

SCIENCE & VIE

MENSUEL

N° 853 OCTOBRE 1988



**DES FEUX
ROUGES
DANS LE CIEL**

**La terre est-elle
un être vivant?**

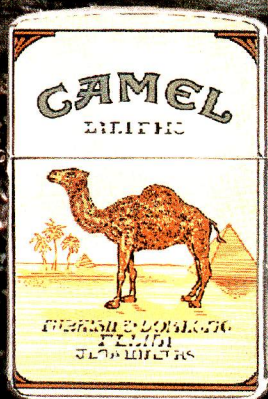
M 2578 - 853 - 18,00 F



3792578018002 08530

CAMEL

BRIQUET



BRIQUET TEMPETE RECHARGEABLE, FABRIQUÉ PAR ZIPPO, USA.

SCIENCE & VIE

Publié par EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
Capital social : 2 294 000 F - durée : 99 ans
5 rue de La Baume - 75415 Paris Cedex 08 - Tél. 40 74 48 48
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY, PAUL DUPUY

• DIRECTION, ADMINISTRATION

Président-Directeur Général : PAUL DUPUY
Directeur Général : JEAN-PIERRE BEAUVALET
Directeur Financier : JACQUES BEHAR
Directeur Commercial publicité : OLLIVIER HEUZE

• RÉDACTION

Rédacteur en Chef : PHILIPPE COUSIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GERALD MESSADIÉ
Chef des Informations,
Rédacteur en Chef Adjoint : JEAN-RENÉ GERMAIN
Rédacteur en Chef Adjoint : GÉRARD MORICE
Assisté de MONIQUE VOGT
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD
Secrétaires de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT,
FRANÇOISE SERGENT

Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSIGNOL,
JACQUES MARSAULT, SVEN ORTOLI,
JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR, MARIE-LAURE MOINET,
ROGER BELLONE, JEAN-MICHEL BADER, PIERRE COURBIER

• ILLUSTRATION

ANNE LÉVY
Photographe : MILTOS TOSCAS

• DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

• CONCEPTION GRAPHIQUE

TOTEMA, ANTONIO BELLAVITA

• MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE,
LIONEL CROOSON,

• CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT, 115 East 9 Street - NY 10003 - USA
Science & Vie ISSN 00368369 published 16 times per year at
International Messengers Inc. 3054 Mecom Bldg. 10, Houston,
Texas 77032. Subscription price is \$ 70.00 for 1 year. Application to
mail at second class postage rate is pending at Houston, Texas,
POSTMASTER send address changes to: Science & Vie, International
Messengers, Inc. P.O. Box 60326, Houston, Texas 77205. Tel.
(713) 443 26 60.

Londres : LOUIS BLONCOURT, 16, Marlborough Crescent
London W4, 1 HF
Tokyo : LIONEL DERSOT - Sun Height 205
2-14-1 Sakuragaoka
Setagaya-Ku - Tokyo 156

• SERVICES COMMERCIAUX

Marketing - Développement : ROGER GOLDBERGER
Abonnements : SUSAN TROMEUR
Vente au numéro : JEAN-CHARLES GUERALT
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 : DIDIER CHAGNAS
Chef de publicité : GHISLAINE DICHY

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS
Numéro de commission paritaire : 57284

• À NOS LECTEURS

Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

À NOS ABONNÉS

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

LES MANUSCRITS NON INSÉRÉS NE SONT PAS RENDUS
COPYRIGHT 1985 SCIENCE & VIE



BVP

ABONNEZ-VOUS A

SCIENCE & VIE

ÉTRANGER :

BELGIQUE 1 an simple
1430 FB - 1 an couplé 1910 FB
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES

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

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

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

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

Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.

Recommandé et par avion nous consulter.

1 AN - 12 Numéros
198 F 2 ans : 376 F

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

BULLETIN D'ABONNEMENT

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

• Veuillez m'abonner pour :

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

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

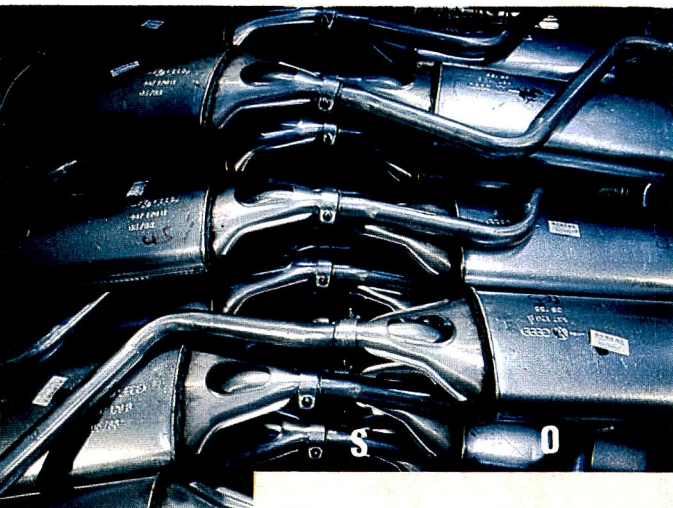
Ville.....

Pays.....

Profession.....
(facultatif)

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

SV851



La 20^e édition de la Photokina, à Cologne, confirme le mariage de la photo et de la vidéo. Le point sur les tendances, les réussites et les curiosités des fabricants. p. 126

M

M



A



Avec le pot catalytique, les automobiles ne dégageront pratiquement plus de gaz polluants. Par contre, l'emploi d'une essence sans plomb, eurosuper ou superéthanol, sera obligatoire. pp. 102 et 120

Notre envoyé spécial est allé enquêter à Tchernobyl, autour de la zone évacuée. Un bilan bien inquiétant comparé aux chiffres soviétiques officiels. p. 18



SAVOIR

Forum

Les cancers de Tchernobyl

Yves Lenoir

La Terre est-elle un être vivant ?

Isabelle Bourdial

Les Ecossais soignent leur réserve de Rhum

Isabelle Bourdial

Baignes : l'été de tous les dangers

Didier Dubrana

Gènes du cancer contre gènes anti-cancer

Alexandre Dorozynski

Vers l'éradication de la lèpre

Pierre Rossion

L'Univers vu à la lumière des quasars

Anna Alter

L'Odyssée radioactive de Cosmos 1900

Stéphane Chenard

Frédéric Joliot-Curie savant et politique

Philippe Dautry

Les phoques victimes de leur bonne santé !

Isabelle Bourdial

Echos de la recherche

Dirigés par Gerald Messadié

- | | | |
|----|--|-----|
| 8 | Airbus iranien : à qui la faute ? | 86 |
| | <i>Renaud de La Taille</i> | |
| 18 | Quatre solutions pour désencombrer le ciel | |
| 25 | <i>Serge Brosselin</i> | 94 |
| | Ethanol : l'alcool qui enivre la CEE | |
| 36 | <i>Didier Dubrana</i> | 102 |
| 41 | L'ordinateur bouc émissaire | |
| | <i>Gérard Morice</i> | 106 |
| 44 | Un tramway dans une valise | |
| | <i>Gérard Morice</i> | 108 |
| 48 | Echos de l'industrie | |
| | <i>Dirigés par Gérard Morice</i> | 113 |
| 50 | Des marchés à saisir | 118 |

• Tous les crédits des photos et dessins de ce numéro de *Science & Vie* sont en page 180

• Encart Time-Life "La Terre — Les mystères de l'inconnu". 6 pages, entre la 2^e de couverture et la page 1.

Va-t-on combler les baignes qui, chaque année, font des dizaines de victimes sur le littoral aquitain. Premier essai, très prometteur. p. 43



Le satellite soviétique *Cosmos 1900*, soit 50 kg d'uranium enrichi et des déchets radioactifs, est en train de tomber vers la Terre. Il y a une chance infime qu'il atteigne une région habitée. p. 56



En étudiant la population de la Désirade, aux Antilles, des chercheurs de l'INSERM ont découvert le facteur génétique responsable de la lèpre chez l'homme. p. 48



UTILISER

Le pot d'achoppement

Laurent Douek

120

Le mariage de raison de la photo et de la vidéo

Roger Bellone

126

Maison solaire : un bilan impressionnant

Didier Dubrana

134

Science & Vie
à lu pour
vous 138

Science & Jeux
Gilles Cohen, Yves
Delaye, Renaud
de La Taille
et Henri-
Pierre
Penel 146

Echos
de la vie
pratique
Dirigés
par
Roger
Bellone
160

Il y a 30 ans, disparaissait Frédéric Joliot-Curie, prix Nobel, père de la pile atomique française. Physicien de premier ordre, il fut aussi grand pacifiste et politique. p. 64



PPC 512 A

Emportez tout votre bu

COMPATIBILITÉ

L'Amstrad PPC est compatible avec tous les logiciels best-sellers du marché. Vous pouvez utiliser Lotus 1-2-3®, Word®, Multiplan®, Sprint®, Quattro®, Rapid File®, par exemple... *** D'autant que le PPC-512 est doté d'un lecteur de disquettes 3,5" comme les nouveaux IBM-PS2®. **

LE LOGICIEL PPC-ORGANIZER

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

LE GRAND CLAVIER

En déplacement ou au bureau, vos mains et vos doigts ont toujours la même taille. C'est pourquoi l'Amstrad PPC comprend un véritable clavier 102 touches, type PC-AT®. Vous travaillerez confortablement et pourrez utiliser pleinement tous vos logiciels.

UNE GRANDE AUTONOMIE

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



*Prix TTC: 5681 F. **IBM®, PC-AT® et PS2® sont des marques déposées d'International Business Machines Corp. ***Ces logiciels sont des marques déposées de Lotus Development Corp, Microsoft Corp, Borland et Ashton Tate.

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

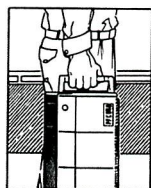
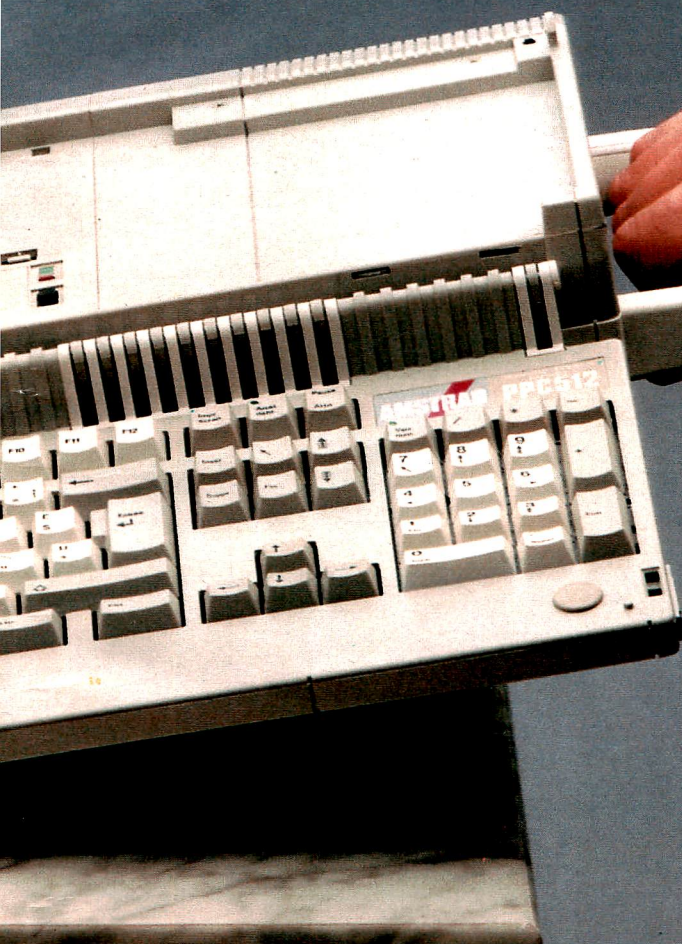
Vous avez donc besoin d'un portable qui soit d'abord un PC à part entière. Voici le PPC 512 Amstrad.

Il vous offre davantage de possibilités que la plupart des ordinateurs de bureau sous un format compact et aisément transportable.

Consultez la liste des caractéristiques principales et vous verrez quelle extraordinaire machine c'est.

AMSTRAD

reanu d'une seule main!



En fait, il y a tout une gamme de PPC AMSTRAD. Avec ou sans modem intégré*. Mais tous à des prix super-compétitifs et tous livrés en standard avec le logiciel PPC Organizer.

Allez voir sans tarder votre distributeur Amstrad.

Mais attention: vous résisterez difficilement à l'envie d'emporter votre PPC en sortant!

*Modèle avec modem: disponibilité assujettie à l'homologation France télécom en cours.

Je désire recevoir une documentation sur les portables AMSTRAD.

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

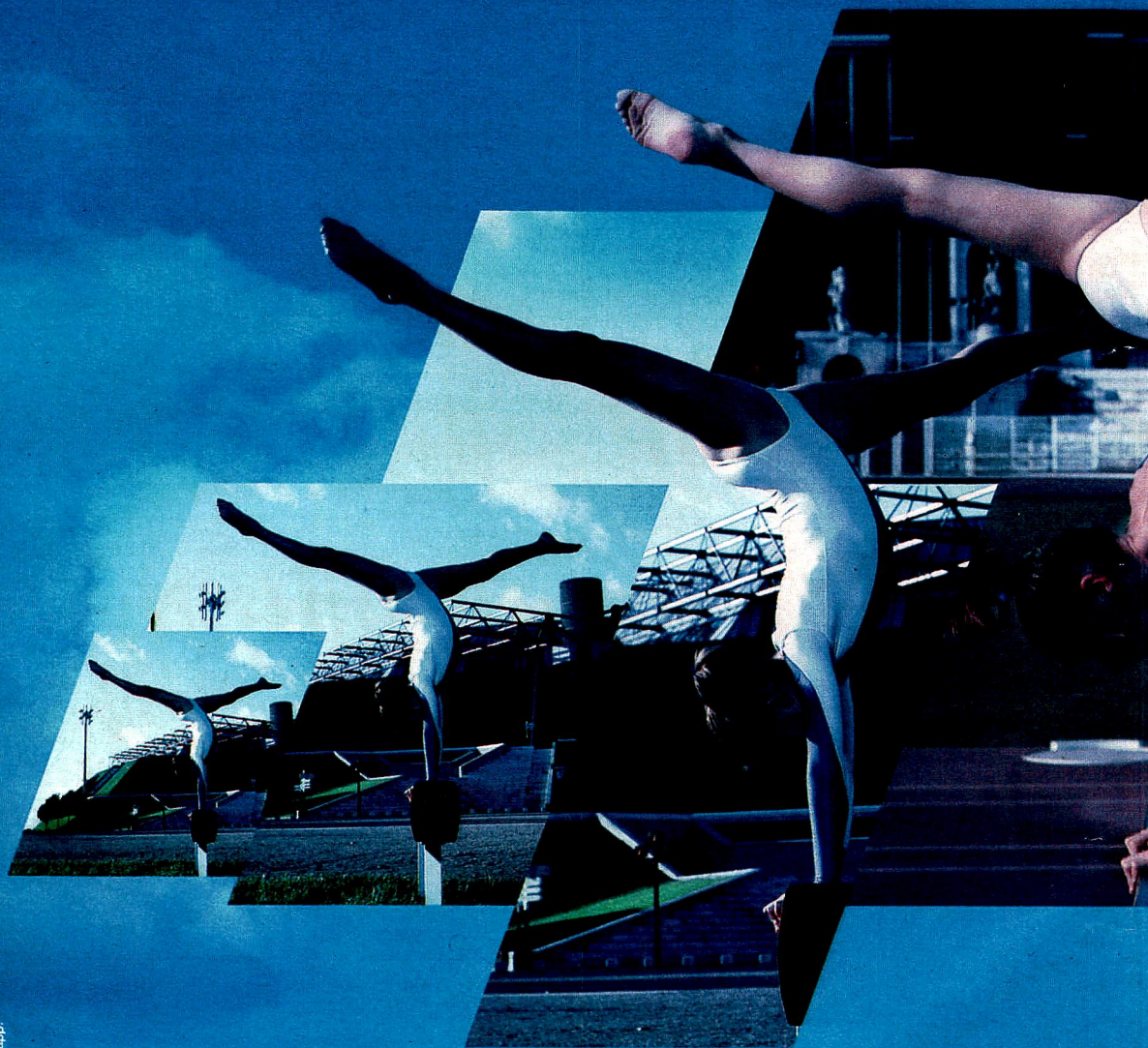
Tél. _____

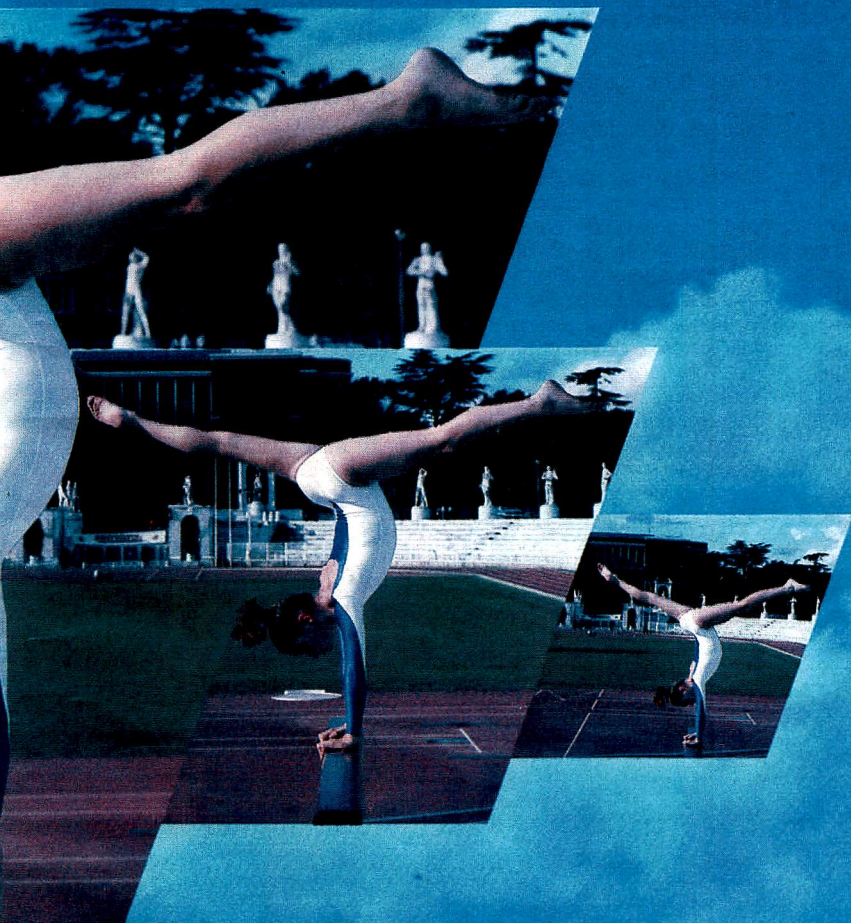
Code Postal [] [] [] [] [] Ville _____

Renvoyez ce coupon à: Amstrad France - BP 12
92312 Sèvres Cedex - Ligne consommateurs: 46 26 08 83
Tapez 3615 Code AMSTRAD.
88.2.S & V



LA 4^e DIMENSION VIVEZ TOUT L'ESPACE EN MÊME TEMPS





La 4^e dimension, c'est une nouvelle vision du monde. Le pouvoir de communiquer, c'est le pouvoir d'être ici, là, ou ailleurs en même temps. Vous êtes simultanément spectateur et acteur, multipliant les échanges, les occasions d'agir et de vivre.

Vous vivez tout l'espace en même temps. Pour cela, les hommes et les femmes de France Télécom ont franchi toutes les étapes. Téléphone pour tous, satellites, minitel, télécopie, numérisation des réseaux...

Ce nouvel espace, à vous de le vivre. A nous d'en être le garant. Conquête nécessaire, impératif du progrès et de l'indépendance. L'enjeu est clair. Il s'appelle l'avenir.



UN AVENIR D'AVANCE

FORUM

"Affaire Benveniste"

Avec le sens de l'honneur qui lui est bien particulier, le Dr Benveniste ne répond pas à notre article d'août, mais s'adresse indirectement à nous par l'intermédiaire de *L'Événement du jeudi*. En effet, c'est en lisant cet hebdomadaire (n° du 11 au 17 août) que nous avons pris connaissance par hasard des vives remarques qu'il nous fait, dans un article signé de sa main. Alors même qu'il n'a pas pris la peine de nous envoyer un exemplaire de cet article, il nous met au défi de le publier ! Nous ne le publierons pas bien entendu. Et nos lecteurs n'y perdront rien, ce texte étant en majeure partie fait d'injures à l'égard de l'humanité tout entière et des innombrables détracteurs du Dr Benveniste en particulier. De plus, il ne répond à aucune des questions et objections que nous avons posées. Pas plus d'ailleurs qu'à celles qu'avait soulevées Michel de Pracontal dans *L'Événement du jeudi* quelques semaines plus tôt.

Bien évidemment, le Dr Benveniste nous taxe de mauvaise foi. Nous nous fondons pourtant, pour nos critiques, sur l'autorité de M. Walter W. Stewart, physicien, chercheur, des Instituts nationaux de la santé des États-Unis, qui est internationalement établie. M. Stewart a eu l'obligeance de nous adresser un texte fort édifiant, que nous reproduisons ici et que nous soumettons donc au Dr Benveniste, entre autres lecteurs.

Remarques sur les résultats rapportés par le Dr Benveniste

» J'ai fait partie de l'équipe de trois personnes invitée par *Nature* et par le Dr Benveniste à visiter le laboratoire de ce dernier et à enquêter sur la réalité des résultats

remarquables qu'il a rapportés.

» Nous avons étudié cette question de deux façons pendant et après notre visite d'une semaine au laboratoire. La première consistait en expériences effectuées sur place. La seconde consistait en l'inspection et en l'analyse des comptes-rendus de laboratoire des précédentes expériences, que le Dr Benveniste avait généreusement mis à notre disposition.

» Nous avons conclu, malheureusement, qu'il n'y avait pas de base scientifique sérieuse aux déclarations du Dr Benveniste. Les expériences réalisées dans son laboratoire ne répondaient pas aux normes scientifiques fondamentales. Pis, les difficultés que le laboratoire du Dr Benveniste avait souvent subies dans l'observation du phénomène n'avaient pas été indiquées dans l'article publié. Enfin, les expériences effectuées alors que nous étions présents suivaient un schéma simple : quand elles n'étaient pas faites comme il se doit,

en aveugle, elles réussissaient ; quand les dilutions n'étaient pas identifiées et qu'elles étaient inconnues de l'expérimentateur, elles échouaient.

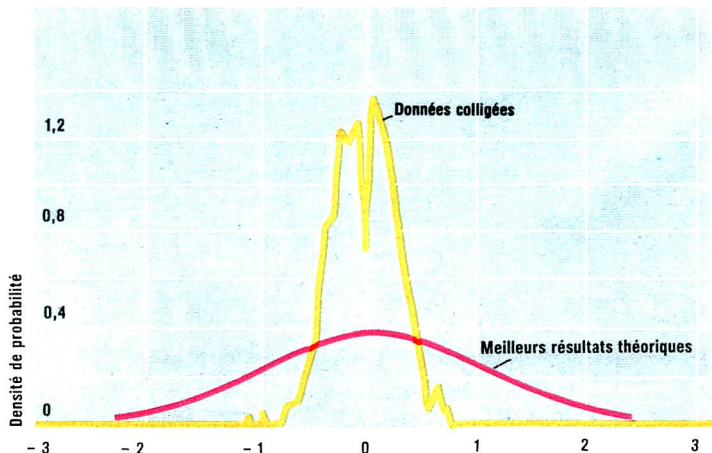
» Les livres de notes du laboratoire, qui étaient remarquablement tenus, montraient un grand nombre d'expériences qui étaient simplement trop belles pour être vraies. Cela n'est pas une affaire d'opinion, on peut le démontrer par la statistique.

» Voici une analogie simple. Si je jette 100 fois en l'air une pièce de monnaie et que j'enregistre le nombre de fois où elle tombe face, vous savez que, si la pièce est normale, le nombre moyen de "faces" sera 50. Mais vous savez aussi qu'il y aura nécessairement des écarts à la moyenne lors d'essais individuels. En fait, il doit y avoir de tels écarts si l'expérience est conduite normalement. Vous ne serez donc pas surpris si le nombre de "faces" est 45.

» Si je m'adressais à vous et que je vous disais que je viens de finir ma première série de cent lancers de la pièce, et si je vous informais que j'ai observé exactement 50 "faces", cela n'attirerait peut-être pas votre attention. Mais si je répétais cette expérience 50 fois et que j'obtenais toujours exactement 50 faces, vous commenceriez à vous demander ce qui se passe. Ce serait trop beau !

» Tel était le nœud du problème dans les expériences effectuées depuis quelques années dans le laboratoire du Dr Benveniste : il n'y avait pas assez de variations dans les résultats en double. Le graphique ci-dessous montre les données colligées de toutes les me-

(suite du texte p. 10)





AXE

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

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

L'EAU
DE RAVAGE.

PREMIERE
EAU DE TOILETTE
APRES-RASAGE.



Walter Stewart, invité à enquêter sur les résultats du Dr Benveniste : « Nous avons été profondément déçus. »



sures faites depuis quelques années par le Dr Davenas. Le même graphique montre la variation minimale qui doit être présente si les expériences sont valables. Il est clair que les deux courbes ne concordent pas : cela démontre que les expériences ne sont pas scientifiquement saines.

« Nous avons été étonnés que l'équipe du Dr Benveniste n'ait pas fait d'effort sérieux pour vérifier le protocole. Elle n'avait pas non plus fait d'effort sérieux pour élucider ses propres échecs répétés. Pis que tout, l'article soumis à *Nature* et publié par cette revue n'informait pas le lecteur de ces problèmes.

» Nous avons été profondément déçus de ce que nous avons trouvé : le laboratoire avait gaspillé des années de travail à cause d'un schéma expérimental médiocre. Quand nous avons présenté nos conclusions soigneusement établies au Dr Benveniste, il a réagi émotionnellement, et non pas analytiquement.

« C'est une bonne occasion de corriger certaines déclarations inexactes du Dr Benveniste.

1. Dans une lettre à *Science*, le Dr Benveniste a écrit : « Les figures 2 et 6 du rapport de *Nature* confirment en fait notre travail. » Ce n'est tout simplement pas le cas. La figure 2 de notre rapport se réfère à la quatrième expérience faite durant notre visite au laboratoire, celle qui était en demi-aveugle. L'effet revendiqué par le Dr Benveniste y est bien apparu. Mais c'est un point évident de la logique scientifique que le fait de ne masquer qu'une partie d'une expérience ne constitue pas la précaution adéquate. Quand les 3 expériences suivantes ont été faites convenablement, en aveugle, l'effet a disparu. La figure 6 montre les données d'un laboratoire en Italie, sur lesquelles nous n'avons pas enquêté. Nous avons enquêté sur l'effet dans le laboratoire

du Dr Benveniste, parce que les résultats, tels qu'ils étaient présentés dans l'article publié, semblaient particulièrement convaincants avant contrôle.

2. Dans la même lettre, le Dr Benveniste a écrit : « Nous sommes pourtant déclarés honnêtes par la brigade anti-fraude. » Le rapport que nous avons publié a très soigneusement évité de se prononcer sur ce point délicat. Nous nous sommes strictement limités à la question de la preuve scientifique. Nous avons trouvé qu'il n'y avait pas de preuve scientifique adéquate au laboratoire du Dr Benveniste pour les allégations qu'il avait publiées. C'est tout.

3. Dans sa réponse à *Nature*, le Dr Benveniste a parlé ainsi de la quatrième expérience : « Alors Stewart, avec son attitude typique de je-sais-tout, a qualifié ces résultats de sans valeur, bien qu'ils fussent en aveugle... » Le point est précisément que cette expérience n'était pas entièrement en aveugle. Elle ne l'était qu'à moitié, ce qui n'est pas adéquat.

4. Dans sa réponse, le Dr Benveniste a écrit : « Des résultats identiques tels que 39-63 ont été trouvés ; si le chiffre de 39 était exact, la dégranulation se serait produite à 61 % à la dilution 22. Donc, les trois premiers tests non aveugles et aveugles avaient été concluants, avec des contrôles impeccables, alors que, les derniers jours, le test produisit des résultats médiocres dus principalement à des contrôles désordonnés. » D'abord, le test n'a pas donné des « résultats médiocres ». Un jugement plus précis serait qu'ils n'ont pas été concluants du tout. Ensuite, comme on l'a dit plus haut, l'observation du Dr Benveniste contredit la théorie élémentaire de la statistique, qui démontre qu'indéniablement il doit y avoir une variation dans un test convenablement effectué. La moyenne de 39 et de 63 est 51. La théorie de Poisson nous dit que la variation peut très bien être 51 et que des déviations de plus ou moins 12 se produiront plutôt plus fréquemment que 5 % des fois. En fait, la présence d'une telle variation indiquerait que les résultats sont fiables, et son absence indique qu'ils ne le sont pas.

5. Le Dr Benveniste écrit : « Ils

ont analysé quelques courbes tirées de 1 500 pages, mais les données les plus positives sont de toute manière au-delà d'une ou deux déviations standard. » La première déclaration est entièrement fausse. La figure 4 de notre rapport, reproduite ici, était basée sur toutes les mesures en double présentes dans les notes qui étaient recopiées à notre intention. Cela inclut quelque 1 200 séries de mesures en tout. C'est précisément parce que nous avons inclus toutes les données disponibles que nous sommes certains que les données accumulées dans le laboratoire du Dr Benveniste ne sont pas scientifiquement valables.

» Où cela mène-t-il ? Il est important de garder en mémoire que l'équipe de *Nature* n'a pas d'autre autorité que celle de l'analyse scientifique que nous avons soumise à la communauté scientifique. Nous pensons que nos arguments et preuves sont convaincants, mais nous défendons ardemment la tradition scientifique du débat public libre et ouvert. Nous avons soumis nos preuves à la communauté scientifique pour qu'elle les examine. Les savants décideront pour leur compte, en évaluant les preuves existantes et en effectuant d'autres expériences s'ils considèrent en fait que la chose vaut la peine d'être approfondie. Comme toujours, en science, c'est à l'avenir de juger.

» M'exprimant pour mon propre compte, je n'ai aucun doute sur l'issue de cette affaire. J'ai eu l'occasion d'analyser les preuves fournies par le laboratoire du Dr Benveniste, et elles sont exceptionnellement faibles. Les expériences « marchent », en général, quand elles ne sont pas en aveugle ; elles échouent quand les précautions d'usage sont prises. Les savants conclueront bientôt qu'il n'existe pas de base réelle à ces allégations et ils continueront leur travail ordinaire — le travail excitant et fertile de faire des progrès dans le domaine de la santé humaine et de découvrir des faits nouveaux sur l'univers fascinant dans lequel nous vivons. »

Walter W. Stewart

Par ailleurs, une conversation téléphonique avec M. Maddox, rédacteur en chef de *Nature*, nous a permis de préciser un cer-

tain nombre de points obscurs dans cette affaire.

Le Dr Benveniste soutient que M. Maddox et l'équipe de contrôle de *Nature* ont vu les résultats de l'Institut Weizmann. Or, il n'en est rien. M. Benveniste doit avoir gardé le souvenir d'une certaine conversation, où M. Maddox a demandé à voir les résultats décodés des expériences israéliennes. Mlle Davenas a alors dit que le Pr Sima, de cet institut, les avait tous, et le Dr Benveniste a ajouté qu'il les aurait le lundi suivant. L'équipe anglaise, elle, ne les a pas vus ce lundi-là ni à aucun moment par la suite ; M. Maddox nous l'a confirmé par téléphone de la manière la plus expresse.

Le compte-rendu de ces résultats serait peut-être intéressant à étudier, car il doit comporter un épisode dont le Dr Benveniste et Mlle Davenas n'ont pas soufflé mot : c'est que, lorsque les Israéliens avaient tenté de reproduire les expériences du Dr Benveniste, ils n'étaient parvenus à aucun résultat concluant. C'est alors que Mlle Davenas s'est rendue sur place et a procédé à ces expériences qui ont, alors, été positives. Observons au passage qu'il est curieux que des expériences ne puissent être reproduites par personne d'autre que le Dr Benveniste et Mlle Davenas !

Toutefois, quand les Israéliens virent que Mlle Davenas avait mystérieusement réussi là où eux, avec un savoir-faire qui est pourtant réputé, avaient échoué, ils avaient analysé ses expériences et trouvé des faits si étranges (des protéines dans le colorant, et en quantités appréciables) que le Dr Benveniste accusa les Israéliens de manquer d'objectivité à l'égard de sa collaboratrice.

Est-ce pour cela que personne encore n'a vu ces résultats israéliens ?

Enfin, nous adressons pour notre part les trois questions suivantes au Dr Benveniste :

1. Comment les dégranulations des basophiles qu'il dit avoir observées peuvent-elles se produire sans libération d'histamine, alors que l'une ne va pas sans l'autre, et comment cet expérimentateur peut-il aller à l'encontre des déclarations de ses propres chercheurs qui nous ont dit eux-mêmes qu'il

n'y avait pas eu dégranulation véritable mais simplement décoloration des basophiles ?

2. Pourquoi le Dr Benveniste a-t-il refusé de communiquer à *Nature* les résultats de sa contre-expérience ? Celle-ci avait consisté à faire évaporer en totalité l'eau des tubes censés contenir la mémoire de l'anticorps de chèvre anti-Ige, cela afin de s'assurer que les tubes ne contenaient plus rien, ni eau ni "mémoire", celle-ci s'étant volatilisée dans l'atmosphère. Or, curieusement, lorsqu'on a rempli à nouveau ces tubes avec de l'eau pure "ordinaire" et qu'on a refait le test de dégranulation, celle-ci s'est à nouveau produite, comme si le tube vide avait conservé la mémoire de la mémoire volatilisée !

Curieux que ces résultats n'aient pas été communiqués. Ils étaient la preuve de l'évidence d'un artefact, ou alors la confirmation de la mémoire de l'air, ou du vent si l'on préfère.

3. Le Dr Benveniste prétend avoir découvert en 1972 le PAF (*Platelet Activating Factor*), un médiateur chimique impliqué dans l'inflammation. Or, comment peut-il expliquer que dans l'article publié plus d'un an avant, en décembre 1971, par *Biochemistry of acute allergic reactions*, et intitulé "Antibody-leucocyte-platelet interactions", il est précisé que cette substance a déjà été décrite par l'équipe de Henson en 1969 et par l'équipe de Siraganian et Osler en 1971 ? Nous serions heureux d'avoir la réponse du Dr Benveniste à toutes ces questions.

Pierre Rossion

Les "histoires" de l'Histoire

« Combien d'hommes sont passés sur Terre ? 80 milliards, dites-vous (p. 44 de votre n° 851). 75 milliards, c'est le passif de l'humanité vieille de 600 000 ans. Tout cela n'est que supputation ; d'où vient le premier homme ? », nous demande, en proie à une irritation certaine, M.F., de Morée. « Sous couvert de scientificité, que d'imprécisions, de suppositions, de peut-être, d'à moins que... J'en viens à douter

des scientifiques, des professeurs *Nimbus aux superbes cheveux blancs*. P. 50 : en 2070, après l'éclat maximal de la population mondiale (9,4 milliards), cette population disparaîtra... Merci Madame Soleil ! Pourquoi racontez-vous tant d'histoires ? Pourquoi induire les gens en erreur ? »

Cet abonné nous a visiblement lu d'un œil bien rapide ! En effet, l'hypothèse de la disparition de l'humanité par baisse constante de la natalité fait partie de l'un des sept scénarios projetant l'avenir de la démographie mondiale. C'est clairement dit, pourtant : « Voici les sept scénarios plausibles pour le troisième millénaire. » Quant aux chiffres d'estimation de la population terrestre dans le passé, ils sont basés sur un certain nombre de recoupements : registres nationaux, recensements, études de squelettes, superficies des territoires habités, taux de natalité, etc. C'est ainsi que l'on a pu estimer avec un taux de précision très appréciable la population de certaines villes antiques : Rome, Alexandrie, Antioche, etc.

« Si vous vous référez à un vieux livre, les hommes sont sur Terre depuis environ 6 000 ans, la vie moyenne d'un homme est de 70 ans, 80 pour les plus robustes, poursuit notre correspondant. Les vieux livres ont souvent bien de la vertu, mais leur valeur scientifique est plus que douteuse ! Jusqu'au XVIII^e siècle, l'espérance de vie moyenne n'excédait nulle part dans le monde 30 ans, compte tenu de la mortalité infantile, qui était de 1 mort sur 4 naissances. De plus, les épidémies et famines pouvaient emporter les deux tiers ou les trois quarts des enfants de moins d'un an. La longévité moyenne — qui n'est pas, rappelons-le, l'espérance de vie — est très variable encore selon les pays : elle est ainsi de 44,6 ans pour les hommes et de 47,6 ans pour les femmes en Côte-d'Ivoire ; de 70,4 ans pour les hommes et de 78,4 ans pour les femmes en France. Il existe un écart de quelque 20 entre les longévités moyennes en France et en Birmanie, par exemple. »

« Vous me direz que vos articles sont basés sur des déclarations de personnes qualifiées »,

conclut notre correspondant, après nous avoir encouragé à relire la Bible, « mais vous n'êtes pas obligé de répéter des âneries d'hurluberlus ». Reste à savoir qui décidera que nos savants sont des hurluberlus...

Suaire de Turin : dans l'attente des résultats

« Votre article « Suaire de Turin : rien ne va plus » amène à vous présenter quelques réflexions », nous écrit M.E.C., de Bruxelles. « Tout d'abord, l'âge du Suaire intéresse énormément de gens, croyants et incroyants. Si les trois laboratoires qui effectuent la datation au carbone 14, et celui du British Museum en particulier, se prêtaient à une supercherie ou pratiquaient cet examen à la légère, leur réputation risquerait d'en souffrir. Ensuite, chaque laboratoire reçoit trois échantillons de tissu, l'un du Suaire, l'autre d'un voile qui enveloppait des momies et que les historiens font remonter, je crois, à un ou deux siècles avant notre ère, le troisième étant beaucoup plus récent. Les laboratoires ignorent les provenances des échantillons. Si les trois donnent des dates proches les unes des autres, et concordantes avec celle des historiens en ce qui concerne les échantillons venant d'une momie et ceux d'origine récente, il me semble qu'il y aura peu de doutes sur la validité des mesures. »

Certes. Mais il eut mieux valu que ce fut le plus grand nombre possible de laboratoires qui effectuât les tests. Sur les sept prévus au départ, il n'en reste plus que trois. Et il eut également été préférable que la responsabilité du contrôle eût été retirée à ceux qui pouvaient avoir intérêt à obtenir des résultats penchant dans un sens ou dans l'autre.

Mme C.V., de Beaugency, postule que « Jésus n'a pas été enveloppé dans un "suaire" car ce n'était pas l'usage juif » ; et elle nous offre comme preuve le récit de l'évangile de Jean, rédigé par un

« témoin oculaire : Jésus était entouré de bandelettes, avec un "linge" autour de sa tête ». Sur ce point, pourtant, les historiens sont clairs : les morts, chez les Juifs, étaient bien enveloppés d'un suaire rempli d'aromates. Seuls les mains et les pieds étaient immobilisés par des bandelettes. Le linge dont parle notre correspondante est le soudarion, qui était posé sur le visage, non autour de la tête. L'évangile de Jean (dont il n'est pas établi qu'il ait été écrit par le disciple Jean de Zébédée lui-même) dit clairement que Jésus fut enseveli dans un suaire. Notre correspondante estime que l'affaire du Suaire ne doit pas intéresser les croyants et ne peut pas intéresser les non-croyants ; ce n'est apparemment pas l'avis de tout le monde. D'un strict point de vue historique, l'existence d'un suaire présumé ancien est extrêmement intéressante. A chacun de tirer, selon ses inclinations, les conclusions qui s'imposeront au vu des analyses.

Champs électromagnétiques, montres à quartz et superstitions

Nous avons, en leur temps, rapporté dans ces colonnes les histoires qui couraient sur les « dangers des montres à quartz ». C'est un cas-type de « rumeur » qui naît on ne sait où et poursuit son bâtarde de chemin vers on ne sait quoi non plus. Quand on en tient une à sa naissance, il convient donc de lui tordre le cou. Sans doute n'avons-nous pas serré assez fort... Car un lecteur, visiblement de bonne foi, M. J.-J. P., de Le Mont, en Suisse, nous adresse photocopie d'un texte apparemment extrait d'un ouvrage qui se pare bien évidemment de références pseudo-scientifiques et qui dit ceci :

« Pour comprendre l'action néfaste que jouent les montres à affichage à cristaux liquides sur un être humain, il faut bien sûr se placer dans le contexte du corps énergétique, c'est-à-dire du champ électromagnétique du corps physique.

