES JETSET (SYSTEME DE PREVENTION)	E	852	118				
RYTHMES BIOLOGIQUES DE L'ENFANT (LES) par Hubert Montagner	H	164	18	SEROPOSITIVITE : LES MILLIARDS D'ARLEQUIN	E	854	137				
S											
SABA 63 PL 860 : TELE A L'ECOUTE DU MONDE	E	853	161	SERRURE A CARTE PERFOREE	E	846	150				
SAGITTAIRE : LA THEIERE CELESTE par Yves Delaye	J	852	140	SEXE DES ARBRES (CAPTURE DE FLUX)	E	846	108				
SAISONS											
AMOURS ANIMALES (LE TEMPS DES) par Jean Boissin et Line Boissin-Agasse	H	163	54	SEXE EN PAILLETTES par Catherine Bousquet	A	847	84				
ANIMAUX (LE CALENDRIER DES) par Jacqueline Gavaud	H	163	46	SEXUALITE : LES CRACKS ONT MOINS DE GARCONS ?	E	845	70				
ATMOSPHERE (LE CYCLE ANNUEL DE L') par Emmanuel Choisnel	H	163	4	SIDA							
COMPORTEMENT ALIMENTAIRE SAISONNIER par Albert-François Creff	H	163	88	BIOLOGISTE (LE) QUI NE CROIT PAS AU SIDA	E	848	55				
CONSUMMATION : FLUCTUATIONS SAISONNIERES par Nicolas Journe	H	163	152	EPIDEMIOLOGIE D'AMATEUR (DU DANGER DE L')	F	847	8				
DIALOGUE DES PLANTES ET DES SAISONS par Bernard Millet	H	163	15	GENE DU SIDA RESSEMBLE A GENE DU CANCER							
HEURE D'ETE : ON CHERCHE MIDI A 14 H par Philippe Testard-Vaillant	H	163	130	par Christine Lefèvre	A	844	30				
HUMEUR (QUAND L') CHANGE AVEC LES SAISONS par Elena Sigman	H	163	124	INDECENCE ET RUMEURS SUR LE SIDA	E	844	60				
MALADIES DE SAISON par Philippe Testard-Vaillant	H	163	112	MACROPHAGES (IMPORTANCE POUR LE SIDA)	F	849	8				
MARIAGE : QUAND NOUS MARIONS-NOUS ? par Jean-Paul Sardon	H	163	134	SELS BILIAIRES CONTRE LE SIDA	E	852	62				
MER (LES SAISONS SOUS LA) par Luc Fellot	H	163	34	SEROPOSITIVITE : LES MILLIARDS D'ARLEQUIN	E	845	72				
NAISSANCE (ANOMALIES DE) ET SAISONS	H	163	122	SIDA (avalanche de decouvertes sur le)	E	850	72				
NAISSANCES (CYCLE SAISONNIER DES) par Jean-Paul Sardon	H	163	139	SIDA (LE) EST UNE BENEDICTION !	F	851	4				
OISEAUX (LA RONDE ANNUELLE DES) par Philippe Testard-Vaillant	H	163	76	SIDA (PAS TROP DE PESSIMISME POUR LE)	E	854	92				
POIDS (SURVIE PAR LE) CHEZ LES ANIMAUX par Yvon le Maho	H	163	70	SIDA : CONFUSION DES DOCTRINES	E	846	56				
POISSONS MIGRATEURS (BIOLOGIE DES) par Maurice Fontaine	H	163	38	SIDA DES CHATS (ALERTE AU)	E	847	64				
SAISONS (CYCLE DES) ET SIGNAUX CLIMATIQUES par Emmanuel Choisnel	H	163	8	SIDA ET ALGUE JAPONAISE	E	848	8				
SOMMEIL (LE COURS ANNUEL DU) par le docteur Alain Muzet	H	163	82	SINGE (LE) INNOCENTE (SIDA)	E	846	61				
TERTOIRE (LES CYCLES DU) par Jean Boissin	H	163	65	SINGE ET SIDA : HYPOTHESE ELIMINEE TROP VITE	E	844	56				
THERMOREGULATION : LE CONFORT SUR MESURE par Victor Candas	H	163	96	SOURIS-HOMME (UNE) POUR COMBATTRE LE SIDA par Marcel Contig	A	854	70				