Tout individu est double : un droit et un gauche. Chaque côté fonctionne plus ou moins indépendamment pour un même niveau d'énergie. Quand un individu porte une montre à cristaux liquides à la main droite, par exemple, le potentiel énergétique du côté droit va vertigineusement chuter et le corps énergétique du bras va se déstructurer. Les cristaux liquides agissent comme un « éteignoir » qui étouffe la vie... »

Il y en a comme ça des pages et des pages (c'est encore plus beau que la « mémoire de l'eau », si c'était possible) et l'on conçoit que notre correspondant ait été troublé par l'assurance formidable de ce charabia et qu'il demande nos éclaircissements. Il a été d'autant plus troublé, en effet, qu'une lettre, dont il nous fournit copie, assure que son médecin lui a commandé d'enlever sa montre à quartz du poignet, sous le prétexte que « ce sont des mangeurs d'énergie » ! Notre lecteur se demande, par ailleurs, s'il y a un rapport entre les champs électromagnétiques, les montres à quartz et la maladie. Rassurons-le d'emblée : il n'y a pas un seul travail scientifique qui étaye ces élucubrations sur les montres à quartz. Il n'y a pas deux corps qui fonctionnent indépendamment l'un de l'autre, bien évidemment, ni de « corps énergétique », et un coup d'œil un peu plus attentif révèle rapidement que ces notions singulières dérivent d'un corpus de « mystagogogie » à la sauce savante, diffusé par les éditions Cosmitel. C'est une spécialité culinaire toujours toxique.

L'explication, en l'occurrence, est simple : l'esprit superstitieux se défie de toute nouveauté beaucoup trop populaire et trouve toujours des raisons d'y voir l'œuvre du Mal, avec un grand M. Aux Etats-Unis, des obsédés du Mal ont forcé une firme fabricante de détergents ménagers à changer son emblème, parce que celui-ci, qui existait depuis des dizaines d'années et qui représentait un croissant de lune avec des étoiles, passait pour constituer un symbole « satanique ». D'autres assurèrent qu'en écoutant du rock and roll à l'envers, ils y avaient « clairement » déchiffré une messe noire. Ecoutez donc toujours vos disques de rock and roll à l'endroit !

Les gens instruits ne sont pas toujours épargnés par ces interprétations déformées. Quand on inaugura, sous Louis-Philippe, la ligne de chemin de fer Paris-Saint-Germain, qui allait pourtant ses paisibles 30 km/h, il se trouva des médecins pour annoncer doctement que ce mode de transport allait causer une recrudescence grave des cas de tuberculose. Quand la tuberculose se fit attendre et que, les chemins de fer s'étant étendus, on proposa de transporter les troupes par le rail, le grand Arago, qui pourtant était un vrai savant, affirma que cela les « émasculerait » (textuellement). On pourrait constituer un sottisier de mille pages avec des fariboles de ce genre. Les montres à quartz n'ont évidemment pas échappé à cette perversion intellectuelle. Peut-être l'heure des crayons-billes est-elle proche...

Si les montres à quartz rendaient malade, on se demande ce qu'il faudrait penser des postes de télévision, des radios, des autos, des avions, des ascenseurs, des fibres

synthétiques, des néons, des ampoules électriques, des sacs d'emballage et des biberons en plastique, des frigos, des dallages en caoutchouc, des téléphones... Quant aux champs électromagnétiques, ils ont bien des effets sur les tissus vivants. Ils ont, ceux-là, été étudiés et mesurés. On ne les connaît pas tous, mais c'est une autre histoire. Jusqu'à plus ample informé, ils n'ont rien à voir avec les montres à quartz.

Airbus et électronique

«Je suis particulièrement choqué par votre article publié dans le numéro d'août (851) et intitulé «Réflexe humain contre réflexe électronique», à propos de l'accident de l'Airbus A 320 survenu à l'aéroport de Mulhouse le 26 juin dernier», écrit M. R. C., de Champigny-sur-Marne. «En effet, le titre de l'article et la tonalité générale du texte laissent à

penser que l'accident a eu lieu du fait d'un excès d'électronique et qu'un bon réflexe humain eut permis de l'éviter. Or, si j'en crois les extraits de l'enregistrement du CVR (Cockpit Voice Recorder), qui ont été publiés dans la presse et qui, à ma connaissance, n'ont pas été démentis, c'est très exactement le contraire qui s'est produit. En effet, c'est le commandant de bord qui a pris lui-même la décision de débrancher le système de sécurité qui lui aurait interdit d'effectuer une manœuvre risquée, laquelle a conduit à la catastrophe. Certes, vous évoquez ce point, mais «en pointillé» semble-t-il.»

Ce point est évoqué «en plein». Nous écrivons en effet : «Il (le pilote) avait apparemment débranché le dispositif qui aurait dû agir sur les commandes des réacteurs et afficher pleine puissance. Et, surtout, il avait réduit la puissance de ses réacteurs à leur valeur minimale, soit environ 28 à 30 %. Il voulait donc «plein réduit», les moteurs quasiment silencieux.»

(suite du texte page 14)

AMSTERDAMER

**8^F
8,50**

**TABAC A ROULER
BLOND AROMATIQUE**

Il n'y a pas contradiction entre notre article et les faits. L'auteur a voulu indiquer, non pas l'inutilité des systèmes électroniques de sécurité, bien évidemment, mais l'inadéquation possible en certains cas entre ces systèmes et les réflexes humains. La preuve du bien-fondé de cette thèse a été donnée par l'enquête sur la destruction de l'Airbus iranien, dont nous commentons les conclusions dans ce même numéro. Là aussi, il y a eu inadéquation entre un système électronique et les réflexes humains.

L'homme, le singe et nos "contradictions"

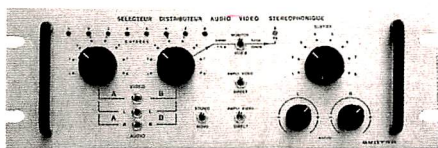
Certains lecteurs nous signalent des contradictions, apparentes ou réelles, entre certains de nos articles, séparés par des intervalles plus ou moins longs. M. R. L., de Paris, met ainsi en opposition une

légende de la p. 39 du n° 849 de mars 1988, intitulée « A quand remonte la séparation hommes-singes ? », d'un encadré de la p. 66 de notre n° 789, de juin 1983 : « L'homme est un singe : la preuve par l'ADN ». La contradiction n'est qu'apparente. Une lecture des textes le démontrerait d'emblée : l'encadré de juin 1983 spécifie très clairement que le chimpanzé et le gorille ont divergé du tronc commun auquel appartenait l'homme, et que l'ancêtre commun aux trois s'est séparé de l'orang-outang nettement plus tôt. Ce qui n'empêche pas qu'il y ait des parts communes dans les ADN des espèces divergentes. La légende de mars 1988 redit exactement la même chose en termes différents : le gorille et le chimpanzé se sont séparés de l'homme relativement récemment, et l'homme et l'orang-outang ont divergé nettement plus tôt. Là aussi, le texte est fondé sur l'analyse de l'ADN et des protéines. Les deux textes eussent pu paraître dans le même article. Notre correspondant n'a donc pas lieu, à

ce propos, de parler de *révisions brutales* et de conclusions *trop hâtives*. Une lecture un peu attentive l'eût dissuadé d'écrire cette lettre.

Cela étant, la science évolue, et certaines notions sont révisées de façon apparemment spectaculaire. La preuve en a été donnée par la supraconductivité, dont on pensait, jusque très récemment, qu'elle ne se produisait qu'à des températures extrêmement basses. Nous croyons nécessaire de rappeler que nous n'exposons pas des dogmes, mais l'état de l'évolution de la science, qui n'est certes pas une religion. Chaque fois que des travaux nouveaux appellent une révision d'une notion-clef, nous le faisons d'emblée, sans craindre de nous contredire. C'est ainsi, pour en revenir à l'évolution, que, tout en restant convaincu de l'évolution des espèces, nous avons publié les critiques des spécialistes sur les lacunes des théories en cours.

Il n'est pas possible d'associer la science au confort intellectuel : c'est un domaine où l'on ne "s'installe" jamais !



V I D E O

Pour une production VIDEO de qualité, GUISTON propose une gamme de matériels périphériques à usage professionnel ou de loisirs.

Ces appareils servent à améliorer la qualité de reproduction de tout système VIDEO et à faciliter leur inter-connexion.

LES AMPLIFICATEURS-CORRECTEURS : Leur particularité essentielle est de pallier aux pertes (environ 30 %) inhérentes à toute duplication. Leurs possibilités de régénération de l'image et du son permettent de réaliser jusqu'à quatre générations de films (copies de copies) en conservant la qualité de l'original.

Véritables «BOSTERS VIDEO» ils permettent de redonner toute sa précision à l'image, sur de très grandes distances. (1.000 m. et plus, sur câbles 75 ohms.) Egalement très utiles en montage électronique, ils sont compatibles avec tous les standards (PAL - SECAM - N.T.S.C.) et tous les systèmes (VHS - BETAMAX - 8mm - U-MATIC etc...) 4 modèles en version Mono ou Stéréophonique.

Réactualisation possible des appareils antérieurs à octobre 86.

LES SELECTEURS-DISTRIBUTEURS : Au cœur de la chaîne vidéo, ils font office de centrale d'aiguillage, permettant des liaisons sans pertes et des commutations en tout sens, instantanément, en évitant tout risque d'erreur. 5 modèles mono ou stéréo - 4, 6, 8 ou 12 entrées/sorties à 1 voie, 2 voies ou 6 voies indépendantes.

LA MICRO-REGIE : Elle permet de filmer une scène avec plusieurs caméras afin de cadrer des plans de gros plans différents sous divers angles. Cette technique utilisée en prise de vue professionnelle est maintenant à la portée de l'amateur, avec cet appareil qui permet le branchement de quatre caméras sur un magnétoscope. Le passage de l'une à l'autre se fait avec possibilité de sélection indépendante de l'image et du son. Moniteur noir et blanc 12 cm disponibles en option.



HIFIAVIE

M. Guiston
Concepteur/Réalisateur

Centre de recherche et de perfectionnement en électronique audiovisuelle.

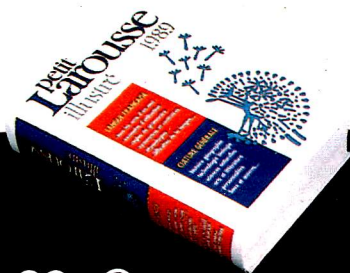
17-19, rue Lambert - 75018 Paris - Tél. : 16 (1) 42.55.01.63

Démonstrations sur rendez-vous du Mardi au Samedi de 14 h à 19 h - Parking assuré

Documentation contre 17,60 Frs en timbres



*Contrairement
à l'homme,
plus un Petit Larousse
est jeune,
plus il est savant.*



Petit Larousse 89. On en apprend tous les ans.

La Sélection de SEDAO

CENTRALE D'ACHATS

La nouvelle antenne PARABOLIC, des images toujours nettes

Plus besoin de changer ou de modifier votre antenne pour capter parfaitement toutes les nouvelles chaînes : Canal +, la 5, M6, etc...

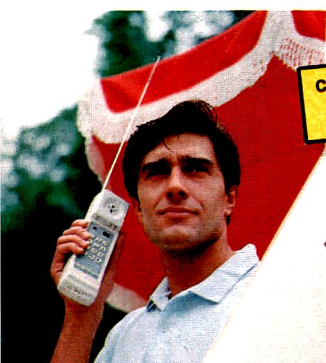
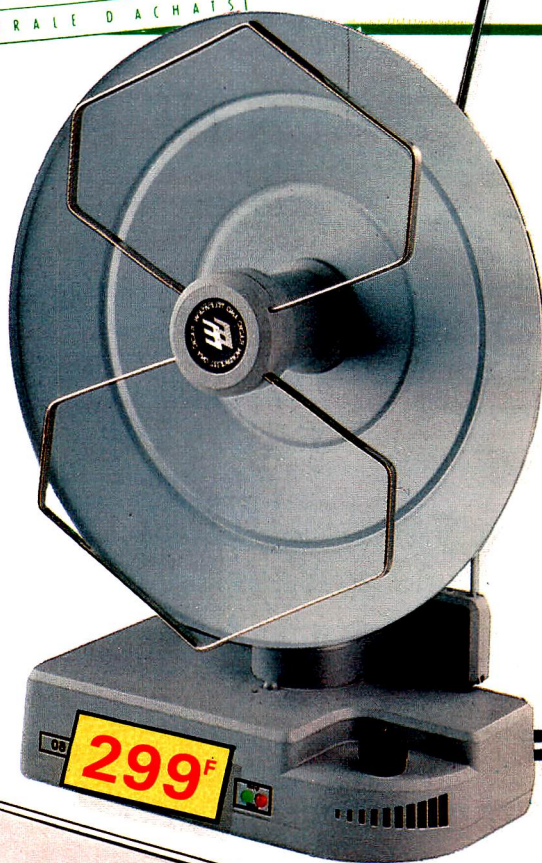
Conçue et fabriquée en Italie avec les nouvelles technologies l'antenne **PARABOLIC** permet d'obtenir grâce à son amplificateur des gains jusqu'à 32 DB en UHF et VHF.

Rotation de 360°. Réglage de réception par potentiomètre extérieur avec interrupteur.

Alimentation 12/220 V. Possibilité de prise d'antenne extérieure.

Garantie : 1 AN.

Code 001402 ANTENNE PARABOLIC — 299 F. TTC



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



LE TELEPHONE SANS FIL : en toute liberté

L'usage du téléphone sans fil n'est plus réservé aux Stars Hollywoodiennes.

ALCATEL, entreprise française et l'un des leaders mondiaux dans ce domaine, vous propose aujourd'hui le TELIC 290 à un prix abordable.

Pratique, vous vous déplacez partout dans la maison, au bureau ou au jardin avec votre combiné : librement et sans fil. **Vous n'aurez plus à courir quand le téléphone sonne.**

Fiable, il bénéficie de toute la technologie ALCATEL et de l'agrément PTT.

La base fixe se branche sur le secteur à votre prise PTT. Elle dispose d'une touche "appel" pour déclencher une sonnerie sur le combiné (mobile) se recharge automatiquement lorsqu'on le pose sur la base.

Chargée, la batterie intégrée permet 2 heures de conversation ininterrompue.

• Portée : 150 m • Code de sécurité dynamique à 18 384 combinaisons qui changent à chaque appel et interdisent qu'un autre téléphone voisin sans fil utilise votre ligne.

• Numérotation décimale • Garantie : 1 AN.

Code 001415 TELEPHONE SANS FIL TELIC

1.890 F. TTC

la Sélection de



A PARTIR DE
89^F

LES BACHES
MULTI-USAGES

D'une parfaite étanchéité, ces bâches de qualité professionnelle sont idéales pour une bonne protection contre les intempéries, la poussière ou les rayons du soleil.

Elles vous permettent de multiples utilisations toute l'année : protection du bois de chauffage, du mobilier de jardin, d'une toiture, d'une voiture, d'une piscine, d'un bateau, etc...

Conçues pour un usage intensif elles sont réalisées en tissu polyéthylène solide et imputrescible.

Coins renforcés double épaisseur, double piqûre, oeillets métalliques fixés tous les mètres.

Code 001092 BACHE 240 x 345 cm
89 F. TTC

Code 001093 BACHE 380 x 500 cm
250 F. TTC

Code 001094 BACHE 480 x 790 cm
469 F. TTC

Code 001194 TENDEURS les 20
80 F. TTC

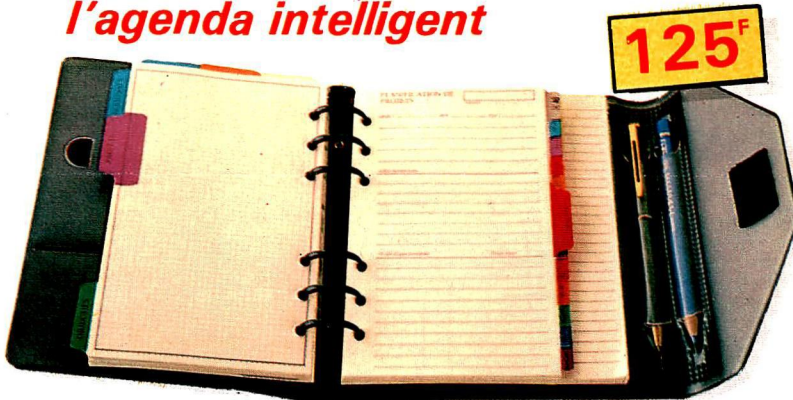
Revoilà le fameux DATA BOOK communément appelé "ORGANIZER" par les officiers de liaison britannique en 1945.

Plus qu'un agenda, il permet de retrouver rapidement adresses, téléphones, emploi du temps, dates, dépenses, objectifs, projets, priorité, etc... la liste est impressionnante et en plus il est équipé de pochettes de rangement pour cartes-de-crédit, argent, calculatrices, stylos entre autres. Vous y découvrirez également des étiquettes autocollantes vierges pour créer vos sections. DATA BOOK est un trésor d'ingéniosité pour vous faciliter la vie et surtout votre travail. Fidèle compagnon, vous l'emmenerez partout dans son élégante reliure, haute résistance. • Dimensions : 18,5 x 15 cm • Livré avec calendrier 3 ANS et Agenda jusqu'en 1990.

Code 001007 DATA BOOK
125 F. TTC

Code 001271 Recharge Fiches
supplémentaires 75 F. TTC

DATA BOOK :
l'agenda intelligent



Bon de Commande

Nom _____ Prénom _____
N° _____ Rue _____
C.P. [] [] [] [] [] Ville _____
Téléphone _____

à retourner à : **SED AO**
37-39 rue des Grands Champs - 75020 PARIS

Qté	Code	DESIGNATION	Montant
Participation aux frais de colisage			+ 19 F
PU76KC05			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 SED AO • "France métropolitaine uniquement"

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

LES CANCERS DE TCHERNOBYL

*0,5 rem, ça va ; au-dessus, bonjour les dégâts !
Aujourd'hui, tous les fragments de sol
prélevés par notre envoyé spécial dans la région
de Tchernobyl ont été analysés. Grâce
aux résultats, nous avons pu évaluer les doses
d'irradiation externe en dehors de la
zone évacuée. Là où vivent encore
des centaines de milliers de personnes.
Un bilan bien inquiétant !*

PAR YVES LENOIR



Les Soviétiques ont varié plusieurs fois dans leur appréciation des conséquences de la catastrophe de Tchernobyl sur la santé des populations avoisinantes, en particulier au sujet de l'augmentation du taux des cancers. Dans l'émotion soulevée par les terrifiantes images de l'explosion du réacteur n° 4, certains experts avaient pronostiqué plusieurs dizaines de milliers de cas mortels supplémentaires, dans les trente à cinquante années à venir, pour l'Ukraine et la Biélorussie. Puis, face à l'énormité du chiffre, qui aurait fait de Tchernobyl l'accident le plus meurtrier de l'histoire de l'humanité (il est déjà, et de beaucoup, le plus coûteux), ces mêmes experts se sont ravisés et, un an plus tard, n'ont plus parlé que de quelques milliers de cancers supplémentaires. Cependant, au mois de mai dernier, à la Conférence internationale réunie à Kiev, la célèbre radiobiologiste moscovite Angélina Gousskova annonçait une augmentation de 0,3 % des cancers mortels pour l'ensemble de la population, ce qui confirmait en fait la prévision initiale de 40 000 victimes.

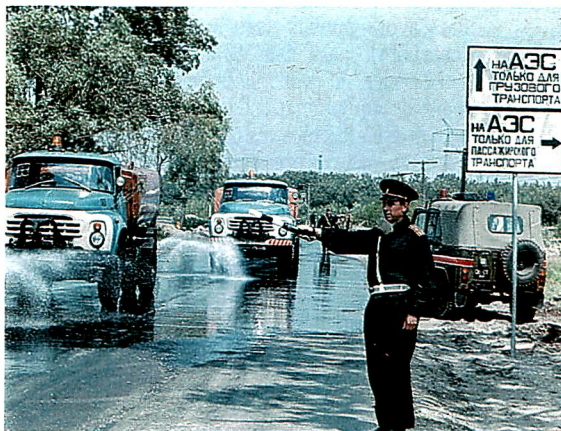
Que faut-il penser de ces évaluations ? Certains, hors d'URSS, les trouvent encore au-dessous de la vérité. Ainsi la dernière livraison de la *Gazette nucléaire*, bulletin du Groupement scientifique pour l'information sur l'énergie nucléaire (GSIEN), rappelle que « ces chiffres sont obtenus à partir du facteur de risque officiel qui est de 125 morts par cancers par million d'hommes-rem⁽¹⁾. Or, d'après les dernières estimations du suivi des survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, ce facteur pourrait être sous-estimé de 5 à 15 fois. Le nombre des morts de Tchernobyl doit donc être corrigé d'autant... ».

Alors, les Soviétiques tentent-ils de minimiser les effets à long terme de l'accident sur la santé des populations contaminées ? Difficile à dire, car, en cette matière, les problèmes sont d'une extrême complexité, et les connaissances actuelles ne permettent pas toujours d'apporter des réponses assurées. En revanche, il est une autre question que l'on est en droit de se poser, parce qu'il existe des éléments objectifs de réponse. C'est celle-ci : les autorités soviétiques ont-elles, sciemment ou non, condamné des populations à recevoir des doses de radioactivité dangereuses et pourtant évitables ?

Pour que l'on comprenne bien les raisons qui nous poussent à soulever cette question, apportons d'abord quelques précisions.

La Commission internationale de protection radiologique (CIPR), composée de spécialistes de la radioprotection et reconnue unanimement comme un organisme compétent dans le domaine des risques

dus aux rayonnements, a fixé à 0,5 rem par an la dose maximale admissible pour la population en général, c'est-à-dire pour toute personne n'exerçant pas une profession qui l'expose aux rayonnements ionisants. Encore cette limite de 0,5 rem/an ne doit-elle pas être considérée comme un seuil tolérable,



Around the zone interdite de Tchernobyl, les accès sont constamment arrosés pour fixer les poussières radioactives. A Borodianka (p. de g.) les doses d'irradiations sont bien supérieures à celles annoncées par les Soviétiques.

mais comme « la frontière des niveaux de risque qui doivent être jugés inacceptables ». Dans pratiquement tous les pays du monde, cette recommandation a aujourd'hui force de loi.

Or, les chiffres sur la période avril-décembre 1986 montrent que cette limite a été dépassée en de nombreux endroits que l'on n'avait pas jugé utile d'évacuer. A Gomel, par exemple, ville située à 120 km au nord de Tchernobyl, on a atteint en huit mois 0,74 rem dans l'agglomération et 1,39 rem aux alentours ; à Kiev, 0,40 rem *intra muros* et 0,74 rem à la périphérie. Ces valeurs ne représentent que l'irradiation externe, due pour l'essentiel aux rayonnements gamma émis par les polluants radioactifs déposés lors du passage du nuage. Si elles sont moindres en ville, c'est parce qu'une grande partie des surfaces exposées aux retombées (chaussées, trottoirs, façades) retiennent moins la radioactivité et sont plus faciles à décontaminer qu'un sol naturel. Quant à l'irradiation interne provoquée par l'inhalation d'air pollué pendant le passage du nuage, elle peut être négligée dans l'estimation des doses reçues dans les régions non évacuées, car elle représente moins du dixième de la dose à un an et moins du trentième de la dose à 50 ans (valeur retenue pour la prévision des cancers).

Nous avons voulu vérifier par nous-même ce qu'il en était. Avait-on vraiment pris le risque d'exposer des populations à une irradiation supérieure à la limite fixée par la CIPR ? Pour le savoir, nous avons

(1) L'homme-rem est une unité de mesure qui prend en compte à la fois le nombre des personnes irradiées et les doses reçues par ces personnes. Un million d'hommes-rem, ce peut être un million d'hommes ayant reçu un rem, ou bien 200 000 hommes ayant reçu 5 rem, ou encore 2 millions d'hommes ayant reçu 0,5 rem.

procédé à un certain nombre de carottages hors de la zone évacuée, notamment dans une forêt à 10 km au nord de Kiev, ainsi que dans deux bourgs, Diémidov et Borodianka, situés respectivement à 40 km au nord de la capitale de l'Ukraine et à 45 km au nord-ouest de cette même ville. Nous avons rapporté ces prélèvements et les avons fait analyser en France. Ce sont les résultats de ces analyses que nous avons publiés dans notre article "Retour à Tchernobyl" paru dans *Science & Vie* n° 849, de juin dernier, en p. 36 : ils indiquaient seulement le degré de contamination des sols aux endroits où avaient été effectués les carottages.

Depuis lors, ces premières données brutes ont pu être enrichies, d'une part, par l'analyse d'un prélèvement superficiel opéré en octobre 1987 à Ivankov (ville située à 50 km au sud-ouest de Tchernobyl) par le journaliste français J.-P. Chavanat, analyse dont les résultats ont été publiés par *Agriculture Magazine* (n° 30, juin 1988) ; d'autre part, par deux analyses complémentaires, effectuées par deux laboratoires différents (le laboratoire du Service central de protection contre les rayonnements ionisants et le laboratoire de radiochimie de l'université de Nice) et portant chacune sur la moitié d'un même échantillon prélevé lui aussi dans la forêt au nord de Kiev. L'intérêt de ces deux dernières

en radioéléments telles qu'elles se présentaient en mai 1986, c'est-à-dire au lendemain de l'accident. Ces valeurs initiales — y compris celles des radioéléments à vie courte — ont été reconstituées grâce à différentes méthodes que nous expliquons dans l'encadré pages suivantes.

Le tableau 2 rassemble les mesures effectuées par le SCPRI et le laboratoire de radiochimie de l'université de Nice sur les deux moitiés d'une même carotte prélevée en forêt au nord de Kiev. Les valeurs indiquées concernent les activités (en becquerels par kilogramme sec) à la date de l'analyse. Pour convertir ces activités en becquerels par mètre carré, il suffit de multiplier les valeurs par 54.

Enfin, le tableau 3 expose les doses d'irradiation externe, à un an et à l'infini, sur les lieux où ont été effectués les prélèvements. Ces doses représentent en quelque sorte la quantité de rayonnements qu'auraient reçue des personnes vivant de façon continue en ces endroits. Pour les calculer, nous avons pris en compte la totalité du dépôt consécutif à l'accident, y compris les radioéléments de courte période aujourd'hui disparus. Certes, ces doses d'irradiation sont quelque peu théoriques, du fait que nous avons considéré que le dépôt restait à la surface du sol, mais l'approximation demeure néanmoins très correcte pour la première année. Par la

suite, à mesure que les radioéléments s'enfoncent, elle devient plus problématique. Cela dit, la vitesse de pénétration dépend de la nature du sol : quasiment nulle en présence d'argile, elle est faible dans l'humus et grande (en cas de précipitations) dans le sable pur.

Ces tableaux appellent plusieurs commentaires :

- Tout d'abord, il convient de préciser que nos évaluations ne peuvent pas être généralisées à l'ensemble de la région environnante. Les différences entre les deux échantillons prélevés à quelques dizaines de mètres de distance dans la forêt proche de Kiev les rappellent op-

portunément. Nous n'avons d'autre prétention que d'offrir une estimation indicative, au terme d'une tentative de reconstitution d'un passé auquel on ne peut accéder que par les traces partielles qu'il a laissées.

(2) Cf. *Santé et rayonnement*, effets cancérigènes des faibles doses de rayonnement, édité par le GSIEN et la CRIIRAD, 8 rue Louise-Gémard, 26000 Montélimar.

1. LA CONTAMINATION DES SOLS (en kilobecquerels/m², mesurés en mai 86)

ISOTOPE	FORÊT(1)*	FORÊT(2)*	DIÉMIDOV *	BORODIANKA *	IVANKOV **
Zr95	286	—	—	120	18 350
Ru106	76	44	160	227	6 050
Cs134	28	12	36	49	412
Cs137	55	28	73	94	851
Ce144	290	127	500	633	11 500
Sr90	22	nm ***	15	nm	nm
Total ****	1 613	491	2 078	2 100	91 500

3. L'IRRADIATION EXTERNE (en millirems ; recommandation CIPR : 500 mrem/an)

	Forêt(1)	Forêt(2)	Diémidov	Borodianka	Ivankov
À un an	1 080	350	1 070	1 550	37 100
À l'infini	3 950	1 650	4 500	6 000	91 800

(1), (2) Prélèvements effectués à deux endroits différents dans une forêt à 10 km au nord de Kiev. * Prélèvement effectué fin avril 88. ** Prélèvement effectué en octobre 87. *** nm = non mesuré. **** Y compris Rh 106, Pr 144 et Nb 95 descendants de Ru 106, Cr 144 et Zr 95.

* Chiffres incluant les activités évaluées de Ru 103, Ce 141, I 131, I 133, Te 132, Cs 136 et Ba 137 (descendant de Cs 137).

analyses est qu'elles fournissent, en plus des mesures concernant les radioéléments déjà recherchés précédemment, les concentrations en strontium 90 et en plutonium.

Le tableau 1 reprend les résultats donnés par *Science & Vie* en juin dernier et y ajoute ceux du prélèvement d'Ivankov. Il s'agit des concentrations

On observera toutefois avec satisfaction que les chiffres concernant ladite forêt proche de Kiev sont cohérents avec ceux qu'ont fournis les Soviétiques — ce qui est à mettre au crédit de la méthode que nous avons utilisée.

• Le cas d'Ivankov est troublant. Comment se fait-il que l'on ait dans cette ville une radioactivité plus de vingt fois supérieure à celle de Borodianka ? L'explication est sans doute à chercher dans l'ondée orageuse qui s'abattit sur l'agglomération le 10 ou le 11 mai 1986 (pluie que les Soviétiques tentèrent en vain d'empêcher par divers procédés aéroportés). De fortes précipitations, lessivant le nuage radioactif, peuvent en effet augmenter considérablement l'importance du dépôt. Cela s'est vu en Europe, où, sous l'effet d'averses orageuses, la pollution radioactive a été multipliée par dix, vingt, voire par plus de cent, par rapport à des lieux voisins soumis aux seules retombées "sèches".

Cela étant, les chiffres n'en demeurent pas moins inquiétants, effarants même. Car, le niveau moyen dans cette cité ne serait-il que le quart de la valeur calculée (soit environ 10 rems pour la première année), il eût amplement justifié une évacuation durable. Pourquoi cette décision n'a-t-elle pas été prise ? Nous n'avons pas pu poser la question sur place, parce que nous ne disposions pas alors de la mesure en question et parce qu'aucun des rapports diffusés par les Soviétiques ne laissait suspecter que, en dehors de la zone évacuée, des personnes aient pu rester exposées à des doses aussi dangereuses. Et quand nous disons « dangereuses », ce n'est pas un mot en l'air : en effet le nombre des cancers mortels au sein des populations intéressées peut s'en trouver accru de 3 %, si l'on retient le coefficient de risque de la CIPR (125 morts par million d'hommes-rem) et même de 15 à 45 % si l'on se rapporte aux conclusions d'études récentes sur ce sujet (*).

Faut-il attribuer cette absence d'évacuation à d'obscures raisons politico-administratives ? Rien n'est moins sûr, du moins au début. Peut-être, tout simplement, le seuil de radioactivité dans l'air déter-

minant le retrait des populations n'a-t-il pas été atteint. Ce seuil, nous a-t-on dit, serait de 25 millirems/h. Or, d'après les indications d'un modèle de calcul reconnu pour rendre compte de ces phénomènes, la radioactivité de l'air à Ivankov, sauf peut-être pendant l'orage fatidique, a toujours été inférieure à 10 millirems/h. Si donc il fallait incriminer quelque chose, ce serait plutôt une lacune dans les programmes soviétiques de protection civile.

Il reste que la situation radiologique à Ivankov est préoccupante. Les chiffres, dans leur sèche brutalité, illustrent dramatiquement l'image un peu trop artistique de "contamination en taches de léopard" à laquelle ont recouru nos interlocuteurs soviétiques pour caractériser l'état de la région.

En outre, comme, à notre connaissance, aucun "cas Ivankov" n'est mentionné dans les rapports officiels, rien ne prouve que les doses correspondantes ont été prises en compte pour le calcul de la "dose collective" d'après laquelle sont établies les prévisions de cancers mortels. Il faudra donc que les Russes se montrent beaucoup moins avarés de détails s'ils veulent éviter les accusations de trucage ou de sous-estimation.

• Venons-en maintenant au strontium 90, l'un des radiotoxiques les plus puissants. Il a une période radioactive de 28,5 ans et une période biologique de

2. DEUX POIDS, DEUX MESURES ?

ORIGINE DES MESURES ET DATE DES ANALYSES					
			SCPRI 14 mai 1988		Laboratoire de l'université de Nice 23 juillet 1988
Isotope	Période	Bq/kg	Précision (%)	Bq/kg	Précision (Bq/kg)
Cs134	2.05ans	190	2	278	+/- 15
Cs137	30ans	810	1	1 163	+/- 60
Ru106	372jours	250	4	633	+/- 100
Sb125	2.76ans	30	14	43	+/- 9
Ce144	284jours	430	2	674	+/- 47
Sr90	28ans	280	2	nm	
Zr95	64jours	< 3	—	nm	
Nb95	35jours	< 10	—	nm	
Eu154	8.8ans	< 10	—	nm	
Pu238	87.8ans	< 2	—	0.56	+/- 0.05
Pu239	24 131ans				
+ Pu240	6 537ans	6.2	18	1.84	+/- 0.13

Les grandes différences entre les résultats provenant des deux laboratoires, si elles sont à première vue choquantes, peuvent s'expliquer par l'hétérogénéité de l'échantillon (une couche superficielle de terre naturelle contenant des débris végétaux). D'autre part, le SCPRI a reçu le pied de la carotte, c'est-à-dire la portion la moins contaminée. D'où les variations importantes concernant le cérium 144 et le ruthénium 106. Les experts soviétiques avaient déjà noté que les particules chaudes (hot spots) de produits réfractaires, auxquels appartiennent les retombées de cérium et de ruthénium, avaient une plus grande tendance à rester en surface que les éléments volatils comme le césium. Le plutonium, lui, n'a pas ce genre de comportement. Alors, pour expliquer la différence, on peut supposer que la fraction remise au SCPRI a, lors du carottage ou pendant le transport, été contaminée par une ou plusieurs particules chaudes riches en Pu provenant de la tête de l'échantillon

18 ans (c'est-à-dire qu'il faut 18 ans pour que le jeu normal de l'élimination par l'organisme, combiné à la décroissance radioactive, réduise de moitié la quantité de strontium fixé à un moment donné dans le squelette, son organe cible). Cette longue période biologique (en comparaison des 110 jours de celle des césiums) et la grande aptitude des os à fixer le strontium justifient que la concentration maximale admissible de ce radioélément dans l'eau de boisson soit 200 fois plus faible que celle du césium 137, et même 50 fois inférieure à celle du plutonium 239, souvent présentée comme le plus dangereux des radiotoxiques libérés par un accident ou une explosion nucléaires. Ce sont d'ailleurs les risques liés au strontium 90 qui constituèrent l'une des principales motivations du traité d'interdiction des essais nucléaires atmosphériques signé en 1963.

En révélant un rapport strontium 90/césium 137 de l'ordre d'un quart dans les retombées qui se sont déposées à une centaine de kilomètres de Tchernobyl, nos mesures font craindre que la protection radiologique de la chaîne alimentaire ne soit pas toujours correctement assurée, surtout en ce qui concerne les produits laitiers, vecteurs privilégiés de la contamination par le strontium.

En effet, actuellement, seul le taux de césium est mesuré dans les produits alimentaires, la limite admissible de concentration de ce radioélément étant considérée comme également valable pour le strontium (en raison du rapport habituel strontium/césium). Or, si ce rapport est conforme à ce qu'indiquent nos mesures, il y a de fortes chances pour que, en tolérant la commercialisation de produits laitiers contenant 400 ou 600 becquerels par kg de césium radioactif, on fasse ingérer au consommateur ukrainien plus de 100 becquerels/kg de strontium 90, au lieu des 2 ou 3 Bq/kg qui constituent la limite homogène avec celle du césium. Bref, une surveillance axée sur la seule recherche du césium est probablement insuffisante dans le contexte actuel, aussi bien en Ukraine qu'en Biélorussie.

Mais alors pourquoi ne mesurer que le césium ?

D'abord, et à juste titre, parce que ce radioélément à vie longue et assez volatil est un dangereux poison, facilement métabolisé. Ensuite, et surtout, parce que les rayonnements gamma émis par le césium 134 et par le descendant du césium 137 se détecte directement et rapidement, sans préparation spéciale des

LA MÉTHODE DE CALCUL

Pour calculer la dose d'irradiation occasionnée par un dépôt d'éléments radioactifs survenu en un temps et en un lieu donnés, il faut, d'une part, connaître la quantité de chacun des radioéléments qui ont composé la retombée et, d'autre part, tenir compte de la période desdits radioéléments, c'est-à-dire de la décroissance de leur activité entre le moment où ils se sont déposés et le moment retenu pour le calcul.

Toutefois ne sont mesurables que les radioéléments dont la période est suffisamment longue et la concentration initiale suffisamment élevée pour que leur activité résiduelle ne soit pas inférieure au seuil de sensibilité des détecteurs.

C'est ainsi que les analyses de sols prélevés dans la région de Tchernobyl n'ont donné de résultats significatifs que pour les césiums 134 et 137, le strontium 90, le ruthénium 106, l'antimoine 125, le cérium 144, le zirconium 95, le niobium 95, l'euprotium 154, l'argent 110 m et les plutoniums

239 + 240. Bien entendu, une estimation correcte de la dose d'irradiation ne peut se contenter de ce cocktail radioactif et doit prendre en compte également les composantes "disparues" du dépôt. Pour cela, il faut procéder de manière indirecte, en continuant les trois méthodes suivantes :

1° Prenons le cas d'éléments présents sous forme de plusieurs isotopes, dont l'un au moins a une période assez longue pour que son activité soit encore mesurable. Par exemple, le ruthénium 103 (période 39,3 jours) et le ruthénium 106 (période 368,2 jours) ; ou le cérium 141 (période 32,5 jours) et le cérium 144 (période 284,3 jours). Si leurs vitesses de désintégration sont différentes, en revanche leurs propriétés physico-chimiques sont les mêmes, ce qui signifie que leurs processus de libération et de redépôt sont identiques. Ainsi il suffit de connaître la composition du cœur du réacteur au moment de l'accident ou bien de disposer d'un état détaillé des retombées en un point donné peu de

échantillons analysés. Autrement dit, l'opération est peu coûteuse. En revanche, le rayonnement bêta produit par la désintégration du strontium 90 ne peut être mesuré qu'après une séparation chimique délicate, longue et pour tout dire onéreuse.

Ainsi, entre les contraintes économiques et les exigences de santé publique, on est souvent obligé de recourir à un compromis (la recherche du seul césium), qui, s'il est satisfaisant pour la santé présente des finances, l'est peut-être moins pour la santé future des populations.

D'aucuns objecteront que notre suspicion n'est fondée sur aucune preuve flagrante. Nous le concédons volontiers, mais, vu les résultats de nos analyses, nous serions plus rassurés sur l'avenir des habitants d'Ukraine et de Biélorussie, et en particulier sur celui des enfants qui sont en train de construire leur squelette avec des produits laitiers de la région, si les autorités soviétiques publiaient des données exhaustives sur les concentrations de strontium 90 dans la nourriture et mettaient en place, auprès

des marchés, des chaînes de mesure de ce radioélément, comme il en existe pour le césium.

● Enfin, d'après les analyses effectuées par le SCPRI et le laboratoire de radiochimie de l'université de Nice, la concentration moyenne en plutonium représentée, elle aussi, un risque.

temps après, pour reconstituer les isotopes disparus.

Pour notre part, nous nous sommes servi du rapport *Dose Estimates from the Chernobyl Accident* d'Andrew P. Hull, du Brookhaven National Laboratory, qui donne un tableau très complet (33 isotopes radioactifs de période supérieure à 0,8 jour) des retombées enregistrées à Nurmijärvi, en Finlande, le 28 avril 1986. Grâce à ces informations, nous avons pu déduire les rapports cérium 141/144, ruthénium 103/106 et césium 136/137.

2° Il arrive cependant que tous les isotopes radioactifs d'un élément aient disparu. C'est le cas, notamment, des iodes et des tellures. Pour évaluer leur concentration initiale, on s'appuie alors sur d'autres radioéléments encore mesurables, dont les propriétés physico-chimiques sont comparables.

Là encore, la connaissance de la composition du cœur ou l'analyse précoce des retombées en un endroit donné fourniront la solution. Une solution toutefois plus approximative que précédemment, car le comportement dans l'environnement de deux radioéléments différents, si proches soient-

ils par leurs propriétés, n'est jamais tout à fait identique.

Exemple : les iodes et les tellures, du fait de leur volatilité, peuvent être rapprochés du césium : comme lui, ils sont libérés à 100 % lors d'un accident nucléaire. La mesure du césium permet donc d'avoir une idée des quantités d'iodes et de tellures qui ont été relâchées, mais non pas des quantités qui se sont redéposées. Car iodes et tellures n'ont pas le même comportement dans l'atmosphère que le césium. En particulier, en cas de lessivage du nuage radioactif par la pluie, l'accroissement de dépôt qui en résulte est beaucoup plus élevé pour les césiums que pour les iodes (jusqu'à dix fois plus).

Pour nos estimations, en l'absence de données précises concernant la météo dans les jours qui ont suivi l'accident de Tchernobyl, nous avons choisi l'hypothèse "minimisante" du temps sec.

3° Reste, enfin, le cas où un radioélément de très courte période, donc rapidement disparu, en engendre un autre, de longue durée. Ainsi le neptunium 239 (période 2,35 jours) produit

1° Bien que très partiels, les résultats que nous avons glanés lors de notre voyage à Tchernobyl démontrent que l'héritage radiologique légué par la catastrophe aux populations d'Ukraine et de Biélorussie est sans commune mesure, tant par son ampleur que par sa nature, avec la part qui nous est échue en France.

par désintégration du plutonium 239 (période 24 131 ans). Cet exemple est particulièrement intéressant, car la mesure du neptunium quelque part juste après le dépôt permet de s'assurer que le plutonium retrouvé plus tard provient bien de l'accident et n'est pas le résidu de retombées antérieures, comme celles qui ont suivi les essais nucléaires atmosphériques. Cela dit, le nuage de Tchernobyl contenait également du plutonium déjà formé dans le cœur du réacteur, et c'est donc la composition présumée de ce cœur au moment de l'accident qui peut nous renseigner sur la quantité de plutonium effectivement relâchée.

Une fois que l'on a déterminé — directement ou indirectement — les concentrations des radioéléments présents dans le dépôt, il ne reste plus qu'à calculer les intégrales des désintégrations des éléments en question (et de leurs descendants), puis à utiliser des facteurs de conversion adéquats (transformant les densités de surface, des dépôts radioactifs en rems) pour obtenir la dose d'irradiation occasionnée en un point donné par les retombées de Tchernobyl. Y.L.

Notamment en cas de blessures, même superficielles, contaminées par de la terre, ou en cas d'inhalation de poussières soulevées par le vent ou le remuage des sols (travaux publics ou agricoles, sports, jeux, etc.). La voie sanguine est en effet favorable au transfert du plutonium vers son organe cible : l'os. Quant aux poumons, ils sont radiologiquement très sensibles aux rayons alpha émis par ce radioélément. La prudence voudrait donc que l'on recommandât aux parents ukrainiens et biélorusses de ne pas laisser leurs enfants jouer avec de la terre ni pratiquer des sports où la peau vient en contact avec le sol. L'a-t-on fait ?

En conclusion, nous pouvons ajouter ceci :

Il a fallu 2 ans pour construire le "sarcophage" de sécurité autour du bloc n° 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl.



Nous n'avons pratiquement pas reçu de strontium, et les niveaux de dose les plus élevés chez nous sont inférieurs de deux ordres de grandeur (10^2 , soit 100 fois) à ceux qu'ont eu à subir les habitants demeurant autour de la zone évacuée.

2° Il est clair que les populations des républiques d'Ukraine et de Biélorussie n'ont pas bénéficié de toute l'information ni de toutes les mesures nécessaires à leur complète sauvegarde, passée, présente et à venir. L'ampleur des problèmes auxquels ont été confrontés les autorités soviétiques est peut-être une explication. Elle ne saurait être une excuse.

Yves Lenoir

TRÈS CIGARE ... ET LÉGER



PLANTEROS LÉGER 20 PETITS CIGARES

LA TERRE EST-ELLE UN ÊTRE VIVANT ?

L'hypothèse Gaïa voit en notre planète une entité volontaire, gérant au gré de ses exigences un climat et une atmosphère qu'elle s'est elle-même confectionnés. Une théorie provocante et largement controversée.

« **L**a Terre est vivante », proclame un chercheur anglais du nom de James Lovelock. Notre planète faite de roches, d'océans et d'un infime épiderme de matière organique animée, est en réalité un être vivant ayant une individualité propre, comme peut l'être un arbre constitué à 99 % de tissu mort. Mais Lovelock va plus loin : la Terre, en super-organisme, se forgerait un environnement sur mesure, contrôlant la composition de l'atmosphère, faisant la pluie et le beau temps à sa convenance.

Gaïa, déesse grecque de la Terre (1), est le nom de cette étrange école de pensée pour laquelle la vie ne serait pas la conséquence, mais bien l'origine des conditions physico-chimiques que nous connaissons. L'auteur de la théorie voit en la Terre un système auto-régulé dont les éléments biologiques interviennent sans cesse pour maintenir la stabilité de son état. Comme dans le corps humain, la nature y assure les conditions optimales pour la conservation de la vie, selon un principe homéostatique, c'est-à-dire un mécanisme qui règle lui-même son fonctionnement par rapport à un équilibre préalablement établi. Des préceptes qui paraissent peut-être provocants, mais dont l'originalité est au fond toute relative.

Car c'est l'admiration du bel ordre de la nature et, assurément, la foi aveugle en ses dispositions "intelligentes" qui inspirent l'hypothèse

se Gaïa. Voilà une résurgence surprenante du naturalisme de la Renaissance dont la pensée était à la fois "vitaliste", attribuant la vie à toute chose et à la Terre elle-même, et "animiste", voyant notre planète gouvernée par un principe de vie ou une âme raisonnable. Le philosophe italien Tommaso Campanella ne faisait-il pas du "Gaïa" sans le savoir lorsqu'il y a 400 ans il clamait sa conviction que la Terre parle, éternue et pense...

Nombreux sont les poètes, les penseurs et les savants qui ont un jour adhéré à ce courant philosophique. Rien d'étonnant donc à ce que Lovelock,

James Lovelock, père de l'hypothèse "Gaïa"

Selon cette école de pensée, la Terre serait un être vivant qui se serait doté de thermostats et autres régulateurs automatiques capables de maintenir en permanence des conditions optimales pour la vie.



tout excentrique qu'il est, ait profondément convaincu une partie de la communauté scientifique. Sa principale adepte et disciple-en-chef, co-créatrice du mouvement, est une biologiste réputée de l'université de Boston, Lynn Margulis. Depuis qu'il a énoncé sa thèse en 1969, il s'est attaché des partisans enthousiastes et des fidèles inconditionnels, en même temps qu'il a dressé contre lui une foule de détracteurs acharnés.

En mars dernier, l'hypothèse *Gaïa* a reçu, si ce n'est une consécration du moins une manifestation d'intérêt, lorsqu'un imposant aréopage de biologistes, de géologues et de climatologues est venu en débattre dans la ville californienne de San Diego. La réunion était organisée par l'American Geophysical Union, une instance qui compte dans le monde savant.

La confrontation des pro-Gaïa avec les anti-Gaïa y a donné lieu à d'âpres discussions autour du postulat même de cette théorie, à savoir si les forces dynamiques de la vie domineraient à un tel point notre planète qu'elles exerceraient une puissance totale de contrôle sur l'atmosphère et les océans. Par la bouche de ses représentants, la science "officielle" a proscrit cette idée comme absurde. « Il est tout à fait saugrenu de penser que la mince biosphère de notre globe puisse commander les phénomènes terrestres », dit le Pr William Howard, de l'université Harvard.

Précédent de taille, c'est pourtant grâce aux végétaux marins que l'atmosphère s'est suffisamment enrichie en oxygène pour permettre à la vie de s'installer sur les continents, il y a 2 milliards d'années.

Et puis les scientifiques sont loin d'avoir tout expliqué sur la genèse et le fonctionnement du système Terre. La composition actuelle de l'atmosphère, par exemple. « Mars et Vénus, planètes sans vie, peuvent être parfaitement comprises par la chimie et la physique, mais notre propre monde présente

un cas d'anomalie, dit Lynn Margulis. Pourquoi, en effet, y a-t-il autant d'azote dans l'air alors qu'en logique de chimiste on s'attendrait à ce que ce gaz ait depuis longtemps réagi en formant des nitrates ? Pourquoi existe-t-il des quantités aussi anormales de méthane, d'ammoniac et d'hydrogène, qui tous sont produits par des bactéries ? » Car notre atmosphère est une mixture instable

d'hydrocarbures et d'oxygène. Et cette instabilité permanente s'explique si elle est entretenue par des formes vivantes.

Attention, avertissent les non-gaïens, personne ne conteste que la vie exerce une certaine action sur l'air et sur les masses d'eau. Les forêts tropicales conditionnent des microclimats. Les arbres renvoient dans l'atmosphère, directement par évaporation ou indirectement par évapotranspiration (?), les trois quarts de l'eau de pluie qu'elles ont reçue. Pas question de nier que les mécanismes biotiques déterminent de nombreux bilans chimiques, physiques et thermiques qui s'opèrent à plus ou moins grande échelle. Ainsi, les lipoprotéines des bactéries de la forêt servent de noyaux de cristallisation qui permettent à la glace de se constituer dans l'air et d'amorcer la formation de nuées d'orage. « Les bactéries sont des agents de nucléation (?) mille fois plus efficaces que les particules de poussière », fait remarquer le Pr Walter Shearer, de l'université des Nations unies à Tokyo.

Le sujet de discorde entre les deux partis réside donc bien dans l'importance de l'impact que peut avoir la vie sur les conditions physico-chimiques qui règnent sur la planète.

Prenons la température terrestre, dans quelle mesure est-elle liée à l'existence de la vie ? Lovelock affirme que « le climat et les propriétés chimiques de la Terre ont toujours été favorables à la vie ». Il constate la relative stabilité des conditions climatiques à travers les âges ; les températures d'aujourd'hui sont sensiblement égales à celles qui régnaient au début de notre planète, alors que le soleil ne fournissait qu'un tiers environ de son énergie actuelle. Il explique ce fait par la fonction "thermostatique" qu'aurait toujours exercée le dioxyde de carbone, qui crée un effet de serre en piégeant la chaleur et l'empêchant de s'échapper dans l'espace. Le "thermostat" aurait agi en variant les concentrations de ce gaz dans l'atmosphère selon les époques. Or, dit Lovelock, c'est la vie sur Terre qui détermine le taux de CO₂ dans l'air et qui, par conséquent, actionne le thermostat.

Nullement, répondent les géophysiciens. La vie y est pour pas grand-chose. La tectonique des plaques suffit à expliquer les variations de la teneur atmosphérique en gaz carbonique, par un cycle purement physicochimique (?). Le CO₂ dans l'air se dissout dans la pluie, forme de l'acide carbonique et attaque les roches constituées de silicates de calcium. Cette réaction chimique aboutit à la formation de bicarbonate de calcium, entraîné par les eaux de pluie jusqu'aux océans et incorporé aux sédiments. Ceux-ci, se déplaçant avec la croûte océanique, finissent par se glisser sous les masses continentales, où ils sont soumis à des températures et des pressions extrêmes et conduits à libérer du CO₂, qui est remis en circulation dans l'atmosphère par l'action



Gaïa : c'est le plancton qui sert de thermostat à la Terre

En consommant plus ou moins de gaz carbonique (CO₂), le plancton diminue ou augmente l'effet de serre que ce gaz provoque autour de la Terre.

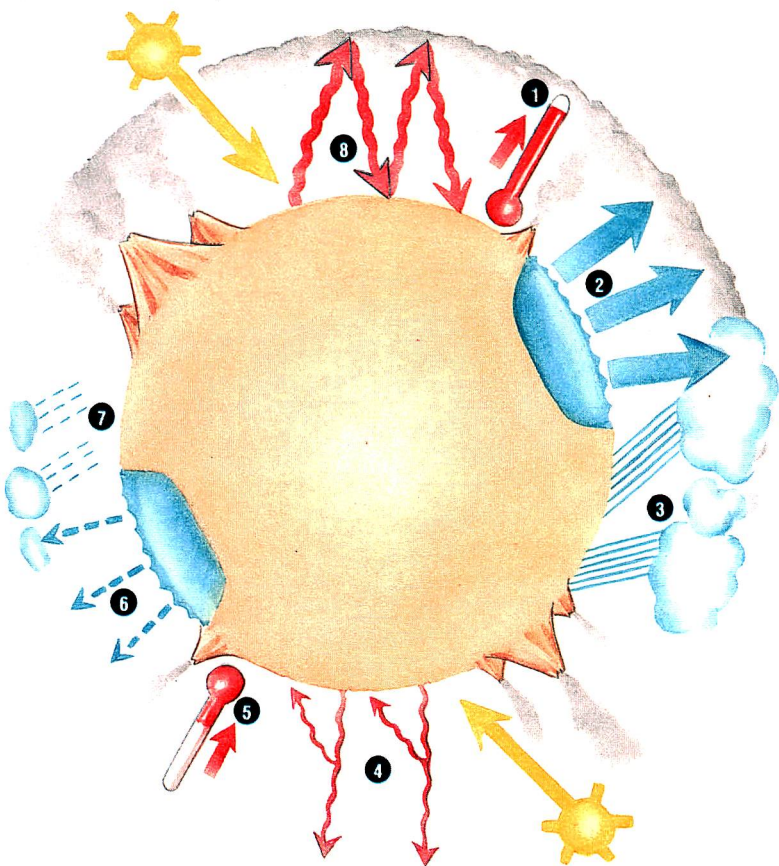


Les géophysiciens : pas du tout, c'est la tectonique des plaques !

Ce sont les volcans, portes de sortie du carbone recyclé dans les profondeurs de la Terre par la tectonique des plaques, qui approvisionnent perpétuellement l'atmosphère en CO_2 , entretenant ainsi l'effet de serre (voir dessins pages suivantes).

Les géophysiciens : le gaz carbonique est un thermostat inerte

Le rôle régulateur du gaz carbonique sur la température est assez bien connu. Lorsque la température augmente (1), l'évaporation des océans s'accroît (2), il y a donc formation accrue de nuages et il pleut davantage (3). La pluie entraîne au sol des quantités plus importantes de gaz carbonique, ce qui a pour conséquence de baisser le taux de ce gaz dans l'atmosphère et donc de réduire l'effet de serre (4). Il en résulte une baisse de la température (5), de l'évaporation des océans (6) et de la pluviosité (7). Les volcans approvisionnant continuellement l'atmosphère en gaz carbonique, l'effet de serre va se rétablir (8) et la température augmenter à nouveau (1). Et ainsi de suite.



des volcans.

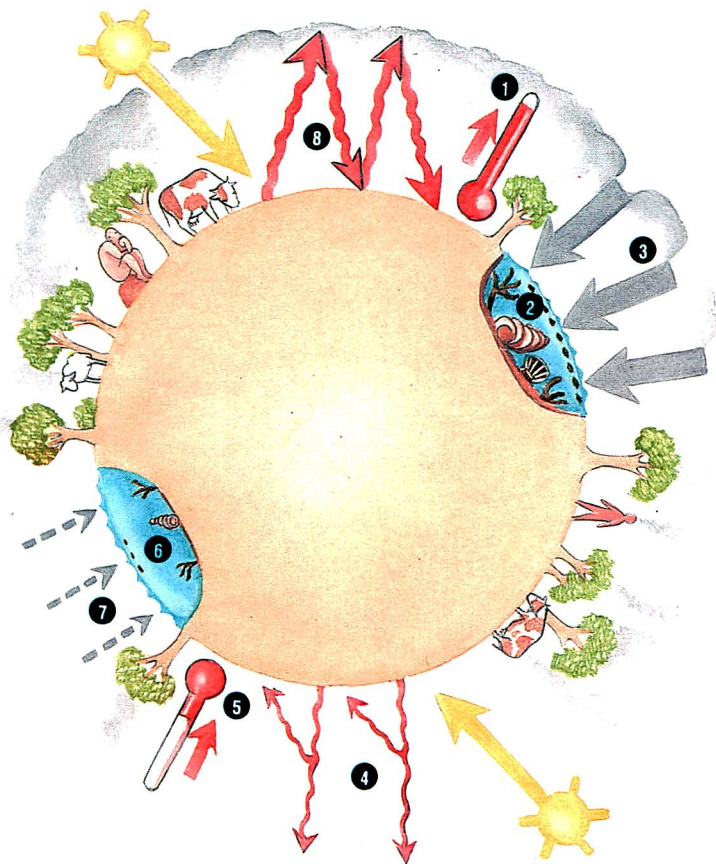
Quand l'air se réchauffe, les océans dégagent des quantités plus grandes de vapeur d'eau, ce qui augmente le régime des pluies et les retombées de gaz carbonique ; l'air est donc moins chargé en CO_2 et la raréfaction de ce gaz diminue l'effet de serre, provoquant un refroidissement de l'enveloppe terrestre. La température tombée, il y aura alors moins de pluie, donc moins de déperdition de gaz carbonique dans l'atmosphère, laquelle sera par ailleurs réapprovisionnée en CO_2 par le jaillissement des matières volcaniques. Du coup, les températures remontent. Le thermostat a parfaitement fonctionné, sans que la vie n'intervienne à aucun moment dans ce cycle naturel (*voir dessins ci-dessus*). Au-delà de cette démonstration théorique essentiellement en faveur de l'inerte, on attribue dans la réalité quelques rouages du mécanisme à la vie.

Le plancton végétal, par exemple, consomme du CO_2 lors du processus de photosynthèse pour assurer sa croissance. Son développement et par conséquent ses besoins en gaz carbonique sont tributaires des conditions météorologiques. Si la température s'élève, il se multiplie davantage et sa demande en CO_2 augmente. De nombreux animaux marins fixent le bicarbonate de calcium des roches désagrégées et le recyclent en carbonate de calcium, pour constituer leur coquille. A leur mort, ce carbo-

nate rejoint les sédiments sur le fond marin. Si tous ces organismes aquatiques disparaissaient, l'atmosphère deviendrait sérieusement surchargée en CO_2 , affirme Lovelock. Le résultat serait un très dangereux échauffement de la Terre.

Quant aux microorganismes du sol, ils interviennent partiellement dans la désagrégation des roches silicatées car, en rejetant du gaz carbonique, ils augmentent l'acidité du milieu. Selon les mesures de Lovelock, les niveaux de CO_2 dans les sols recouvrant ces roches sont de vingt à quarante fois plus élevés que dans l'air au-dessus de roches nues de même composition. Les variations de l'usure des roches constitueraient un mécanisme de contrôle du CO_2 atmosphérique. Et le fondateur de Gaïa de conclure que d'importants facteurs biologiques interviennent donc dans la régulation thermique de notre planète.

C'est aller un peu vite en besogne. Ces phénomènes existent, certes, mais n'affectent pas la composition générale de l'océan et de l'atmosphère. Il est indéniable que des organismes participent aux processus géologiques, chimiques et biologiques qui déterminent le taux atmosphérique de dioxyde de carbone. Mais la présence de CO_2 dans l'air, selon l'opinion scientifique traditionnelle, est tout simplement le résultat de la longue histoire géochimique de notre Terre, vieille de 4,5 milliards d'années. La



Gaïa : le thermostat est vivant. C'est le plancton.

Après son passage entre les mains de Lovelock, le thermostat présente quelques modifications de taille dans son mode de fonctionnement. Lorsque la température augmente (1), le plancton se développe davantage (2) et consomme plus de CO_2 atmosphérique (3). Conséquence : l'effet de serre est amoindri (4) et entraîne une baisse de la température (5). D'où un ralentissement du développement du plancton (6) et une diminution de sa demande en CO_2 (7). Les êtres vivants (qui se sont substitués ici aux volcans) continuant leur production de gaz carbonique, l'effet de serre s'accroît à nouveau (8), entraînant une nouvelle augmentation de la température (1). Et ainsi de suite.

vie, dans son évolution, n'a fait que s'accommoder des conditions déjà créées. La masse biotique s'est pliée à un état de fait, sans le moindre pouvoir sur lui.

En toute bonne logique, la thèse de James Lovelock implique que, dans l'éventualité d'un refroidissement de l'atmosphère, suite à une baisse du rendement énergétique du soleil, les organismes vivants de la Terre se mobiliseraient et réagiraient collectivement à cette situation, en fabriquant plus de CO_2 ou d'autres gaz, comme le méthane, qui produisent un effet de serre et permettent à la planète de mieux conserver sa chaleur. On voit mal comment s'enclencherait un si bel effort collectif.

N'ayant pas réussi à convaincre avec le cycle du carbone, Lovelock attaque de plus belle avec celui du soufre auquel il attribue également une influence sur la température (voir *Science & Vie* de juin 88 p. 68). Ses collaborateurs et lui ont découvert que de nombreuses espèces planctoniques fabriquent de grandes quantités de diméthylsulfure, ou DMS⁽⁶⁾. Lorsqu'il se trouve oxydé et transformé en aérosol sulfaté, le DMS fournit la majeure partie des noyaux de condensation qui sont à l'origine des nuages au-dessus des régions océaniques éloignées des continents.

La pluviosité ne joue ici aucun rôle car elle n'est pas nécessairement liée au nombre de germes de

nucléation ; au contraire, si les nuages contiennent trop de ces noyaux, les gouttelettes d'eau pourront ne jamais devenir assez grosses pour tomber en pluie. Mais le DMS joue un rôle primordial dans l'albédo, c'est-à-dire dans l'indice d'énergie lumineuse renvoyée par un corps éclairé, en l'occurrence le nuage. Ce facteur détermine le rapport entre la quantité de chaleur solaire déversée sur la Terre et celle qui est réfléchie vers l'espace. Les nuages qui se forment au-dessus des océans contribuent considérablement à la réflexibilité des rayons solaires par la Terre. Lorsque la couverture nuageuse augmente, l'albédo augmente aussi, et la température de l'air baisse localement. Une légère variation dans le nombre de particules peut entraîner un très grand changement de l'albédo dans des stratus à couche mince. Selon l'hypothèse Gaïa, la température de notre globe s'élèverait d'un bon nombre de degrés si le plancton cessait soudain de produire du DMS, car il y aurait moins de nuages.

Ainsi, le DMS ferait office de "thermostat global". Un réchauffement favoriserait le développement de la masse planctonique, donc de la production de DMS, d'où formation de nuages, ce qui refroidirait la Terre.

Si c'est la déesse Gaïa qui a eu l'idée de faire synthétiser le DMS par du plancton, elle a été bien inspirée : les particules d'aérosol ont exactement la



**Gaïa : c'est la forêt elle-même qui
aurait instauré le taux actuel
de l'oxygène dans l'atmosphère.**

Au-delà de 21 %, ce comburant risquerait de provoquer trop d'incendies et conduirait au déboisement de la Terre. Mais en deçà, la rareté des incendies favoriserait la senescence sylvestre. Pour s'entretenir, la forêt irait donc jusqu'à synthétiser des substances inflammables.



**La science classique : c'est attribuer
beaucoup d'initiative aux arbres.**

Ils subissent tout simplement les conditions de l'environnement et s'y adaptent.



taille voulue — un demi-micron environ — pour séjourner longtemps dans l'atmosphère et pour intercepter au maximum la chaleur solaire. On pourrait se demander pourquoi le plancton élabore et élimine du DMS alors qu'il pourrait utiliser pour son propre compte le carbone contenu dans cette substance. A cela les adeptes de Gaïa ont une explication toute prête. Le plancton serait affligé d'un manque d'azote ; à la place, il utiliserait le soufre comme matériau de croissance et rejetterait les produits de déchet sous forme de DMS. Le Pr Ken Caldeira, de l'université de New York, trouve même une raison "logique" à ce phénomène : leur carence en azote rend les organismes marins vulnérables aux ultraviolets. D'où l'avantage pour eux de créer des boucliers nuageux pour se protéger des rayons nocifs !

Voilà une belle illustration du principe de causalité qui rappelle singulièrement la doctrine des finalistes selon laquelle la nature ne fait rien en vain. D'Aristote à Hegel, cette lignée de philosophes attribuait une intention à chaque comportement ou chaque structure d'un organisme. Le chat aurait une queue pour qu'on l'attrape ou le melon des côtes pour être mangé en famille. Un dérapage de la pensée qui fait aujourd'hui sourire... Mais revenons à notre plancton.

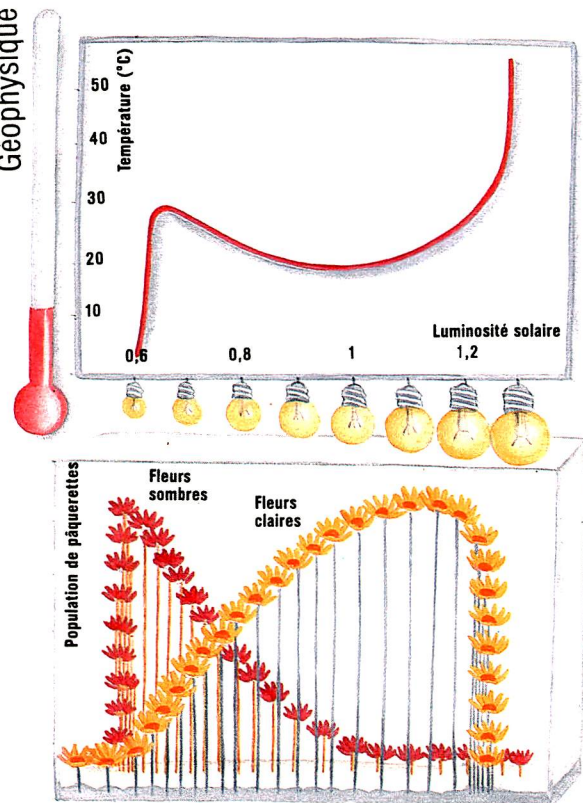
En théorie, donc, si la masse planctonique augmente, la Terre se refroidit, ce qui en retour a pour effet de réduire la production de plancton et, par voie de conséquence, d'entraîner un réchauffement de la Terre.

Ce mécanisme de rétroaction assure l'équilibre thermique du monde, le plancton jouant le rôle de capteur dans un système automatique de régulation de la température. Une action correctrice en sens contraire — les Anglo-Saxons parlent de *negative feedback* — se déclenche à la suite de toute perturbation tendant à écarter la température de la normale. C'est le propre du processus cybernétique de la rétroaction, dont nous avons ici un exemple apparemment parfait.

En réalité, les choses sont moins simples que ne le fait miroiter le modèle construit par Lovelock. La population planctonique ne réagit pas directement à la température, et sa "démographie" dépend de bien d'autres facteurs : les saisons, les courants marins, la lutte pour la vie contre de nombreuses espèces concurrentes, la masse de nourriture disponible.

En outre, la quantité de DMS libérée dans l'atmosphère n'est pas directement proportionnelle à la densité du plancton, mais varie elle aussi en fonction des conditions de l'océan et de la présence d'autres organismes. La boucle rétroactive est donc loin d'être évidente.

Si l'action régulatrice de la vie sur la température ne fait pas l'unanimité, peut-être sera-t-elle plus convaincante avec d'autres facteurs. Lovelock propose



l'exemple des feux de forêts. Ecologistes et dendrologues ⁽⁶⁾ admettent que les incendies peuvent être bénéfiques aux arbres : en éliminant la broussaille, qui étouffe les jeunes pousses ; en brûlant le bois mort ; en recyclant les matières nutritives dans le sol ; en empêchant le trop grand vieillissement du patrimoine sylvestre.

Pour Lovelock, les arbres ont pour ainsi dire compris leur intérêt en favorisant les conditions d'incendie, du moins jusqu'à un certain point judicieusement calculé. De nombreuses essences, en effet, émettent de l'isoprène, substance qui stimule la propagation du feu. Pourquoi, si ce n'est pour leur bien, ces espèces dépenseraient-elles une partie de leur énergie à synthétiser une matière hautement inflammable, qui ne joue aucun rôle dans leur métabolisme, alors qu'elles pourraient consacrer toutes leurs forces à fabriquer du feuillage ? Nous voici de nouveau dans la plus pure tradition finaliste !

Mais Lovelock ne s'arrête pas là. Rappelant que l'amplitude et la fréquence des feux de forêts dépend non seulement de la nature combustible des arbres, mais de la teneur de l'air en oxygène, il veut nous démontrer que sur la Terre cette teneur est optimale pour la santé et la survie des forêts. Si un tiers du volume atmosphérique était composé de ce gaz comburant, au lieu de 21 % comme c'est le cas,

Gaïa : les pâquerettes avec nous !

Dans le monde de Gaïa, les pâquerettes s'organisent pour rappeler à l'ordre un thermomètre enfiévré. Dès les petites températures, les variétés sombres de pâquerettes vont se développer fortement et absorber le moindre rayonnement solaire, ce qui aura pour effet d'accentuer le réchauffement de l'air. Cela permettra aux pâquerettes claires de s'épanouir à leur tour. En raison de leur couleur, ces dernières réfléchissent davantage les rayons du soleil, ce qui contribue à abaisser la température environnante. Ce rôle de thermostat biologique permet, sur une large plage de luminosités solaires, de maintenir des températures optimales pour la vie. Bien entendu le processus a ses limites ; au-delà d'une certaine luminosité les pâquerettes ne pourront plus vivre.

les incendies seraient beaucoup plus courants et plus dévastateurs, conduisant au déboisement total de notre planète.

A l'inverse, si le taux d'oxygène tombait à 12 %, les forêts ne brûleraient pratiquement jamais et, en l'absence de l'homme, seraient condamnées à une sénescence végétale tout aussi mortelle pour elles. Les forêts pourraient bien être, suggère Lovelock, des agents régulateurs qui maintiennent la teneur de l'air en oxygène à un niveau ni trop faible ni trop élevé, évitant ainsi la mort par asphyxie d'un côté et la destruction générale par les flammes de l'autre.

S'il y avait davantage d'oxygène, il y aurait davantage d'incendies et, partant, davantage de cendres, dont la plus grande partie finirait dans les océans, où elle augmenterait la concentration de phosphore. L'excédent de ce corps, qui est un réducteur énergétique, accélérerait la précipitation de l'oxygène dissout dans l'eau et le transformerait en sédiments minéraux, neutralisés sur le sol marin. Les forêts, raisonne Lovelock, empêchent par ce mécanisme la libération de trop fortes quantités d'oxygène dans l'atmosphère. Il y a rétroaction négative grâce à un processus contrôlé par la vie végétale.

Les scientifiques sont loin d'être tous convaincus par cette logique. Ils répondent que dans une atmosphère très riche en oxygène, la sélection aurait favorisé les essences les moins combustibles et, dans le cas d'une grande pauvreté en oxygène, les maladies auraient évité le vieillissement des forêts. Que le taux de 21 % d'oxygène soit le seul qui puisse convenir à nos arbres et que ceux-ci l'imposent à l'atmosphère, voilà pour bien des spécialistes une thèse difficile à "avalier". Le cycle du carbone, de l'oxygène et du phosphore est beaucoup plus complexe que ne le présente le schéma de Lovelock ; les mécanismes qu'il décrit ne sont qu'une partie, infime par son influence, des facteurs qui entrent dans la dynamique de l'atmosphère.

Si les arbres, disent les critiques de Gaïa, se plaisent dans un air à 21 % d'oxygène, c'est qu'ils n'ont

Les scientifiques : ne tirons pas les pâquerettes par les cheveux !

Quand la planète se réchauffe sous l'effet d'une augmentation de la luminosité solaire, les pâquerettes, comme tout être vivant, connaissent tout d'abord une rapide expansion, mais elles vont irrémédiablement souffrir puis s'éteindre lorsque la température dépassera 40 °C.

pas le choix : il leur faut bien s'accommoder de ce que la Terre leur offre. Ils ont tout simplement évolué selon la volonté du milieu terrestre. Au demeurant, la vie végétale, depuis son apparition sur la planète, a connu d'autres taux de concentration d'oxygène.

Une des faiblesses de l'hypothèse Gaïa est justement de mal s'accorder avec les grands changements climatiques qui ont affecté notre monde. Gaïa, la déesse "thermostat", la puissance régulatrice garante de l'équilibre global, n'a pas su empêcher les quatre glaciations du Quaternaire. Or, les ères glaciaires n'étaient pas dues à des circonstances extérieures, telles qu'une diminution du rayonnement solaire, mais à des causes proprement terrestres qui ont déstabilisé notre climat.

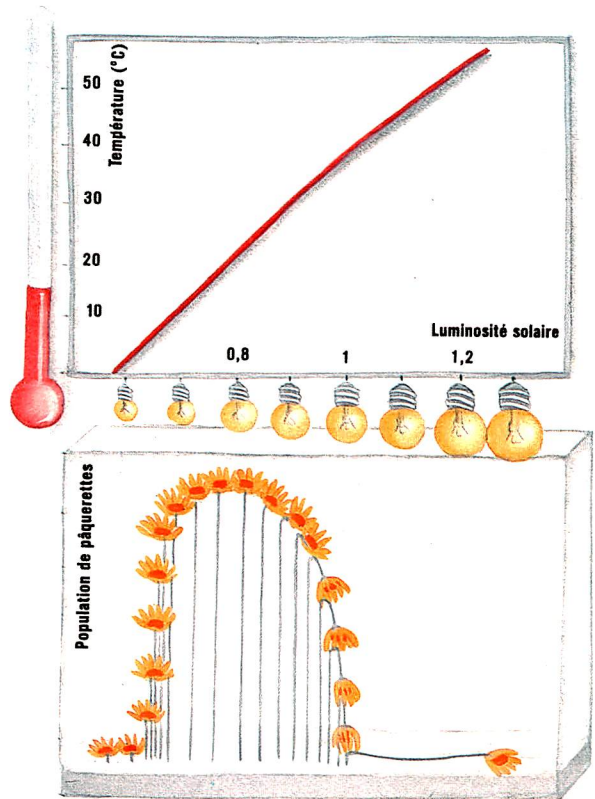
Devant l'impossibilité de prouver ses thèses et face aux arguments des anti-Gaïa, Lovelock a en définitive fait marche arrière au Congrès de San Diego. De l'hypothèse "haute", il s'est replié sur une hypothèse "basse". La première considérait la Terre comme un organisme vivant. La seconde constate simplement que la vie influence certains aspects du milieu dans lequel elle se développe.

Si le père fondateur doute, ses disciples, eux, gardent la foi. Un symposium organisé par l'association Terre vivante (7) se réunira à Clermont-Ferrand en octobre 1988 pour examiner l'hypothèse haute. On y débattrà de thèmes assez étonnants. Par exemple, de l'idée que la Terre est douée d'un psychisme au même titre que les animaux et les hommes, d'une mémoire et d'une conscience, et qu'elle cherche à se rendre maîtresse de son propre destin.

Pour le biologiste Jacques Lecomte, « l'hypothèse haute, plus près d'une attitude religieuse, ne semble plus retenue par Lovelock lui-même, tandis que l'autre, très proche d'une vérité de La Palisse, ne justifie guère le nom d'hypothèse ». Mais il reconnaît l'originalité de ses idées qui, dit-il, méritent réflexion.

L'hypothèse Gaïa pourrait expliquer certains liens entre la vie et son environnement inconnus jusqu'ici. Au-delà de la controverse sur le fond, tout le monde s'accorde pour reconnaître à Lovelock le pouvoir de stimuler fortement la pensée des chercheurs de tous bords.

Ses détracteurs lui reprochent essentiellement de n'avoir pas apporté la preuve que la vie est apte à façonner le milieu autrement que de manière limi-



tée et non déterminante pour l'ensemble du système. Et surtout, d'être incapable de démontrer que l'action des populations animales et végétales a pour effet, comme il l'affirme, d'assurer l'équilibre homéostatique des grandes forces physiques dans le monde.

Tant qu'il n'aura pas prouvé, disent les critiques, que tous les phénomènes planétaires, dans leurs infinies interactions, sont commandés par la vie, selon un principe absolu d'ordre et d'organisation, les exemples isolés et fragmentaires qu'il avance, même exacts, ne font que confirmer ce qu'il prétend infirmer : c'est bien la vie qui s'adapte à la Terre, et non l'inverse.

Georges Dupont

(1) Ou Gê, qui a donné le préfixe géo, comme dans géographie.

(2) Il s'agit de l'eau évaporée par le sol et les plantes qui le recouvrent.

(3) La formation de cristaux de glace dans les nuages est un phénomène de nucléation, dans lequel des germes (dans notre exemple, les lipo-protéines bactériennes) constituent les centres de développement d'une nouvelle structure physique (transformation de l'eau en glace).

(4) Par suite des mouvements de l'écorce terrestre, la lithosphère s'est constituée en grandes plaques rigides portant la croûte océanique et la croûte continentale.

(5) $(CH_3)_2S$, aussi nommé sulfure de méthyle.

(6) La dendrologie est la partie de la botanique qui s'intéresse aux arbres.

(7) 8 avenue du Général-Leclerc, 63110 Beaumont.

Crédits Ecureuil. L'Ami financier prête.

Vous voulez vous offrir une nouvelle voiture, un canapé, une chaîne hi-fi, ou partir en vacances tout en payant des études à vos enfants ? Vous êtes pressé ? Allez voir l'Ami Financier et découvrez avec lui les Crédits Écureuil. Il mettra tout en œuvre pour trouver la formule de financement adaptée à votre budget dans les meilleurs délais et au mieux de vos intérêts. Au moment de votre achat, pensez à l'Ami Financier et consultez-le. Les Crédits Écureuil vous permettront de mieux réaliser vos projets.



L'AMI FINANCIER
Caisse d'Épargne Ecureuil





LES ÉCOSSAIS SOIGNENT LEUR RÉSERVE DE RHUM

*Ou comment
l'aménagement et la gestion
d'une réserve naturelle
ont causé
quelques surprises aux
rousseauistes...*

Rhum. Un nom évocateur pour une petite île de la mer des Hébrides, à cheval sur le 57° parallèle nord, non loin du 6° méridien ouest. Cet îlot de 10 684 hectares, qui s'est vu décerner le titre de réserve naturelle en 1957, a donné une belle leçon de choses aux Écossais. Bousculant quelque peu des principes chers à Rousseau, il a montré que l'homme était mieux placé que la Nature pour sauver un écosystème. Même si certaines "recettes" auxquelles il recourt en sont parfois inspirées.

Histoire hors du commun, donc, que celle de cette petite réserve, qui connut un épisode explosif voilà 60 millions d'années, lorsque le tout jeune océan Atlantique était en pleine expansion. La croûte terrestre de l'actuelle Ecosse de l'Ouest fut agitée par des soubresauts tectoniques et connut une forte activité volcanique. Résultat : Rhum s'est vue dotée de son propre volcan.

Disparu depuis, il a néanmoins laissé quelques traces conséquentes : un massif montagneux dans le sud de l'île, quelques coulées de lave encore visibles aujourd'hui, une grande variété de roches éruptives ou métamorphiques et, surtout, dans le sud-est, des collines formées par des entassements de roches magmatiques. Riches en métaux lourds comme le magnésium et le manganèse, ces amas ultrabasiques, très rares, sont la fierté de l'île.

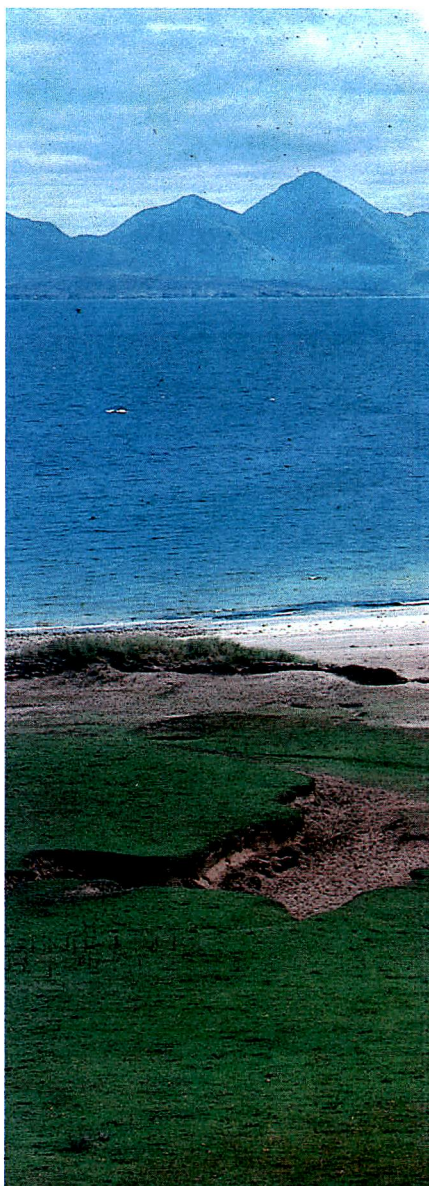
Mais l'Histoire ne se contenta pas de si peu. Au cours de la dernière période glaciaire, qui s'acheva il y a 10 000 ans, Rhum fut recouverte d'une calotte de glace qui, en fondant, mit la



Question : Comment restaurer un paysage ratisé par les moutons ?

Réponse : En leur substituant des herbivores plus sélectifs (bétail des Highlands, poneys, cerfs), qui débroussailleront, tout en favorisant la diversité végétale.

Bref, en remplaçant les voraces par les gourmets.



dernière main au relief de l'île : les glaciers creusèrent des cirques et des vallées en auge (glens) abritant parfois des lacs (lochs).

Et dans ce décor d'une grande richesse géologique, un climat hyperocéanique frais et pluvieux avec de fortes tempêtes hivernales favorisa l'éclosion d'une végétation diversifiée. Sur la montagne se développa une flore des étages alpins et des arbustes de saules et de bouleaux. Dans les vallées, les marécages alternèrent avec des bois de pins, de chênes, de noisetiers de peupliers et de sorbiers.

Mais voilà qu'à l'Age de pierre ces forêts commencèrent à décliner, pour disparaître totalement lorsque les hommes se mirent en tête d'abattre et de brûler les bois, puis de mettre en pâturage. L'élevage des moutons allait ainsi transformer les terres

en landes rases, pelées et tondues par ces petits ruminants à l'efficacité redoutable. Seuls épargnés, les marécages, les montagnes et les falaises, hors de portée du surpâturage.