SON

AMPLIFICATEUR A DIX ENTRÉES AUDIO ET VIDEO	E	847	149	STRUCTURES GONFLABLES <i>par Gérard Morice</i>	A	853	108
ANTIVOL AUTORADIO DENVER SQM 108	E	846	153	STUDIO (MINI) D'ENREGISTREMENT AMSTRAD	E	849	146
AUTORADIO DANS L'ALLUME-CIGARE	E	849	146	STUDIO TRANSECOM	E	853	165
BALADEUR SANS FIL (LE PREMIER)	E	850	148	STYLO QUI DIT OUI OU NON	E	847	152
CARTE POSTALE ENREGISTRABLE	E	847	154	STYLOS BIODEGRADABLES	E	846	154
CASQUE FOCALISANT LE SON DANS LES OREILLES	E	847	150	SUAIRE DE TURIN (LE) NE SE REND PAS			
DAT (PREMIER AUTORADIO LECTEUR DE)	E	846	153	<i>par Michel Rouzé</i>	J	855	18
DISCASSETTE (ELECTRONIQUE AMUSANTE) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	846	140	SUAIRE DE TURIN : ATTENTE DES RESULTATS	F	853	12
DISQUE COMPACT CITIZEN CBM	E	851	144	SUAIRE DE TURIN : RIEN NE VA PLUS	E	851	82
DISQUE OPTIQUE EFFACABLE ET DISQUE COMPACT	E	848	151	SUBLIMINAL : LA PUB INVISIBLE			
ECOUTEUR MINIATURISE HD 30 SENNHEISER	E	848	149	<i>par Jacqueline Denis-Lempereur</i>	A	851	20
EMETTEUR COMMANDÉ A LA VOIX	E	848	151	SUCRE CONTRE OSTEOFOROSE	E	846	59
ENCEINTES ACoustiques (21 AU BANC D'ESSAI) <i>par Alain Belz</i>	A	844	111	SUCRE ET IMMUNITÉ	E	844	57
ENCEINTES ACoustiques AVEC HP PERCES	E	848	150	SURFACES SENSIBLES : PROGRESSION DU MARCHE	E	851	144
ENREGISTREMENT PERPENDICULAIRE	E	850	150	SYSTEME SOLAIRE DANS UN JEU DE CARTES	E	855	136
HI-FI DANS UN PETIT VOLUME :				SYSTEMES EXPERTS ET PSYCHIATRIE	E	847	91
ACOUSTIMASS BOSE	E	850	151		T		
HI-FI EN OR : CASQUE GOLD HD-450	E	850	150	TABAC (EFFETS PEU CONNUX DU)	E	848	52
HIFI : CHAINE MARANTZ OUverte A LA VIDEO	E	853	161	TABAC ET THERMOGRAPHIE DES DOIGTS	E	853	84
HIFI : LIAISON RADIO ENTRE CASQUE ET CHAINE	E	845	136	TABLE D'OPÉRATION ORTHOPÉDIQUE TRANSPARENTE	E	854	134
HIFI : SON PAR FIBRES OPTIQUES SUR UN DAT	E	853	163	TALKIE-WALKIE QUI MARCHE A LA VOIX	E	855	137
HIFI : UNE PLATINE LASER, 6 HEURES DE MUSIQUE	E	853	160	TAPIS VERT (INFORMATIQUE AMUSANTE) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	847	130
HIFI-TELEVISION : LE MARIAGE (SCHEIDER ATRON)	E	844	146	TAPIS VERT (LE HASARD ENVOIE LE) AU TAPIS	A	848	12
LECTEUR DE CASSETTES POUR BICYCLETTE SPIRIT	E	848	148	TAPIS VIDEO DE GYMNASTIQUE	E	855	139
LECTEUR DE DISQUE COMPACT POCKET DISCMAN	E	848	150	TAPISSER SANS AGRAFES	E	855	165
LECTEUR DE DISQUE COMPACT TOSHIBA XR-P21	E	847	151	TCHERNOBYL (LES CANCERS DE) <i>par Yves Lenoir</i>	A	853	18
LECTEUR DE DISQUE LASER PORTABLE PHILIPS	E	844	146	TCHERNOBYL (RETOUR A) <i>par Yves Lenoir</i>	A	849	36
MAGNETOPHONE COMPACT + RADIO GRUNDIG	E	852	152	TECHNOLOGIE (BOURSE DE) DU RHIN SUPERIEUR	E	847	94
MAGNETOPHONE DOUBLE PHILIPS FC 567	E	845	137	TELE-ACHAT : VENTE A DISTANCE <i>par Marie Marchand</i>	H	165	41
MAGNETOPHONE LE PLUS PETIT DU MONDE	E	845	140	TELE-MAGNETOSCOPE (COMBINE PORTABLE)	E	851	144
MAGNETOPHONES NUMERIQUES COMPACTS	E	845	138	TELECOMMANDE (LA) OUVRIRA LES PORTES DEMAIN <i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	854	141
MICROPHONE POUR LA PAROLE ET LE CHANT	E	851	143				
SONY : RADIOCASSETTE CFS 930 L ET CFM 160 L	E	845	137				
STEREO (VISUALISONS LES EFFETS) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	855	148				
STUDIO (MINI) D'ENREGISTREMENT AMSTRAD	E	849	146				
TALKIE-WALKIE QUI MARCHE A LA VOIX	E	855	137				
TELECOMMUNICATIONS <i>par Pauline Masquet</i>	H	165	4				
VOIX (ON A VU CHANTER LA) <i>par Claude Métier-di-Nunzio</i>	A	852	22				
Voir aussi : Radio							
SONY : RADIO ICF-PRO POUR L'ECOUTE DU MONDE	E	845	136	TELECOMMUNICATIONS			
SONY : RADIOCASSETTE CFS 930 L ET CFM 160 L	E	845	137	BALISES CELESTES (LES) <i>par Henri Pradenc</i>	H	165	60
SOUCOUPE VOLANTE D'ANTAN : OU SONT-ELLES ?	E	845	73	BUREAUX ENTIEREMENT CABLES <i>par Marc Pasquet</i>	H	165	90
Soudage : poste lucipack pour bricoleurs	E	850	152	CABINE "MAINS LIBRES" ET MINITEL VOCAL <i>par André Soubigou</i>	H	165	12
Soudure amateur (oxygene solide pour)	E	847	152	COMMERCE INTERNATIONAL, GESTION INSTANTANEE <i>par France Lafargue</i>	H	165	102
Souris anémie et greffe génétique	E	847	66	COURRIER (DU) AU TELETEX : FAITES VOS COMPTES <i>par Sylvaine Luckx et Dominique Roux</i>	H	165	106
SOURIS-HOMME (UNE) POUR COMBATTRE LE SIDA <i>par Marcel Contig</i>	A	854	70	DOMOTIQUE : LES MAISONS INTELLIGENTES <i>par Béatrice le Métyer</i>	H	165	35
SPORT CONTRE CANCER	E	850	70	ECOUTES TELEPHONIQUES : PROJET P 415	E	854	91
SPOT (LES IMAGES DE) OFFERTE AU PUBLIC	E	855	164	HABITACLE AUTOMOBILE (L') TELECOMMUNICANT <i>par Béatrice le Métyer</i>	H	165	64
SPOT PHOTOGRAPHIE LES SECRETS DE L'URSS <i>par Jean-René Germain</i>	A	845	84	INFORMATIQUE (MARIAGE DE L') ET DES TELECOMS <i>par Dominique Roux</i>	H	165	134
SPV (DETECTER LE) EN FRANCE	F	852	6	MAISON (TELECOMMANDE TOUTE VOTRE MAISON)	E	848	154
SPV (LE) ETAIT IMAGINAIRE POUR LES MEDECINS	E	849	70	MINITEL (L'EUROPE SUR)	E	854	136
STAGES DE PHOTO RAPPROCHÉE POUR AMATEURS	E	849	147	MINITEL (UN ENREGISTREUR DE PAGES) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	851	134
STAGES ET COURS PHOTO DE LA SAISON 88-89	E	850	148	MINITEL : OUTIL DE FORMATION <i>par Didier Mallet</i>	H	165	150
STATIONNEMENT (LE) VRAIMENT A LA CARTE <i>par Gérard Morice</i>	A	845	102	MINITEL : UNE LOGIQUE REPRODUCTIVE ? <i>par Alain le Diberder</i>	H	165	148
STATIONS ORBITALES <i>par André Tapon</i>	A	855	104	MODÈM (MICRO-) POUR ORDINATEUR DE POCHE	E	846	156
STATIONS SPATIALES MODULAIRES (JEU)	E	855	135	PANAMSAT : TACHE D'HUILE SUR ATLANTIQUE NORD <i>par Henri Pradenc</i>	H	165	111
STATISTIQUES SUR MICRO : AJUSTEZ VOS COURBES <i>par Daniel Ferro</i>	J	849	124	RADIOMESSAGERIE : LE BIP EN POCHE <i>par Paul Maracou</i>	H	165	24
STATISTIQUES SUR MICRO : FEU VERT <i>par Daniel Ferro</i>	J	847	134	RADIOMESSAGERIES : C'EST DANS LA POCHE ! <i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	846	124
STATISTIQUES SUR MICRO : JOUEZ A L'ASSUREUR <i>par Daniel Ferro</i>	J	846	142	RADIOTELÉPHONIE : L'HORIZON DU NUMERIQUE <i>par Paul Maracou</i>	H	165	18
STATISTIQUES SUR MICRO : LES ALEAS <i>par Daniel Ferro</i>	J	845	129	RESEAUX PRIVES (LES NOUVEAUX) <i>par Jean-Claude Delcroix et Michel Volle</i>	H	165	77
STATISTIQUES SUR MICRO : LES SONDAGES <i>par Daniel Ferro</i>	J	848	128	RNIS : OUTIL DE LA COMMUNICATION MULTIMEDIA <i>par Pierrick Debesson</i>	H	165	69
STEREO (VISUALISONS LES EFFETS) <i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	855	148	SATELLITES : DE LA RADIO A L'OPTIQUE	E	847	97
STEREOSCOPE INVERSEUR (PHYSIQUE AMUSANTE) <i>par Renaud de la Taille</i>	J	850	122	TELE-ACHAT : VENTE A DISTANCE <i>par Marie Marchand</i>	H	165	41
STEREOSCOPE PHOTOGRAPHIQUE	E	844	145				
STERILISATEURS UHT PILOTÉS EN TEMPS RÉEL	E	849	99				
STIMULATEUR NEUROMUSCULAIRE "STIPRO 10"	E	849	95				

Index 1988

TELECOMMUNICATIONS							
<i>par Pauline Masquet</i>	H	165	4	TERRE (LA) EST-ELLE UN ÊTRE VIVANT ?	A	853	25
TELECOMMUNICATIONS (L'ÉCLATEMENT DES)	H	165	1	TERRES (Y-A-T-IL D'AUTRES) ?	A	851	51
<i>par Jean-Pierre Ickovics</i>	E	851	82	<i>par Anna Alter</i>			
TELECOMMUNICATIONS : VERS L'ISOLEMENT ?				TERRITOIRE (LES CYCLES DU)			
TELECOMS (LES) AU SERVICE DE LA PRODUCTION	H	165	132	<i>par Jean Boissin</i>	H	163	65
<i>par Jacques Antoine</i>	E	852	121	TESTS (INFORMATIQUE AMUSANTE)			
TELECOPIE : UN RESEAU DIRECT FRANCE-JAPON	E	846	156	<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	846	148
TELECOPIEURS DE VOYAGE				THEORIE DE LOVELOCK	E	849	68
TELEDIFFUSION HAUTE DEFINITION				TERMOREGULATION : LE CONFORT SUR MESURE			
<i>par Henri Pradenc</i>	H	165	57	<i>par Victor Candas</i>	H	163	96
TELEMATIQUE (COMPLETER LE PAPIER PAR LA)	E	855	121	TIRAGES PAPIER PHOTO HAUTE DEFINITION			
TELEMATIQUE : INTERMEDIAIRES ELECTRONIQUES				<i>par Roger Bellone</i>	A	854	150
<i>par Odile Conseil</i>	H	165	97	TISSUS : LA REVOLUTION DES TEXTILES GREFFES			
TELEPHONE (BIENTOT UN ECRAN SUR VOTRE)				<i>par Laurent Douek</i>	A	852	98
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	848	110	TORCHE COBRA	E	855	165
TELEPHONE (BOULE CORD MINDER POUR VOTRE)				TORTURE PSYCHIATRIQUE	F	849	6
TELEPHONE (FILTRE ANTIBRUIT POUR)	E	848	103	TOUR POUR MAQUETTES	E	846	148
TELEPHONE (LE TEMOIN DU)	E	846	150	TOURNEVIS TRANSFORMABLE EN PERCEUSE	E	855	165
TELEPHONE (MUTATION DE L'INDUSTRIE				TOXICOLOGIE : LES DANGERS DE LA PEINTURE	E	851	79
LOURDE DU)				TRACTEUR (MICRO) POUR TONDRE VOTRE PELOUSE	E	845	142
<i>par Roger Bellone</i>	H	165	138	TRAIN (LE) DE L'AVENTURE (JEU)	E	855	138
TELEPHONE : DETECTEUR DE SONNERIE				TRAINS A LEVITATION MAGNETIQUE, MAIS LE TGV ?	E	853	82
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	J	854	169	TRANSFORMATEUR LE PLUS PUISSANT	E	851	105
TELEPHONE: LES STANDARDS MULTISERVICES				TRANSGENIQUE : SOURIS PHARMACIENNES	E	846	60
<i>par Jacques Antoine</i>	H	165	82				
TELEPHONE DE POCHE COMPATIB. RADIOCOM 2000	E	850	152	TRANSPORTS			
TELEPHONE EN BOIS FIDJI	E	846	154	AVION (L') A BON MARCHE MAUVAIS POUR			
TELEPHONE POUR HANDICAPES	E	853	116	LE CŒUR	E	854	94
TELEPHONES LIBRES : L'EXEMPLE AMERICAIN				BATEAU (LE) QUI ROULE COMME UNE AUTO			
<i>par Daniel Soulié</i>	H	165	144	<i>par Renaud de la Taille</i>	A	855	118
TELEVISIONS CABLES : DES FILS A RETORDRE				BATEAUX (BOITE NOIRE POUR)	E	848	103
<i>par Alain Bussion</i>	H	165	50	LOGEMENT-TRAVAIL (INADEQUATION)	E	845	101
TELEX (LE) QUI NE SORT PAS DE L'ENTREPRISE	E	844	94	MOTO : FREINAGE A BLOC SANS BLOCAGE			
VISIOPHONE (L'AVENIR DU)				<i>par Laurent Douek</i>	A	849	104
<i>par Odile Conseil</i>	H	165	28	MOTOCYCLETTE CARENEE : CEKOMOBIL	F	855	8
VISIOPHONE SONY PCT 10	E	853	164	SATELLITES DE NAVIGATION POUR SE REPERER			
TELESCOPE ASSISE PAR ORDINATEUR				<i>par Serge Brosselin</i>	A	844	82
TELESCOPE DE 4,2 METRES EN ESPAGNE	E	852	153	SECURITE : DORMEURS EVEILLES AUX			
<i>par Yves Delaye</i>	A	854	32	COMMANDES			
TELESCOPE ET MONTURE AZIMUTALE				<i>par Jean-Michel Bader</i>	A	855	61
<i>par Yves Delaye</i>	J	847	137	TRAINS A LEVITATION MAGNETIQUE, MAIS			
TELESCOPES GEANTS (LA COURSE AUX)				LE TGV ?	E	853	82
<i>par Anna Alter</i>	A	849	14	TUNNEL SOUS LA MANCHE	E	854	139
TELESURVEILLANCE : SIRENES ANTICAMBRIOLE				TUNNEL SOUS LA MANCHE ET DOUANES	E	846	108
<i>par Henri-Pierre Penel et Laurent Douek</i>	A	850	108	VESPA (APRES LA), LA COSA	E	846	156
				<i>Voir aussi : Aéronautique, Automobile</i>			
TELEVISION							
ANTENNE DE TELEVISION MAXVIEW OMNIMAX	E	855	166	TRAUMATOLOGIE : EXERCICE PHYSIQUE, DANGER	E	854	92
AUDIOSONIC : MARIAGE RADIO-TELEVISION	E	844	146	TRAVAUX PUBLICS : RECORDS AU JAPON	E	846	109
ECRAN PLAT (GRAND) FRANCO-JAPONAIS	E	852	154	TRAVAUX PUBLICS ET CONTRE-CHOC PETROLIER	F	849	94
HIFI-TELEVISION : LE MARIAGE				TRAVAUX PUBLICS ET INNOVATION	E	849	97
(SCHNEIDER ATRON)	E	844	146	TREMLEMENTS DE TERRE : 175 EN 36 JOURS	E	851	80
JEU VIDEO : TIREZ SUR LA CINQ (CAPTAIN POWER)	E	844	146	TREMLEMENTS DE TERRE : 1987 ANNEE RECORD	E	848	50
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	848	112	TRÉPLIN MAGNETIQUE (PHYSIQUE AMUSANTE)			
MAGNETOSCOPE A TELEVISEUR INTEGRE CASIO	E	846	153	<i>par Renaud de la Taille</i>	J	845	118
PHILIPS 33 CE 7535 : PETIT ECRAN DANS LE GRAND	E	853	163	TRICYCLE TOUT TERRAIN TWIN SPECIAL	E	852	156
PIANO TELECOMMANDE PAR LA TELEVISION	E	844	144	TRIRÈME : GAUCHE OU DROITE ?	F	845	6
RECEPTEURS CAPTANT LES TELEVISIONS				TRUFFE (LA) A LA CARTE			
DU MONDE	E	845	139	<i>par Didier Dubrana</i>	A	855	99
SABA 63 PL 860 : TELE A L'ECOUTE DU MONDE	E	853	161	TUBERCULOSE : LES MAIGRES SONT PLUS EXPOSES	E	846	60
SATELLITE TV-SAT 1 : L'ARTHROSE				TUNNEL (LE PLUS LONG) DU MONDE (JAPONAIS)			
<i>par Henri-Pierre Penel</i>	A	844	72	TUNNEL SOUS LA MANCHE	A	848	96
TELE-ACHAT : VENTE A DISTANCE				TUNNEL SOUS LA MANCHE ET DOUANES	E	854	139
<i>par Marie Marchand</i>	H	165	41	TYPHON (UN) DANS UNE BOUTEILLE (PHYS. AMUS.)	E	846	108
TELEMAGNETOSCOPE (LE) AMSTRAD EST NE	E	849	148	<i>par Renaud de la Taille</i>	J	854	162
TELE-MAGNETOSCOPE (COMBINE PORTABLE)	E	851	144				
TELEDIFFUSION HAUTE DEFINITION				U			
<i>par Henri Pradenc</i>	H	165	57	ULCERE D'ESTOMAC	E	844	59
TELEVISEUR BLAUPUNKT CS 8278	E	846	152	UNIVERS (L') EMBALLE DANS UN SAC DE PEAU	E	854	94
TELEVISEUR COULEUR MINIATURE SECAM CITIZEN	E	847	151	UNIVERS (L') EST UN PALAIS DES GLACES			
TELEVISEUR MODULAIRE (MINI) SONY	E	855	162	<i>par Anna Alter</i>	A	845	12
TELEVISION HAUTE DEFINITION (UN STANDARD ?)	E	846	152	UNIVERSITE : VERS UN NOUVEAU MONDE ?	E	852	118
TELEVISION PAR CABLE				URSS : ACADEMIE DES SCIENCES SOVIETIQUES			
<i>par Roger Bellone</i>	A	846	62	<i>par Jean-René Germain</i>	A	848	68
TELEVISION PAR MICRO-ONDES	E	851	142	USINE (UNE PERSONNE POUR FAIRE FonCTIONNER L')	E	846	109
TELEVISION POUR 690 F : BALADIN	E	846	152	V			
TELEVISIONS CABLEES : DES FILS A RETORDRE				VAVILOV : UN GALILEE SOVIETIQUE			
<i>par Alain Bussion</i>	H	165	50	<i>par Denis Biocan</i>	A	847	28
TELEVISION (HAUTE QUALITE EN) MATSHUSHITA	E	851	142	VELO GOSSAMER ALBATROS	E	849	67