Lorsque l'île fut consacrée réserve naturelle en 1957, il fallut donc "restaurer" les lieux endommagés. En particulier les prairies côtières, les landes et les marais situés à l'intérieur du pays. Pour ce faire, on commença par retirer le cheptel domestique de l'île. Seuls poneys et cerfs purent continuer à paître en paix. Puis on laissa faire la nature, espérant qu'elle se chargerait elle-même de panser ses plaies. Hélas, le résultat fut des plus décevants. Livrées à elles-mêmes, ces régions déperissaient. Qui plus est, les cerfs rechignèrent à mâcher les mauvaises herbes. Alors que l'on comptait sur eux pour favori-



ser la diversification de la flore en broutant les ronces qui étouffent nombre d'espèces végétales. Ce débroussaillage du bout des lèvres n'était donc d'aucune utilité botanique. Conclusion, en 1970, on décide de réintroduire le bétail des Highlands pour recréer les conditions qui étaient celles de l'île quand de grands herbivores comme les aurochs débroussaillaient parfaitement les terres.

Par cette expérience originale, on évitait de revenir au ratissage provoqué par les moutons, mais on donnait un coup de pouce à la nature en s'inspirant d'un équilibre passé.

Cette fois la recette porta ses fruits. Aujourd'hui, trèfles, éperviers et violettes refléurissent dans les landes herbacées et les marais. Des gentianes et certaines espèces d'orchidées ont reconquis leur

ancien territoire près des dunes crayeuses du nord. Bruyère et carex s'épanouissent de nouveau à l'intérieur des terres, aux abords de tapis de mousses comme les sphaignes qui alimentent le sol tourbeux. Quant aux terrains les plus marécageux, ils sont redevenus un paradis pour les joncs de marais, l'asphodèle écossaise (petite plante à fleur jaune pâle) ou l'herbe aux poux (pédiculaires).

Y prospèrent aussi de l'herbe à lait (qui doit son

nom au fait que l'on a longtemps cru que le suc laiteux de ses racines augmentait la production de lait des vaches), des insectivores comme la grasette (utilisée autrefois pour cailler le lait) et le droséra, plus connu sous le nom de gobe-mouches.

Cette diversité végétale retrouvée a attiré bon nombre d'espèces animales qui s'approprient aujourd'hui les lieux. Les insectes sont essentiellement représentés par des libellules comme l'aeschne des joncs et des papillons comme l'argus bleu (les papillons de nuit sont aussi dignement représentés puisqu'on a recensé plus de 400 espèces). Les premières évoluent surtout dans les vallées, alors que les seconds pullulent à proximité des marais. Les



L'île a retrouvé sa richesse botanique.

oiseaux, eux, se sont répartis sur l'ensemble de l'île en fonction de leurs us et coutumes.

Pluviers dorés, coqs de bruyère (tétràs), pipits farloux, bécasseaux et émerillons (petits faucons très vifs) ont préféré les landes aux glens et au littoral, dont raffolent les traquets. Pour leur part, les martins-pêcheurs sont

restés près des lacs. Les puffins ont choisi les plus hautes terrasses montagneuses pour y établir leur nid. Dans les roches les plus tendres altérées en gravillons, quelque 100 000 couples viennent y creuser une sorte de terrier qui recevra un seul et unique œuf. Leurs fientes fertilisent les sols et fournissent un pâturage en altitude aux hordes de cerfs, durant l'été. Les falaises abritent des guillemots, des petits pingouins, des mouettes et des pétrels. Sur les promontoires les plus escarpés nichent des colonies de goélands bruns et argentés, des guillemots à miroir et des cormorans huppés. Toutes ces espèces auxquelles vient s'ajouter l'aigle pygargue, récemment réintroduit sur l'île, font de Rhum une réserve ornithologique protégée depuis 1982.

Pour parachever ce petit paradis terrestre, il restait à reconstituer la forêt initiale des vallées en auge du nord et de l'est. Qu'à cela tienne, des pépinières furent créées sur l'île et, dès 1966, leur production fut suffisante pour amorcer un programme de restauration de 10 à 15 hectares de bois par an et alimenter les premières plantations de chênes, bouleaux, aulnes, frênes, saules, noisetiers et sorbiers. Depuis 1986, près d'un million d'arbres et d'arbrisseaux ont pu ainsi être plantés sur 250 hectares, qu'ont immédiatement investis plantes, insectes et oiseaux.

A ce jour, huit employés du Nature Conservancy Council (l'agence britannique pour la sauvegarde de l'environnement), suffisent à assurer l'entretien de la réserve qui accueille pourtant de nombreux visiteurs, chercheurs, étudiants ou touristes. Car Rhum est devenue plus qu'une simple réserve. C'est un véritable laboratoire à ciel ouvert.

Isabelle Bourdial



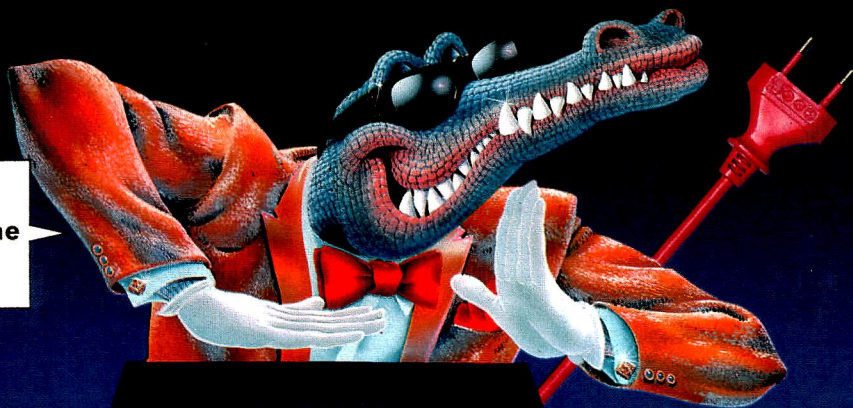
Le cycle animal a suivi.

Seule la réintroduction du pygargue a été délicate.



Amstrad se déchaîne!

...avec une
nouvelle gamme
qui balance



Spécialiste de la chaîne compacte à l'échelle européenne, Amstrad Fidelity vous propose cinq nouvelles chaînes "midi" sur le même concept : le plus grand plaisir musical dans le plus faible encombrement et au prix le plus compétitif.

Chaîne MX 100 : tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 5 watts, égaliseur graphique 2 x 3 bandes et enceintes.

MX 100 : 1 190 F
MX 100 T** : 1 390 F

Chaîne MX 200 : tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 10 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes, enceintes et télécommande.

MX 200 : 1 890 F
MX 200 T** : 2 090 F

Chaîne MX 300 : tourne-disques, double cassette avec Dolby, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 20 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes, enceintes et télécommande.

MX 300 : 2 390 F

Chaîne CDX 400 : Compact disc laser, tourne-disques, double cassette, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 10 watts, égaliseur graphique 2 x 3 bandes et enceintes.

CDX 400 : 2 490 F
CDX 400 T** : 2 690 F

Chaîne CDX 500 : Compact disc laser, tourne-disques, double cassette avec Dolby, tuner FM stéréo à affichage digital, ampli 2 x 20 watts, égaliseur graphique 2 x 5 bandes, enceintes et télécommande.

CDX 500 : 3 990 F

* Prix publics généralement constatés.

** Présentation en meuble haut à roulettes et porte vitrée permettant le rangement des disques.



La Qualité. L'innovation en plus

Je désire recevoir une documentation sur les chaînes compactes AMSTRAD

Nom _____

Adresse _____

Tél. _____

Code Postal [] [] [] [] Ville _____

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

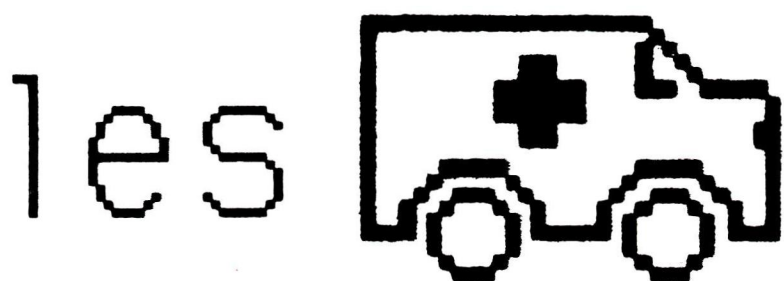


Et maintenant, musique !

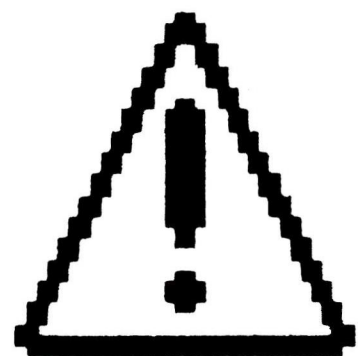


88.2.S & V 10

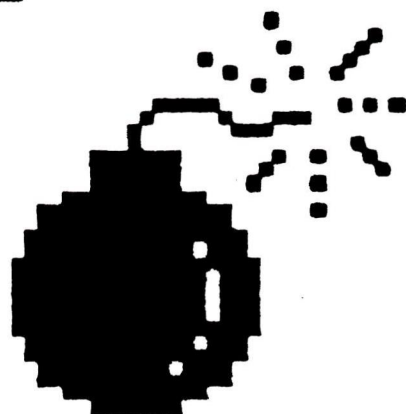
fini les



les



et
les



voici ➡

Initiation, bancs d'essai des nouveaux logiciels, actualité et premiers clics, dossiers comparatifs, échanges d'expérience entre lecteurs, conseils pratiques... SVM Macintosh vous dit tout, tout, tout, et le reste sur Macintosh. SVM Macintosh c'est comme Macintosh, ça ne s'explique pas... ça s'utilise. Essayez, avec SVM Macintosh, vous allez cliquer à pas de géants!



N° 1, LE 28 SEPTEMBRE.

BAÏNES : L'ÉTÉ DE TOUS LES DANGERS

Sur la côte atlantique, chaque année des dizaines de personnes se noient dans les "baïnes", petites criques surnommées à l'origine de courants qui peuvent être fatals aux baigneurs qui s'y risquent. Une méthode pour combler ces "petits bains" de la mort arrive à point nommé.

Montalivet : un Bordelais disparaît dans l'océan

■ Dimanche après-midi, vers 17 h 15, à plus de 2 kilomètres au nord du poste de secours de la plage de Montalivet, une famille bordelaise a été emportée par les vagues et un fort courant de sortie de baie.

C'est grâce à l'intervention de l'hélicoptère de la gendarmerie de Royan que la mère, Danièle, et le fils, Claude, 18 ans, ont été repêchés avant d'être évacués sur la polyclinique de Lesparre. Le père, Serge Cursan, domicilié cours de la Marne à Bordeaux, n'a pu être retrouvé.



Les dents de scie de cette superbe plage engendrent des courants vers le large contre lesquels le meilleur des nageurs est totalement impuissant.

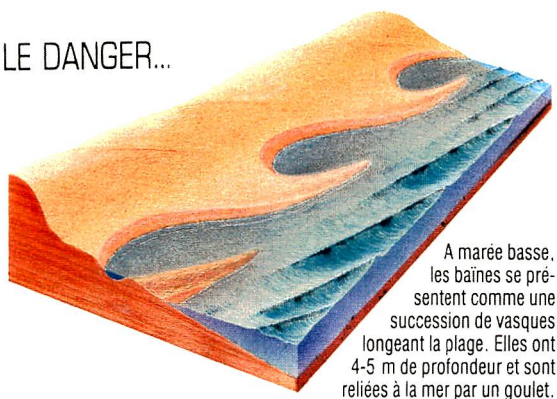
Sur le littoral aquitain, un très bon nageur se débat, impuissant, happé par l'océan qui l'entraîne vers le large à une vitesse d'un mètre par seconde. En quatre minutes son sort est réglé ; il se noiera à 400 m dans les premiers rouleaux, là où la houle s'écrase sur le banc de sable. Ce scénario n'est pas tiré d'un film du Festival d'Avoriaz mais retranscrit la triste réalité que peuvent rencontrer les baigneurs dans cette région.

En effet, sur les immenses et alléchantes plages de sable et de pins du Sud-Ouest, la nature a creusé des cavités redoutables : les baïnes, qui sont à l'ori-

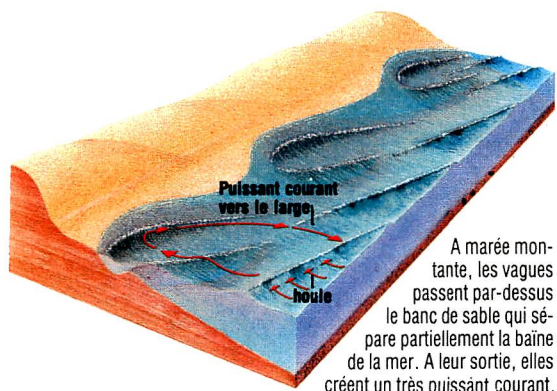
gine de la plupart des noyades (95 %) sur la côte d'Argent. Du mot patois landais signifiant "petit bain", elles témoignent de la perpétuelle mobilité d'une plage soumise aux balancements des marées.

Le phénomène qui est à l'origine de ces baïnes est encore mal connu car on s'est toujours attaché à comprendre les mouvements littoraux dans leur ensemble, et non dans le détail de leurs manifestations. Schématiquement, disons qu'en transportant les sables, les courants et la houle "dentellent" les bords de mer en de multiples criques visibles à marée basse. Vue d'avion, la côte ainsi "travaillée" se présente sous la forme d'une succession de cré-

LE DANGER...



A marée basse, les baignes se présentent comme une succession de vasques longeant la plage. Elles ont 4-5 m de profondeur et sont reliées à la mer par un goulet.



A marée montante, les vagues passent par-dessus le banc de sable qui sépare partiellement la baigne de la mer. A leur sortie, elles créent un très puissant courant.

neaux presque réguliers et obliques par rapport à la direction générale du rivage (*photo p. 41*). C'est en leur sein que se forment ces fatales baignes qui attirent les baigneurs pour ensuite les pousser vers le large.

Ces formations dans la zone intertidale (plus simplement dit, celle découverte à marée basse) semblent résulter de l'action géomorphologique de trois facteurs naturels : l'agitation de la mer par la houle ; l'obliquité du littoral ; la configuration des fonds marins. Parmi eux, la houle joue un rôle de premier plan car elle est responsable du déplacement des sables. Son mouvement oblique engendre en effet des courants d'eau parallèles au rivage qui sont repoussés vers le large sous l'effet des courants de retour (*rip-current*), perpendiculaires à la plage et résultant du mouvement d'ensemble de flux et de reflux des vagues. Résultat : en retournant vers le large (direction est-ouest), ces courants emportent le sable du fond, creusant ainsi des "vasques" qui peuvent atteindre 100 mètres de large et 4 à 5 mètres de profondeur.

Voilà pour le principe. Mais sur ce schéma viennent se greffer de nombreuses variantes qui brouillent les pistes des sauveteurs. En ayant chacune sa propre morphologie, les baignes engendrent ainsi différentes formes de courants. Par exemple, l'une vous éjectera au large sous la poussée d'un violent courant perpendiculaire à la plage, tandis qu'une

autre le fera par rapprochement avec l'une de ses consœurs, créant ainsi des courants qui s'entre coupent violemment.

Concrètement, le danger se manifeste dans les trois premières heures de la marée montante. A ce moment-là, les vagues passent par dessus le banc de sable qui sépare en partie la baigne de la mer et la remplissent. Le nageur insouciant qui barbotera dans cette mare aux canards perdra pied (au sens littéral du terme) et se trouvera aspiré par le courant vers le goulet de sortie qui communique avec le large. Sa première réaction, somme toute compréhensible, sera de combattre la mer et de chercher à remonter le courant. Mais la lutte étant inégale et l'affolement aidant, il n'arrivera qu'à s'épuiser (« il ne communique pas avec l'élément naturel », disent plus élégamment les sauveteurs), pour finir par se noyer dans les premiers rouleaux.

En théorie, pourtant, la parade à la noyade est facile. Il suffit pour le baigneur de se laisser flotter vers le large au-delà des rouleaux comme une vulgaire planche, où un courant dominant d'orientation nord-sud le ramènera vers la plage, à 1 km environ de son point de départ. « Le problème, c'est le syndrome du parasol, précise le capitaine Nivard, responsable du service des maîtres-nageurs sapeurs pompiers. Les baigneurs se repèrent à leurs parasols sur la plage et, lorsque qu'ils sont entraînés, ils veulent toujours y revenir. Quant à leur comportement face au danger, il trahit une des lois fondamentales de l'écologie : l'adaptation au milieu. » Autrement dit, le risque de noyade s'accroît d'autant que les gens réagissent en terriens dans un milieu marin. « Ils veulent échapper à l'élément liquide. Là où les surfers s'amusent, d'autres se noient... »

Mais comme on ne peut pas exiger des touristes qu'ils aient une connaissance approfondie d'un milieu qui n'est pour eux qu'un prétexte pour se détendre, il fallait donc trouver un moyen de résorber ces baignes. La solution fut fournie par P. Ménage, ingénieur divisionnaire au port autonome de Bordeaux qui, depuis 29 ans, se bat contre l'avancée de la mer

LES COÛTS DE LA SÉCURITÉ*

	PRIX	TOTAL
4 postes de secours	4 × 150 000 F	600 000 F
Nombre d'employés (22 MNS à env. 8 000 F)	22 × 8 000 F	176 000 F
Charges de fonctionnement des postes (pharmacie, carburant, etc.)	50 000 F × 4	200 000 F
Interventions hélicoptères	Inestimable, faute de statistiques précises	—
		976 000 F

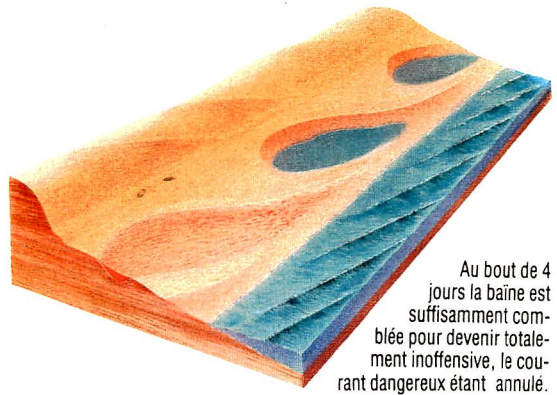
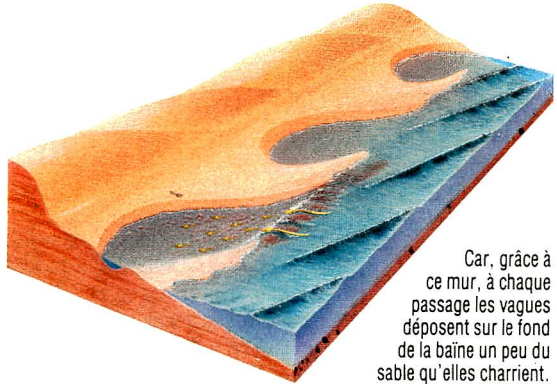
* Sur les plages de Lacanau, estimations été 1988

sur la pointe de Grave (extrémité nord de la côte aquitaine). « Au cours de mes travaux j'ai fait une constatation intéressante, explique-t-il. Si on déplace quelque dizaines de mètres cubes de sable pour bâtir nos ouvrages de protection, la mer en amène plusieurs centaines. » Observation qui l'amena « à boucher l'entrée de la baie à marée basse par un mur de sable de 6 à 8 m de large et 2 m de haut pour empêcher la sortie d'eau vers le large et ainsi stopper le processus. Mieux, grâce à l'action des vagues chargées de sable, le "petit bain" se comble en quatre jours et devient inoffensif (voir **dessin ci-contre**). »

Coût de l'opération : 20 heures de travail avec des engins pneumatiques qui reviennent à 350 F/h, soit 7 000 F par baie au total. Cet argument du prix de revient est loin d'être négligeable quand on sait que les dépenses pour le renforcement des dispositifs de surveillance sont considérables. Ainsi, pour le seul département de la Gironde (120 km de plage), on a dû monopoliser cette année 219 sauveteurs et 25 postes de secours équipés (matériels de réanimation, radios, gilets de sauvetage, pharmacies, etc.). Sans compter les hélicoptères médicalisés qui surveillent la côte et interviennent dans les sauvetages en mer : six appareils (deux *Alouette 3* et quatre *Ecureuil*) pour l'ensemble du littoral aquitain. Certes, le dispositif de surveillance de la côte aquitaine est unique en Europe pour son organisation et son efficacité. Mais à quel prix (voir tableau de gauche) ? D'autant que le nombre des baigneurs augmente sans cesse : cette année, à Lacanau, la plus grande station balnéaire girondine, on a dénombré 30 000 personnes sur 4 km de plage pour le week-end du 15 août. Résultat : le nombre de touristes augmente plus vite que celui des plages surveillées (tableau de droite), car les communes qui doivent supporter un budget sécurité de plus en plus important hésitent à créer de nouveaux postes d'intervention.

Dans ces conditions, il n'est pas difficile d'imaginer l'intérêt que représente le système de comblement des baïnes mis au point par P. Ménage. Pour une station comme Lacanau, la mise en place de ce

... LA RISPOSTE



ET LE BILAN DE LA SURVEILLANCE*

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Nombre de plages surveillées	32	32	39	38	39	38	38
Personnel de surveillance	130	138	180	189	203	208	219
Nombre d'aides à baigneurs	467	425	932	1 153	1 078	1 786	1 168 (au 15/8/88)
Nombre de personnes décédées	17	20	7	28	8	16	7 (au 15/8/88)

* Pour le département de la Gironde.

dispositif pour les 13 baïnes qui mettent les baigneurs en péril représenterait un investissement de départ de 91 000 F, contre les 976 000 actuellement dépensés pour la prévention.

Bien entendu, une réserve s'impose. Nous l'avons vu, la formation des baïnes est mal connue et, en l'état actuel de nos connaissances, rien ne nous permet d'affirmer qu'elles ne se reformeront pas un peu plus loin. Mais si tel n'était pas le cas, cela aura permis de mettre un terme à la fuite en avant des dépenses de surveillance et, aussi, de mieux appréhender un phénomène naturel jusque-là mal connu. Rendez-vous donc l'été 1989...

Didier Dubrana

GÈNES DU CANCER CONTRE GÈNES ANTI-CANCER

Dans nos cellules, deux catégories de gènes mènent un combat mortel. On commence à comprendre comment la victoire de l'une peut mener au cancer.

L'évolution, au cours des millions d'années qui nous ont précédés, a produit les innombrables types de cellules qui composent aujourd'hui les différentes formes de vie sur la Terre. Elle les a pourvu de systèmes délicats qui leur permettent de coexister dans les organismes vivants.

Un des systèmes les plus essentiels est celui qui règle la croissance cellulaire, c'est-à-dire le mécanisme de la mitose, un ensemble de phénomènes complexes qui, à partir d'une cellule-mère, conduit à la formation de deux cellules-filles possédant le même nombre de chromosomes que la première. C'est le mode de division cellulaire le plus fréquent.

Théoriquement, les cellules vivantes ont un potentiel de multiplication illimité. Mises en culture et convenablement alimentées, elles se reproduiront à l'infini, jusqu'à envahir le laboratoire tout entier. Mais lorsqu'elles habitent un corps sain, elles ne le font pas. Pourquoi ? Parce que leur prolifération est contrôlée par des facteurs biochimiques dont certains sont des freins, d'autres des accélérateurs de la croissance.

Ces facteurs, qui agissent dans le milieu naturel, sont bien entendu déterminés par des gènes spécifiques. Des recherches récentes laissent penser qu'il existe ainsi des gènes du cancer et des gènes anti-cancer. Les premiers jouent le rôle d'accélérateurs et leur activité excessive peut provoquer cette multiplication anarchique des cellules qui caractérise les maladies tumorales.

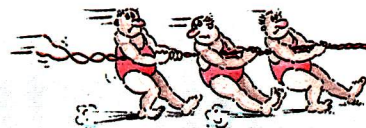
Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que l'accélérateur se bloque au plancher pour que la machinerie cellulaire s'emballé ; si les gènes anti-cancer, qui normalement inhibent le processus de multiplication, se grippent — autrement dit, si le frein lâche

—, le résultat sera le même : une prolifération incontrôlée des cellules.

Parmi les facteurs biochimiques en cause, certains sont déterminés par des gènes dit oncogènes (du grec *onkos*, tumeur, donc, littéralement, "cancérigènes"). Ainsi nommés parce qu'on les a découverts il y a une dizaine d'années dans des tissus cancéreux, leur appellation est toutefois trompeuse. Car ces gènes ne sont pas tous des gènes du cancer ; au contraire, ce peuvent être des gènes anti-cancer. A savoir des freins, et non des



Normalement, l'action des gènes anti-cancer...



Cet équilibre sera rompu...



... ou si les gènes anti-cancer manquent de répondant.

accélérateurs de la croissance cellulaire.

C'est le cas d'un des premiers oncogènes identifiés, le RB, qui doit son sigle au fait qu'il a été trouvé à l'origine chez des patients atteints de rétinoblastome, une tumeur maligne de l'œil, heureusement rare, qui frappe les jeunes enfants. Le gène RB est situé sur la 13^e des 23 paires de chromosomes qui forment le génome humain. On sait maintenant qu'il est impliqué non seulement dans le rétinoblastome, mais dans plusieurs autres formes de cancer. Et l'on commence à comprendre le rôle qu'il joue dans ces maladies.

Rappelons qu'un gène est fait d'une séquence d'unités élémentaires d'acide désoxyribonucléique (ADN), dont chacune se compose d'un sucre et d'un phosphate, auxquels est "accrochée" une des quatre bases fondamentales : adénine, cytosine, guanine et thymine — A, C, G et T, les lettres de l'alphabet génétique. Le code spécifique d'un gène est inscrit dans les chromosomes, à l'intérieur du noyau cellulaire. Lorsqu'un gène est activé par des enzymes, il produit une sorte de photocopie, sous forme de séquences d'acide ribonucléique (ARN), qui transmet au corps de la cellule l'ordre de synthétiser telle ou telle protéine. Celle-ci est constituée à partir d'acides aminés ; de petites organites cellulaires, les ribosomes, décodent les séquences d'ARN et assemblent ces acides aminés en chaînes protéiques.

On peut donc écrire l'équation : gène = protéine. Le terme oncogène sous-entend l'équation : gène = cancer, forcément incomplète puisqu'il y manque la protéine spécifiquement codée par le gène et qui,

elle, va provoquer le dérèglement de la fonction cellulaire et conduire au cancer. Il faut alors écrire : oncogène = protéine = cancer.

Dans le cas du gène RB, cette protéine intermédiaire a été identifiée. Il s'agit d'une grosse molécule, dite protéine RB, d'une masse molaire de 105 000 (¹), élément primordial dans une chaîne de transmission de signaux qui ordonnent aux cellules d'arrêter leur reproduction dans certaines conditions données.

Le professeur Peter Whyte, du Cold Spring Harbor Laboratory, dans l'état de New York, décrit les conséquences d'un dérèglement possible de ce mécanisme : « La carence du gène RB et l'absence consécutive de la protéine RB pourraient supprimer un lien essentiel, interrompant la transmission du signal. Ainsi, la cellule perdrait sa capacité de répondre au signal d'inhibition, tout en conservant sa faculté de reproduction. Une tumeur consisterait alors dans la progéniture de cette population cellulaire en expansion. » Bref, les freins lâchent et la machine s'emballe.

Peter Whyte appartient à la nombreuse équipe qui, dans la revue britannique *Nature*, a rapporté les travaux d'identification de la protéine RB et son rôle, encore présumé. Cette équipe américaine comprend des chercheurs du Whitehead Institute for Biomedical Research, à Cambridge dans le Massachusetts, du Dana Farver Cancer Institute de Boston et du Massachusetts Institute of Technology, le prestigieux MIT.

Deux découvertes récentes viennent étayer l'hypothèse de ces chercheurs. D'une part, Peter

Whyte et son collègue Edward Harlow ont montré que la protéine RB est la cible privilégiée d'un adénovirus cancérigène contenant une protéine dite E1A. Celle-ci se combine chimiquement à la protéine RB, dont elle détruit ainsi le pouvoir d'action. Le virus en question est connu pour son potentiel cancérigène sur certaines cellules de mammifères. Il agirait donc en sabotant le mécanisme de freinage de la cellule, tout au moins un chaînon intermédiaire du système de transmission, en l'occurrence la protéine RB.

Par ailleurs, David Livingston et Eva Paucha, du Dana Farver Cancer Institute, ont découvert



... équilibre celle des gènes du cancer.



... si les gènes du cancer s'emballent...



Dans les deux cas, c'est la maladie.

qu'un autre virus, le SV/40⁽¹⁾, contient une protéine qui elle aussi s'attache à la protéine RB et, en modifiant sa constitution chimique, entrave son activité. Ce virus, isolé dans des cultures de cellules rénales du singe, peut provoquer des tumeurs malignes chez d'autres espèces de mammifères ; il est pour cette raison à la base de nombreuses recherches sur l'origine virale de certains cancers. On entrevoit maintenant comment s'y prend le SV/40 pour causer la maladie : il dénature la protéine RB en s'associant avec elle.

Les soupçons se confirment donc : il existe bien, face au cancer, deux classes de gènes, les uns qui favorisent la croissance cellulaire, les autres qui l'inhibent. Selon Whyte, « les oncogènes et les anti-oncogènes apparaissent comme les constituants d'un système de régulation commun ». Un oncogène direct serait donc un accélérateur de croissance. Le RB, en revanche, est un anti-oncogène, un frein de la croissance cellulaire. Il suffit que l'un ou l'autre se détraque pour que la cellule perde le contrôle de sa croissance, de même qu'un conducteur peut perdre le contrôle de sa vitesse aussi bien par une accélération excessive que par un freinage déficient.

La revue américaine *Science* vient de publier les résultats de recherches menées par Eva Y. Lee, du Centre de génétique moléculaire de la faculté de médecine de l'université de Californie à San Diego. Ces travaux prouvent que l'anomalie du gène RB est un facteur non seulement dans la genèse d'un cancer rare comme le rétinoblastome, mais dans celle d'un cancer beaucoup plus fréquent comme celui du sein⁽²⁾, affection qui semble avoir une composante héréditaire. En outre, depuis que l'on sait mieux traiter les enfants atteints de rétinoblastome, les statistiques ont montré que les filles, devenues adultes, ont un risque plus élevé que la moyenne de contracter un cancer du sein. On constate de surcroît que les mères d'enfants souffrant d'ostéosarcome, tumeur maligne des os qui implique le gène RB, semblent plus sujettes que d'autres au cancer du sein.

Tous les indices concourent donc pour mettre en cause la défaillance du système génique de freinage de la croissance cellulaire dans les cas de cancer du sein. Le fait est d'ailleurs confirmé par un autre chercheur, Yuen-Kai Fund, de la faculté de médecine de l'université de Californie du sud.

L'équipe du Dr J. William Harbour, du Howard Hughes Medical Institute et du National Cancer Institute de Bethesda, dans le Maryland, a décelé une anomalie du gène RB dans certaines cellules du cancer du poumon. Pourtant, on n'a jamais établi le facteur héréditaire pour cette forme de cancer. Mais on pense que ce gène très grand — il est composé d'une longue séquence de quelque 200 000 bases — pourrait par sa seule taille être une cible particulièrement vulnérable aux produits cancérogènes du tabac.

On a d'abord expliqué le rôle du gène RB dans la transmission héréditaire du rétinoblastome en termes de génétique classique. De ce point de vue, la transmission s'effectue sur le mode dit récessif, c'est-à-dire que pour être atteint de la maladie, l'enfant doit recevoir un gène défectueux de chacun de ses parents. Si, dans la paire de gènes héritée, un seul est anormal, il peut être un temps "masqué" par le gène sain correspondant — l'allèle —, qui servira de bouclier. Une telle paire de gènes est néanmoins fragilisée par la présence de l'élément défectueux ; lors d'une mitose, une mutation risque d'éliminer l'allèle-bouclier, déclenchant la maladie.

On suppose aujourd'hui que le gène RB — le gène-frein — reste inactif, ou peu actif, pendant la croissance accélérée de l'embryon, et qu'il n'intervient que plus tard pour ralentir la croissance. Cette conclusion est à rapprocher de celle qu'on peut tirer de travaux français, qui ont démontré qu'un gène du cancer appelé myc⁽³⁾ joue un rôle dans la multiplication rapide des cellules embryonnaires. L'équipe du Dr Marcel Méchali, de l'Institut Jacques Monod-CNRS-université Paris VI, conclut que le gène myc, qui s'exprime de façon tout à fait normale pendant la phase embryonnaire, peut devenir meurtrier s'il intervient plus tard, sans doute sous une forme modifiée, alors que l'organisme a terminé cette croissance explosive caractéristique de la vie intra-utérine.

Peut-on espérer traiter des cancers liés à des anomalies du système RB en remplaçant le gène malade par un gène sain ? Ce genre de "thérapie génétique" n'est pas envisageable aujourd'hui. Signalons quand même qu'un chercheur allemand, Bernard Mechler, de l'université de Mayence, aurait réussi à prévenir des tumeurs cérébrales chez les mouches drosophiles en introduisant le gène protecteur qui leur manquait.

Quoi qu'il en soit, ce que nous savons maintenant du gène RB défectueux devrait nous donner le moyen, sinon de traiter cette anomalie génétique, du moins de la dépister chez la femme et faciliter ainsi le diagnostic précoce d'un cancer du sein. Le professeur Robert A. Weinberg, du MIT, souligne le fait remarquable que deux virus tellement différents, l'adénovirus précité et le SV/40, s'y prennent de la même manière pour "relâcher les freins" de la croissance cellulaire en inhibant la même protéine, codée par le gène RB. « Cela signifie, dit-il, que cette protéine est au cœur même du mécanisme de la croissance cellulaire. »

Alexandre Dorozynski

(1) La masse (ou le volume) molaire s'obtient en additionnant les masses atomiques des atomes qui constituent la molécule.

(2) Simian Virus, en anglais. Simien est le nom scientifique du singe.

(3) Sa fréquence est plus de cent fois supérieure à celle du rétinoblastome.

(4) Acronyme de l'oncogène associé avec une leucémie myélo-moytaire.



GÉRARD LEVY



a photographié Frédéric Huijbregts sur rollfilm Agfachrome 200 RS Professional. Appareil photo: Mamiya RZ 67.

«Pour moi, Frédéric est le portraitiste qui, d'un regard aigu, fixe la personnalité humaine sur l'image. Mon faisceau lumineux souligne ses yeux observateurs. Il photographie les femmes de façon gracieuse et élégante en évitant les durs contrastes de lumière. Pour cette raison, j'ai éclairé - Hommage à Frédéric - le modèle de droite avec une lumière douce. J'ai intégré l'autre modèle dans l'arrangement agressif qui caractérise mon travail: contre-jour, faisceau lumineux, grands aplats de couleurs. Pour moi, un seul film était susceptible de maîtriser de la même manière mon utilisation de la lumière dure, et celle, douce de Frédéric: l'Agfachrome 200 RS Professional.»

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



AGFA 

VERS L'ÉRADICATION DE LA LÈPRE

La susceptibilité à la lèpre chez l'homme, c'est-à-dire le fait d'y être sensible ou résistant, est déterminée génétiquement. Un vaccin efficace est en vue.

La lèpre est encore une maladie mystérieuse. On sait depuis un siècle qu'elle est transmise par le bacille de Hansen, ou *Mycobacterium leprae*, mais on ne sait pas pourquoi une majorité d'individus contaminés ne contractent pas la maladie, alors que d'autres en sont frappés. Le bacille de la lèpre présente beaucoup de similitude avec celui de la tuberculose, mais le premier s'attaque à la peau et aux tissus nerveux, alors que le second préfère les poumons. Les vaccins anti-lépreux de type BCG utilisés aujourd'hui ne confèrent qu'une protection relative contre cette maladie souvent mal diagnostiquée ou que les patients cachent par peur de l'opprobre social. Depuis qu'on a réussi à cultiver le bacille de Hansen dans les tatous, petits animaux d'apparence préhistorique, d'autres vaccins sont à l'étude, mais on ne pense pas qu'ils seront disponibles avant plusieurs années.

La découverte du facteur génétique responsable de la lèpre chez l'homme, qui vient d'être faite par une équipe de l'INSERM, pourrait dans un proche avenir déboucher non seulement sur la mise au point d'un test permettant de connaître la susceptibilité individuelle à la maladie, mais aussi sur la mise au point d'un vaccin spécifique, capable cette fois de protéger efficacement les populations à risque. On aurait ainsi pour la première fois l'espoir de rayer définitivement de la carte du globe cette maladie qui touche quelque 13 millions de personnes (l'équivalent de la population de l'Australie).

L'existence d'un tel facteur génétique avait déjà été soupçonnée chez la souris, par d'autres équipes de chercheurs. Comme le bacille de la lèpre n'avait jamais pu être cultivé *in vitro*, il était donc extrêmement difficile de reproduire la maladie chez l'animal ; et ces chercheurs avaient fait appel à *Mycobacterium lepraemurium*, un bacille proche du *Mycobacterium leprae*. Le bacille a été inoculé, en laboratoire, à différentes lignées de souris chez lesquelles il a induit une affection proche de la lèpre

humaine. Mais, surprise, ils ont constaté de grandes différences de réponses à l'infection selon les lignées. Certaines étaient très sensibles alors que d'autres l'étaient moins ou pas du tout. Dans un deuxième temps, ils ont croisé les différentes lignées de souris entre elles, et de proche en proche ils sont parvenus à établir qu'un gène, situé sur la première paire de chromosomes, contrôlait la susceptibilité naturelle de l'animal à la maladie.

Chez l'homme, de telles recherches fondamentales sont évidemment impossibles à réaliser, parce que l'on ne peut contrôler ni l'infection, ni les croisements génétiques, ni les différentes phases de la réponse immunitaire.

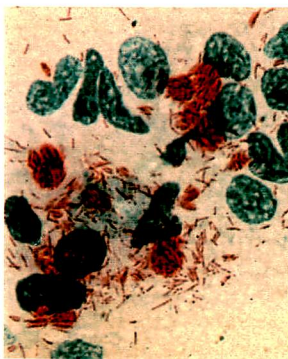
C'est seulement, à partir de l'étude statistique des distributions familiales de la maladie qu'on peut espérer élucider les mécanismes génétiques impliqués. Et c'est ce qu'ont fait Laurent Abel et Laurence Demenais, chercheurs au laboratoire d'épidémiologie génétique (INSERM unité 155), sur la population de l'île de la Désirade.

Pourquoi la Désirade ? Parce que cette petite île de 11 km de long sur 2 km de large, découverte en 1493 par Colomb et achetée en 1664 par la Compagnie française des Indes orientales, devint en 1728 le lieu de relégation des lépreux. En 1802 une léproserie en dur est construite. Elle sera fermée en 1959, après l'apparition de nouveaux traitements qui suppriment toute contagiosité (encore faut-il que les malades soient identifiés et traités) et ne nécessitent plus, comme pour la tuberculose, l'isolement des malades. L'établissement a depuis été détruit pour faire place à un village de vacances.

Après la fermeture de la léproserie, la plupart des lépreux, plutôt que d'aller se faire soigner à la Guadeloupe toute proche, préférèrent rester à la Désirade. Cela explique leur nombre encore important aujourd'hui parmi la population de l'île : 22 pour mille, contre 4,5 pour mille pour l'ensemble de la Guadeloupe.

Le choix de la Désirade s'est également imposé parce que ses

Le bacille de Hansen.





Un exemple de réinsertion des lépreux dans la vie sociale, en Thaïlande. Elle fut rendue possible grâce à l'apparition, dans les années soixante, de traitements supprimant la contagiosité.

habitants (1602 au dernier recensement de 1982) peuvent être considérés comme homogènes vis à vis de l'exposition aux facteurs de l'environnement. Ils vivent en effet dans un total isolement sur la plaine littorale de la côte sud (une région au sol aride et au climat tropical, avec saison sèche marquée), avec le même mode de vie et les mêmes habitudes alimentaires.

L'INSERM a commencé dès 1980 sa vaste enquête épidémiologique à partir des 53 lépreux vivant encore sur la petite île. Le travail a consisté à recenser tous leurs apparentés au premier degré (parents, enfants) et au second degré (grands-parents, petits-enfants, oncles, tantes, nièces, demi-frères, demi-soeurs). Puis, grâce aux archives de l'institut Pasteur de Pointe-à-Pitre qui depuis le début du siècle recense tous les cas de lèpre de la Désirade, on a pu connaître tous ceux survenus dans la généalogie de ces 53 lépreux. Au total on a abouti à un échantillon de 953 personnes (471 hommes et 482 femmes) rassemblées dans 27 généalogies.

En utilisant un modèle mathématique récemment développé, "l'analyse de ségrégation", les chercheurs ont pu préciser la nature du ou des facteurs génétiques susceptibles d'expliquer la distribution de la maladie dans les 27 généalogies inventoriées. Brièvement résumée, il s'agit d'une méthode statistique qui permet de tester différentes hypothèses de transmission génétique et d'en déduire le modèle le plus simple susceptible d'expliquer le mieux les distributions familiales observées.

La conclusion de l'étude entreprise chez l'homme

montre que, comme chez la souris, c'est un gène qui contrôle la susceptibilité à la maladie. Ce gène existe sous deux formes *A* et *a* (les allèles), qui déterminent l'une la sensibilité, l'autre la résistance à la maladie. Et il a été établi que l'allèle de résistance est dominant, *A*, alors que l'allèle de sensibilité est, lui, récessif, *a*. En d'autres termes, il suffit à un individu d'hériter l'allèle de résistance d'un seul de ses parents pour être résistant à la maladie ; alors que pour y être vulnérable, une personne doit hériter des allèles de sensibilité de ses deux parents.