VENIN DE COBRA	E	846	57	SOLARISEUR VIDEO (ELECTRONIQUE AMUSANTE)		
VERRES DE CONTACT (LES) ONT CENT ANS	E	846	110	par Henri-Pierre Penel	J	848 135
VESPA (APRES LA), LA COSA	E	846	156	TELE-MAGNETOSCOPE (COMBINE PORTABLE)	E	851 144
VETEMENT POUR BEBE DORELOT PILIDOU	E	847	92	TELEMAGNETOSCOPE (LE) AMSTRAD EST NE	E	849 148
VETEMENT QUI MANGE LA POUSSIÈRE	E	844	94	VIDEO AUX PEAGES ROUTIERS		
VETEMENTS SPATIAUX : LA HAUTE COUTURE par Jean-René Germain	A	855	111	par Henri-Pierre Penel	A	851 96
VETERINAIRES (LES) S'INFORMATISENT	E	844	95	VIDEO-MAGAZINE INTERACTIF A FAIBLE COUT	E	853 114
VIDANGEZ VOTRE VOITURE SANS VOUS SALIR	E	847	153	VIDEOPROJECTEUR COMPACT LC 500 PS KODAK	E	855 163
VIDEO				VIN (POMPE CONTRE L'OXYDATION DU) VIN : L'EAU LOURDE TRAHIT LE PINARD	E	849 150
CAMERAS VIDEO A 2 MILLIONS DE POINTS	E	849	148	par Alexandre Dorozynski	A	852 109
CAMESCOPE (PIED DE POITRINE POUR)	E	854	176	VIN BOUCHONNE (FINI LE)	E	852 119
CAMESCOPE (UN ACROBATE POUR VOTRE)	E	851	145	VIOLON : LES CENDRES DU STRADIVARIUS		
CAMESCOPE (VISEUR COULEUR POUR)	E	854	176	par Renaud de la Taille	A	849 59
CAMESCOPE 8 MM CANON E 708	E	853	160	VIPERE DE MALAISIE	E	847 68
CAMESCOPE BEAUVILLE BV8 440	E	844	144	VIRAGES ET LOOPINGS (INFORMATIQUE AMUSANTE)		
CAMESCOPE HAUTE DEFINITION BAUER	E	849	149	par Henri-Pierre Penel	J	851 129
CAMESCOPE SONY CCD V2 (SON)			VIRCHOW, NEANDERTHAL ET LES COSAQUES	F	854 8	
NUMERIQUE SUR LE	E	854	177	WISEUR D'ANGLE PHOTO LEICA	E	851 143
CAMESCOPE SUBMERSIBLE HANDYCAM SONY	E	851	145	VISIOPHONE (L'AVENIR DU)		
CAMESCOPES 8 MM HAUTE DEFINITION (VERS DES)	E	850	148	par Odile Conseil	H	165 28
CAMESCOPES HAUTE DEFINITION NIKON	E	855	161	VISIOPHONE SONY PCT 10	E	853 164
CAMESCOPES HAUTES VITESSES	E	844	147	VITAMINE A ET HEPATITE B (liaisons coupables)		
CAMESCOPES VIDEO 8 - STANDARD PAL par Laurent Douek	A	847	108	par Jacques Happa	A	844 34
DISQUE COMPACT VIDEO CDV 475	E	853	162	VITICULTURE : TAILLE PNEUMATIQUE	E	847 94
DISQUE COMPACT VIDEO PHILIPS-DU PONT			VITICULTURE : ROBOT GREFFEUR	E	845 95	
OPTICAL	E	855	162	VITICULTURE : SECATEUR ELECTRONIQUE	E	845 95
DISQUE OPTIQUE NUMERIQUE HAUTE DEFINITION	E	852	154	VIVISECTION ET CORRIDAS	F	852 7
ENREGISTREMENT PERPENDICULAIRE	E	850	150	VIVISECTION ET TAUROMACHIE	E	849 70
FILMS ET DIAPPOSITIVES SUR CASSETTE VIDEO	E	849	148	VIVITAR 300 Z (PHOTO)	E	852 154
HIFI : CHAINE MARANTZ OUVERTE A LA VIDEO	E	853	161	VOITURE A CHEVAL A UN SEUL BRANCARD	M	851 104
JEU VIDEO : TIREZ SUR LA CINQ (CAPTAIN POWER) par Henri-Pierre Penel	A	848	112	VOIX (ON A VU CHANTER LA)		
JEU VIDEO COMPATIBLE AVEC CAPTAIN POWER par Henri-Pierre Penel	J	849	122	par Claude Métier-di-Nunzio	A	852 22
MAGNETOSCOPE (UN) AVEC ECRAN INCORPORE	E	855	160	VOLCANIQUE (ASSOCIATION EUROPEENNE)	E	851 147
MAGNETOSCOPE : COPIER LA VIDEO 8MM SUR VHS	E	854	176	VOLCANS (LES FAISEURS DE)		
MAGNETOSCOPE A TELEVISSEUR INTEGRÉ CASIO	E	846	153	par Isabelle Bourdial	A	849 32
MAGNETOSCOPE NUMERIQUE SECAM HITACHI	E	853	162	VOLUMES (CREONS DES), INFORMATIQUE AMUSANTE		
MAGNETOSCOPE NUMERIQUE SLV-7 SONY	E	854	175	par Henri-Pierre Penel	J	844 126
MAGNETOSCOPE PAL-SECAM ET HAUTE FIDELITE	E	848	148	VOYAGE AUX EXTRÉMES (JOURNAL DE L'ASTRONOME)		
MAGNETOSCOPE PHILIPS VR 6970	E	852	152	par Yves Delaye	J	848 124
MASTER SYSTEM (JEU VIDEO)	E	855	135	VULGARISATION SCIENTIFIQUE	F	855 14
PHOTO MAGNETIQUE	E	854	177	YZ		
PHOTOGRAPHIER LES ECRANS VIDEO (POLAROID)	E	849	149	YAOURT : CONTRE L'OSTEOPOROSE	E	845 74
PHOTOKINA 88 : MARIAGE DE RAISON			YAOURT NOUVEAU (LE) EST ARRIVE	E	848 49	
PHOTO-VIDEO par Roger Bellone	A	853	126	ZODIAQUE EN BOUTONNIERE	M	845 100
RÉGIE DE MONTAGE VIDEO POUR AMATEURS	E	852	155	ZOMBIES : LE POISON DES MORTS-VIVANTS		
			par Jacqueline Renaud	A	854 52	
			ZOOM AUTOMATISANT MISE AU POINT DES REFLEX	E	844 146	
			ZOOM SUR LES COMPACTS 24 x 36	E	847 149	