Le risque de contagion est cependant modulé par l'ensemble des facteurs de l'environnement (hygiène, conditions de vie, danger de contamination). Ainsi une personne génétiquement résistante mais vivant dans des conditions d'hygiène précaire a plus de chances d'attraper la maladie qu'une autre vivant dans un milieu sain, même si elle y est génétiquement sensible. « Il était fréquent autrefois que les missionnaires et religieuses attrapent la maladie du fait de séjours prolongés auprès des malades, dans des conditions matérielles souvent déplorables. Maintenant c'est plus rare, mais ça peut encore arriver », nous a dit le Dr Yves Le Corroller, secrétaire médical de l'Association française contre la lèpre Raoul Follereau.

D'autres enquêtes sont actuellement en cours pour situer ce gène sur le génome humain. Lorsqu'on l'aura localisé, il ne restera plus qu'à l'isoler et le cloner, afin d'en obtenir de multiples copies qui pourront entrer dans la composition d'un test de dépistage et d'un futur vaccin.

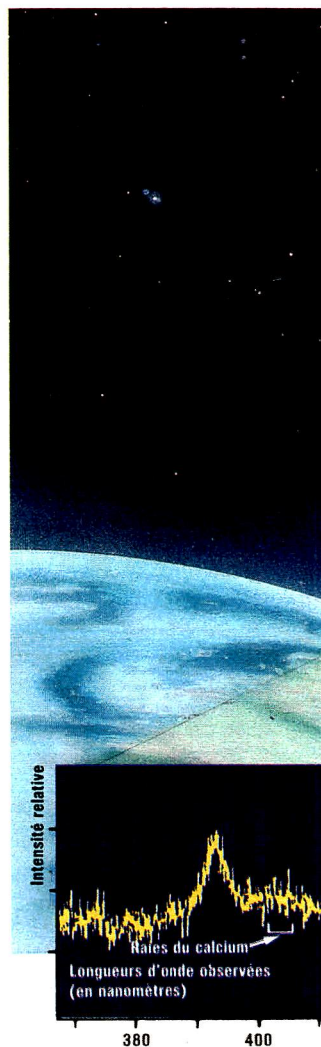
Pierre Rossion

L'UNIVERS VU A LA LUMIÈRE DES QUASARS

*En analysant la lumière
qui nous parvient des quasars, ces
astres fabuleusement brillants
qui habitent aux confins de
l'Univers, les astronomes découvrent
quelquefois des corps célestes
beaucoup plus proches de
nous mais jusque-là passés
complètement inaperçus parce que
totalement invisibles. Le tout
petit peu de lumière de quasar qu'ils
ont absorbée a suffi pour
trahir leur présence et leur nature.*

Lorsqu'à la fin des années 1950, Cyril Hazard découvre par hasard les quasars, personne n'imagine qu'un jour on regardera l'Univers au travers de leur lumière. A l'époque, ce qui frappe surtout chez ces astres, c'est leur étrangeté. Vus au télescope ils ressemblent à des étoiles ordinaires, mais ils émettent des quantités anormalement élevées de rayonnements radio, X et parfois même gamma. De plus, les raies de leurs spectres sont complètement déportées vers le rouge.

Pour saisir ce que cela implique, il faut savoir que les éléments qui constituent un astre émettent à des longueurs d'onde bien précises. Ainsi l'hydrogène, l'atome le plus léger et le plus abondant dans l'Univers, se caractérise par une série d'émissions dans l'ultraviolet. Lorsqu'on analyse les ondes électromagnétiques émises par un astre contenant de l'hydrogène, on devrait logiquement voir apparaître des pics d'émission dans la zone de l'ultraviolet sur la courbe de la lumière (*) reçue décomposée en ses différentes longueurs d'onde. Chez les quasars ces maxima d'émission, appelés aussi raies, au lieu de se trouver à leur place, se situent dans le bleu et parfois même dans le jaune, c'est-à-dire à des longueurs d'onde beaucoup plus grandes. Les raies de tous les autres



éléments présents dans ces astres sont déportées dans des proportions comparables.

Comment expliquer de tels décalages^(?) ? Les astronomes l'attribuent à un effet Doppler exacerbé^(?). Ils estiment que ces objets quasi stellaires (d'où leur nom quasars, contraction de l'anglais *quasi stars*) ont pris leur jambes à leur cou et nous fuient à des vitesses voisines de celle de la lumière. Les ondes électromagnétiques qu'ils émettent sont "étirées" par leur course folle, d'où le fort rougissement du spectre.

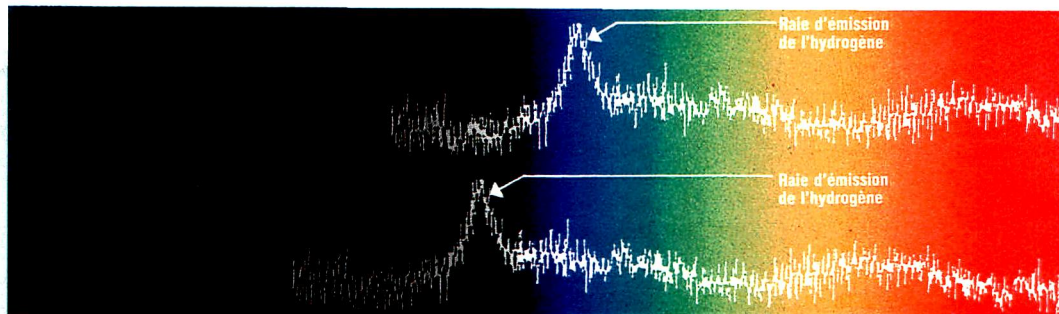
Si les quasars s'éloignent de nous à une si vive allure, c'est à cause de l'expansion universelle. Sous la poussée d'une gigantesque explosion, le fameux coup de Big-Bang qui donna le départ, notre Univers s'est mis en marche il y a de cela quelque quinze milliards d'années. Depuis, il n'a pas arrêté de s'étendre. Chaque jour il enfile un peu plus, et ses différents morceaux s'éparpillent. Entraînées dans le mouvement général, les galaxies, petits bouts d'Univers composés de milliards d'étoiles, se fuient

(suite du texte page 52)

Une galaxie vient d'être découverte sur le papier.

En analysant ce spectre de la lumière reçue du quasar PHL 1226, les astronomes y reconnaissent une raie d'absorption du calcium (**flèche**). Ils se disent donc que sur le trajet de la lumière du quasar, il y a un objet céleste qui contient du calcium (puisque un élément n'absorbe l'énergie qu'aux longueurs d'onde qui lui sont spécifiques). Or on sait que seules les étoiles comportent de tels éléments lourds. Conclusion, l'objet en question est une galaxie. Pourquoi une galaxie, qui est un amas d'étoiles, et non une étoile unique ? Parce qu'une étoile toute seule, même gigantesque, ne peut jamais être suffisamment étendue pour barrer ainsi la route à la lumière du quasar. Pour vérifier l'existence de cette galaxie découverte par déduction, il restait aux astronomes à scruter le ciel pour capter une raie émission ayant le même décalage vers le rouge que cette raie d'absorption du calcium (voir explication du décalage sur le **dessin p. 52**). Effectivement, ils l'ont trouvée cette année, et la galaxie fut baptisée IC 1746. Mais pourquoi, pourrait-on demander, ne l'a-t-on remarquée plus tôt, cette galaxie, puisqu'elle existe et qu'elle émet un rayonnement ? Tout simplement parce que ses émissions étaient si faibles qu'elle passait jusqu'ici inaperçue.





POURQUOI LA LUMIÈRE DES ASTRES EST DÉCALÉE

Décomposée en ses différentes longueurs d'onde, la lumière qui nous parvient d'un quasar fait apparaître un "décalage vers le rouge". C'est-à-dire que si l'on superpose la courbe ainsi obtenue (ou spectre du quasar) sur une échelle des longueurs d'onde réelles des ondes électromagnétiques, on observe que le pic d'émission dû à l'hydrogène, pour pendre le cas de cet élément, se

trouve dans le tout proche ultraviolet (flèche, courbe du haut), alors que, normalement, l'hydrogène émet dans le lointain ultraviolet (flèche, courbe du bas). Si le quasar avait été immobile, c'est à cette place-ci que se serait trouvé le pic d'émission, où il n'aurait d'ailleurs plus été dans le domaine de la lumière visible. Ce décalage vers les plus grandes longueurs d'onde est dû à la fuite du

quasar. Celui-ci, en effet, s'éloigne de nous à très grande vitesse et les ondes qu'il émet sont "allongées" par l'effet Doppler (voir note 3 ci-dessous). Si l'astre, au contraire, se rapprochait de nous, les longueurs d'onde de ses émissions seraient raccourcies et son spectre serait décalé vers le bleu. Et plus la vitesse de fuite ou de rapprochement est grande, plus les décalages sont importants.

les unes les autres, comme autant de points à la surface d'un ballon que l'on gonfle (*). Aucune d'entre elles n'a de position privilégiée, mais si l'on habite l'une d'elles (comme nous autres habitons la Voie lactée), on voit toutes les autres déguerpir, et ce d'autant plus vite qu'elles sont déjà loin. Inversement, plus un objet céleste s'éloigne vite de nous, plus il est lointain.

Avec leurs spectres complètement décalés vers le rouge, les quasars sont les astres les plus rapides jamais vus. Ils se situent aux confins de l'Univers visible. Le plus éloigné d'entre eux entrevu à ce jour est à plus de 12 milliards d'années-lumière de notre Galaxie. La lumière qui nous en parvient aujourd'hui a été émise par l'astre à une époque où la Terre et le Soleil n'existaient pas encore. En ce temps-là, le monde n'avait que le cinquième de son âge actuel.

Pour être visibles d'aussi loin, les quasars doivent dégager une sacrée lumière. Sous leur aspect quasi-stellaire, ils cachent bien leur jeu. En fait ils déchargent leur énergie à d'autres longueurs d'onde que le visible (ondes radio, rayons ultraviolets, X et parfois même gamma). Leur luminosité varie énormément sur des périodes allant de quelques minutes à plusieurs mois. Au maximum de leur éclat, ils brillent comme dix mille galaxies à l'unisson.

Subjugués par ce fort tempérament, les astronomes, dans un premier temps, ne songent pas à mettre à profit les spectres des quasars pour sonder l'Univers. Ils essaient d'abord de comprendre d'où leur vient toute cette énergie et quelle est leur véritable nature.

Les rayonnements sortent d'une région très peu étendue, de quelques mois-lumière seulement, c'est-à-dire à peine plus grande que notre système solai-

re. Mais on s'aperçoit bientôt que cette région n'est que le cœur visible de l'astre. Ainsi, autour du quasar 3C 273, celui qui le premier a été reconnu comme un astre d'exception par Cyril Hazard, on met en évidence une nébulosité. Pas de doute, ce quasar-là a une dégaîne de galaxie. Le quasar 3C 48 est plus typé encore, puisqu'il porte carrément une couronne d'étoiles.

Ces deux cas mettent la puce à l'oreille des astronomes. Aujourd'hui ils pensent que les quasars ne sont rien d'autres que des noyaux de galaxies en pleine effervescence. Tous arborent probablement une couronne d'étoiles. Si celle-ci ne se voit pas chez la plupart d'entre eux, c'est parce qu'elle est gommée par la fabuleuse lumière des régions centrales.

Quant à l'énergie des quasars, elle leur est conférée par un super trou noir. L'astre surnois se tapit au cœur de la galaxie, et lui boulotte ses étoiles. Invisible mais massif, avec son champ gravitationnel, le trou noir les attire, les écartèle, puis pour

(1) On appelle lumière d'un astre l'ensemble de ses émissions électromagnétiques et pas seulement la lumière visible.

(2) L'ensemble des ondes électromagnétiques couvre une large plage, allant des ondes radio, les plus longues (longueurs d'onde s'étendant en gros du kilomètre au millimètre), aux ondes gamma, les plus courtes (longueur d'onde comprise entre le picomètre et le centième de picomètre — 1 picomètre = 10^{-12} mètre).

(3) Lorsqu'une source est en mouvement ses émissions changent de longueur d'onde par rapport à un observateur immobile. C'est l'effet Doppler, qui explique que le sifflet d'un train nous apparaît de plus en plus aigu lorsqu'il arrive vers nous, et de plus en plus grave lorsqu'il s'éloigne. De la même manière, le spectre d'une étoile — c'est-à-dire sa lumière décomposée en ses différentes longueurs d'onde — est décalé vers les grandes longueurs d'onde lorsqu'elle nous fuit, et vers les courtes lorsqu'elle se rapproche de nous. Dans le premier cas, le spectre est déporté vers le rouge ; dans le second, vers le bleu.

(4) Pour être plus fidèle à la réalité tridimensionnelle, il faudrait parler plutôt de points à la surface des multiples peaux successives d'un oignon qui serait gonflable.

finir les avale. Les débris stellaires forment autour de lui une mousse gazeuse qu'il continue à aspirer. Les frictions entre les nuages issus des différentes étoiles font que la température monte. Le milliard de kelvins est vite dépassé, ce qui à tous les coups déclenche un feu d'artifice de rayons X et gamma.

La vraie nature des quasars étant mise à nue et le secret de leur énergie dévoilé, il ne reste plus qu'à débroussailler leurs spectres.

Les raies, que nous avons évoquées ci-dessus, se produisent lorsque les électrons d'un atome sautent d'un niveau d'énergie à un autre. Comme nous l'avons déjà signalé, chaque élément a les siennes, très caractéristiques. Les électrons ne peuvent, en effet, occuper que certains niveaux d'énergie propres à chaque atome. C'est un peu comme s'ils monteraient un escalier : un niveau correspond à une marche, les énergies intermédiaires formant la contre-marche sur laquelle l'électron ne peut tenir en équilibre. La hauteur des marches ainsi que la longueur de l'escalier varient suivant l'architecture de l'atome.

Un atome n'absorbe de l'énergie qu'en accord avec les exigences de ses électrons. Lorsqu'il avale la bonne dose, l'électron dopé saute une, deux ou plusieurs marches. Tout dépend de son niveau d'excitation. Plus tard, il redévale l'escalier dans l'autre sens, dégringole d'une marche ou plus, libérant son trop plein d'énergie sous forme de lumière.

Toutes les ondes électromagnétiques transportent de l'énergie. Plus leur longueur d'onde est courte, et plus elles en trimbalent. Si elles rencontrent un atome en chemin, celui-ci sélectionne la quantité d'énergie qui l'intéresse et l'absorbe. Dans le spectre, on observe alors une petite ligne sombre, ou un minimum dans la courbe d'émission, ce qu'on appelle une raie d'absorption. Lorsque l'atome surexcité se calme, il rayonne de l'énergie, provoquant une ligne brillante à une longueur d'onde bien précise du spectre (ou un maximum dans la courbe), autrement dit une raie d'émission. Pour chaque espèce d'atome on peut non seulement reproduire ces raies en laboratoire, mais également calculer leur emplacement exact grâce à la mécanique quantique.

L'hydrogène est l'élément le plus abondant dans l'Univers. Il représente plus de 75 % de la matière observée, composant non seule-

ment les étoiles les plus brillantes mais aussi les nuages interstellaires les plus sombres. L'élément est, de plus, très simple. Il ne possède en tout et pour tout qu'un malheureux proton entouré d'un seul petit électron. On retrouve cette simplicité au niveau de son spectre.

L'escalier quantique de l'atome d'hydrogène n'a que six marches. L'unique électron les monte et les descend au gré de son "humeur". La première marche représente le niveau d'énergie le plus bas, ce qu'on appelle dans le jargon l'état fondamental. Lorsque l'électron saute du haut de l'escalier jusqu'en bas, on note dans le spectre une raie caractéristique. Si l'électron d'un atome voisin réalise le même exploit, la raie s'intensifie. Mais tous les atomes n'atteignent pas simultanément le même degré d'excitation. Certains électrons commencent à sauter dès la cinquième marche, d'autres à partir de la quatrième. Tous ne retombent pas non plus au même endroit. Bref le spectre d'un nuage d'hydrogène est strié de plusieurs séries de raies, plus ou

Le premier quasar, le 3 C 273, découvert en 1959 par hasard, par Cyril Hasard (!).



moins intenses suivant la température du gaz.

Dans les années 1920, le physicien américain Theodore Lyman a étudié en laboratoire les raies correspondant aux sauts dont le départ se trouve sur n'importe quelle marche, et l'arrivée sur la première, au niveau d'énergie le plus bas. Cette série se trouve dans la partie ultraviolette du spectre. Sa raie la plus intense, baptisée Lyman-alpha en souvenir du maître, se situe à 1216 angströms (1 angström ou Å = 10^{-10} mètre) de longueur d'onde. Le physicien américain affirme qu'elle est présente dans le spectre du Soleil et que seule la censure atmosphérique nous interdit de la voir. Il dit vrai. Cinq ans après sa mort, en 1959, les premières fusées vérifieront sa prédiction.

Pour leur étude des quasars, les astronomes auraient pu utiliser les raies spectrales de nombreux éléments. Il n'y avait que l'embaras du choix, les spectres étant extrêmement rayés. Mais en raison de l'abondance de l'hydrogène, l'intérêt se porte directement sur lui. Chez des astres aussi surexcités que

fier au milieu de la ribambelle des autres raies.

Les quasars émettent un paquet d'ultraviolets. La majeure partie de la lumière visible que nous en recevons est en fait des ultraviolets décalés par la fuite de ces astres. C'est l'effet Doppler qui la métamorphose, en la déportant vers les plus grandes longueurs d'onde. Suivant que le quasar présente un plus ou moins fort décalage vers le rouge, sa raie Lyman-alpha se trouve dans le bleu ou dans le jaune.

Chez de nombreux quasars, la raie Lyman-alpha est si intense qu'elle donne des indications précieuses sur leur état général. En particulier, elle aide à comprendre leur comportement bizarre. Un quasar classique (il y en a des atypiques) a une raie Lyman-alpha qui se dresse comme une montagne au-dessus du reste de son spectre. Du côté du bleu, une suite de raies d'absorption creusent des ravins profonds (**dessin ci-dessous**). Ces raies n'appartiennent pas au quasar. Sur la longue route qui menait vers nous, sa lumière a dû rencontrer de grands nuages froids qui lui ont pompé de l'énergie, à des longueurs d'onde bien précises, marquant son spectre de raies d'absorption.

C'est en 1971 que les astronomes remarquent pour la première fois ces raies d'absorption. Deux ans plus tard, Alec Boksenberg, aujourd'hui directeur de l'Observatoire Royal de Greenwich, met au point sa caméra ultrasensible à comptage de photons qui permet d'en apprécier tout le relief. Avec Wallace Sargent du Caltech, ils réalisent alors que toutes les raies d'absorption ne présentent pas le même décalage vers le rouge, donc ne sont pas dues à des nuages situés tous à la même distance.

La lumière d'un quasar peut contenir jusqu'à douze raies de Lyman différentes. Une véritable forêt ! Or à partir de chacune d'entre elles, en fonction de son aspect, on peut connaître les conditions physiques du nuage de gaz qui l'a provoqué (essentiellement température et densité). De plus, la position de la raie dans le spectre indique la distance de ce même nuage, par ailleurs invisible.

Au début des années 1980, commence l'exploration systématique de la "forêt" des raies de Lyman. Objectif : défricher l'Univers, découvrir des objets célestes inaccessibles par les moyens d'investigation traditionnels (téléscopes, radiotélescopes, satellites, etc.). Boksenberg et Sargent s'attaquent à ce travail de

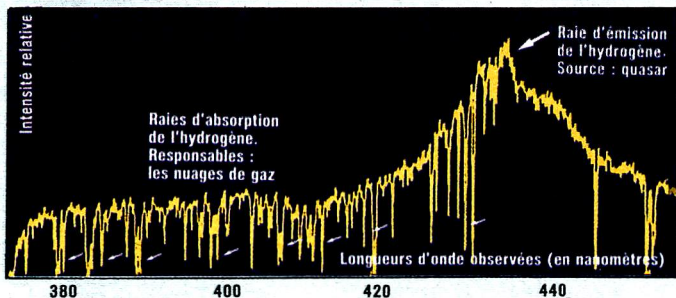
DES NUAGES DE GAZ INSOUÇONNÉS

Le spectre du quasar 2206-199 obtenu par les astronomes Alec Boksenberg et Wallace Sargent présente une raie d'émission (**grande flèche**) à 434 nanomètres de longueur d'onde, qui se dresse comme une montagne au-dessus du reste de la courbe. Il s'agit de la raie d'émission de l'hydrogène (comme tous les éléments chauffés au sein d'un astre, il émet de la lumière), prédominante en intensité parce que cet élément est le plus abondant dans l'Univers.

A sa gauche, la longue série de dépressions (**petites flèches**) sont des raies d'absorption, également de l'hy-

drogène. On croyait le ciel vide dans cette direction. Or la présence de ces raies d'absorption indique le contraire. De plus, elles sont décalées vers différentes longueurs d'onde plus petites que celle de la raie d'émission, ce qui signifie qu'elles sont produites par des corps qui nous fuient à différentes vitesses inférieures à la vitesse de fuite du quasar (voir explication du décalage sur le **dessin p. 52**).

De fait, ces multiples raies d'absorption trahissent la présence de nombreux nuages de gaz invisibles situés à différentes distances entre le quasar et nous.



les quasars, la raie Lyman-alpha doit être impressionnante. Fortement décalée vers le rouge par la fuite du quasar, elle ne se trouve plus dans la partie ultraviolette du spectre, mais en plein dans le visible, donc observable du sol. Il ne reste plus qu'à l'identi-



Entrées sorties: sélection à tous les niveaux



Vous n'en étiez peut être pas conscient, mais il y a une morale en technologie. Ainsi la haute fidélité exige-t-elle que, de sa source, jusqu'au lieu et à l'instant de la restitution du son, le signal électrique qui le porte garde toute son intégrité et voyage dans les meilleures conditions de sécurité.

Sans être grand clerc, on peut légitimement se demander alors à quoi peut bien servir de mettre au point des enregistreurs et reproducteurs numériques ultra-fidèles, des transmissions radios ou TV câblées en numérique d'une exceptionnelle qualité, si les liaisons source/amplificateur d'une part et les circuits internes d'amplification d'autre part viennent perturber la progression du message et pervertir le son ? Pourquoi faire subir au signal numérique décodé par la platine laser le parcours du combattant nécessaire à la reproduction du son analogique (filtrage, correction, égalisation, etc.) ?

La solution : installer le moins possible d'électronique entre l'entrée et la sortie, orienter au mieux le signal, utiliser tous les raccourcis. Cela paraît simple. Cela requiert en fait un très haut niveau de technologie. Voici comment Technics répond.

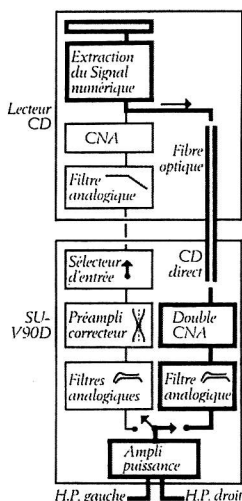
Avec l'implantation dans l'ampli lui-même de convertisseurs du signal numérique en signal analogique, on peut conduire la pureté digitale plus loin. Grâce, alors, à la fonction "Power amp direct", le signal passe directement du convertisseur à l'ampli de puissance, faisant ainsi l'économie d'un détour inutile.

Quant à la liaison numérique par fibre optique entre le lecteur CD et l'amplificateur, elle évite tout risque d'interférence électrique au stade de ce maillon délicat : l'impulsion électrique est traduite intégralement et sans aucune déperdition en impulsion lumineuse. Eblouissant !

Ces technologies qui font emprunter le meilleur chemin au signal musical, Technics les propose d'ores et déjà sur le SU-V90D, un ampli paré pour l'avenir. On ne s'appelle pas Technics pour rien !

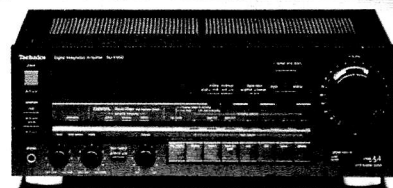
Technics

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



Prélevé à la source, le signal numérique ne perd ni son temps ni sa pureté et file vers le convertisseur. Le signal analogique en ressort : il n'a plus qu'à être amplifié.

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



Amplificateur Technics SU-V90 D

- Ampli Class AA à décodage numérique Haute Résolution sur 18 bits.
- 4 convertisseurs N/A. • Entrées numériques optiques et coaxiales.
- Fonction "Power amp direct". • Condensateurs ultra-rapides EX.

L'ODYSSÉE RADIOACTIVE DE COSMOS 1900

*Ce satellite soviétique doté d'un
générateur nucléaire tombe
vers la Terre. Le risque qu'une
partie des 50 kg d'uranium enrichi et des
débris radioactifs
atteignent des régions habitées reste
cependant très faible.*



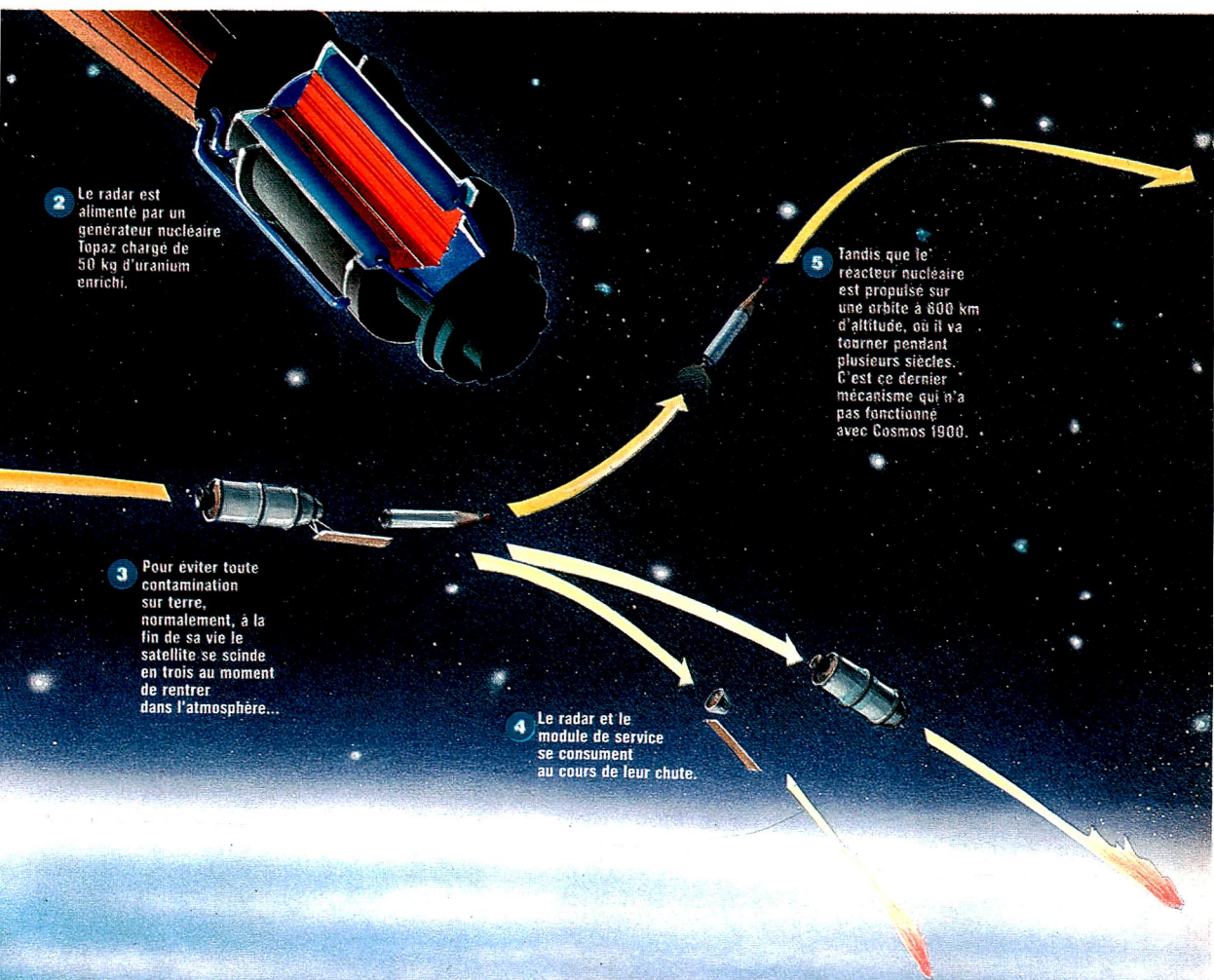
1 Les satellites
soviétiques du type
Cosmos 1900
surveillent les
océans au moyen
d'un radar
pendant trois mois.

Trente-quatrième satellite de sa série depuis le lancement de *Cosmos 198* en 1967, *Cosmos 1900* a été lancé le 12 décembre 1987 par une fusée SL-11 de

puis le centre spatial de Tyuratam, au Kazakhstan, pour le compte du cinquième directeur du GRU, les renseignements militaires soviétiques. Selon les observations des radars du NORAD américain, il a la forme d'un cylindre de 14 m de long et 2,5 m de diamètre, pesant environ 5 tonnes. Sa mission : traquer pendant environ trois mois, les navires de l'OTAN à l'aide d'un radar possédant une antenne rectangulaire d'environ 10 m². Les Occidentaux appellent ces types de satellites des RORSAT (*Radar Ocean Reconnaissance Satellite*). Ses observations sont comparées avec celles de *Cosmos 1932*, également un RORSAT, lancé le 14 mars, et de deux autres satellites capables de suivre et d'identifier les navires en interceptant leurs transmissions (des EORSATS dans le jargon des spécialistes), les *Cosmos 1834* et *1890*, respectivement lancés le 8 avril et le 10 octobre 1987.

La comparaison des mesures des EORSAT qui passent une dizaine de minutes avant les RORSAT au-dessus des mêmes objectifs permet de voir avec une précision d'environ 2 km la vitesse et la direction du déplacement des navires et d'en obtenir une image radar montrant des détails de 20 à 30 mètres, dans un champ de vision large de 400 à 500 km.

Les renseignements collectés par les RORSAT sont transmis en temps réel à des bombardiers soviétiques Backfire et à des navires armés de missiles SS-11, qui, en temps de guerre, disposeraient ainsi d'une avance précieuse. Ils ont donc une importance stratégique considérable. De plus, *Cosmos 1900*, celui qui nous intéresse ici, présente la particularité d'être le premier à utiliser une orbite "améliorée", inclinée à 65° comme celle de ses prédécesseurs, mais un peu plus haute que ces dernières : 287 km d'apogée pour 263 km de périégée au lieu des 270 et 250 km habituels. Il y gagne un champ de vision plus grand et pénétrant mieux les hautes latitudes, ainsi que de meilleurs angles de transmission des signaux.



Par ailleurs, pour la première fois, le satellite précède les EORSAT au lieu de les suivre.

Les RORSAT doivent voler à la limite de la haute atmosphère. Depuis des orbites plus hautes, la résolution du radar serait insuffisante ; une mer modérément agitée — de force 6 ou 7 — ou le fouillis d'une zone côtière produisent assez de bruit de fond pour dissimuler les navires occidentaux à leur radar.

Evoluant sur une orbite plutôt basse à la vitesse de 8 km/s, le satellite est constamment freiné par l'atmosphère résiduelle de la Terre, ce qui a pour effet d'en abaisser la trajectoire. Ils doivent donc manœuvrer continuellement pour que la friction atmosphérique ne les fasse pas "décrocher" prématurément. Cela se fait habituellement en télécommandant périodiquement depuis la Terre le fonctionnement de petits moteurs fusée (probablement des moteurs ioniques) dont l'impulsion a pour effet de rehausser l'orbite. C'est ainsi que pendant les premiers 122 jours de sa mission *Cosmos 1900* a apparemment bien fonctionné en maintenant son altitude à 1 km près.

A partir du 13 avril, pour une raison connue des seuls contrôleurs soviétiques, la télémétrie se met à ne plus fonctionner. Ne pouvant plus recevoir d'ordres, il ne peut plus maintenir son orbite. C'est effectivement ce qui se passe. Le 8 août, *Cosmos 1900* a effectivement perdu environ 40 km, et les spécialistes du NORAD (le réseau d'alerte et d'observation spatiale américain) et du CNES prévoient sa chute dans l'atmosphère pour la période du 1^{er} septembre au 31 octobre.

Il est difficile d'en prévoir la date avec précision parce que nous sommes en période d'activité solaire croissante : la haute atmosphère est excitée par des bouffées de protons solaires. Comme une houle imprévisible, elle freine le satellite de façon tout à fait aléatoire. En fait, on ne saura prévoir avec exactitude la date et la localisation de la rentrée que quelques jours avant.

Si *Cosmos 1900* n'était pas doté d'un générateur nucléaire l'affaire serait de peu d'importance. Il subirait le sort de multiples satellites. Dans le cas présent, on risque une pollution radioactive de l'atmosphère, ou du site de retombée si des morceaux du réacteur parviennent jusqu'au sol.

Pourquoi *Cosmos 1900* est-il doté de réacteurs nucléaires ? Les moteurs ioniques, et surtout le radar d'une puissance de 3 à 5 kW, consomment trop d'énergie pour utiliser des panneaux solaires, qui présenteraient en plus l'inconvénient d'agir comme de véritables aérofreins, augmentant la traînée du satellite et réduisant sa durée de vie.

Dès 1967, la solution retenue par les Soviétiques est un petit réacteur nucléaire compact délivrant 5 à 20 kWe, dérivé des Romachka (Marguerites) de l'Institut Kourchatov. La conception est rudimen-

taire : le cœur, mesurant 25 × 30 cm, contient 49 kg d'uranium 235 enrichi à 99 %. La chaleur produite est transformée en électricité par des diodes thermo-ioniques.

D'avantage que la mesure de leurs orbites, c'est la présence du réacteur nucléaire qui permet au NORAD de reconnaître à coup sûr les RORSAT. En effectuant des manœuvres d'assiette, un satellite oscille toujours légèrement, ce qui fait varier l'éclairement de ses panneaux solaires s'il en a, et donc sa consommation électrique. Il en résulte un "ronflement" significatif des signaux radio captés par les Américains. Avec un générateur nucléaire, point de ronflement. Par ailleurs, le rayonnement infrarouge assez intense produit par les radiateurs qui dissipent la chaleur du réacteur est probablement aussi détectable depuis le sol avec les moyens du NORAD.

Ce réacteur nucléaire est visiblement le point faible des RORSAT. Son système de contrôle est à lui seul un casse-tête. Il est constitué de tambours rotatifs, disposés autour du cœur, dont une face est recouverte de réflecteurs de neutrons en béryllium (qui renvoient vers le cœur les neutrons qui s'en échappent, augmentant donc le nombre des fissions et stimulant le réacteur), et l'autre d'absorbants en bore (qui absorbent les neutrons, faisant ralentir le réacteur). C'est en faisant pivoter ces tambours et en dosant les absorbants et les réflecteurs qu'est piloté le réacteur. Le circuit de refroidissement, utilisant du potassium et du sodium fondus, sert à maintenir le collecteur d'électrons à une température raisonnable, de l'ordre de 500° C. Ce contrôle est délicat : les Romachka sont des réacteurs à très haute température (un prototype exposé en 1964 fonctionnait à 1 900° C). Les servomécanismes des fameux tambours sont donc mis à rude épreuve, de même que les gaines en zirconium contenant le combustible nucléaire. Ces conditions rendent le pilotage des réacteurs nucléaires spatiaux très difficile. Selon Curtis Peebles, spécialiste britannique de l'espace soviétique, ce type de réacteur est intrinsèquement instable. Sa réactivité tend à augmenter avec sa température, jusqu'à ce que le cœur fonde et devienne incontrôlable.

Il existe d'autres risques. Selon une évaluation du Département américain de l'énergie portant sur le système similaire, envisagé pour le projet SP-100 destiné à la "Guerre des étoiles", les produits de fission gazeux résiduels des réactions nucléaires peuvent provoquer l'éclatement des gaines de combustible, entraînant la fusion du cœur. Ce phénomène est connu et maîtrisé sur Terre, où les gaines subissent couramment des pressions de 100 atmosphères, mais, outre que les impératifs de masse sont beaucoup plus stricts dans l'espace, la température de fonctionnement des Romachka n'arrange sans doute rien, et la pression du circuit primaire qui

s'applique sur les gaines des centrales terrestres, n'existe pas.

Enfin, les diodes thermo-ioniques, que les Soviétiques sont les seuls à utiliser dans l'espace, posent de nombreux problèmes. D'un meilleur rendement que les thermocouples employés par les Américains, elles sont par contre beaucoup moins fiables, et leur durée de vie assez courte détermine probablement en grande partie celle du satellite. C'est pour cette raison que le CNES et le CEA en France ont écarté les diodes de ce type pour leur projet de réacteur spatial Erato, prévu pour fonctionner pendant dix ans. De plus, pour être toutes à la même température, les diodes doivent rester parfaitement centrées autour du réacteur, faute de quoi des surcourants apparaîtront au niveau des plus chaudes, qui n'y résisteront pas et entraîneront une chute du rendement du réacteur. Sous l'effet de la chaleur, du rayonnement et peut-être des gaz de fission, certaines structures peuvent également se déformer, entraînant un désalignement des diodes.

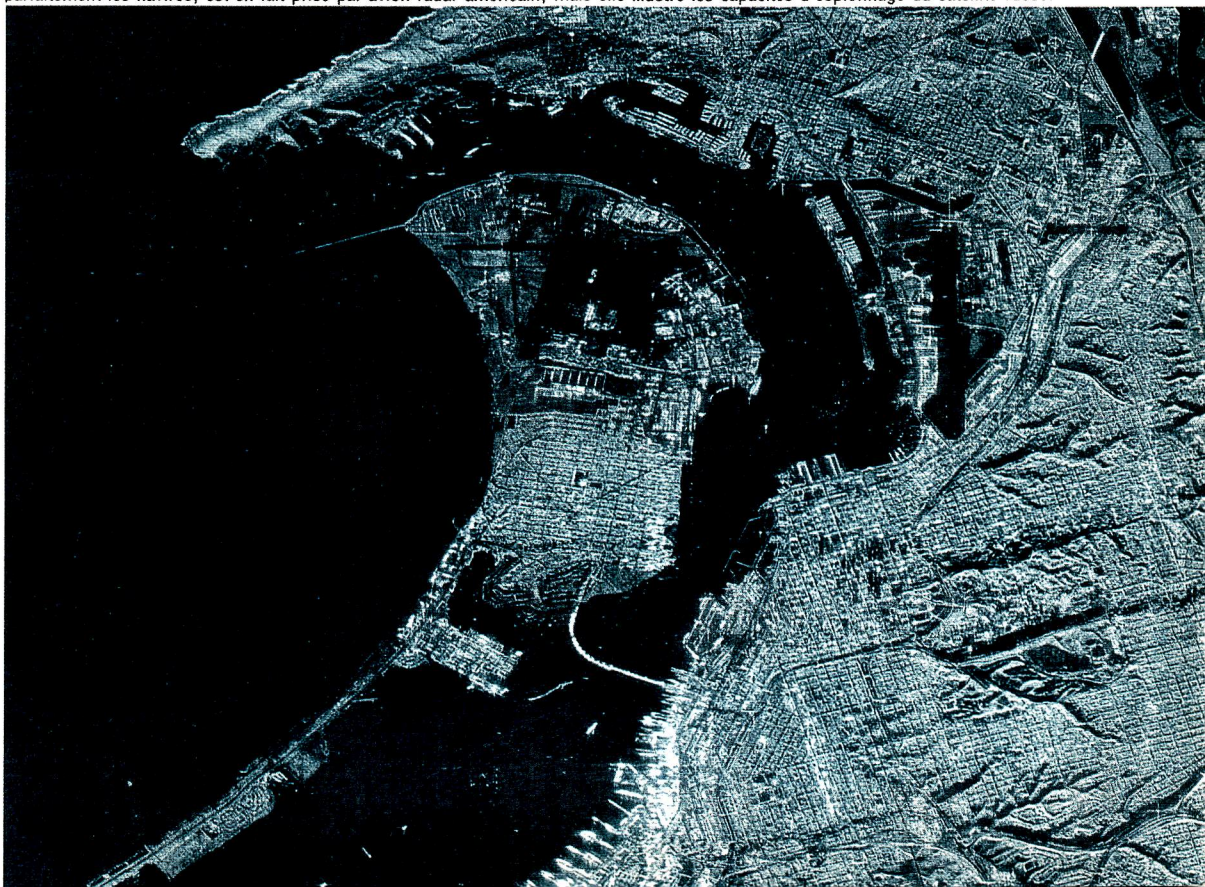
Résultat, les RORSAT ne sont pas fiables. « On a l'impression d'un système conçu un peu à la limite des possibilités », dit un expert français à propos du réacteur. Plus de la moitié ont une durée de vie

inférieure à la moyenne de la série.

L'autre grand inconvénient du réacteur spatial est que, pour protéger l'électronique du satellite des rayonnements qu'il émet, il faut interposer entre eux un écran très lourd constitué de 500 kg d'hydroxyde de lithium. Ainsi conçu, le générateur nucléaire du RORSAT occupe un volume de 6 à 7,5 m par 2,5 m de diamètre, pour une masse de 2 à 3 tonnes. Lorsque de telles masses traversent l'atmosphère lors de la rentrée du satellite, elles ne s'y désintègrent pas complètement. Des débris radioactifs risquent de retomber au sol. Même si la probabilité pour que cela se produise dans une région habitée est très faible (les océans couvrant 75 % du globe et les zones densément peuplées ou urbanisées moins de 0,1 %), c'est encore assez pour susciter divers incidents diplomatiques, et exposer le programme ultra-sensible des RORSAT à une attention soutenue.