BON DE COMMANDE

A découper ou recopier et à retourner paient joint à SCIENCE & VIE, 5 rue de la Baume, 75008 Paris

- Veuillez m'adresser

Les numéros mensuels

Au prix unitaire franco de port de : 18 F (étranger 23,00 F)

Les numéros Hors-Série

Au prix unitaire franco de port de : 22 F (étranger 30,00 F)

NOM : _____ PRENOM : _____

ADRESSE : _____

CODE POSTAL : _____ VILLE : _____

- Ci-joint mon règlement de : _____ F par chèque établi à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED (étranger : chèque compensable à Paris ou mandat international).

LUBRIFIANTS : TROP DE BIDONS "BIDON"

(suite de la page 115)

L'accord commercial entre Renault et Elf, pour prendre un exemple, s'accompagne aussi d'une fructueuse coopération technique. Mais pourquoi Renault affiche-t-il ostensiblement la préconisation Elf au lieu de spécifier tout aussi ostensiblement : "exigence API SF" sur le bouchon de remplissage ? Pourquoi les bidons vendus, quelle que soit la marque, n'arborent-ils pas API SF, CCMC G1 ou DB (homologation Daimler Benz) en aussi gros caractère que SAE 15 W 50 ? Le client, ainsi alerté, pourrait devenir aussi vigilant que lorsqu'il fait le plein de carburant : qui est aujourd'hui incompétent ou étourdi au point de se ravitailler en essence pour un Diesel ? Qui le sera demain pour s'approvisionner en super plombé en lieu et place d'Eurosuper sans plomb ?

Car le constat actuel est inquiétant : près de 40 % des huiles de moteur, soit quelque 100 000 tonnes par an, sont achetés en grande surface par des particuliers qui font leur vidange eux-mêmes ou la font exécuter par un "ami qui s'y connaît", qui s'en servent pour faire l'appoint en cours de service. Achetés aussi par des petits garagistes qui ne sont pas visités par des représentants de marques.

Quelle est la qualité de cette huile ? "Homologuée CCMC", affichent les emballages : or, le CCMC propose des normes, il n'homologue pas. A quel niveau de norme CCMC, G1, G2 ou G3 ? Motus. Combien de temps, au bout de quelle durée de service cette huile conserve-t-elle ses caractéristiques d'origine ? Motus encore...

Quand ledit consommateur est pris au piège de sa bonne foi et de sa naïveté, il ne lui reste plus que ses yeux pour pleurer. Les constructeurs ont beau jeu de dégager leur responsabilité, d'arguer que l'huile utilisée ne correspondait pas aux exigences requises. C'est trop facile. Qui a banalisé le produit ? Qui s'est prévalu d'une qualité telle que les vidanges puissent être espacées de 15 000 km ?

Le Français parcourt en moyenne 12 000 km par an. Peut-il s'autoriser une vidange tous les 15 mois ? En hiver, sur des parcours urbains, son huile aura à peine le temps de chauffer avant que le contact soit coupé. Elle se chargera au maximum de résidus de combustion, de carburant imbrûlé et d'eau. En été, elle devra affronter les contraintes à pleine charge sur autoroute. Mais quelle sera alors sa viscosité ? Quelle sera l'efficacité des additifs censés l'améliorer ? Qu'on lui conseille au minimum de vidanger au sortir de l'hiver et non au retour des vacances d'été. Qu'on lui conseille surtout des vidanges saisonnières, programmées dans le temps et non par intervalles kilométriques. Que, partant, il soit convaincu que la "deuxième voiture", celle qu'on sacrifie, est pourtant beaucoup plus sollicitée que la première, car soumise

au pire régime, celui de l'incessant "stop and go".

Entre commerçants et techniciens, le discours diverge : « Une mécanique comme celle-là nous expose à des problèmes très aigus de lubrification », nous confiait M. Lallièvre, directeur du service moteurs de Renault, lors de la sortie de la 21 turbo. Et il est vrai qu'un turbo tournant à 100 000 t/min exige à lui seul presqu'autant d'huile que le reste du moteur pour lubrifier et évacuer les calories de son axe ; qu'immédiatement après l'arrêt, la température de l'huile à cet endroit peut grimper jusqu'à ... 400°C ! Sur une Renault 25 V6 turbo, l'agencement sous le capot est tel que toutes les calories affluent vers la boîte de vitesses. La température du lubrifiant y atteint jusqu'à 160°C, et non pas en crête, mais en régime de fonctionnement permanent à pleine charge. Face à ce constat, Renault a demandé à Elf de reformuler le lubrifiant et, dans le réseau Renault (concessionnaires et agents), le mot de passe est : « Changer fréquemment l'huile de boîte. »

Le message à l'adresse du client est tout autre. Pour argumenter le lancement commercial de sa 19, Renault a revendiqué un espacement des vidanges (y compris la première visite) de 10 000 kilomètres, et des boîtes lubrifiées... à vie. Audace autorisée par les progrès en matière d'additifs multigrades, lubrifiant aussi bien à froid qu'à chaud et insensibles au cisaillement malgré le laminage auquel ils sont soumis dans ce type d'usage. Dieu sait pourtant si, là encore, il faut éviter d'évacuer le problème : les spécialistes ont été mis à rude contribution lors du passage aux boîtes à cinq rapports. Les dimensions des synchros ont été réduites, pour gagner l'encombrement nécessaire au logement du 5^e rapport, et il a fallu résoudre des problèmes d'usure.

Qu'en conclut le client Renault, par un amalgame tout à fait compréhensible ? Que la qualité Renault est telle que la lubrification de sa 21 turbo n'est pas un souci, et que celle de la boîte de sa 25 V6 ne saurait le trahir...

Le comportement des constructeurs, des fabricants de lubrifiants et des organismes de coordination est donc incohérent. Les premiers tendent à faire oublier un problème qui est pourtant étroitement lié à leur image, aux prestations de leurs modèles. Les deuxièmes se dégradent en s'abaissez à concurrencer des commerçants qui n'engagent pas leur responsabilité. Les troisièmes enfin n'arrivent pas à imposer un label clair, bien visible et informatif.

Pour simplifier et mettre l'usager à l'abri de toute déconvenue, pour obtenir de l'huile le service qu'on est en droit d'en attendre, faut-il balayer toute notion de marque, de slogan, de palmarès ou de références et recommander le label DB (Daimler Benz) ou VW ? En l'état actuel des choses, tout le monde y gagnerait, même si ledit label se paye plus cher qu'un bidon "bidon".

Luc Augier

POUR UNE NOUVELLE PEDAGOGIE DES SCIENCES

(suite de la page 44)

même si toute l'histoire des sciences est là pour nous prouver que les progrès du savoir sont dus à la remise en cause de principes reconnus. Sans reprendre ici le récit des grands moments de l'histoire des sciences : Copernic, Lavoisier, Darwin, Boltzmann, Pasteur, il est clair qu'à chacune de ces époques mettre en doute la vérité enseignée n'était pas mettre en évidence la relativité des connaissances, c'était mettre en doute la parole du maître (des maîtres). Quand l'institution oublie le caractère contestataire de la découverte scientifique, elle ne demande plus à l'élève, à l'étudiant, au débutant de penser. Elle lui demande d'apprendre.

Comme je l'écrivais déjà en 1971, « un enseignement de la science qui n'apprend pas à penser n'est pas un enseignement de la science, il est un enseignement de la soumission... ». Il est clair que la seule réponse possible est la révolte, et cette révolte se tourne non seulement contre le contenu de l'enseignement scientifique, mais aussi contre l'idéologie qui semble l'inspirer, contre l'institution scientifique et la "science officielle" qu'elle contrôle. C'est là qu'il faut chercher la signification du recours à l'astrologie, aux amulettes, au spiritisme, à la parapsychologie, que l'on rencontre un peu partout dans le monde.

Changer le statut de l'enseignement des sciences est donc d'une importance fondamentale. Encore faudrait-il que les "décideurs" en sentent le besoin. Le système institutionnel est un système clos ; son ouverture ne peut venir que de l'extérieur. Il me semble nécessaire non pas tant d'enseigner la science, que de faire comprendre la nature de la science. Il ne s'agit plus d'enseigner les sciences à l'école avec des buts d'il y a un siècle. Les programmes étaient alors conçus de manière à accumuler les connaissances permettant d'accéder aux plus hauts diplômes scientifiques.

On ne peut envisager aujourd'hui que la moitié ou le quart d'une classe d'âge soit, d'une façon ou d'une autre, préparés à exercer des métiers scientifiques. Par contre, il me paraît indispensable que tous aient compris la nature de la science, ses objectifs, et en particulier cette idée que le discours scientifique se rapporte à une réalité qu'il décrit. Si l'on admet que la recherche scientifique est une nécessité de la société moderne, afin d'assurer le développement scientifique et technique, elle doit être contrôlée au sens politique du terme. Il me paraît alors impérieux que le public ne soit pas porteur de ce sentiment de haine et d'horreur de la science, qu'il en reconnaissse la valeur et l'importance.

Evry Schatzman

Comment j'ai réussi à tous les examens et concours où je me suis présenté

Pendant des années, j'ai peiné dans mes études, j'ai beaucoup travaillé et pourtant je n'obtenais que des résultats moyens. Et puis, un jour, tout a changé. J'ai rencontré un professeur qui m'a expliqué que dans les écoles, les collèges, les lycées, on nous apprenait beaucoup de choses, mais pas l'essentiel. Car, l'essentiel (et c'est par là qu'il faudrait commencer), c'est de connaître les techniques modernes de l'apprentissage. Il faut d'abord «apprendre à apprendre» me dit-il.

J'ai appris à lire deux fois plus vite. Et il me révélait des techniques surprenantes qui permettent de lire deux fois plus vite, d'étudier en moitié moins de temps, de retenir tout sans effort. Pour me donner un exemple, il m'enseigna comment se rappeler instantanément et après une seule lecture, une liste de 50 mots quelconques n'ayant aucun rapport entre eux. J'en fis l'essai et je réussis aussitôt. Il me montra comment, de la même manière, on peut retenir instantanément 20 nombres de 4 chiffres en ne les ayant lus qu'une fois. J'essayai et je réussis également. Il m'expliqua aussi comment se trouver psychologiquement dans les meilleures conditions lors d'un examen, comment être plus efficace à l'oral.

On peut connaître l'essentiel d'un livre en une heure. Il m'apprit ensuite à retenir une conférence sans notes et m'indiqua une méthode stupéfiante de simplicité pour connaître l'essentiel d'un livre de 300 pages en une heure. J'appris également à avoir la forme physique pour l'examen, à améliorer mon expression orale, à tirer grand parti d'un magnétophone pour faciliter l'étude, à développer mon pouvoir d'attention et de concentration, à améliorer ma volonté et à contrôler mes émotions.

Un vrai miracle pour réussir. Le résultat de tout ceci, j'ose à peine l'écrire, car cela paraît immodeste, c'est qu'en travaillant sans fatigue, j'ai obtenu à partir de ce jour les plus brillants résultats : j'ai décroché mon baccalauréat (mathématiques) du premier coup, j'ai été reçu à HEC après un an de préparation seulement, j'en suis sorti dans les 25 premiers, et pour me distraire, j'ai passé en même temps avec succès quelques autres examens en langues, comptabilité, droit, etc.

Avec cette méthode, il est tellement facile de réussir brillamment n'importe quelles études, que j'ai voulu en faire bénéficier tous ceux que cela intéresse. Je l'ai rédigée et améliorée encore avec des psychologues spécialistes de la mémoire et de l'apprentissage. Il est évident que ceux qui appliquent cette méthode bénéficient d'un avantage considérable par rapport à ceux qui en ignorent les principes.

Etudiez mieux, avec moins d'effort. N'hésitez donc pas à vous donner cet atout extraordinaire. Vous aussi, vous pouvez étudier avec moins d'effort et davantage de résultats, réussir facilement tous vos examens ou concours en appliquant la méthode dont je viens de parler. Pour en savoir plus, demandez la brochure gratuite offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage supplémentaire particulièrement intéressant.

Marc A., HEC

GRATUIT ! 1 brochure + 1 test

Découpez ce bon et renvoyez-le à Service X, Centre d'Etudes, 1, av. Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. Veuillez m'envoyer votre brochure gratuite «La méthode infaillible pour réussir études, examens et concours» et me documenter sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais (étranger: 5 coupons-réponse).

X 14 P

Mon nom:

Prénom:

Mon adresse complète:

Code postal:

Ville:

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 4837
35, rue Collange - 92303 Levallois.**

Tél. : (1) 42.70.81.88

LE MASSACRE EN CONSERVE

(suite de la p. 87)

certes de repérer des armes, à la rigueur des détonateurs métalliques si "l'examinateur" est un très bon spécialiste, mais ne révèle pas l'explosif lui-même. De plus on se heurte au problème de vigilance : devant des écrans sur lesquels défilent des centaines de colis anodins, l'attention finit par baisser au bout de 20 à 30 minutes.

Il y a bien des chiens spécialement dressés à flairer les explosifs, mais ils posent les mêmes problèmes que tout animal. Par contre il existe maintenant un renifleur électronique mis au point par la Thermedics Inc. de Woburn (Mass.) ; cet *Explosives Vapor Detector* comporte un détecteur qu'on promène à la main sur toute valise suspecte (et il faut déjà qu'elle le soit) et dans lequel il y a une capsule qui recueille les gaz émis.

Ces gaz seront ensuite analysés par une valise laboratoire portative. En général, les explosifs étant des composés organiques, ils exhalent des vapeurs susceptibles d'être décelées dans leur voisinage immédiat. Ces émanations peuvent être parfois suffisantes pour que l'appareil les détecte en "flairant" l'air ambiant dans la pièce où sont entassés les bagages. De tels renifleurs sont déjà en service à Los Angeles, à San Francisco et à Orly.

Plus efficace encore semble être l'appareil de Westinghouse et Science Applications : il s'agit d'un détecteur d'explosifs par activation thermique de neutrons, dit TNA pour *Thermal Neutron Activation*. Le principe est simple : tout corps soumis à un rayonnement électromagnétique ou corporel émet en retour un autre rayonnement dont la fréquence est caractéristique des éléments qui le composent ; c'est, en physique, un processus classique d'analyse. Ici on se sert de substances radioactives pour exposer les matériaux à tester à un bombardement de neutrons ; le rayonnement émis en retour, une fois analysé, permet de savoir quels éléments, et dans quelles proportions, constituent le matériau. Or les explosifs sont à base de nitrates ou nitrures, qui ont sans doute leur place dans les champs comme engrains mais dont la présence dans une valise ou un colis justifiera une fouille approfondie.