Pour éviter ces désagréments, ces satellites ont été pourvus d'un dispositif de sécurité : à la fin de leur vie, ils éjectent le compartiment contenant le réacteur nucléaire, qu'un moteur propulse vers une orbite de 800 à 1 000 km d'altitude, où l'atmosphère ne risque pas de venir les déranger. Les perturbations gravitationnelles de la Terre et de la Lune ne

Le port militaire de San Diego, en Californie, tel que le verrait Cosmos 1900, avec des détails de 20 mètres. L'image, qui montre parfaitement les navires, est en fait prise par avion-radar américain, mais elle illustre les capacités d'espionnage du satellite russe.



les en feront descendre qu'après plus de 600 ans, lorsque la radioactivité du cœur sera devenue inoffensive. Ce système fonctionna correctement pendant 9 ans, jusqu'en janvier 1978. Cette année-là, *Cosmos 954*, seizième RORSAT de la série, apparemment endommagé par une collision avec une météorite, ne peut actionner l'injection du réacteur sur orbite haute, et rentre entier dans l'atmosphère, dispersant des débris au-dessus du grand Nord canadien. L'un d'entre eux émettait quand même une dose de rayonnement gamma de 500 roëtgens/heure, mortel au toucher en très peu de temps.

Les recherches déclenchées par le Canada et les Etats-Unis sur 50 000 km² coûtèrent plus de 16 millions de dollars. Les débris furent bien sûr analysés en détail, et l'essentiel des résultats semble avoir été classé secret. C'est à cette occasion, par exemple, que la masse et la composition du bouclier en hydrure de lithium furent connues, d'après l'ampleur des réactions chimiques qu'il produisit au contact de la neige. Les Soviétiques ont certainement perdu d'autres secrets à cette occasion.

On ne devait plus revoir de RORSAT avant 1980. Dans l'intervalle, ces satellites avaient changé de réacteur. Ils utilisent depuis lors le système Topaz, dont la conception reprend celle du Romachka en l'améliorant. Les diodes thermo-ioniques sont en molybdène (celles de la génération précédente étaient en germanium dopé au silicium) et possèdent apparemment un rendement supérieur : le Topaz produit 5 à 10 kW électriques à partir de 85 kW thermiques, soit un rendement de 12 %, contre 5 à 20 % pour les Romachka (et 5 à 10 % pour les générateurs nucléaires des sondes spatiales américaines). Le taux d'enrichissement de l'uranium utilisé comme combustible est de 93 %, contre 99 % pour les Romachka, ce qui suggère que le rendement a bien été amélioré au niveau des diodes. La température de fonctionnement continue de rester très élevée (1 500° C). Globalement, la durée de vie moyenne des RORSAT s'est allongée : de 39 jours pour les seize premiers, jusqu'à *Cosmos 954*, à 66 jours pour les dix-sept suivants. L'architecture elle-même des satellites a été largement remaniée.

Un second mécanisme de sécurité a été mis en place. Si l'éjection du réacteur à 1 000 km ne fonctionne pas, il se sépare du reste du satellite, éjecte son combustible nucléaire, et tous deux rentrent séparément dans l'atmosphère, le combustible se volatilise entièrement sans la protection du réacteur. C'est ce qui se produisit lors du second incident connu, à la rentrée de *Cosmos 1402* en 1983. La désintégration du réacteur, au sud de l'île de l'Ascension, n'a même pas été observée avec certitude ; un excès de 44 kg d'uranium 235 aurait été mesuré en 1986 dans l'inventaire atmosphérique, mais ces mesures restent controversées.

Selon les observations du NORAD, *Cosmos 1900*

n'est pas entouré de débris, comme ce serait le cas si une météorite l'avait heurté. Sa position en orbite reste stable. Le 2 août dernier, l'URSS a informé l'Agence internationale de l'énergie atomique que le satellite était en mesure de poursuivre son vol orienté jusqu'en septembre ou octobre, tout en descendant progressivement jusqu'à une altitude de 120 km. Avant qu'il n'atteigne cette altitude, le système de séparation automatique du réacteur nucléaire sera déclenché pour dissocier le corps du satellite du réacteur, qui sera porté à l'altitude de 800 km. Ces informations encore très vagues, mais qui restent un progrès par rapport au mutisme observé en 1978 et en 1983, complètent celles données aux Nations unies, le 22 juin dernier, précisant que seule la télémetrie était en panne, et que les systèmes de sécurité peuvent se déclencher automatiquement, sans doute alertés par des capteurs de température à la surface du satellite, ou des capteurs de pression atmosphérique.

Autrement dit, rien n'empêcherait le réacteur nucléaire de partir en retraite à 1 000 km. Pourtant, le 9 juin, à Paris, Roald Sagdeev, l'un des principaux responsables du programme spatial soviétique, annonçait le contraire : *Cosmos 1900* rentrerait dans l'atmosphère avec son réacteur, mais la contamination serait infime. Cela signifie peut-être que seule la deuxième sauvegarde, introduite après *Cosmos 954*, fonctionnera (fin septembre, on attendait encore) ? Il faudrait alors que le réacteur nucléaire puisse aussi s'arrêter automatiquement, ce qui devrait logiquement avoir été prévu. A moins que le Topaz puisse être séparé du reste du satellite, et notamment des divers blindages anti-radiations qui l'entourent.

La trajectoire du satellite traversant périodiquement la France, le Premier ministre a chargé le Comité interministériel de sécurité nucléaire d'évaluer les risques de retombée. Selon ses experts, qui rappellent que, lorsque *Cosmos 954* était retombé d'un seul bloc, avec tout son blindage, 10 % seulement de la masse du réacteur avait survécu. *Cos-*

En cas de chute de Cosmos 1900 sur le territoire français, et donc de pollution radioactive, des camionnettes médicales, équipées de sondes thoraciques et thyroïdiennes, iront contrôler les populations.

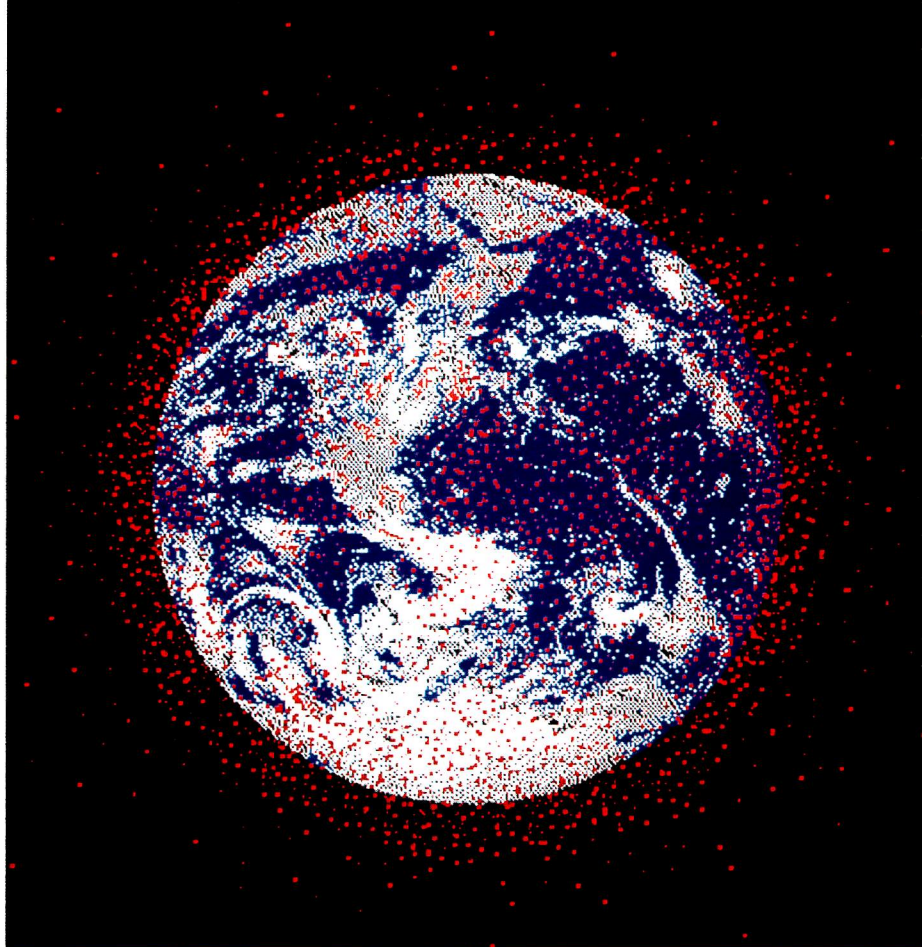


mos 1900 renfermerait environ 20 000 curies de produits de fission, beaucoup plus radioactifs que l'uranium 235, et 10 à 100 fois plus de radioéléments sous forme d'acier irradié. Les débris susceptibles de retomber en France ne seront que de la poussière, au pire des gouttes de combustible fondu, collées sur des morceaux de la structure, d'une activité d'une dizaine de curies. Au total, les retombées ne devraient pas dépasser sur une surface très réduite 400 à 500 becquerels par mètre carré, soit l'équivalent des retombées de Tchernobyl en France. L'atmosphère serait donc un filtre efficace. Contrairement à ce que l'on a pu croire au mois de juillet, lorsque le secrétariat d'Etat aux Risques naturels et technologiques majeurs a évoqué un vaste dispositif (Armée, SCPRI) comprenant des dizaines d'hélicoptères équipés de détecteurs, *Cosmos 1900* n'a encore rien coûté : tous ces moyens existent déjà et sont déjà en place. Le dispositif a été établi en 1983, au moment de la chute de *Cosmos 1402* ! A l'époque, la facture avait été d'un million de francs, et les satellites étaient apparemment la seule retombée radioactive pour laquelle on n'avait jamais envisagé d'équiper les hélicoptères de la Protection civile.

Au moment où une nouvelle génération de RORSAT sort d'usine, les Soviétiques vont-ils continuer à fabriquer des satellites nucléaires ?

En avril dernier Roald Sagdeev a critiqué l'utilisation du nucléaire dans l'espace. D'abord parce qu'il sagit d'un volet important de la Guerre des étoiles et surtout en raison des échecs soviétiques dont il a évalué le taux à 10 ou 20 %. Selon lui, des panneaux solaires de 10 ou 20 m² pourraient les remplacer avantageusement. Cela suppose des cellules photovoltaïques d'un rendement supérieur à celui des panneaux de la station Mir, les meilleurs dont les performances soient connues en URSS.

Le problème du freinage atmosphérique a peut-être été résolu avec les *Cosmos 1818* et *1867*, lancés en 1987 comme les RORSAT sur une orbite



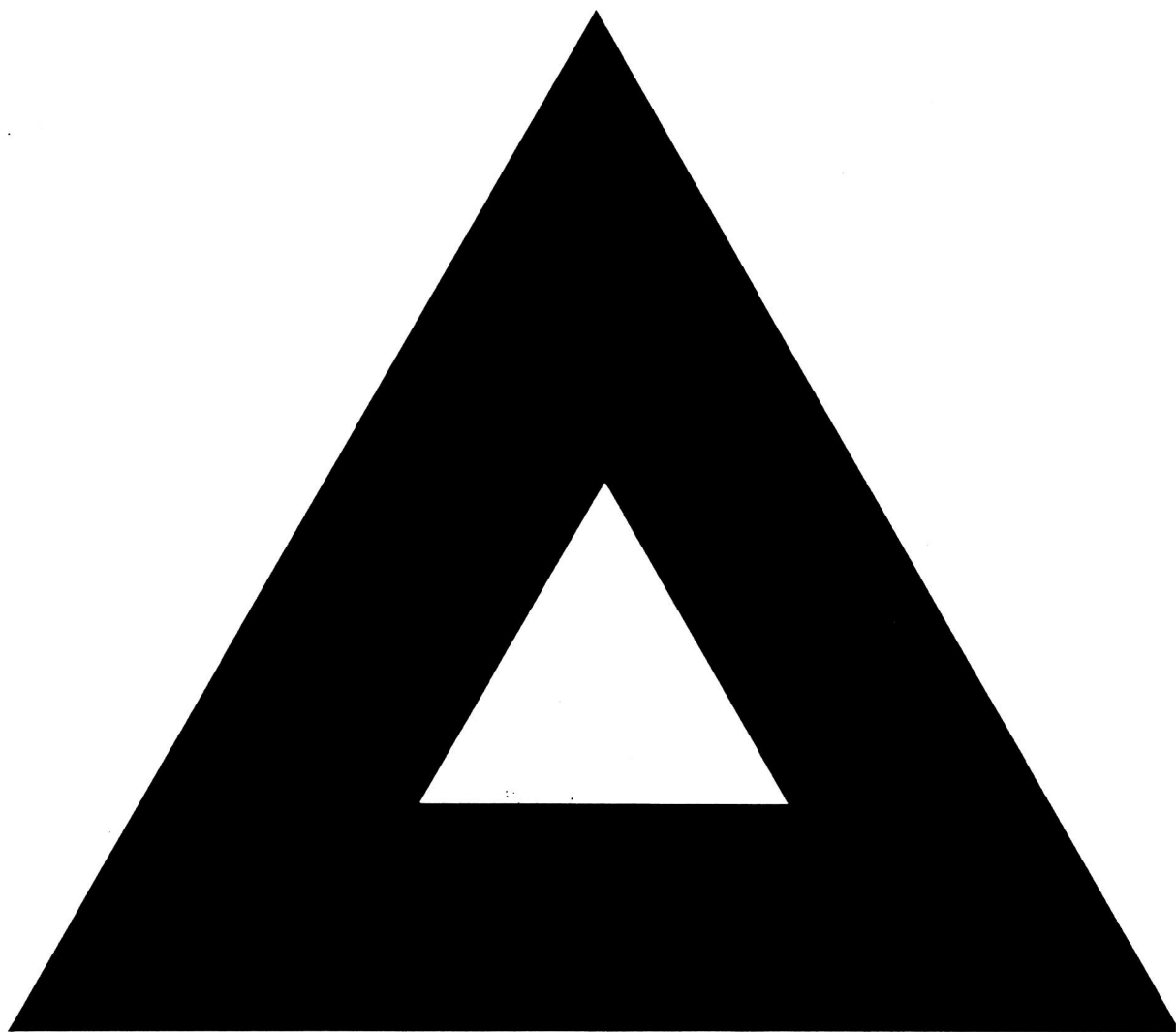
Il en tombe tous les jours ! Plus de 7 000 objets plus gros qu'une balle de ping-pong tournent autour de la Terre (points rouges) : satellites, coiffes de fusées et débris divers sont les principaux éléments de ce bric-à-brac céleste. Des morceaux parviennent parfois jusqu'au sol.

inclinée à 65°, mais beaucoup plus haute, à 800 km. Ces satellites sont peut-être une nouvelle génération de RORSAT, les modèles actuels sur orbite basse étant condamnés. La basse altitude des RORSAT a toujours gêné les Soviétiques. Non seulement elle leur impose une durée de vie limitée, mais surtout elle met ces satellites à portée directe des missiles américains anti-satellites ASAT (pour l'instant interdits par le Congrès) dont la portée est de 700 km. Avec leurs radiateurs évacuant la chaleur du générateur nucléaire et irradiant des infrarouges, les RORSAT constituent des cibles faciles.

A moins que les deux *Cosmos* précités soient ces nouveaux satellites de surveillance océanique évoqués au début de l'année par le chef des renseignements de l'US Navy devant le Congrès, et qu'il situait « au stade des essais de prototypes et de composants », ce qui indiquerait des progrès substantiels du radar. Ou bien s'agit-il du système révolutionnaire de détection depuis l'espace des missiles de croisière à bord des sous-marins, révélé par les Soviétiques à leurs interlocuteurs du sommet de Washington en décembre 1987 ? Le mystère reste pour l'instant entier.

Stéphane Chenard

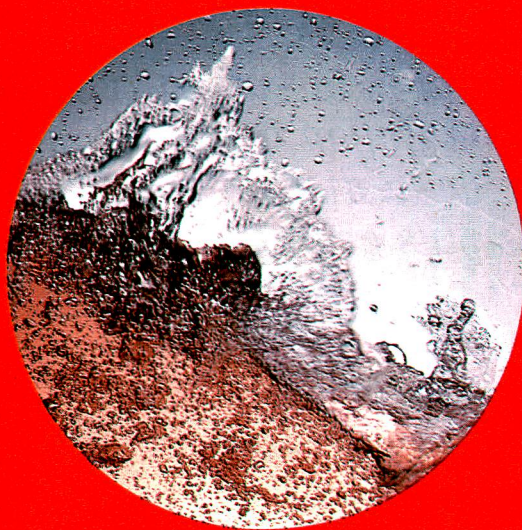
Ça ne tourne pas rond ?



Avec certains carburants, plus vous roulez,
plus vous encrassez votre moteur.
Et pleins après pleins, le résultat ne se fait

pas attendre, des dépôts se forment dans
les carburateurs et les injecteurs, et votre
moteur ne tourne plus très... très rond.

Roulez, dégrassez.



Avec le Super et le Gazole Double Action MOBIL,
pour dégrasser c'est simple, il suffit de
rouler. Pleins après pleins, les carburants

Mobil[®]

MOBIL réduisent l'encrassement de votre moteur
et limitent la formation de dépôts. Plus
vous roulez, plus votre moteur tourne rond.

super et gazole double-action.

FRÉDÉRIC JOLIOT-CURIE : SAVANT ET POLITIQUE

1988 est autant le bicentenaire de la mort de Buffon que le trentenaire de la disparition de l'un de nos plus grands savants contemporains : Frédéric Joliot-Curie, et le quarantième anniversaire de la naissance, dans ses mains, de la première pile atomique française.

Quant au reste de son œuvre et de sa vie, il est tout aussi remarquable, avec ses deux facettes distinctes et complémentaires : le grand découvreur scientifique, et l'homme dans son siècle, organisateur et politique.

Frédéric Joliot naît en 1900 à Paris, dans une famille alsacienne protestante, avec les premières découvertes de l'histoire de la radioactivité. C'est en 1896 que Becquerel a mis en évidence le rayonnement, jusqu'alors inconnu, des sels d'uranium capables, tout comme les rayons X de Röntgen, d'impressionner une plaque photographique. Pierre et Marie Curie ont, quant à eux, découvert en 1898

deux éléments particulièrement radioactifs : le polonium et, surtout, le radium. Ce qui vaudra à ces trois savants l'un des premiers prix Nobel de physique de l'Histoire en 1903. Huit ans plus tard, un second Nobel, de chimie cette fois, couronne la détermination du poids atomique du radium par Marie Curie, veuve depuis 1906. L'Institut du radium (¹), qu'elle fonde en 1914, jouera un grand rôle dans la carrière de Joliot. Celui-ci, après de brillan-





C'est de ce bureau que, à la suite de Marie Curie, de Debierne et d'Irène, sa femme, Frédéric Joliot dirigea l'Institut du radium. Un bureau dont la bibliothèque est sous clé pour éviter, comme cela s'est déjà produit, le vol des livres qui, même décontaminés, sont encore légèrement radioactifs. Mais Joliot s'engagea avec la même ardeur dans la vie politique que dans la vie scientifique, ainsi le voit-on, ci-contre, prononçant un discours lors d'un congrès du Mouvement de la paix.

tes études à l'Ecole de physique et chimie industrielles, devient en effet "préparateur" de Marie Curie, sur la proposition de Paul Langevin en 1925. Grâce à la Bourse Rothschild, il peut se lancer dans la recherche, averti toutefois que, n'étant ni polytechnicien ni normalien, sa réussite serait difficile.

D'autant que son mariage, en 1926, avec Irène Curie, la fille de Pierre et Marie, était plutôt un handicap : il lui fallait rapidement se faire connaître par ses propres travaux. Dès 1927, il publie un premier article sur une nouvelle méthode d'étude des dépôts de radioéléments obtenus par électrolyse, et soutient sa thèse sur ce sujet en 1930.

A partir de là s'amorce la carrière du grand chercheur, pionnier de la chimie nucléaire, carrière qu'il mènera longtemps avec sa femme. Dans ces années 30, les scientifiques étaient tous à l'affût de nouvel-

grosso modo égal au nombre de nucléons (protons et neutrons ayant des masses proches), avec la masse du noyau d'hydrogène (un proton) pour unité (**voir encadré ci-dessous**).

Notre équipe réalise aussi le premier cliché montrant la création d'une paire électron positif (ou positon)/électron négatif à partir d'un photon. C'est la matérialisation de l'énergie, prévue par Einstein et Langevin, qui apparaît à la suite du bombardement de noyaux de béryllium par des particules alpha (des atomes d'hélium ayant perdu leurs électrons) émises par le radium.

Le chef-d'œuvre de la carrière commune des Joliot-Curie, comme on les appelait, est bien sûr la découverte de la radioactivité artificielle. En 1919, le Britannique Rutherford avait montré la possibilité de transmutation, sous l'effet de particules alpha,

de l'azote 14 de l'air en un autre atome naturel qui se révéla être de l'oxygène 17 — un isotope stable mais rare de l'oxygène courant — avec l'émission d'un proton. De la même manière, l'aluminium capturant un alpha devient du silicium stable, avec départ d'un neutron cette fois. Le vieux rêve des alchimistes du Moyen-Age, changer un matériau en un autre, était réalisé ! En janvier 34, Frédéric et Irène vont compléter cet exploit. Il ne s'agissait pas, bien sûr, de transformer le plomb en or pour les caisses du Prince à l'aide de la Pierre philosophale, mais leur découverte capitale leur valut, l'année suivante, le troisième Nobel de la famille, qui les classait définitivement parmi les grands découvreurs.

Aiguillonnés par l'incrédulité d'une grande scientifique, Lise Meitner, au 7^e congrès Solvay de 1933, ils s'étaient entêtés au lieu de se décourager. L'expérience décisive

consista à bombarder des feuilles d'aluminium avec des α provenant de sources de polonium, justement extrait des deux célèbres grammes de radium offerts en 1921 et 1929 à Marie Curie par ses admirateurs américains.

Seul dans son laboratoire, Joliot constata que l'aluminium émettait bien des neutrons comme prévu, ainsi que des positons. Mais sa surprise fut totale lorsque, ayant suffisamment abaissé l'énergie des α incidents sur la cible, l'émission des positons persista, décroissant avec le temps d'une manière caractéristique de la radioactivité naturelle (**voir encadré page ci-contre**). La conclusion s'imposait : l'aluminium se transformait en phosphore 30, isotope radioactif du ^{30}P , introuvable dans la natu-

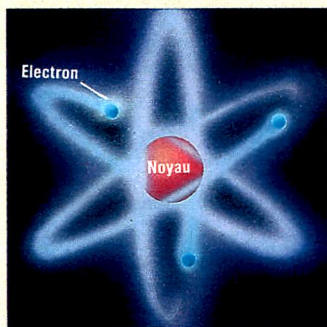
LA COMPOSITION D'UN ATOME

Le symbole ^A_ZX signifie que le noyau de l'élément X contient A nucléons (protons + neutrons) dont Z protons. Les masses des neutrons et protons sont presque égales, le nombre A, dit nombre de masse, représente la mas-

se du noyau, avec pour unité la masse du noyau d'hydrogène — constitué d'un seul nucléon, le proton.

L'atome contient Z électrons tournant autour du noyau, de sorte que la charge électrique globale est nulle (Z charges positives de protons, Z charges négatives d'électrons). Or c'est le nombre d'électrons, et leur répartition autour du noyau, qui détermine les propriétés chimiques de l'élément considéré. Les isotopes ont le même nombre d'électrons et de protons, mais un nombre de neutrons différent — donc un nombre de masse et une masse différents — donc des propriétés de réactivité chimique identiques.

Ainsi le noyau d'uranium le plus répandu est $^{238}_{92}\text{U}$, qui comprend 92 protons et 146 neutrons pour un poids atomique de 238.



les particules et les connaissances progressaient vite, révolution après révolution. Les Joliot-Curie participent à cet âge d'or.

En 1932, ils ratent de peu — faute du matériel adéquat — la découverte du neutron, qui revient à Chadwick en Angleterre. Mais ils réussissent, les premiers, à calculer la masse de cette nouvelle particule, qui permettait de reprendre le modèle de l'atome de Rutherford, alors communément admis : on pensait encore que le noyau, autour duquel tournaient les électrons, était composé seulement de protons, chargés positivement, et d'électrons, chargés négativement. On comprit, à ce moment, que le noyau ne contenait en réalité pas d'électrons, mais des neutrons, le poids atomique de l'atome étant

COMMENT LES JOLIOT-CURIE ONT DÉCOUVERT LA RADIOACTIVITÉ ARTIFICIELLE...

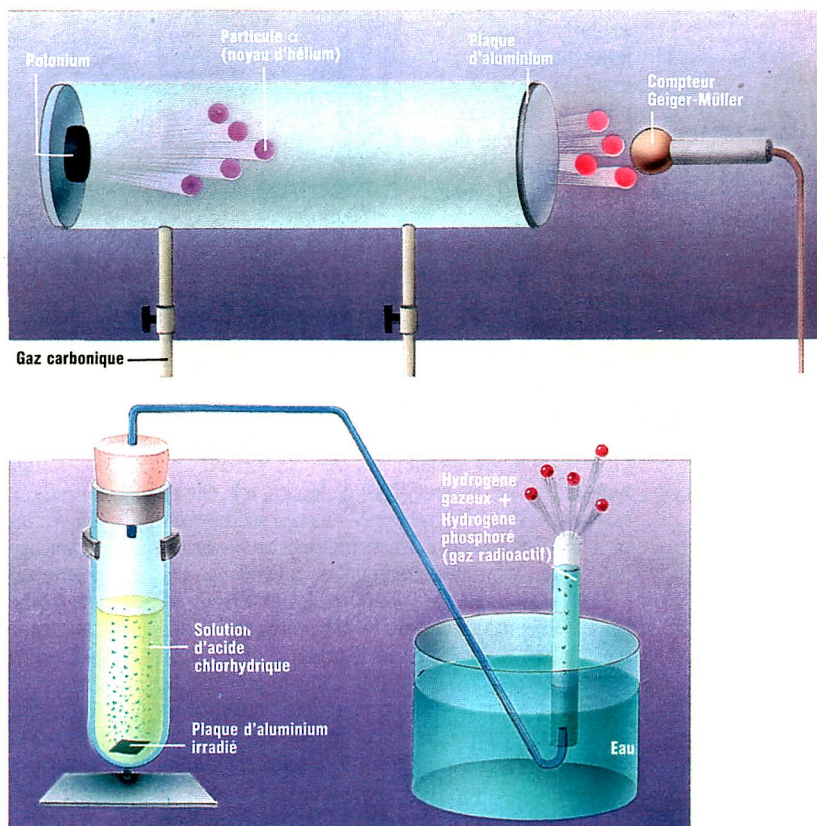
Après la découverte par Rutherford de la transmutation naturelle, c'est Irène et Frédéric Joliot-Curie qui vont réaliser l'expérience permettant de visualiser la première transmutation artificielle.

La feuille à irradier (une plaque d'aluminium) est séparée de la source de rayons alpha par une enceinte remplie de gaz carbonique. Suivant la pression du CO_2 , l'énergie des alpha (des noyaux d'hélium) est accrue (basses pressions) ou diminuée (hautes pressions). En dessous d'un certain seuil de pression, la vitesse des noyaux d'hélium est suffisante pour agir sur les noyaux d'aluminium. Le compteur détecte alors les particules, réémises par l'aluminium transmuté, dont le nombre évolue avec le temps suivant une courbe "exponentielle décroissante".

Ce type de courbe traduit simplement le fait que la vitesse des désintégrations dues à la radioactivité, à un moment quelconque, est proportionnelle au nombre de noyaux radioactifs restants.

Ce qui est appelé "durée de vie", ou encore "période" des noyaux est le temps au bout duquel la moitié des éléments de départ se sont désintégrés. Ainsi le phosphore 30 a une période de 2 minutes et 50 secondes, et l'uranium 235 de 700 millions d'années ; ce qui fait que, depuis la création de l'écorce terrestre, tout le phosphore 30 a disparu, et que cet élément est aujourd'hui introuvable dans la nature, alors que l'uranium existe encore.

Cette première expérience laissait supposer aux Joliot la réalité suivante : l'atome d'aluminium bombardé par les rayons se transmutait en un



noyau de phosphore et un neutron, ce noyau de phosphore se désintégrant lui-même en un noyau de silicium, un positon et un neutrino.

Pour prouver l'existence du "radiophosphore", ils placèrent une feuille d'aluminium préalablement ir-

radiée dans une solution d'acide chlorhydrique. En se dissolvant, cette feuille provoqua un dégagement d'hydrogène. Dans ce gaz, ils détectèrent, à l'aide d'un compteur Geiger, la présence d'un élément radioactif, de l'hydrogène phosphoré.

re, avec départ d'un neutron. Ce $^{30}_{15}\text{P}$ se désintégrait lui-même en un noyau de silicium, un électron positif et un neutrino (une particule neutre de masse inférieure à celle de l'électron). Une fois la preuve physique obtenue en vérifiant la conservation de l'énergie entre avant et après les désintégrations, il restait à faire la preuve chimique de la présence de ce "radiophosphore" fabriqué en quantité infinitésimale dans l'aluminium, et de durée de vie de l'ordre de 3 minutes seulement ! Cette gageure fut tenue d'une façon très astucieuse : « Une feuille mince d'aluminium, préalablement irradiée [...] est attaquée et dissoute dans une solution d'acide chlorhydrique. La réaction chimique produit de l'hydrogène naissant qui entraîne l'élément radioac-

tif [de l'hydrogène phosphoré PH_3] dans un tube à parois minces sous une cloche à eau. Cette séparation montre qu'un élément chimique différent de l'aluminium a été formé lors de l'irradiation par les hélions [particules α] (²). » On détecte son activité avec un compteur Geiger proche du tube.

De même furent découverts les radioazote et radioaluminium et bientôt, par le physicien italien Fermi, de nombreux autres, recherchés de façon méthodique cette fois.

D'un point de vue médical, l'apport de ces travaux fut primordial : en effet, tous ces radioéléments à durée de vie assez courte ont pu être utilisés soit comme traceurs pour l'observation et le diagnostic (ainsi l'iode radioactif pour les affec-

tions de la thyroïde ou le technetium pour explorer le squelette par scintigraphie); soit, pour la thérapie, comme sources de rayonnement intense localisé (bombe au cobalt 60).

Mais revenons en 1935. Un an après la mort de Marie Curie et la nomination comme maître de conférence de Radioactivité à la Sorbonne, la reconnaissance officielle vient enfin pour notre jeune savant :

il devient professeur au Collège de France, à la tête du laboratoire de Chimie nucléaire — installé spécialement pour lui —, et de l'ex-laboratoire Ampère d'Ivry — devenu "laboratoire de synthèse atomique" de la CNRS (?).

Mais il ne s'agit pas, pour Joliot, de s'arrêter là. En 1939 débute l'aventure de la fission, alors totalement inattendue, avec les travaux d'Irène et du physicien yougoslave Savitch. L'année précédente, ils avaient observé, d'abord incrédules, qu'au cours de réactions nucléaires provoquées par le bombardement par des neutrons de noyaux d'uranium (l'élément le plus lourd alors connu avec ses 92 protons), il se forme des corps dont les propriétés chimiques sont celles des "terres rares" et surtout du lanthane, un noyau plus léger ($Z=57$). Or on attendait au contraire l'apparition de noyaux plus lourds que l'uranium 238, noyaux appelés "transuraniens", de $Z=93$ ou plus; car la capture d'un neutron par un élément de numéro atomique Z devait conduire en principe



1935. Irène et Frédéric Joliot-Curie reçoivent le prix Nobel des mains du roi de Suède, Gustave V.

comme l'avait montré Fermi, à un radioisotope instable qui se transforme en $Z+1$, avec émission concomitante d'un positon.

En Allemagne, en décembre de la même année, ce sont Otto Hahn et Strassmann qui ouvrent vraiment, contre toutes leurs attentes, la voie de la fission des noyaux d'uranium en deux noyaux plus légers. A Paris, c'est l'effervescence : le 26 janvier

1939, Joliot fait une fois encore la preuve

de son génie d'expérimenta-

teur — un des plus grands du siècle avec

Fermi, mais sans doute moins bon théoricien que lui. Au même moment que Frisch à Copenhague, le Français imagine, en une heure, une expérience élémentaire mais décisive (*voir encadrée p. 70*) qui fait la preuve factuelle de la fission. Il sera aussi le premier à réussir un cliché à la chambre de Wilson de la trajectoire d'un fragment de fission.

Plus étonnant encore : dès mars 39, Joliot avance l'hypothèse que, non seulement l'énergie libérée par une fission serait énorme (180 Mev), mais qu'en outre de nouveaux neutrons dits secondaires devraient être éjectés, provoquant une chaîne de nouvelles fissions, en avalanche (*voir encadré p. 71*). Le facteur de multiplication, c'est-à-dire le nombre de neutrons secondaires, resté longtemps secret militaire, fut d'ailleurs un peu surévalué par l'équipe de Joliot, Halban et Kowarski, à 3,5 au lieu

des 2,5 aujourd'hui admis. Grâce à eux, la France était en tête des candidats à la réaction en chaîne, pacifique (pile) ou pas (bombe A). Il faudra pourtant attendre 9 ans, pour que le pli cacheté de nos trois hommes concernant "la possibilité de produire dans un milieu uranifère des réactions en chaîne illimitée" et les 5 brevets sur la fabrication d'une pile soient exploités en France ! La guerre était passée par là, durant laquelle Joliot s'était illustré là aussi comme scientifique, avec des travaux liés à l'utilisation biologique de la radioactivité, et comme leader résistant.

Pourtant, dès fin 39, l'équipe du Collège de France veut passer à la réalisation pratique de la réaction "convergente" ou contrôlée,

1946. Le comité du CEA réunit, autour d'I. et de F. Joliot-Curie, (de g. à d.) P. Auger, B. Goldschmidt, P. Biquard, L. Deniville, F. Perrin, J. Langevin et L. Kowarski.



dans laquelle c'est l'isotope de l'uranium le plus léger et le plus rare (0,7 %), ^{235}U , qui subit la fission par neutrons lents — plus efficaces que les neutrons secondaires rapides (2 Mev). Pour que le mécanisme fonctionne, deux conditions devaient toutefois être réunies :

- un bon ralentisseur de neutrons, comme l'eau lourde D_2O qui contient deux atomes de deutérium plus lourds que ceux d'hydrogène.
- suffisamment d'uranium, d'abord fourni par l'union minière du Haut-Katanga, puis, avec le CEA, par des gisements en France. La masse critique d'uranium est atteinte lorsque le nombre de neutrons réémis qui disparaissent à travers la surface du dispositif devient très inférieur au nombre total de fissions dans le volume.

Dès le début de la guerre, Raoul Dautry, alors ministre de l'armement, soutient Joliot et fait venir en France le stock mondial d'eau lourde (26 bidons de 7 kg !), uniquement produite en Norvège. Malgré l'avance des troupes allemandes, le savant français refuse de gagner l'Angleterre qui le sollicite, mais y envoie ses collaborateurs Halban et Kowarski munis de ce précieux chargement, qui devait à tout prix échapper aux Nazis, très intéressés.

Après une longue interruption forcée, c'est en 45 que Joliot va convaincre le général de Gaulle, président le gouvernement provisoire, de créer le Commissariat à l'énergie atomique. Il en sera tout naturellement le premier haut-commissaire, associé au même Raoul Dautry, administrateur général délégué du gouvernement — les deux hommes se tiennent d'ailleurs en haute estime. Le reste de l'état-major était composé du général Dassault à l'administration, et des commissaires Pierre Auger, Francis Perrin et Irène Joliot. Les recherches débutèrent au fort désaffecté de Châtillon. Le plan initial, élaboré par Joliot en 46, consistait en trois étapes :

- construction d'une pile expérimentale à

F. Joliot, pendant la guerre, lors d'un rassemblement du Front national (une organisation résistante, sans aucun rapport avec l'actuel FN). A sa gauche, F. Mauriac.



Les "Joliot-Curie" dans leur laboratoire.

eau lourde, annoncée pour 1948 ;

- achèvement de deux piles de moyenne puissance et du CEN (*), fin 1953 ;
- à plus long terme, une grande centrale de production d'énergie (100 000 kW).

Effectivement, après un redémarrage à zéro à la Libération, c'est le 15 décembre 48 à 12 h 12, en présence du haut-commissaire, qu'allait "diverger" la pile Zoe — Z pour zéro énergie, car pratiquement sans puissance ; O pour oxyde d'uranium et E pour eau lourde (*voir encadré p. 71*). Elle mettait fin au monopole anglo-saxon. Monopole auquel, conformément au désir de Joliot, plusieurs chercheurs français avaient participé. En 42, les Etats-Unis avaient déjà réussi, les premiers, le même exploit, à Chicago ; puis de Canada en 45 et la Grande-Bretagne en 47.

L'équipe française avait obtenu une puissance très faible, de quelques milliwatts, dans un cube de 5 m de côté — dont 1,5 m de béton pour arrêter neutrons et rayons gamma très pénétrants et les canaliser vers les échantillons de substances à irradier volontairement ! Curieu-

sement, Zoé allait surtout être remarquée dans la presse anglo-saxonne. *Time Magazine* titrait même : « Une pile communiste » !

Depuis les débuts de la guerre froide, Joliot était en effet la proie d'une virulente campagne de presse en raison de son adhésion au Parti communiste français. Il s'était certes engagé avec autant d'ardeur dans sa vie politique que dans sa vie scientifique. Rationaliste et humaniste depuis toujours, militant socialiste après le 6 février 1934, il rejoint le "Comité de vigilance des intellectuels antifascis-

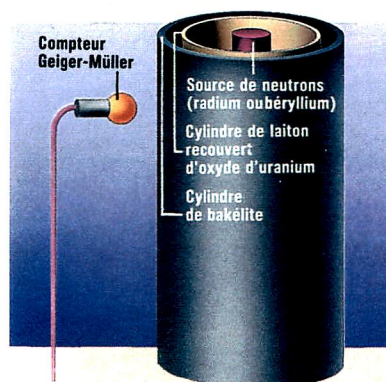
très transparent pseudonyme d'Euler, contribuant par exemple à la destruction de l'usine de l'Air liquide à Boulogne. Pendant l'insurrection de Paris, son labo se spécialisa dans la fabrication de cocktails molotov, cachés sous le plancher !

De 1944 à 1946, il réorganise le CNRS, durant le bref passage qu'il y fait, ce qui marquera la reprise de la recherche française. Ainsi, il axe son action sur la formation des chercheurs mais aussi des ingénieurs et des techniciens. Il faut signaler qu'au-

paravant, la majorité des chercheurs des laboratoires, comme celui de l'Institut du radium, étaient "libres", en fait bénévoles. L'organisation administrée de la recherche était devenue réellement indispensable, mais simultanément elle se substituait à l'esprit solitaire, individuel, celui des Curie, de Langevin, propice aux découvertes fondamentales de cet âge d'or qui ne nécessitait pas encore des millions de francs de matériel. Joliot, lui, entre deux générations, était conscient du mouvement irréversible de la recherche vers la technologie, tout en refusant de « faire des découvertes à la chaîne ».

Parallèlement à ses activités officielles, il est aussi, jusqu'en 1957, à la tête de la Fédération mondiale des travailleurs scientifiques (une sorte de grand syndicat international de chercheurs, réfléchissant à

... ET DÉMONTRÉ LA FISSION NUCLÉAIRE



Joliot avait calculé que, s'il y avait bien fission de l'uranium, les fragments des noyaux formés devaient parcourir environ 3 cm dans l'air, soit la distance séparant les deux cylindres concentriques.

Il constata effectivement d'une part qu'en l'absence du cylindre d'oxyde d'uranium ou de la source de neutrons, la bakélite ne présentait pas de signes de radio-activité ; et d'autre part que, le tout assemblé, on pouvait déceler, avec le crépitemment caractéristique du compteur Geiger-Müller, la présence d'atomes radio-actifs sur la bakélite conformément aux calculs qu'il avait faits.

tes" groupant le philosophe Alain, Paul Rivet, et son maître, lui aussi communiste, Paul Langevin, qu'il a incontestablement beaucoup influencé. Pierre Biquard, un ami de toujours, rapporte même que Joliot avait fait part au président Lebrun de son indignation à propos de la "capitulation" de Munich de 1938.

Pendant l'Occupation, au Collège de France, il agit en secret : le cyclotron, perle du laboratoire, est minutieusement saboté par les techniciens français. Toutefois, il sera finalement mis en marche en 1941 par les physiciens allemands imposés à l'équipe, mais dirigés aussi aimablement que possible par Wolfgang Gentner, ancien élève de Marie Curie, sollicité pour cette raison par Joliot. Gentner allait en particulier permettre de faire placer Langevin en résidence surveillée au lieu de la prison, et empêcher la tentative des SS d'arrêter Joliot lui-même en 1941. Ils auraient d'ailleurs pu, de leur point de vue, le faire à juste titre, car celui-ci était un membre actif de la Résistance.