Si cet appareil, couplé à un ordinateur, permet de traiter des centaines de bagages par heure, il constituera une bonne parade aux colis piégés. Mais il serait évidemment beaucoup plus sûr de ne plus fabriquer des détonateurs miniaturisés logés dans des stylos, des montres ou des appareils radio, qui n'ont aucune application militaire et dont la seule raison d'être reste le terrorisme.

Renaud de La Taille

LES OISEAUX CONDAMNÉS AU POTEAU

(suite de la page 63)

Et le modèle en plastique ne serait pas la solution idéale. Il y a des lignes qui ont perdu leurs obturateurs à la suite de modifications techniques.

Après bien des négociations, la compagnie a accepté de financer le matériel nécessaire au rebouchage, la recherche des lignes dangereuses et l'obturation restant à la charge des associations de protection de la nature. Malheureusement, le dixième à peine de ces associations a assez d'hommes et de temps pour pouvoir intervenir. Le problème est donc loin d'être résolu aujourd'hui. Est-ce vraiment si cher que d'obturer ces poteaux ? « Chaque année, l'exploitation du téléphone rapporte des milliards, alors que l'obturation des poteaux ne coûterait que quelques millions, » rappelle Jean Durand.

Fin 88, les PTT ont accepté de publier un article sur le sujet dans leur revue interne *Fréquences Télécom*, tirée à 170 000 exemplaires, afin d'alerter ses agents les plus aptes à agir sur le terrain. Depuis le début de cette année, les responsables témoignent cependant de bonne volonté. Il existe désormais une convention nationale type destinée à faciliter la coopération entre les centres régionaux et les associations naturalistes, pour faire les obturations de poteaux. Une circulaire signée par M. Dupire, chef du Service du trafic, engage tous les directeurs régionaux à participer à cette opération, au nom de l'image de France Télécom.

Beaucoup mieux : France Télécom a décidé d'enterrer toutes ses lignes. Un événement pour nos paysages. Mais il y faudra 20 ans. C'est que l'entretien des lignes aériennes coûte trop cher : la neige, le givre, des tempêtes comme celle qu'a connue la Bretagne l'an passé, provoquent des dégâts considérables. De plus, les "cartons" involontaires des chasseurs sur les lignes n'arrangent rien...

Reste aussi à savoir ce qu'on va faire des fameux poteaux, dont il reste des stocks impressionnantes. Ils servent quelquefois à la construction de hangars agricoles, mais ils risquent aussi d'être exportés, non obturés, vers d'autres pays avec la menace que l'on sait. La LPO reste donc extrêmement vigilante.

En attendant, ce sont des bénévoles qui牺牲ent leur temps libre et obturent inlassablement, un à un, les poteaux creux dans tout le pays. Comparez avec la puissance des Télécom et d'EDF. Les moyens mis en œuvre en matière de protection du patrimoine naturel, sont sans commune mesure avec les nuisances provoquées par les responsables eux-mêmes. Et passons sur la supercherie qui voudrait déguiser des actions de réhabilitation en généreux cadeaux...

Marc Giraud



COMMENT AMÉLIORER LES PERFORMANCES DU MATÉRIEL ET DES LOGICIELS DES IBM PC/PS ET COMPATIBLES

Voici un ouvrage unique de 888 pages, qui vous permettra d'obtenir davantage de votre IBM PC/PS,

AMSTRAD PC 1512, BULL, COMMODORE, COMPAC, OLIVETTI, SANYO, TANDON, ZENITH et tous les autres compatibles...

• Apprenez à connaître votre PC/PS. Découvrez tous les détails, les divers groupes de fonction des systèmes PC, XT et AT. • Maîtrisez son système d'exploitation. Découvrez la structure du système PCMS-DOS, la constitution et le rôle du BIOS, du DOS. • Devenez expert en connectique. Très vite, à la lecture de cet ouvrage, vous connaîtrez toutes les "fincelles" de la connectique. • Profitez d'utilitaires, trucs et "astuces"... Ils vous sont tous dévoilés pour le contrôle et l'entretien de votre ordinateur et de ses périphériques. • Découvrez la conception et les techniques de programmation. L'ouvrage vous dévoile les meilleures méthodes de conception de programmes avec de nombreux exemples. • Utilisez toutes les applications télématiques. De la conception d'un modem à la réalisation de programmes de communications, émulation vidéotex, etc...

EXTRATS DU SOMMAIRE 11 POINTS FORTS

1. Guide de l'utilisateur.
2. Ordinateurs personnels IBM-PC et compatibles : des PC au PS/2.
3. Architecture matérielle et logicielle du PC.
4. Systèmes d'exploitation.
5. Langages de programmation.
6. Techniques de base de la programmation.
7. Utilitaires, trucs et astuces.
8. Extensions du PC.
9. Solutions types.
10. Utilisations spéciales du PC.
11. Annexes.

RESTEZ "BRANCHE" EN PERMANENCE

Grâce à des compléments/mises à jour, de 150 pages, envoyés tous les 2 mois en principe, vous découvrirez les nouvelles techniques de programmation, les nouveaux trucs et de nombreuses applications des nouveaux logiciels (vous pouvez annuler ce service sur simple demande).

La Garantie WEKA : "Satisfait ou Remboursé"

Vous ne prenez aucun risque en commandant l'ouvrage. Si vous estimatez qu'il ne correspond pas complètement à votre attente, vous conservez la possibilité de le retourner aux Editions Weka et d'être alors intégralement remboursé. Cette possibilité vous est garantie pour un délai de 15 jours à partir de la réception de l'ouvrage. La même garantie vous est consentie pour les envois de compléments/mises à jour.

Éditions WEKA, 82, rue Curial 75019 Paris - SARL au capital de 2 400 000 F RC Paris B 316 224 617 - Tél. : (1) 40.37.01.00

VOTRE CADEAU GRATUIT. LA DISQUETTE WEKA

Elle contient les programmes exclusifs écrits par nos auteurs. Vous évitez ainsi de perdre un temps précieux à la saisie des programmes de l'ouvrage.



BON DE COMMANDE

A retourner, avec votre règlement, sous enveloppe sans timbrer à :
Editions WEKA, Libre Réponse n° 5, 75941 PARIS CEDEX 19

- Veuillez m'envoyer "Comment améliorer les performances du matériel et des logiciels des IBM PC/PS et compatibles". 888 pages, format 21 x 29,7 cm, au prix de 450 F TTC franco, ainsi que mon cadeau gratuit : la disquette Weka. J'accepte de recevoir automatiquement les compléments/mises à jour de 150 pages environ au prix de 230 F TTC franco. Je conserve la possibilité d'arrêter ce service à tout moment.

Nom _____ Prénom _____

N° & Rue _____

Code Postal _____ Ville _____

Tél. _____ date _____

Signature _____ SV 960508

ON A PRESQUE "VU" LA NAISSANCE DE L'UNIVERS

(suite de la page 39)

au début, quitteraient la scène les uns après les autres à mesure que progresse l'intrigue. Exit les neutrinos au moment du découplage ; exit les photons à la recombinaison.

Cela dit, reformulons une dernière fois notre question : pourra-t-on un jour "voir" ce qui s'est passé avant la première seconde ? Et, à la limite, pourra-t-on "voir" le Big Bang originel lui-même ? Pour répondre à ces questions, il faut d'abord savoir ce qu'éventuellement on pourrait voir ; et même, s'il y a encore quelque chose qui puisse être vu ! Car, si les équations mathématiques n'interdisent pas de concevoir l'instant $t = 0$, notre connaissance de la physique ne nous permet pas de remonter en-deçà d'une certaine époque que les cosmologistes ont baptisée l'"ère de Planck". A cette époque, la théorie de la relativité générale n'est plus suffisante pour expliquer l'Univers, qui est alors un objet quantique. Il faudrait une théorie nouvelle mariant la relativité générale et la mécanique quan-

tique. Cette synthèse, Einstein lui-même l'a tentée durant les quarante dernières années de sa vie. En vain. Aujourd'hui, malgré les efforts passionnés de physiciens comme Stephen Hawking, l'entreprise demeure balbutiante.