Entré officiellement au PCF en 1942, il fut élu président du comité national du Front national, organisation résistante à dominante communiste et universitaire (sans aucun rapport avec l'actuel parti homonyme). Il passait alors des explosifs, sous le

l'attitude à prendre devant l'utilisation détournée des découvertes), et il milite jusqu'à sa mort contre l'utilisation de la bombe atomique. Comme beaucoup d'autres, il considérait que l'utilisation qui en avait été faite à Hiroshima puis Nagasaki était une "perversion de la Science". Il est même élu président du comité du Congrès mondial des partisans de la paix en 1949 et fut le premier signataire de l'appel de Stockholm le 19 mars 1950, deux mois avant l'explosion de la première bombe A soviétique ! Cet appel réclamait l'interdiction de l'arme nucléaire et déclarait coupable de crime contre l'humanité le gouvernement qui l'utiliserait le premier. D'après ses partisans, 500 millions de personnes l'auraient signé.

Par la suite, une déclaration "explosive" au 13^e congrès du PCF allait pousser le président du conseil d'alors, M Georges Bidault, à révoquer Joliot-Curie de son poste du CEA. Celui-ci avait en effet proclamé — un peu poussé par son parti — que « jamais les scientifiques progressistes, les scientifiques communistes ne donneraient une parcelle de leur science pour faire la guerre contre l'Union soviétique ».

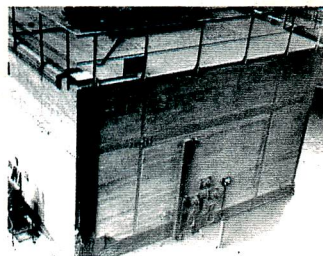
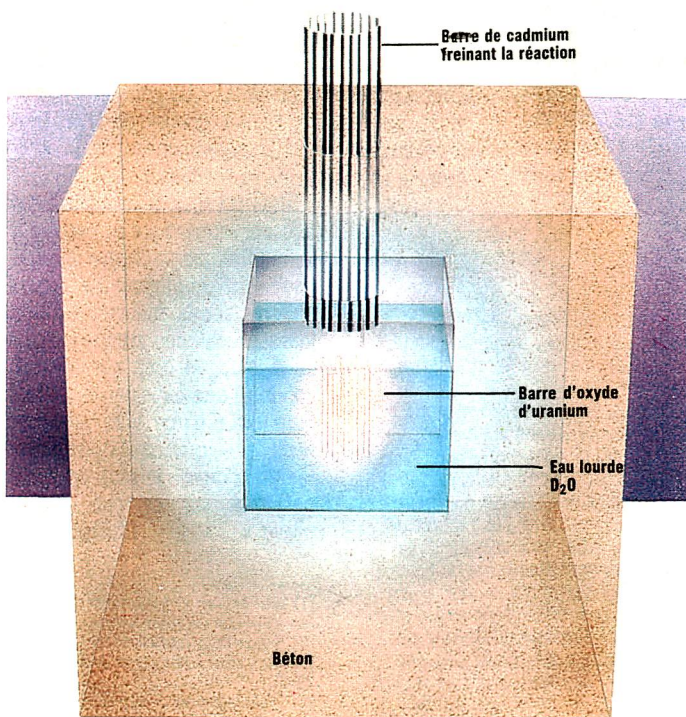
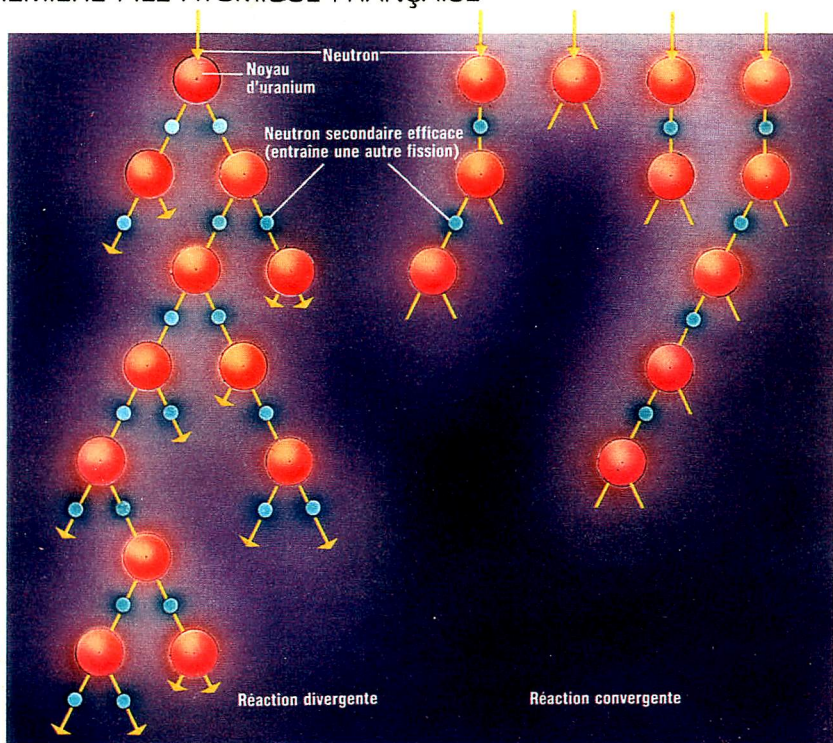
Commença une période plus "obscur", vouée à la recherche et à la poursuite de l'activisme paci-

ZOE, LA PREMIÈRE PILE ATOMIQUE FRANÇAISE

La fission nucléaire libère des neutrons secondaires. Si le nombre de neutrons secondaires efficaces est supérieur à 1, la réaction est divergente et il y a libération très rapide d'énergie — le neutron secondaire, émis après une première réaction, est efficace s'il est capable d'entraîner une seconde fission. Dans le cas contraire, la réaction est observable, mais le nombre de neutrons efficaces étant inférieur à 1, la libération d'énergie n'a pas lieu, car la réaction s'arrête.

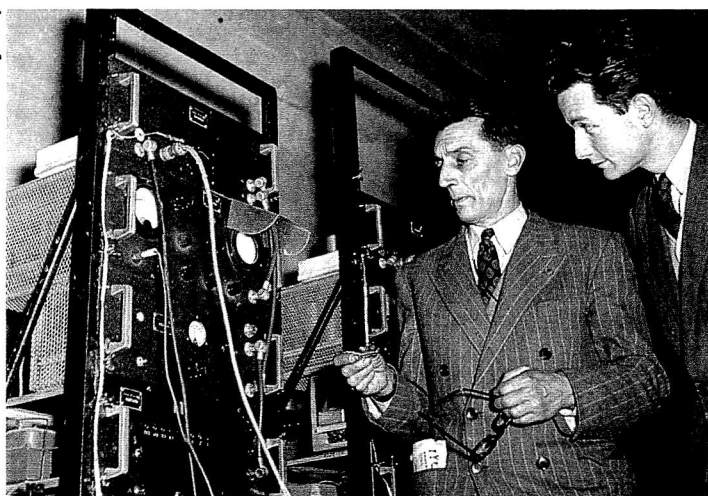
Pour réaliser la fission de l'uranium par des neutrons lents (plus efficaces que les neutrons rapides) et obtenir ainsi une réaction en chaîne avec libération d'énergie, la cuve de la pile Zoé (photo de droite) dans laquelle sont plongées les barres d'oxyde d'uranium contient de l'eau lourde (D_2O) qui sert de ralentisseur. Ses parois sont aussi recouvertes de graphite qui réfléchit les neutrons vers l'intérieur.

Le démarrage de la pile se fait automatiquement : dès que la masse critique d'uranium est atteinte, et il suffit d'un seul neutron pour le déclencher. En revanche, l'arrêt nécessite l'introduction de puissants absorbeurs de neutrons, tel le cadmium. Énergéti-



quement, le bilan est fantastique : 1 millionième de gramme d'uranium "brûlé" fournit, théoriquement, 1 W ! Néanmoins la première expérience avait été réglée pour arrêter la réaction à une puissance d'un dixième de watt.

Le CEA a conservé la feuille sur laquelle Joliot, sous le titre "Essai de démarrage Zoé", a noté les heures, niveaux d'eau lourde et mesures de radiations et de neutrons de cette première divergence, le 15 décembre 1948. Le document finit par les mots : « discours Kowarski, accolade 12 h 09'30'' avec Joliot ; 12 h 12 un coup de pompe, barres déclenchées, divergence officielle » !



1948, la pile Zoé est présentée à la presse par Joliot.

fiste et communiste. Ayant accusé les Etats-Unis d'avoir utilisé des armes bactériologiques durant la guerre de Corée, il fut même violemment critiqué à l'ONU par le délégué américain, qui considérait qu'il « prostituait la Science » !

En 1955, gravement malade, il doit suspendre tout travail et se consacre au piano et à la peinture chez lui, dans sa maison, construite grâce aux prix Nobel, à Antony. Puis c'est Irène qui succombe, en 1956, à une leucémie consécutive à l'exposition prolongée aux radiations nocives. Il accepte de lui succéder à la chaire de Physique nucléaire et Radioactivité à la Sorbonne (la dernière conjonction des deux chaires, Collège de France et Université de Paris, remontait à Claude Bernard !) et à la direction du laboratoire Curie. Se partageant entre tous

l'affection hépatique dont il souffrait, parce qu'il estimait avoir pris les précautions nécessaires. Pourtant, comme le dira Louis de Broglie en 1959 à l'Académie des sciences, il semble bien qu'il ait lui aussi donné sa vie à la Science.

Ses obsèques nationales, imposées par le général de Gaulle de retour aux affaires, se dérouleront dans la cour d'honneur de la Sorbonne le 18 août. Le télégramme éloquent de celui-ci, à son fils Pierre, lui aussi devenu professeur au Collège de France (mais en biologie), témoigne du respect que Joliot imposait à ses pairs, même lorsqu'ils étaient politiquement adversaires : « La grande lumière qui vient de s'éteindre en la personne de votre père a éminemment servi le rayonnement de la France comme le progrès de la Science. »

Mais laissons à Joliot le dernier mot, caractéristique de cet âge d'or de la physique nucléaire où chaque nouveauté impliquait de repenser entièrement la théorie : « J'ai toujours attaché une grande importance à la façon dont est montée et conduite une expérience. Certes, il faut partir d'une idée préconçue ; mais [...] l'expérience doit être montée pour ouvrir le plus de fenêtres possibles sur ce qui n'est pas prévu. »

Philippe Dautry

LE CYCLOTRON

Un cyclotron, comme celui du Collège de France — aujourd'hui encore partiellement utilisé comme aimant de déviation dans le laboratoire d'Orsay —, est composé de deux « boîtes » hémisphériques à l'intérieur desquelles règne un champ magnétique intense mais constant, et entre lesquelles une tension alternative, de fréquence bien choisie, permet d'accélérer les particules à chacun de leurs passages. Ce dispositif leur confère une trajectoire en spirale avec une vitesse maximale lorsque le rayon de cette spirale devient égal à la largeur des « boîtes ».

Dans un synchrocyclotron, comme celui construit à Orsay sous l'initiative de F. Joliot en 1958, on module la fréquence de la tension d'accélération

afin que les particules, injectées par paquets, gardent une trajectoire circulaire et atteignent de très grandes vitesses.

L'électron-volt, ou eV, correspond à l'énergie d'accélération d'un électron par une tension de 1 volt. Avec 156 MeV (soit 156 millions d'eV), un proton acquiert une vitesse de l'ordre de 150 000 km/s. Il est alors dit relativiste et, en 1958, seul un synchrocyclotron permettait d'atteindre de telles énergies. Aujourd'hui, avec les « anneaux », comme ceux de plusieurs kilomètres de diamètre du CERN à Genève, on obtient des particules dont l'énergie est plus élevée encore d'un facteur 1 000 (de l'ordre de 300 GeV, soit 300 milliards d'eV).

ces pôles d'activités, il poursuit aussi avec enthousiasme la construction du grand centre de Physique nucléaire d'Orsay lancé par Irène. En 1958, le synchrocyclotron d'Orsay, un des premiers d'Europe, est mis en marche sous sa houlette, et permet d'obtenir en juin un premier faisceau interne à l'appareil, c'est-à-dire non encore directement utilisable. Joliot, qui meurt le 14 août 1958, ne verra malheureusement pas le faisceau terminal de 156 MeV, exploité en externe seulement en septembre (voir encadré ci-dessous).

Si Marie et Irène Curie ont indéniablement été victimes des rayonnements dont on ne se méfiait pas encore assez, Joliot en revanche a toujours refusé de voir leur effet dans

(1) Sous le nom de Laboratoire Curie, rattaché à l'Institut du même nom.

(2) Extrait de la conférence-Nobel de Frédéric Joliot faite à Stockholm le 12 décembre 1934.

(3) Caisse nationale de la recherche scientifique, devenue Centre peu avant 1940.

(4) Centre d'études nucléaires

Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

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

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

20 nombres de 4 chiffres! Il pria chacun des invités de dicter des nombres quelconques de 4 chiffres: 2437, 8109, 1126, et ainsi de suite, jusqu'à 20 nombres. Il m'avait demandé de noter les nombres au fur et à mesure qu'on les citait. Lorsque ce fut terminé, Derval étonna tout le monde en récitant les 20 nombres de 4 chiffres dans l'ordre où on les avait donnés, puis dans l'ordre inverse. Alors il pria qu'on l'interroge sur l'ordre des nombres dans la liste: quel est le 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'imaginai pas les conséquences que cette conversation aurait pour moi. Je suivis le conseil de Derval et rapidement je fus en mesure de réaliser les mêmes expériences que lui. Je m'aperçus qu'en dehors de ces prouesses, ma mémoire pouvait me rendre d'incalculables services et que grâce à elle, j'avais acquis cette vivacité d'esprit que j'avais souvent admirée chez ceux qui «réussissent».

Ma mémoire assura ma réussite. Ma conversation, par exemple, fut transformée, 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 14A

Mon nom: Prénom:
(en majuscules SVP)

Mon adresse:

Code postal: Ville:

LES PHOQUES VICTIMES DE LEUR BONNE SANTÉ !

L'hécatombe de veaux marins se poursuit toujours en mer du Nord.

Les scientifiques en sont réduits à soulager la sensibilité collective en se lançant dans des actions dérisoires. Quant aux causes de l'épidémie, elles proviendraient — un comble ! — de l'expansion récente des colonies de phoques.



Il se portaient trop bien. Protégés depuis quelques années, et s'accommodant tant bien que mal d'une mer du Nord dépotoir, les veaux marins avaient réussi à stopper la régression de leur population, voire même à renverser la vapeur. Et les voilà victimes d'une épidémie (épizootie serait plus juste ici puisqu'il s'agit d'animaux) qui s'est déclarée au printemps et se poursuit encore aujourd'hui.

Tout commença à la mi-avril, par une augmentation très anormale du nombre d'avortements. Puis ce furent les premiers adultes morts, découverts dans le détroit du Kattegat, ce bras de mer qui sépare le Danemark de la Suède. A la fin du mois d'août, le bilan était bien lourd : quelque 7 000 phoques, tous des *Phoca vitulina* ou veaux marins, auraient été trouvés morts sur les rivages de la mer du Nord et de la Baltique, depuis le port militaire suédois de Karlskrona jusqu'à la côte de Wash, en Angleterre. Une mortalité inévitablement sous-estimée parce qu'évaluée à partir des cadavres échoués.

Les premières autopsies révélèrent que les phoques avaient été foudroyés par des pneumonies, des affections hépatiques et gastro-intestinales, les animaux malades présentant également des troubles du système nerveux central. On se lança à la recherche de l'agent pathogène et très vite, un premier virus, un herpès commun, fut isolé au Centre de réhabilitation et de recherche sur les phoques de Pieterburen. Les scientifiques de cette célèbre clinique hollandaise pour pinnipèdes se jetèrent à corps

perdu dans une vaste enquête sérologique, en récoltant du sérum de spécimens en provenance du monde entier. Résultat : le virus était si répandu qu'il sembla difficile de lui faire endosser une épidémie comme celle de la mer du Nord.

Parce qu'il était aussi systématiquement présent dans le sang des animaux morts, un autre virus attira bientôt sur lui l'attention des chercheurs de l'Institut néerlandais pour la santé publique et la protection de l'environnement (RIVM). Il fut identifié comme picornavirus, famille virale célèbre à laquelle appartiennent les virus de la poliomyélite ou du rhume chez l'homme. La présence conjointe des deux virus pouvait, pensa-t-on alors, expliquer l'épidémie. Coup de théâtre à la fin du mois d'août, lorsque Albert Osterhaus révèle le véritable nom du coupable lors d'une conférence de presse. A la manière d'un Hercule Poirot ménageant son effet de surprise, ce chercheur du RIVM vient en effet de dévoiler l'identité pour le moins inattendue du virus pathogène, après l'avoir tenue secrète pendant plusieurs semaines. L'assassin serait apparenté au virus de la maladie de Carré, celle-là même qui affecte les jeunes chiens... Pourquoi cette soudaine substitution de victimes ? La phylogénie, une discipline scientifique qui s'attache à reconstituer le développement des espèces au cours de l'évolution, pourrait bien apporter quelques lueurs dans cette affaire.

Selon une thèse très en vogue il y a encore quelques années, les pinnipèdes seraient issus de deux groupes ancestraux et indépendants de mammifères.

res carnivores terrestres. Les phoques, c'est-à-dire tous les phocidés, auraient le même ancêtre que les mustelidés actuels (belette, loutre...) tandis que morses et otaries, autrement dit odobenidés et otariidés, seraient les cousins des ours et autres ursidés. Cette théorie est aujourd'hui en perte de vitesse et on est plutôt enclin à considérer les similitudes anatomiques des pinnipèdes comme l'héritage d'un ancêtre commun et non le fruit d'une convergence liée à un mode de vie analogue. Pourtant, la sensibilité des veaux marins au virus de la maladie de carré pourrait s'expliquer par celle de leurs hypothétiques parents mustelidés, car au-delà des chiens, c'est toute la superfamille des canoïdés (dont font partie canidés et mustelidés) qui est concernée.

Au fond, on ne sait tout de même pas grand chose sur les rapports existant entre les phoques et le virus incriminé. Se connaissaient-ils (et se fréquentaient-ils) avant l'épidémie? On serait tenté de répondre non si l'on se réfère aux résultats publiés par l'équipe hollandaise. Aucun anticorps de la maladie ne fut décelé dans les collections d'échantillons de sang de veau marin prélevés avant les premières manifestations de l'épidémie. Par contre, 22 des 23 bébés phoques apportés à la clinique entre le 3 juillet et le 8 août développèrent des anticorps dans les deux semaines qui suivirent et la quasi totalité des animaux recueillis après le 9 août fut séropositive. L'apparition et la propagation du virus coïncideraient bien avec celles des symptômes.

Quant aux comparses, herpès et picorna, ils sont relégués au rang de virus opportunistes, ayant profité de l'état de faiblesse général des pinnipèdes pour les attaquer. Le vaccin inoculé à des jeunes

phoques de la clinique de Pieterburen pour les immuniser contre ces deux virus n'a d'ailleurs pas suffi à les sauver de la mort, ce qui prouve bien que le vrai responsable de l'hécatombe est ailleurs. Pourquoi diable ce virus "canin" se manifeste-t-il aussi soudainement? Les hypothèses sont nombreuses. Un chien porteur du virus pourrait avoir été le premier vecteur de l'épidémie, contaminant le territoire côtier d'une colonie de pinnipèdes, à la faveur d'un jet d'urine virulent! Mais alors comment se fait-il qu'une telle situation ne se soit jamais produite jusque là? La recrudescence de cette maladie, constatée depuis quelques années chez la gent canine, aurait peut-être mis le feu aux poudres...

Mais le virus pourrait tout aussi bien avoir été favorisé par l'aggravation de la pollution marine. On ne peut s'empêcher de songer à la récente marée jaune des côtes scandinaves causée par la prolifération d'une algue de la famille des Prymnésiophycées, asphyxiant tout être vivant sur son passage. Fait éminemment suspect, les deux fléaux connurent un démarrage simultané. Mais la flambée algale se résorbait rapidement alors que l'épidémie virale courait toujours...

Les regards se tournent également vers les déchets toxiques (produits chimiques et métaux lourds) déversés sans vergogne dans la mer du Nord, ou plus généralement vers ce qui est la pollution marine tout-venant la plus importante d'Europe. Aurait-on une fois encore dépassé le seuil de compensation océanique, les phoques faisant les frais de cette indigestion? Aux dires des spécialistes, aucun lien direct ne semble exister entre l'épidémie et la pollution, bien que des composés organiques persistants comme les PCB et la dioxine soient connus pour affecter les défenses immunitaires des organismes. On

Après avoir survécu à la chasse, résisté à la pollution, les veaux marins de la mer du Nord vont-ils succomber au virus de la maladie de Carré?



peut aussi imaginer qu'un polluant quelconque ait pu favoriser l'expansion d'un hôte intermédiaire du virus, et accélérer du même coup la circulation du microorganisme ; une simple supposition que rien ne vient étayer pour le moment.

Autre scénario catastrophe, plus sournois celui-là : ce germe pathogène hypervirulent ne serait-il

ou à titres gras, le système immunitaire de ces malheureux serait-il affaibli par un « sida pinnipédique » ?

« Absolument pas, répond François Moutou, du Laboratoire central de recherches vétérinaires de Maisons-Alfort. Les animaux meurent en bonne santé, les pneumonies virales qui les emportent étant si foudroyantes qu'ils n'ont même pas le temps de maigrir ! » Délégué par le ministère de l'Environnement, ce spécialiste en épidémiologie attribue l'hécatombe à la revigoration de l'espèce. Lorsque les effectifs de veaux marins de la mer du Nord étaient au plus bas, bon nombre de colonies isolées en « archipels » n'ont pu entretenir le picornavirus, qui s'est éteint faute de pouvoir circuler. Ces îlots d'individus auraient alors perdu la « mémoire immunitaire » qui les protégeait contre le virus. Ils auraient été réduits à sa merci en entrant en contact avec des individus issus d'une colonie l'abritant toujours. Cette version d'un virus endémique s'oppose à celle de la mutation, toute aussi plausible.

Sans pouvoir trancher, peut-on tout de même enrayer l'épidémie ? Malgré les efforts louables des Pays-Bas, la situation est réellement désespérée. Le (bon) virus étant désormais isolé, le Centre de

Pieterburen et le RIVM le confrontent actuellement à celui qui sévit chez la race canine, pour établir une stratégie de lutte contre la maladie. Mais pas question d'inoculer aux phoques le vaccin généralement administré aux chiens, contenant des virus atténués. Bien qu'il soit plus rapide d'action, il représente un danger potentiel lorsqu'il est destiné à des animaux sauvages, qui peuvent accélérer la propagation de la maladie dans la nature. Ce sera donc un vaccin moins puissant à base de virus inactivés qui sera donc inoculé aux animaux recueillis et aux survivants capturés. Une campagne de vaccination lancée davantage pour rassurer l'opinion publique et donner aux chercheurs l'impression d'agir que pour contrôler réellement la situation. Car bien sûr, un traitement préventif ne peut prétendre se substituer à un traitement curatif... Et vacciner des animaux sains, donc pleins de vitalité, dans un milieu naturel si étendu, relève de l'impossible.

En France, un laboratoire d'étude de la pathogénie relative aux Pinnipèdes devrait être mis en place à Maisons-Alfort d'ici la fin de l'année. Une mesure qui réjouira les derniers veaux marins, à peine une vingtaine d'irréductibles qui fréquentent encore nos rivages.

Isabelle Bourdial



Les phoques ont leur propre clinique à Pieterburen, en Hollande.

pas un mutant ? L'étude de deux formes voisines du virus de la peste, *Yersinia pestis* et *Yersinia pseudotuberculosis*, tendrait à montrer que dans une population dense de porteurs potentiels sains, les germes les plus virulents sont avantagés et donc sélectionnés. Lorsque la population d'hôtes est partiellement décimée, ou clairsemée pour une tout autre raison, ce sont au contraire des formes moins pathogènes qui s'y développent. Tout se passe comme si la maladie adoptait à chaque fois la meilleure stratégie pour assurer sa pérennité (voir notre **article p. 25**).

Le virus qui décime les veaux marins serait donc un mutant terriblement actif, dont le déploiement serait favorisé par la croissance d'une population qu'il régulerait. Depuis l'interdiction généralisée de la chasse dans la mer du Nord, les veaux marins commençaient tout doucement à prospérer. Ils étaient 6 000 au Danemark, 3 000 en RFA, à peu près autant en Suède, et quelques centaines aux Pays-Bas. Avec 20 000 animaux, l'Angleterre s'enorgueillissait de posséder le premier cheptel d'Europe. Au train où vont les choses, le virus devrait, pour son propre intérêt, ménager sa monture...

Autre hypothèse, formulée souvent à voix basse

comment j'ai réussi facilement

à parler l'anglais

alors que je n'en connaissais pas un mot
il y a encore 3 mois

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

Je viens de converser pendant une demi-heure avec un anglais.

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

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

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

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

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

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

leur prononciation que je reproduis instinctivement.

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

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

Alors commencez par renvoyer le coupon ci-dessous.

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

GRATUITS 1 cassette + 1 leçon + 1 brochure

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

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

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

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

Mon nom:
(majuscules SVP)

Prénom:

Mon adresse:

Code postal:

Ville:

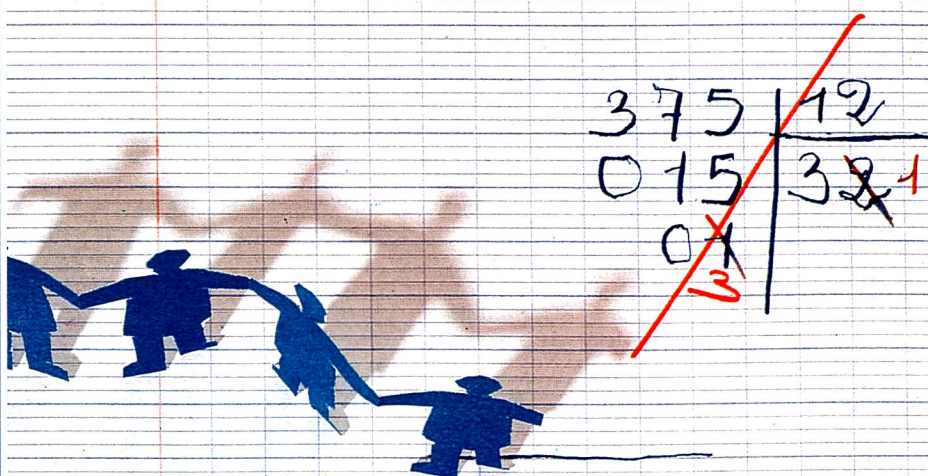


A 15 J

SCIENCE
 VIE

L'ENFANT ET L'ÉCHEC SCOLAIRE

LES RYTHMES DE L'ENFANT
LES CLASSES-CHARNIÈRES
L'ÉCOLE DE DEMAIN



Dictée:

Il a gelé sur le
ant chène et la plu

M 2579 - 164 - 22,00 F-RD



3792579022008 01640

NUMERO HORS SERIE TRIMESTRIEL

160 FB - 6,50 FS - 2,950 Dt - 600 Ptas - 28 Dh - 5000 L - \$ can 4,50 - USA NYC \$ 4,25 - OTHER \$ 4,50

EN VENTE PARTOUT

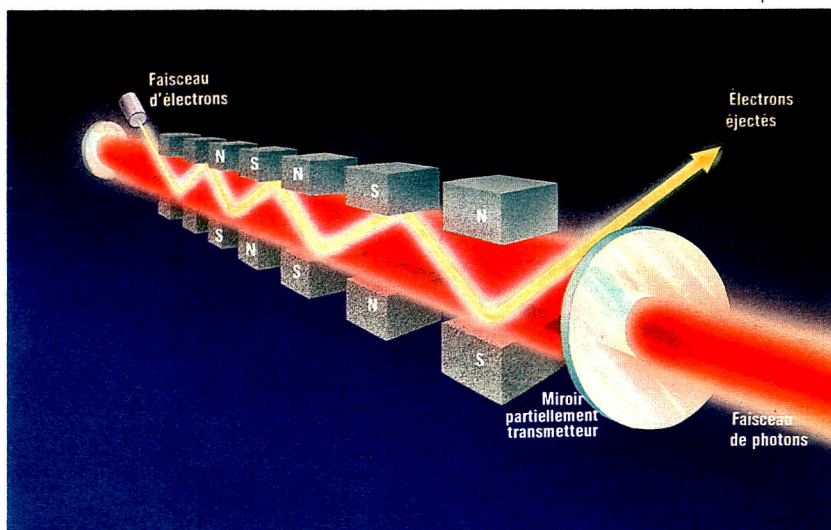
ECHOS DE LA RECHERCHE

ELECTRONIQUE

Quand la "guerre des étoiles" sert la médecine

Grâce au laser à électrons libres, ou laser à modulation variable, la médecine pourrait bientôt disposer d'un outil détruisant sélectivement les cellules malades dans le corps humain. Et cela sans les risques — cicatrices, hémorragies — liés aux interventions chirurgicales.

Pour le fameux programme de la "guerre des étoiles", dont on ne sait plus trop ce qu'il est advenu, ni ce que la nouvelle administration américaine décidera d'en faire, les stratèges avaient besoin d'un laser qui fût capable de pénétrer les couches atmosphériques, afin de détruire les missiles ennemis. Les lasers conventionnels n'avaient qu'un faible indice de pénétration de ces couches, et c'est pourquoi l'on se mit au travail sur une vieille idée d'un professeur d'ingénierie électrique à l'université Stanford, John Madey : le laser à modulation variable, dit aussi laser à électrons libres. Les lasers conventionnels fonctionnent sur le principe suivant : une source d'énergie excite des atomes enfermés dans un tube aux extrémités duquel se trouvent des miroirs ; les atomes excités perdent des photons qui vont heurter d'autres atomes, les excitent davantage et les poussent donc à lâcher encore des photons ; la réaction en chaîne se poursuit d'autant plus que les miroirs se renvoient les atomes jusqu'à ce que l'excitation atteigne un seuil donné ; là, les photons forment un faisceau délimité dont la longueur



d'onde correspond à celle du solide, du liquide ou du gaz qui a servi de source à l'émission des photons, ce qui fait qu'elle n'est pas modulable.

C'est pourquoi on a cherché à varier les sources d'émission, afin d'obtenir une certaine variété de longueurs d'onde. On a même recouru à des teintures qui produisaient une longueur d'onde correspondant à celle de la bande du spectre à laquelle appartenait la teinture. Malheureusement, ces lasers n'avaient qu'une faible puissance et, malgré tout, une gamme restreinte de longueurs d'onde.

Madey, lui, avait, dans les débuts des années 1970, imaginé une tout autre méthode de modulation de la puissance.

Lorsqu'une particule chargée, un électron par exemple, est défléchi par un champ magnétique, elle perd un photon. En faisant donc

passer un faisceau à travers une série d'aimants disposés en chicane, qui imposaient aux électrons un trajet en zig-zag (voir dessin), on pouvait disposer de photons libérés. Pourvu que l'angle d'incidence des photons fût convenablement calculé, on obtenait un faisceau cohérent.

L'intérêt de ce dispositif était double. D'abord, il permettait de moduler la longueur d'onde en jouant, soit sur l'intensité du champ magnétique déflecteur, soit sur l'énergie du faisceau d'électrons, soit encore sur les deux. On pouvait de la sorte obtenir une longueur d'onde susceptible de traverser les couches atmosphériques et atteindre les missiles. Ensuite, son rendement était infiniment supérieur à celui des lasers conventionnels. Ceux-ci, en effet, n'utilisent que 1 % de l'énergie impartie aux électrons ; le laser Madey, lui, en utilise 20 %, ce qui est énorme.

C'était là le laser dit à électrons libres. Il allait intéresser de très nombreux organismes de recherche américains : la TRW, les Laboratoires Bell de l'American Telephone & Telegraph, Boeing, l'université Vanderbilt, le Lawrence Livermore National Laboratory, le Laboratoire national de Los Alamos et l'on en passe. Mais son intérêt n'était pas seulement militaire ; il était aussi médical.

En effet, la grande souplesse de modulation de ce type de laser permet en principe de considérer le corps humain comme un objet transparent. Imaginons le cas d'une tumeur profonde ; on injecte à celui qui en souffre une teinture inoffensive, mais sensible à la lumière, qui présente une affinité particulière pour les cellules cancéreuses et va donc se fixer sur elles. Puis on expose l'organisme du patient à un laser à électrons libres dont la longueur d'onde cor-

respond exactement à celle de la teinture. Le laser traverse les tissus sains non colorés sans les léser, quelle que soit leur épaisseur. Il atteint en revanche de façon élective les cellules colorées et les détruit, même si elles sont disséminées dans le tissu sain. On peut imaginer une sorte de balayage par faisceau laser, comparable celui de l'échographie. Toutes les cellules malades sont détruites en quelques dizaines de minutes. Il n'y a pas d'hémorragie, pas de cicatrices externes, rien sans doute qu'un dégagement de chaleur et, très probablement, une réaction générale plus ou moins forte, due à la destruction des tissus. Certains spécialistes envisagent déjà de traiter ainsi le Sida...

On avait déjà partiellement atteint cette technique avec le laser à argon, qui est utilisé en microchirurgie ophtalmologique. Sa longueur d'onde n'est absorbée que

par le pigment rouge ; il traverse donc le cristallin sans dommage, puis atteint la rétine, qu'il peut détruire ou sur laquelle il peut produire des micro-coagulations. Mais avec le laser à électrons libres, la grande variété des longueurs d'onde devrait, dans un avenir prochain, permettre d'intervenir dans tous les organes, à toutes les profondeurs.

G.M.

Le nombre de certaines maladies sexuelles rares a décuplé depuis 1978 aux Etats-Unis. Chancroïde, granulome, lymphogranulome, "crêtes de coq", etc., toutes maladies dont on comptait à peine quelques centaines de cas il y a dix ans se comptent par milliers désormais. Le taux de la syphilis, entretemps, a augmenté de 30 % depuis 1985. Selon les services fédéraux de la Santé, on compte 13 millions de cas de maladies sexuellement transmissibles par an et une moyenne de 7 000 morts par an.

EXPERTISES

A l'affiche, ce mois-ci

Saluons l'initiative de Nature-Centre d'éditer deux affiches consacrées l'une aux pelouses calcaires, l'autre aux marais, pour rappeler au public que laisser à l'abandon ces milieux naturels mal appréciés revient à les faire disparaître. Ces affiches sont réalisées à partir d'aquarelles de Philippe Le-

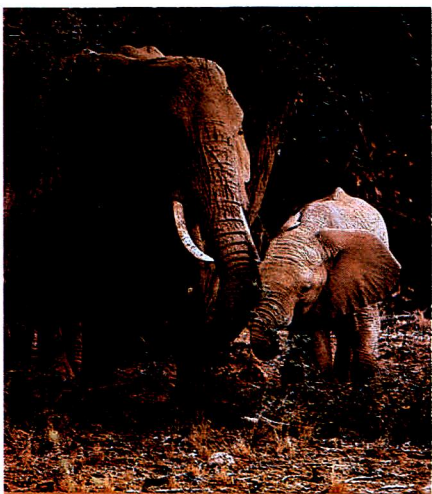
gendre Kvater qui a aussi signé le poster "Pour que vive la Loire", distribué par l'association Val-de-Loire Nature. Les fonds recueillis serviront à financer la protection d'un écosystème très affaibli.

Autre affiche non moins superbe, autre cause non moins noble : celle des éléphants actuellement au bord de l'anéantissement. La Société nationale de protection de la nature rappelle ainsi l'existence

de la campagne "Amnistie pour les éléphants" pour sauver du massacre le plus grand des animaux terrestres. Le trafic d'ivoire est entretenu, faut-il le rappeler, par la demande croissante des pays d'Europe, d'Extrême-Orient et d'Amérique.

Pour commander, ces affiches : Nature-Centre, 71 avenue Charles Péguy, 45800 saint-Jean-de-Bray ; Val-de-Loire Nature, BP 6415, 45064 Orléans Cedex ; SNPN, 57 rue Cuvier, 75005 Paris.

I.B.



AMNISTIE POUR LES ÉLÉPHANTS
SNPN - 57, rue Cuvier 75005 Paris
Tél. 47.07.31.95 CCF 61 39 D Paris
EN ASSOCIATION AVEC AMICUS NATURE



pour que vive la nature



que vive la nature

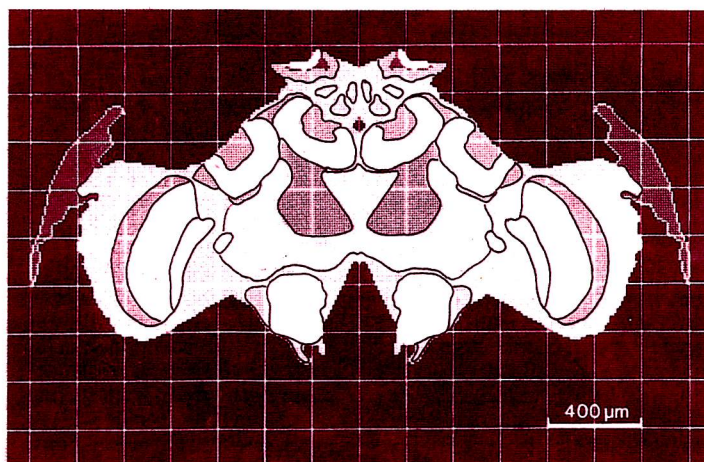


r que vive la loire

Maintenant on sait comment les abeilles pensent

Il a fallu six ans pour dresser cette carte d'un cerveau d'abeille. Vaste affaire ! Pour savoir comment les abeilles prennent des décisions, Robert Pickard, de l'University College de Cardiff, en Grande-Bretagne, a commencé par implanter des électrodes sur leurs têtes. Au début, il ne savait évidemment pas dans quelles régions il avait posé ses électrodes. Mais, parallèlement, ses collaborateurs avaient commencé à établir une cartographie du cerveau d'abeille, préalablement découpé en tranches de 10 micromètres d'épaisseur ; puis ils avaient différencié les tissus par des teintures spécifiques, mettant en évidence les divers éléments du système nerveux ; enfin, ils avaient reporté leurs inventaires cartographiques au fur et à mesure qu'elles les photographiaient sur une mémoire informatique.

Une fois ce travail fait, il devenait plus facile d'identifier les parties du cerveau sur lesquelles on implantait des électrodes, à la condition qu'on usât d'électrodes spéciales qui laissent une petite empreinte métallique après qu'elles ont été retirées.



Ces sites porteurs d'empreintes étaient eux aussi reportés sur le schéma de l'ordinateur. Par corrélation des traces d'électrode avec le type de décision que l'abeille prenait, on pouvait progressivement localiser les centres de décision dans le cerveau de l'hyménoptère.

On sait désormais que le cerveau de l'abeille comporte au total

850 000 cellules, dont quelque 320 000 constituent les centres de décision. Les régions dominantes de ces centres sont les cellules de Kenyon par lesquelles transitent toutes les informations sensorielles, y compris celles qui portent sur le magnétisme. Ce qui fait que le cerveau de l'abeille est désormais le mieux connu de toutes les espèces animales. **G.M.**

NEUROLOGIE-PSYCHOLOGIE

Troubles du sommeil, violence et métaux

Une étude limitée, mais intéressante, effectuée sur 100 personnes par le Centre régional d'études des troubles du sommeil, dans le Minnesota (Etats-Unis), a indiqué que des troubles tels que le somnambulisme et les discours nocturnes sont dus à des anomalies cérébrales. Contrairement à ce que l'on a cru, ces comportements singuliers ne se produisent pas en phase de rêve, dite REM (*Rapid Eye Movements*) ; ils se situent dans une phase intermédiaire, entre celles des ondes lentes (caractéristiques du sommeil sans rêve) et de l'éveil. D'une certaine manière, on pourrait dire que ces "mauvais" dormeurs sont mal réveillés.

Il s'agit, il est vrai, de sujets singuliers que ceux qui ont été étu-

diés. Ce ne sont pas de simples insomniaux, mais des gens qui souffrent de troubles aigus du sommeil. 85 % d'entre eux ont eu des comportements somnambuli-ques aberrants : ils ont sauté par la fenêtre, croyant que la maison était en feu ; d'autres se sont jetés à l'eau ou ont attaqué leurs compagnes ou leurs compagnons. Le Dr Carlos H. Schenck en a filmés pendant leur sommeil : les images sont alarmantes, car ces faux dormeurs sont pris de soubresauts ressemblant à des convulsions.

D'une façon générale, ce sont surtout des hommes de plus de 50 ans qui souffrent de ce genre de troubles. Mais d'autres études, menées sur des femmes, toujours aux Etats-Unis, indiquent que le man-

que de deux métaux dans l'alimentation peut provoquer une altération du sommeil. Ces deux métaux ne sont pas les métaux lourds dont nous avons évoqué les risques le mois dernier : ce sont le fer et le cuivre. Des taux de cuivre ou de fer trop faibles entraînent la somnolence à l'éveil et un sommeil qui n'est pas réparateur.