Mais, si l'on n'a que peu d'idées sur la nature de l'Univers à l'ère de Planck, on peut cependant en imaginer certains aspects. Pour cela, nous allons nous servir de trois constantes fondamentales de la nature : la vitesse de la lumière ($c = 300\,000 \text{ km/sec}$) ; la constante de gravitation universelle ($G = 6,672 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g/sec}^2$) ; la constante de Planck ($\hbar = 6,625 \cdot 10^{-37} \text{ g/cm}^2/\text{sec}$). Pourquoi ces trois paramètres ? Pour prendre en compte, d'une part, le caractère quantique de l'Univers (constante de Planck) et, d'autre part, son caractère "relativiste général" (constante de gravitation et vitesse de la lumière). En combinant ces trois constantes, on peut élaborer différentes grandeurs, dites "grandeur de Planck" :

- un temps de Planck : 10^{-43} sec
- une longueur de Planck : 10^{-33} cm
- une énergie de Planck : 10^{19} GeV
- une température de Planck (en appliquant la constante de Boltzmann à l'énergie de Planck) : 10^{32} K
- une densité de Planck : 10^{93} g/cm^3 .

En clair, cela signifie qu'à l'instant 10^{-43} sec après le Big Bang (date de l'ère de Planck) il régnait une température de 10^{32} K , que les éléments constitutifs du magma primordial n'étaient séparés que de 10^{-33} cm et que la totalité de l'Univers était ramassée dans une boule de feu supermassive de 10^{90} kg par centimètre cube. Des ordres de grandeur qui passent l'entendement si l'on veut bien se rappeler que le rayon d'une particule élémentaire comme le proton est de 10^{-15} cm , que le temps que met la lumière pour traverser une distance égale à celle d'un noyau d'atome est approximativement de 10^{-24} sec , et que la densité actuelle de l'Univers est en moyenne de 10^{-30} g/cm^3 .

En attendant qu'une théorie convaincante rende compte de cette période, certains physiciens pensent qu'à des énergies aussi grandes et à des distances aussi petites, non seulement les quatre interactions fondamentales étaient unifiées, mais que cette interaction unique avait un caractère essentiellement gravitationnel. Aussi n'excluent-ils pas que l'on puisse un jour détecter des ondes gravitationnelles primordiales qui témoigneraient de l'état de l'Univers à cette époque.

Quant à "voir" le Big Bang, il ne saurait en être question. En effet, en deçà de 10^{-43} seconde , nous sommes en terre inconnue. Nous ne savons pas comment se présentait l'Univers — donc ce qu'il y aurait à "voir". Nous ne savons même pas si le concept espace-temps avait alors une signification...

Alain Mazure

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas)

Dessin de couverture : C. Jégou ; p. 2 : J. F. Noblet/FRAPNA — D. E. Catelein — Dao — Louchard & Glouton ; p. 3 : J. Marquis — DR — The J. Paul Getty Museum — Minkowsky/Liaison ; p. 16 : Alinari/Giraudon ; p. 20 : Louchard & Glouton ; p. 25 : J. Andanson/Sygma ; p. 28 : C. Jégou ; p. 31 : ESO ; pp. 32-33-35-37 : I. Correia ; p. 39 : R. Royer/SPL — I. Correia ; pp. 40-42-43-44 : R. Sabatier ; p. 46-47 : Labat-Viard/Jerrican ; p. 48 : Laboratoire de recherche des Musées de France ; p. 49 : The Saint Louis Art Museum — Encyclopædia Britannica ; p. 50 : RMN ; p. 51 : The Metropolitan Museum of Art, Rogers Fund, 1960 — Dao — Laboratoire de recherche des Musées de France ; p. 52 : Laboratoire de recherche des Musées de France ; p. 53 : DR ; p. 54-55-56-57 : Laboratoire de recherche des Musées de France ; p. 58 : Encyclopædia Britannica — CARME ; p. 59 : CARME ; p. 60 : R. Faure ; p. 61 : G. Grégoire/PNC-FIR ; p. 63 : LPO ; p. 64 : Varin-Visage/Jacana ; p. 66 : Univ. Pierre et Marie Curie ; p. 67 : J. L. Clément ; p. 69 : A. Louichard ; p. 71 : Institut Pasteur ; pp. 72-73 : DR ; p. 74 : J. Marquis — DR ; p. 75 : A. Ernoult ; p. 77 : NRAO ; p. 79 : R. Cohen/AGIP ; p. 81 : Drs Jenkins, Dial, Goslow/Science, Vol. 242, 1988 ; p. 82 : P. Durand/Sygma ; p. 83 : A. Noguès/Sygma ; p. 85 : C. Lacroix ; p. 86 : R. H. Raquet/Sygma — Bossu/Sygma ; p. 87 : P. Durand/Sygma ; pp. 88-89 : Minkowsky/Liaison ; pp. 90 : DR ; p. 91 : CEAT ; p. 93 : SNECMA — De Keerle/Gamma ; p. 96-97 : J.-C. Pratt-D. Pries/DIAF ; pp. 98-99 : M. Dehoky ; p. 100 : Vanhaderbeck/Ecole vétérinaire de Toulouse — Lab. Distrivet — M. Dehoky ; p. 101 : M. Dehoky ; p. 103 : N. Papamiliades ; pp. 104 : N. Papamiliades — DR ; p. 105 : DR ; p. 106 : DR — N. Papamiliades ; p. 107-108 : DR ; p. 109 : N. Papamiliades — Y. Guichaoua/Vandistadt ; p. 111-113 : Dao ; pp. 116-117-119 : R. Bellone ; p. 123 : DR ; p. 127 : DR ; p. 131 : M. Toscas/Galerie 27 ; pp. 132-133 : M. Roux-Saget ; p. 134 : M. Toscas/Galerie 27 ; p. 135 : DR ; pp. 136-137 : M. Roux-Saget ; pp. 142 à 145 : DR ; p. 146 : DR — Dao — DR — Dao ; p. 147 : Dao — Dao — Dao ; p. 148 : Dao — Dao — Dao ; p. 149 : DR — DR — Dao.

L'ÉVASION, LA VRAIE.



154

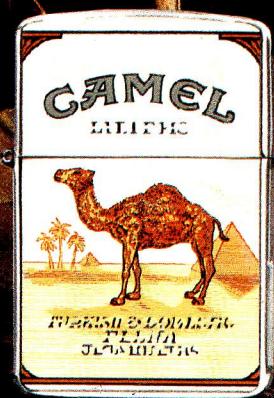
Pour s'évader, rien n'est de parcourir le monde dans des charters bondés ou de rissoler sur des plages embouteillées... L'évasion, la vraie, vous la trouverez page après page dans Jeux & Stratégie. Echecs, scrabble, dames, bridge, go, tarot, etc. Jeux & Stratégie vous fera vivre chaque jeu intensément.

Et si vous vous lassez des classiques, découvrez une pléiade de jeux micros. Trop simple ? Alors dérouillez-vous les cellules grises avec nos jeux mathématiques ou nos jeux de lettres. Jeux & Stratégie, ce n'est pas la passion d'un jeu, c'est la passion de tous les jeux... de toutes les évasions !

MENSUEL.NOUVELLE FORMULE.

CAMEL

BRIQUET



Briquet tempête