C'est le Centre de recherches sur la nutrition humaine, dépendant du ministère de l'Agriculture, qui a mené ces expériences. On savait depuis quelque temps que le cuivre participe à la sécrétion de la noradrénaline, essentielle à l'éveil, et que le fer, lui, est nécessaire à l'élaboration de la dopamine, qui joue un rôle essentiel dans l'équilibre neurochimique cérébral. **G.M.**

TRANSPORTS

Trains à lévitation magnétique, certes, mais le TGV ?

Les ingénieurs allemands et japonais planchent dur sur le train à lévitation magnétique, baptisé Maglev. Le consortium allemand Thyssen-Henschel, Messerschmidt-Bölkow-Blohm et Krauss Maffei a déjà construit un prototype, le Transrapid. Le Japan Railways Group a construit aussi le sien, le MLU 002. Ils sont très différents.

Le modèle allemand roule sur un gros rail en T, en utilisant l'attraction magnétique : les rails qui courent le long de la voie et sous le support en T d'une part, et le segment de rail du véhicule d'autre part, sont de polarités opposées, donc s'attirent ; le véhicule du Transrapid est donc soulevé. Alors que dans le modèle japonais, qui court dans une sorte de caisson, les rails de la voie et du véhicule sont de polarités identiques, donc se repoussent.

Les différences ne se limitent pas à cela. Pour le Transrapid allemand, la lévitation est obtenue par magnétisme simple, ne nécessitant pas l'emploi de techniques révolu-

tionnaires, alors que les Japonais ont misé sur les supraconducteurs, qui exigent un équipement complexe pour obtenir les basses températures nécessaires. Le MLU002 devra donc emporter un thermostat à hélium liquide et un fort compresseur pour atteindre -270°C .

Les résultats sont formidables du point de vue des performances. Les Japonais ont atteint la vitesse, prodigieuse pour les chemins de fer, de 516 km/h sur un parcours de 7 km, et estiment que, théoriquement, ils pourraient atteindre 1 000 km/h. Le Transrapid TR07 allemand, lui, a atteint 409 km sur un segment de voie ferrée de quelque 35 km. Dès le début de la décennie

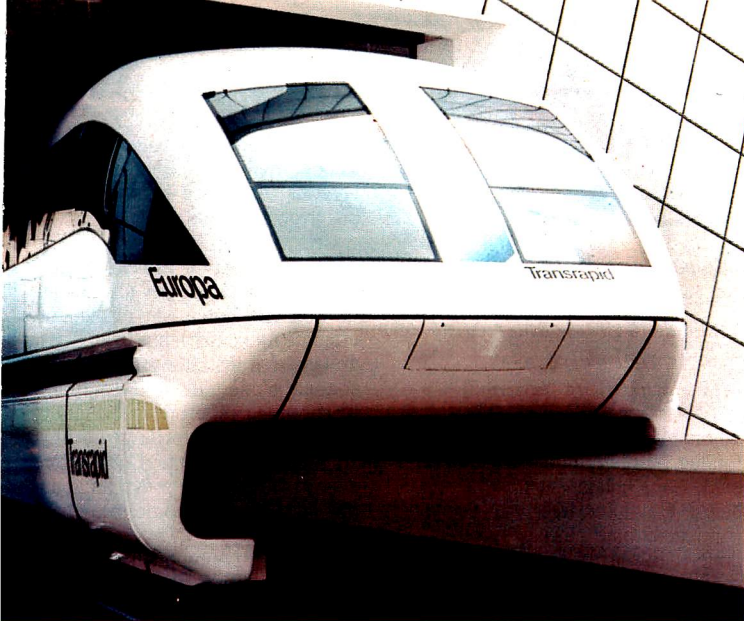
prochaine, les Allemands se proposent d'installer un premier segment de réseau sur la ligne Munich-Kiel, longue de 900 km.

L'enthousiasme pour le Maglev est également très fort aux États-Unis, où, dès l'année prochaine, on mettra en construction une ligne Los Angeles-Las Vegas, qui permettra de couvrir en 70 minutes une distance qu'on mettait jusqu'ici 5 h à franchir.

Paradoxalement, ce tronçon Los Angeles-Las Vegas sera réalisé avec le Transrapid allemand. Le contrat n'est pas encore signé, mais le financement est presque prêt et, comble, au moins un entrepreneur japonais y participerait ! Les Américains, qui ont eu un projet de voies ferrées magnétiques jusqu'il y a quelques années, l'ont abandonné et ont perdu du terrain ; ils sont donc désarmés pour le moment devant les réalisations étrangères. Certains Américains envisagent de réactiver leurs réseaux de voies ferrées, dont beaucoup sont tombées en désuétude, avec le système Transrapid. Superbe marché pour l'Allemagne !

Deux observations sont opportunes. La première est que le coût d'installation de ces voies ferrées d'un nouveau genre est énorme, on





« Zero in geography ! »

Désastreux résultats, pour les Américains, d'un sondage international sur les connaissances en géographie, organisé pourtant par une institution américaine, la National Geographic Society. Les Américains, en bloc, se classent derniers de neuf pays, qui sont la Suède, l'Allemagne fédérale, le Japon, le Canada, l'Italie, la France, la Grande-Bretagne, le Mexique, et les Etats-Unis bien sûr.

Le président de cette société, M. Gilbert Grosvenor, a constaté avec chagrin que la population adulte américaine, et particulièrement celle des jeunes adultes, ne comprend pas le monde. Ce qui ne manquera pas d'être surprenant à une époque de l'histoire où elle a pourtant un besoin crucial de connaître les consommateurs, les marchés et les habitudes étrangers.

Il faut dire que les résultats ont été encore plus cruels que ceux d'un sondage récent, que nous avions rapportés il y a quelques mois. C'est ainsi qu'un Américain interrogé sur dix a répondu que les Etats-Unis font partie d'un pacte communiste, ce qui est assez fort de café, que 35 % des sondés n'ont pas pu citer un pays du Pacte Atlantique et que la moitié n'a pas pu citer un pays du Pacte de Varsovie.

Le pays où l'on a relevé les meilleures connaissances en géographie est la Suède, suivie de près par l'Allemagne fédérale. Viennent ensuite le Japon, le Canada et la France.

G.M.

L'allergie à l'exercice physique n'est pas un mythe, selon une étude américaine. L'exercice physique intense peut en effet entraîner une libération d'histamine provoquant des symptômes tels qu'urticaire, crampes d'estomac, œdème du visage...

84 milliards de dégâts en 1987. C'est ce qu'ont coûté à la France les dédommagements et les frais de réparations matérielles dus aux seuls accidents d'automobile.

s'en doute. La part du lion revient au tracé et à la construction de voies ferrées d'un type entièrement nouveau. Pourtant, note Robert W. Blanchette, président de la TGV Co à Washington, le TGV ne mettrait que 10 minutes de plus à franchir, par exemple, la distance Los Angeles-Las Vegas et coûterait 20 % de moins. De plus, le TGV couvrirait là les installations ferroviaires existantes, c'est-à-dire qu'il ne troublerait pas l'environnement, et sa technologie est fiable. On ne sait absolument pas ce que donneront les deux versions du Maglev en conditions réelles. On peut toutefois poser quelques questions sur le confort des passagers à quelque 500 km/h. Mais enfin, ne vendons pas la peau de l'ours...

La vitesse est certainement un facteur essentiel du regain d'intérêt des autorités et du public pour les transports terrestres. Même si elle n'atteint pas celles extrêmes évoquées plus haut, de l'ordre de 800 à 1 000 km/h, elle sera quand même assez élevée pour justifier que l'on prenne le train plutôt que l'avion pour aller de New York à Los Angeles, par exemple. Il deviendra en effet plus commode d'aller de centre-ville à centre-ville, en huit heures approximativement, que d'aller d'aéroport à aéroport en quatre, puis de perdre deux heures en trajets d'aéroport à centre-ville, sans compter les retards au départ et le temps nécessaire au retrait des bagages à l'arrivée. C'est un trajet que l'auteur de ces lignes a fait plusieurs fois : le

temps réel de transport est de 7 h environ.

Pour les autorités publiques, en revanche, le train présente un avantage considérable : c'est qu'un seul convoi peut emporter au moins cinq à six fois plus de passagers qu'un moyen-courrier ordinaire ; quatre trains par jour permettraient d'"économiser" donc de 20 à 24 avions par jour, ce qui est considérable. Le problème de la congestion du trafic aérien s'en trouverait allégé.

A plus long terme, c'est une véritable révolution commerciale et économique qui s'annonce. Dans certains pays, et surtout aux Etats-Unis, c'est l'amorce du déclin du transport automobile individuel sur les grandes distances (la voiture sert encore beaucoup à ce genre de trajets). C'est également l'amorce du déclin des transports aériens moyen-courriers. L'avion ne serait plus utilisé, vers la fin de ce siècle, que pour les long-courriers.

La construction industrielle automobile et aéronautique devrait alors marquer le pas et s'adapter à cette révolution. C'est-à-dire que les économies des grands pays industriels devront se dégager progressivement de la sujétion de leurs exportations automobiles, mais aussi de celle des marchés intérieurs. Les deux prototypes que voilà doivent donc être accueillis comme les messagers ultra-rapides d'un notable bouleversement dans l'économie, et aussi les moeurs de cette fin de siècle.

G.M.

PHYSIQUE

Des casseurs un peu hâtifs

C'est étonnant comme certains chercheurs sont pressés de déboulonner la statue de Newton ! Début août, le « Washington Post » et une bonne partie de la presse américaine annonçaient que Newton pourrait s'être trompé et que sa loi sur la gravité n'était plus "bonne".

Des chercheurs du Laboratoire national de Los Alamos, au Nouveau Mexique, avaient en effet tenu une conférence de presse dans laquelle ils annonçaient les résultats d'une expérience très intéressante qui a eu lieu au Groenland. Son intérêt résidait d'abord dans sa simplicité : elle consistait à percer un trou de quelque 2 km de profondeur dans la glace, puis à y faire descendre un gravimètre très sensible. Selon la loi de la gravité de Newton, le gravimètre devait enregistrer — ce qu'il fit d'ailleurs — une baisse de l'attraction gravi-

tationnelle, puisque, à 2 km de profondeur, il reste moins de matière en-dessous. Mais, surprise, cette baisse était plus forte que prévu. Une deuxième force s'exerçait donc, dans le même sens que la première. On en a calculé l'indice : elle serait 50 fois plus faible que la gravité. Et ce serait la fameuse "cinquième force" que l'on cherche depuis quelque temps.

Haro donc sur Newton, dont la loi de la gravité n'explique plus tout, etc. Un physicien de Los Alamos, dont les conclusions volent plus vite que la vitesse de la lumière,

a même décrété que « l'expérience "viole" la loi des carrés inverses ». Qu'est-ce qu'on ne fait pas avec des mots !

Cela fait bien trois ans que l'on mène des expériences sur la gravité. En janvier 1988, des physiciens de l'US Air Force ont également effectué une expérience avec deux gravimètres installés au bas et au sommet d'une tour de 600 m, pour mesurer les différences éventuelles de l'attraction terrestre ; et il y en avait justement. L'attraction était plus forte que prévu au sommet de la tour (voir *Science & Vie*, février 1988, p. 70). On ne sait pas exactement pourquoi, à l'époque, certains savants avaient conclu que c'était là une manifestation, non de la cinquième, mais de la sixième force, parce que cette force-ci était positive, alors que l'on s'attendait à ce que la cinquième fût négative.

Quant aux explications pour justifier que cette cinquième force eût dû être négative, elles restent fu-

TECHNOLOGIES & SOCIÉTÉ

Montre-moi tes doigts et je te dirai si tu fumes



On connaît l'usage de la thermographie pour dépister les tumeurs cancéreuses. Son principe consiste à diriger une caméra à infrarouges sur le patient, laquelle enregistre à distance les différentes températures du corps. Les températures sont alors analysées par un ordinateur qui les restituent sous forme de cartes en couleurs, chaque couleur correspondant à une température donnée. Comme les cellules des tumeurs consomment davantage d'énergie et dégagent donc plus de chaleur que les cellules normales, les tumeurs peuvent être faci-

lement mises en évidence.

En s'appuyant sur ce principe, les Américains ont pu démontrer la toxicité de la cigarette. De fait chez un non-fumeur ou un fumeur qui cesse momentanément du fumer, la carte des températures des doigts montre de larges plages blanches et jaunes, ce qui est le signe d'une bonne circulation du sang dans les vaisseaux (photo 1). En revanche, après avoir fumé une cigarette (photo 2), puis deux (photo 3), ces mêmes plages virent de plus en plus au bleu, ce qui est le signe d'un refroidissement des doigts, donc

d'une vaso-constriction des vaisseaux qui peut aller jusqu'à l'accident cardiaque.

C'est la nicotine de la cigarette qui est à l'origine de cette vaso-constriction. Il a été montré qu'elle interfère aussi sur la circulation sanguine des personnes qui se trouvent dans l'entourage des fumeurs. S'il s'agit de femmes enceintes cela peut avoir des répercussions graves car la vaso-constriction s'observe non seulement dans les doigts, mais aussi et surtout au niveau de l'utérus et du placenta.

P.R.

meuses. Michael Martin Nieto, un des physiciens de Los Alamos, a tenu un langage plus modéré : « Nous avons des données bizarres, mais nous sommes incapables de les coordonner. » Entre temps, en effet, des théoriciens se sont empressés de créer des entités abstraites : le "graviton", le "graviphoton" et le "graviscalaire", trois particules aux propriétés spécifiques qui se combineraient pour produire des effets gravitationnels différents de ceux que prévoit la loi de Newton. Plusieurs particules ont certes été inventées sur le papier ce dernier demi-siècle avant d'être découvertes en laboratoire ; il n'y a donc rien de singulier à ce que les physiciens essaient d'affiner leurs interprétations des phénomènes gravitationnels.

Toutefois, on peut aussi se demander si les variations gravitationnelles, à vrai dire infinitésimales, qui ont inspiré la théorie des cinquième et sixième forces ne pourraient pas être dues, plus simplement, à des irrégularités isostatiques bien connues de tous les géologues sous le nom d'anomalies de Bouguer.

Ne pourrait-il, par exemple, exister au bout du puits creusé au Groenland, une masse quelconque qui modifierait les relevés gravimétriques ? En tous cas, il est totalement injustifié de jeter au panier la loi de Newton, qui tient bon depuis 301 ans et qui a permis de comprendre enfin la mécanique céleste et, en particulier, de découvrir trois planètes (Uranus, Neptune et Pluton), ce qui prouve qu'elle n'est pas "mauvaise". Qu'elle puisse être affinée n'en modifie pas le bien-fondé.

Outre celle provoquée par la prétendue "mémoire de l'eau", on a vu ces dernières années des fièvres spéculatives se résorber en eau de boudin.

Le cas le plus célèbre est l'histoire de l'eau polymérisée, qui a occupé pendant sept ans, de 1965 à 1972, des équipes des plus fins physiciens, avant qu'on s'avisât que c'était un artefact... **G.M.**

Les articles de cette rubrique ont été réalisés par Isabelle Bourdial, Gerald Messadié et Pierre Rossion.

Une école de médecine au secours de l'Afrique

Un Centre inter-Etats d'enseignement supérieur de santé publique d'Afrique centrale, dont l'acronyme est CIESPAC, vient d'être créé en France. C'est une branche d'un organisme qui existait déjà, l'Organisation de recherche pour la lutte contre les endémies en Afrique centrale (OCEAC), qui devait répondre aux besoins en la matière du Tchad, du Cameroun, de la République centrafricaine, du Gabon, du Congo, puis de la Guinée équatoriale. Le CIESPAC pourvoira également aux besoins de l'Angola et du Ruanda. Il formera des médecins de santé publique et des techniciens sanitaires en quatre ans après le doctorat en médecine : deux d'études intensives au siège du CIESPAC, à Brazzaville, et deux de recherches "sur le terrain". Le directeur du CIESPAC est le Pr Louis Massé, africaniste, membre du tableau permanent des experts de l'OMS et membre du Collège universitaire des enseignants de Santé publique depuis sa fondation.

C'est la deuxième école de santé publique inter-Etats, après celle de Göteborg, et sa création ne saurait être plus opportune. D'abord, parce que beaucoup de petits Etats sans grands moyens, comme ceux de l'Afrique, ont un besoin criant de techniciens de la santé publique. Ensuite, parce qu'il était grand

temps de manifester la présence médicale française dans un domaine dominé par les Américains, les Anglais et, depuis peu, les Japonais. Ces derniers travaillaient certes dans un esprit désintéressé, mais il n'en demeure pas moins qu'ils servaient également aussi de vecteurs culturels, et qu'il n'est que trop souhaitable d'entretenir la tradition de la présence médicale française en Afrique.

Les diplômés du CIESPAC auront du pain sur la planche, si l'on peut dire, car les maladies endémiques graves, comme l'oncocercose, la schistosomiase et le paludisme, auxquelles s'est joint le Sida, menacent le continent noir d'une hécatombe. **G.M.**

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

BIOLOGIE

L'ennemi naturel du cancer peut parfois être, hélas, son allié

L'organisme dispose, parmi ses moyens de lutte contre le cancer, d'un facteur naturel, dit TNF, initiales anglaises de *Tumor Necrosis Factor*. Normalement, le TNF détruit les tumeurs malignes et déclenche la régression de certains cancers. On a donc étudié son potentiel thérapeutique. Or, une étude publiée dans *The Lancet* du 30 avril dernier indique que le TNF

a aussi d'autres capacités ; d'abord, il agit comme stimulateur de croissance des fibroblastes normaux, ainsi que des lymphocytes B et T. Mais on a découvert également qu'il peut agir comme facteur de croissance des lymphocytes B dans deux types de leucémie. Ce ne serait donc pas, comme on aurait pu l'espérer, un agent anticancéreux tous azimuts. **G.M. ●**

AIRBUS IRANIEN : À QUI LA FAUTE ?

Comment, avec à son bord le système informatisé le plus moderne de détection, de poursuite et de tir, le croiseur américain Vincennes a-t-il pu abattre l'Airbus iranien, erreur que n'aurait pu commettre le plus simple apprenti canonnière ?

Le 3 juillet dernier, à 10 h 47, le croiseur américain *Vincennes*, qui patrouille dans les eaux du Golfe persique, repère sur ses écrans-radar un avion qui vient de décoller de Bandar Abbas, un aéroport civil-militaire d'Iran. Ce croiseur est là, avec d'autres bâtiments de guerre américains, pour protéger les convois pétroliers dans le détroit d'Ormuz — la guerre Iran-Irak n'est pas terminée. À 10 h 54, l'avion n'ayant répondu à aucun des sept avertissements ou demandes d'identification, le *Vincennes* lui envoie deux missiles *Standard SM-2*.

L'un d'eux atteint la cible, qui est alors à 3 000 m d'altitude et à 10 km du croiseur ; les débris retombent en pluie dans les eaux territoriales iraniennes. Le capitaine Rogers, commandant du *Vincennes*, envoie au Pentagone un message bref : « Avons abattu chasseur F-14 iranien. » Il ne sait pas encore qu'il vient de faire l'erreur de sa vie : l'avion était un *Airbus 300 B*, avec 290 passagers à bord, du vol Iran-Air 655 qui relie cinq fois par semaine l'Iran à Dubaï, capitale des Emirats arabes unis.

L'affaire aura un retentissement international, et on la rapprochera d'un autre drame, celui du *Boeing 747* des *Corean Airlines*, abattu par un chasseur soviétique en septembre 1983 avec 270 passagers. Mais, parce qu'il s'agit visiblement d'une erreur, le cas américain ne déclenchera pas de crise internationale, style "guerre froide".

Restait à trouver l'origine de cette erreur, et plusieurs explications seront avancées à mesure que progressera l'enquête.

Or ces explications, sous quelque angle qu'on les étudie, ne font que ramener à un débat qui divise les états-majors depuis près de 20 ans : dans la mesure où le matériel d'attaque et de défense a été partiel-

lement ou totalement informatisé, doit-on laisser la décision finale à l'homme ou à la machine ? De manière plus simple : qui doit appuyer sur la détente, le soldat ou l'ordinateur ?

Si c'est le soldat, l'erreur est toujours possible, et la dernière guerre a fourni d'innombrables cas d'artilleurs arrosant leurs propres tranchées, d'aviateurs bombardant leurs positions, de chasseurs américains tirant à la tombée du jour sur des chasseurs anglais et, bien entendu, de fantassins d'un même camp se fusillant aveuglément dans les sous-bois.

Si c'est l'ordinateur, l'erreur n'est pas plus à exclure, ne serait-ce que par défaillance d'un capteur, d'un répondeur, d'un lecteur ou d'un circuit intégré. Ajoutons-y les erreurs dans le programme qui commande l'ordinateur, car tout le monde sait que tout programme un peu long comporte inévitablement des *bugs*, autrement dit des bourdes redoutables — et qui le seront d'autant plus que l'ordinateur dirigera un canon.

Dans le cas de l'Airbus iranien, il semble qu'il y ait eu plus grave : le cumul des erreurs humaines et des erreurs informatiques. Si le capitaine avait dû prendre la décision seul, il n'aurait pas tiré, pour la raison simple qu'il ne voyait pas l'avion. L'ordinateur seul n'aurait pas tiré non plus, car celui installé sur le *Vincennes* ne disposait pas d'un programme lui permettant de distinguer un avion d'un autre.

Pour mieux cerner le problème, il faut regarder de plus près, d'une part le matériel, d'autre part les conditions dans lesquelles il a été engagé. Commentons par le matériel, en l'occurrence le croiseur *Vincennes* équipé du système *Aegis* (dans la mythologie grecque, le bouclier de Zeus). Ce système fut mis en chantier par l'US Navy en 1974 pour

protéger les porte-avions et leurs bâtiments d'escorte des missiles anti-navires qui commençaient alors à faire leur apparition.

Ces missiles, entièrement informatisés, sont capables de voler au ras des flots sur des dizaines de kilomètres et d'arriver sur la cible programmée, repérée et suivie à quatre fois la vitesse du son. Il est évident que seule une défense informatisée, capable de localiser le missile de très loin et de le contrer avec la même vitesse et la même précision, peut être efficace — aucun homme ne peut lutter de vitesse ni de précision avec une calculatrice, que ce soit pour calculer une intégrale ou la trajectoire d'une roquette.

Il en découle immédiatement que, dès le moment où l'adversaire utilise des armes informatisées, il faut en faire autant — exactement comme il fallut se mettre au canon du jour où les Anglais en eurent apporté à la bataille de Crécy. Avec le système Aegis, les Américains avaient fait le maximum : il est conçu pour qu'un seul bâtiment soit capable de protéger un groupe de bataille entier contre toute forme d'attaque.

La protection suppose de reconnaître aussitôt tout ennemi et de le détruire dans la foulée. Pour cela, il faut commencer par le détecter (radars, sonars, caméras TV infrarouges, amplificateurs de lumière, télémètres laser et ainsi de suite), puis

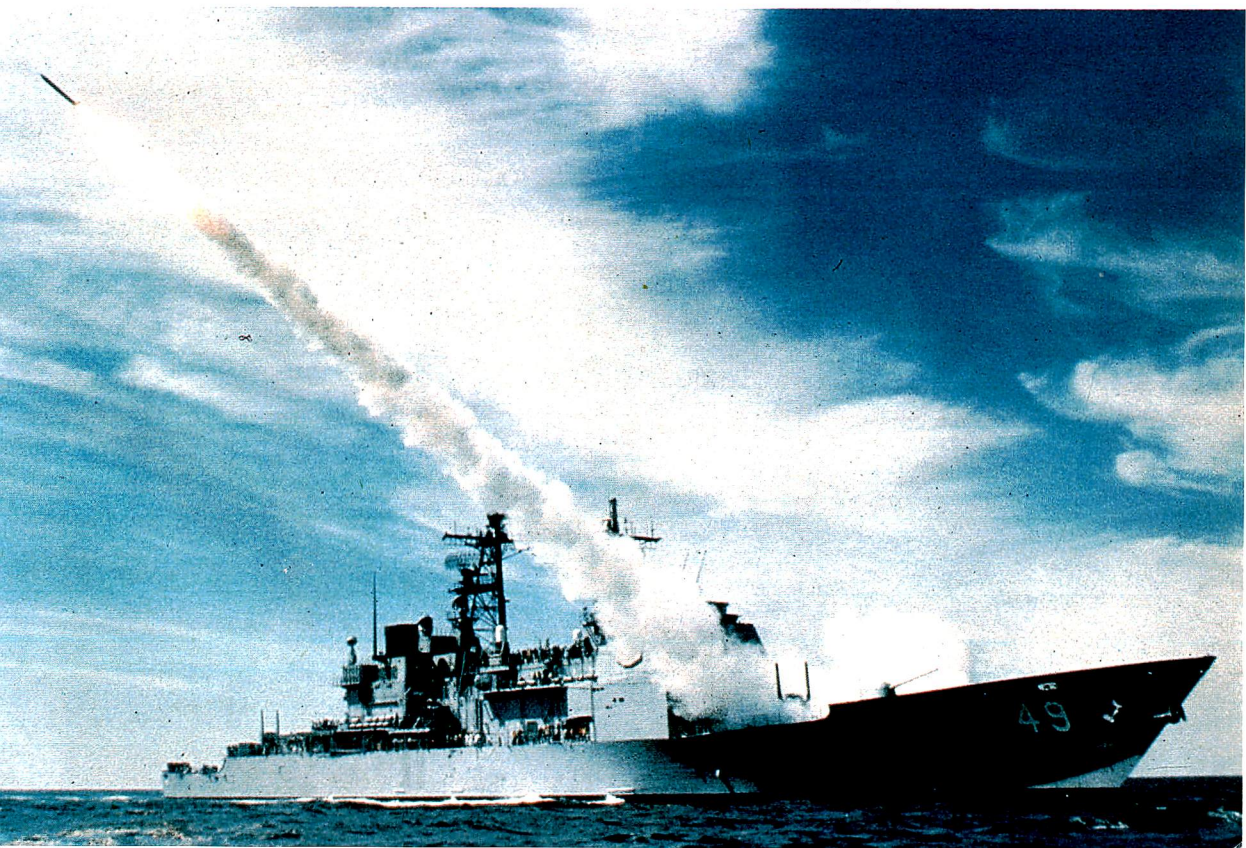
l'identifier (traitement informatique des informations recueillies par tous les "senseurs" précédents) et, enfin, le détruire (décision finale à prendre, soit par l'unité informatique, soit par un officier).

Le système Aegis tel qu'il est monté sur les 11 croiseurs du type *Vincennes* va donc comporter toute une batterie de radars, de radios, de caméras et autres sonars actifs ou passifs, et une véritable armada d'ordinateurs pour traiter les informations venues de tous les détecteurs. En fait, la surveillance lointaine, sans doute la plus importante, est assurée par deux ensembles de radars à balayage électronique qui, avec leurs 4 000 antennes, peuvent "voir" un avion à 1600 km et suivre simultanément 280 missiles arrivant sur eux ou — toujours simultanément — 100 cibles variées : avions, missiles, navires, sous-marins et torpilles.

Seize gros ordinateurs UYK-7 et douze petits ordinateurs UYK-20 font le lien entre détection-repérage-poursuite et l'armement : missiles *Standard*, canons, mitrailleuses, torpilles auto- et télé-guidées, missiles anti-navires, mines, etc. Les ordinateurs du système Aegis prennent en compte non seulement les indications des radars du croiseur, mais aussi celles des radars, sonars et autres détecteurs des autres bateaux du groupe. Toutes ces données sont transmises aux ordinateurs de contrôle des armes qui classent les cibles selon le ni-

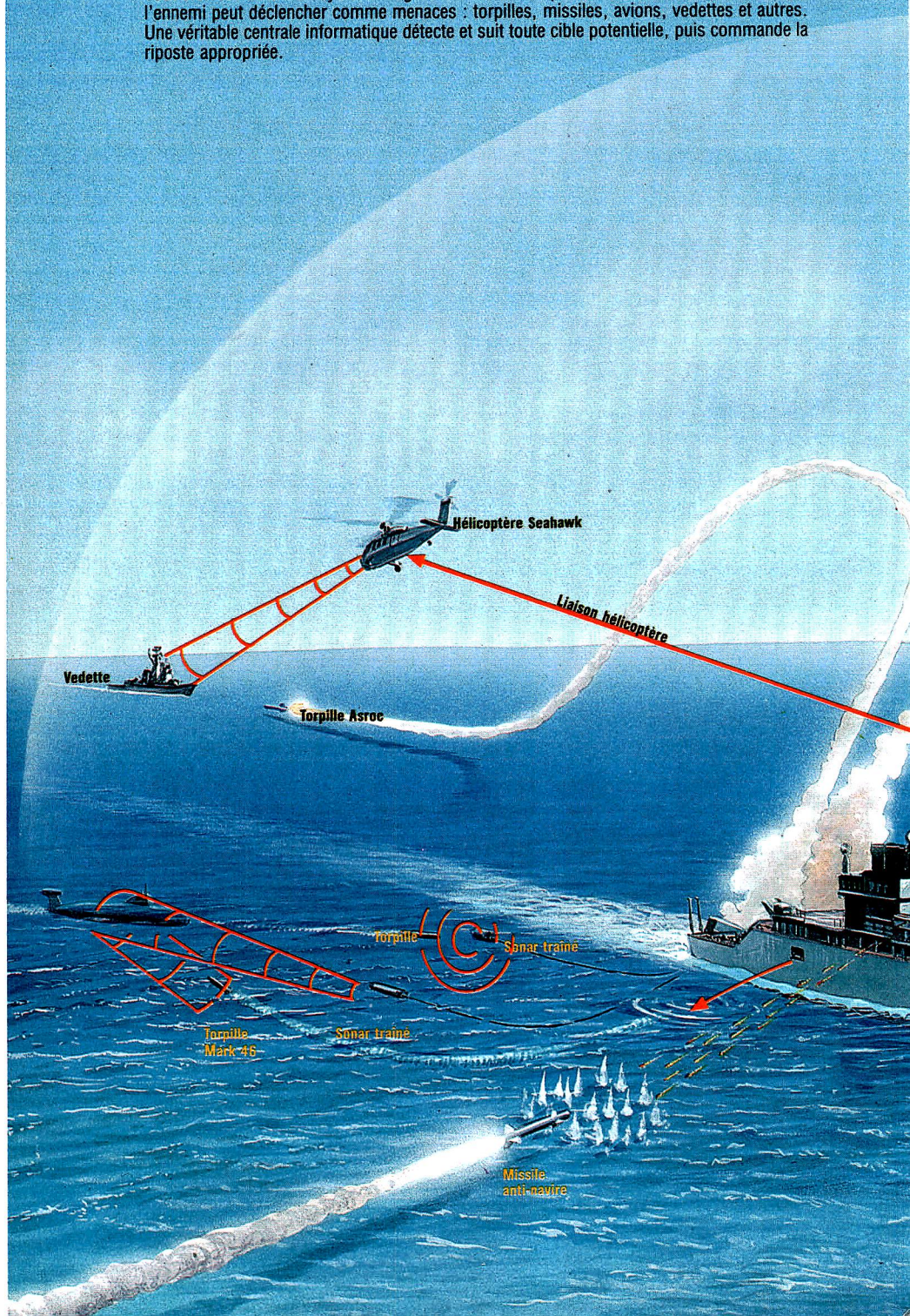
(suite du texte page 90)

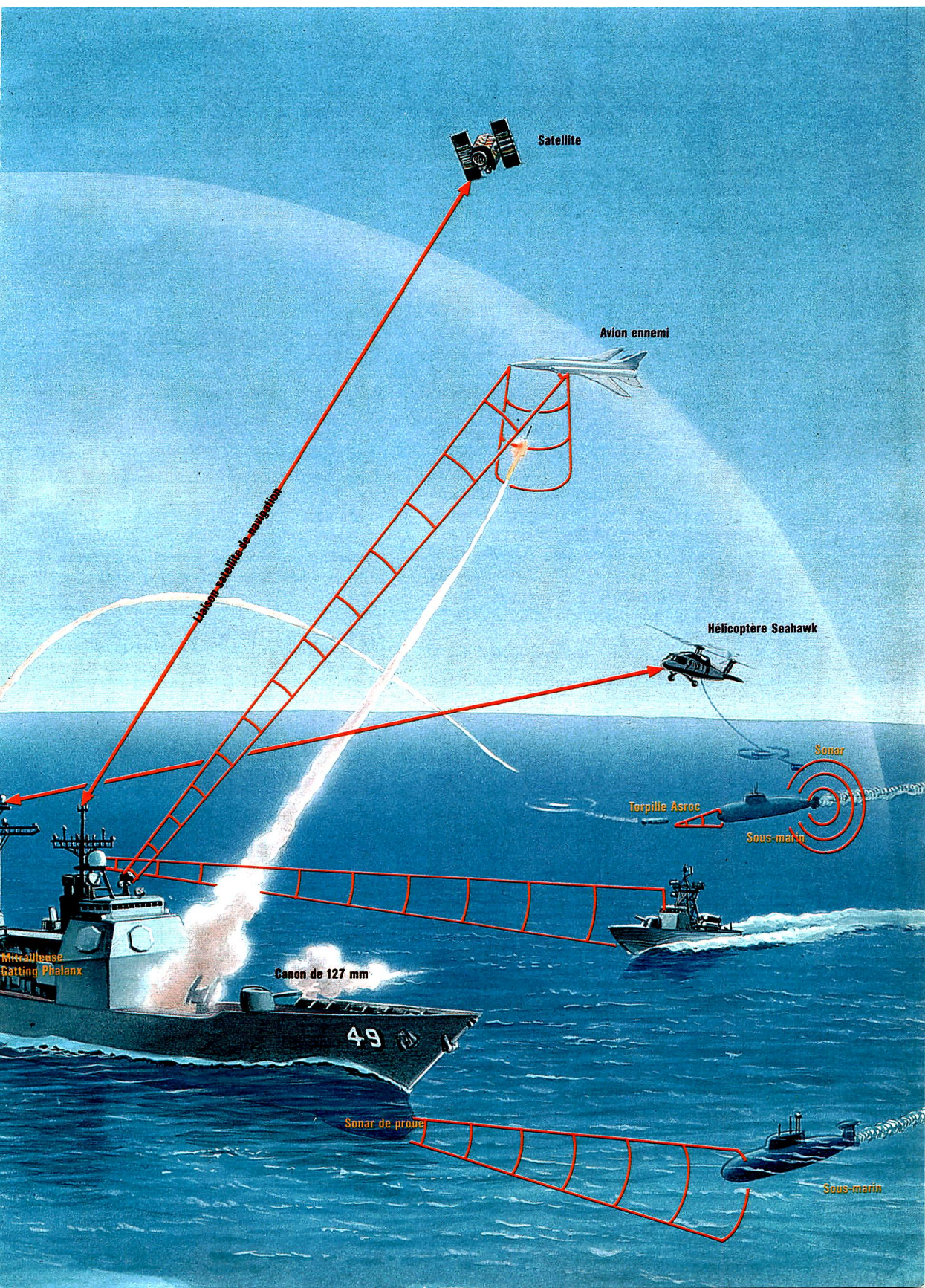
Le Vincennes tire un missile Standard SM-2 lors d'exercices en mer. C'est un missile du même type qui a abattu l'Airbus iranien.



AEGIS, LE BOUCLIER ÉLECTRONIQUE DE L'ESCADRE

Tout croiseur doté d'un système Aegis est à même de riposter simultanément à tout ce que l'ennemi peut déclencher comme menaces : torpilles, missiles, avions, vedettes et autres. Une véritable centrale informatique détecte et suit toute cible potentielle, puis commande la riposte appropriée.





Satellite

Avion ennemi

Hélicoptère Seahawk

Sonar

Torpille Asroc

Sous-marin

Miralles
Battling Phalanx

Canon de 127 mm

Sonar de proue

Sous-marin

(suite de la page 87)

veau de menace qu'elles représentent.

Qui plus est, et grâce à une liaison radio automatisée, un échange d'informations permanent est établi entre les ordinateurs Aegis et ceux des autres bateaux du groupe de combat. Ces communications de navire à navire concernent des informations décisives comme l'identification du trafic ami et ennemi autour de l'escadre, les cibles à engager et celles dont il faudra s'occuper ensuite. Ce gigantesque ensemble informatique est à l'ordinateur de bureau, que tout le monde connaît, ce qu'une centrale atomique est à une dynamo de vélo.

Un mot sur le missile *Standard SM-2* qui a été tiré sur l'Airbus. Il y en a normalement 122 sur un croiseur doté d'un système Aegis. Chacun d'eux mesure 4,55 m et pèse 706 daN. Quand il est lancé, l'ordinateur de contrôle des armes, à bord du croiseur, indique au micro-ordinateur de guidage installé dans le missile sur quelle cible se diriger (celle-ci peut être éloignée de 1 350 km et reste vulnérable jusqu'à 24 km d'altitude). Le missile se guide ensuite sur l'écho que donne la cible du faisceau envoyé par un autre radar du croiseur, dit radar illuminateur. Ajoutons que si tous les bâtiments reliés au système Aegis sont interconnectés en ce qui concerne la détection et l'information, l'escadre est de plus reliée au système de surveillance mondiale par satellites qui lui communique la position et la trajectoire de tout ce qui se promène sur et sous les océans.

Toutefois, le système Aegis s'est heurté dès le départ à un problème dont il n'est pas sûr qu'il soit totalement résolu aujourd'hui : mettre les logiciels au niveau des machines. Une trentaine de programmes régissent le système, et ceux qui ont pour mission d'indiquer aux ordinateurs comment reconnaître et suivre une cible aérienne ont engendré des

ennuis chroniques, le plus sérieux étant la tendance qu'avait l'ordinateur à confondre les cibles dont les trajectoires s'étaient croisées.

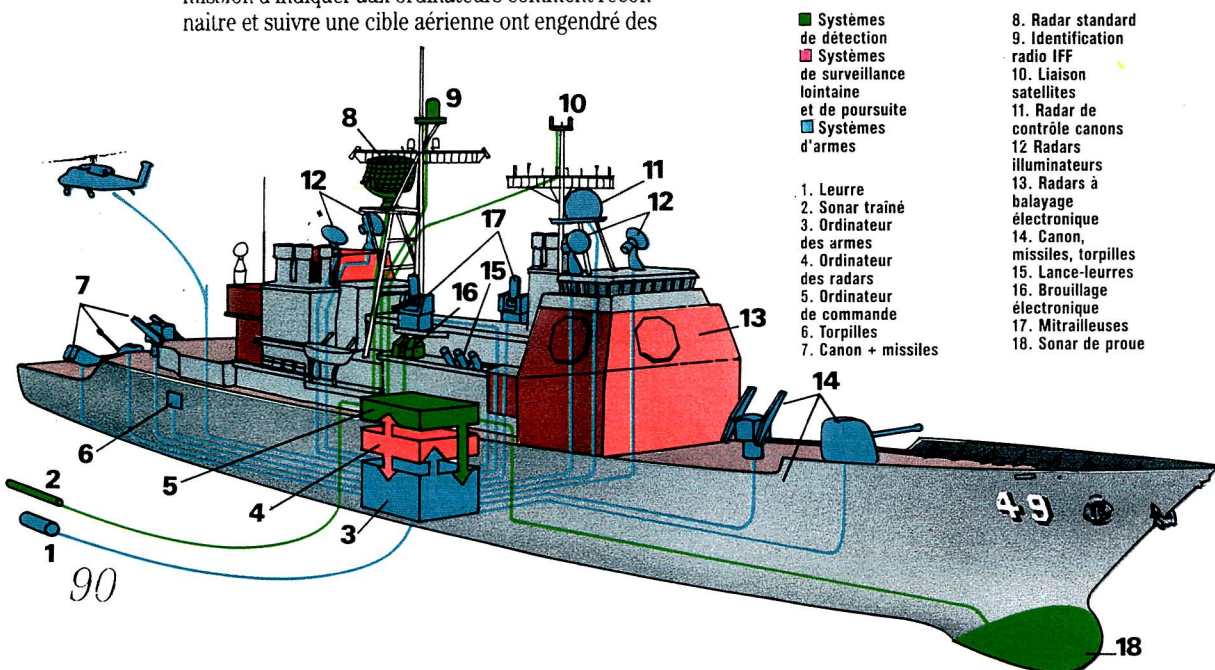
Voilà pour le matériel. Reste à voir la manière dont il a été utilisé dans le Golfe Persique. Le dimanche 3 juillet au matin, le croiseur américain *Vincennes* et la frégate d'accompagnement *Montgomery*, revenant d'une mission d'escorte d'un convoi de pétroliers koweïtiens, pénètrent dans le Golfe quand les images de quelques vedettes iraniennes se dessinent sur les écrans radar. L'un des deux hélicoptères de combat (type *Seahawk SH-60B* équipé de mitrailleuses et de torpilles), qui sont toujours embarqués à bord des croiseurs Aegis, part surveiller les vedettes ; quand il les survole, à 10 h 10, il se fait tirer dessus.

Le *Vincennes* et le *Montgomery* foncent alors vers les trois vedettes qui sont à quelques milles nautiques de là (1 mille = 1,852 km). Ordre est donné de les couler et, à 10 h 42, le *Vincennes* ouvre le feu sur les trois cibles ; deux sont immédiatement envoyées par le fond, la troisième est gravement endommagée.

Cinq minutes plus tard, c'est un avion qui apparaît sur les écrans radar. Il vient de l'Iran et se dirige à grande vitesse vers le *Vincennes*. A partir de 10 h 49, trois avertissements lui sont envoyés sur la

DÉTECTION, POURSUITE, RIPOSTE

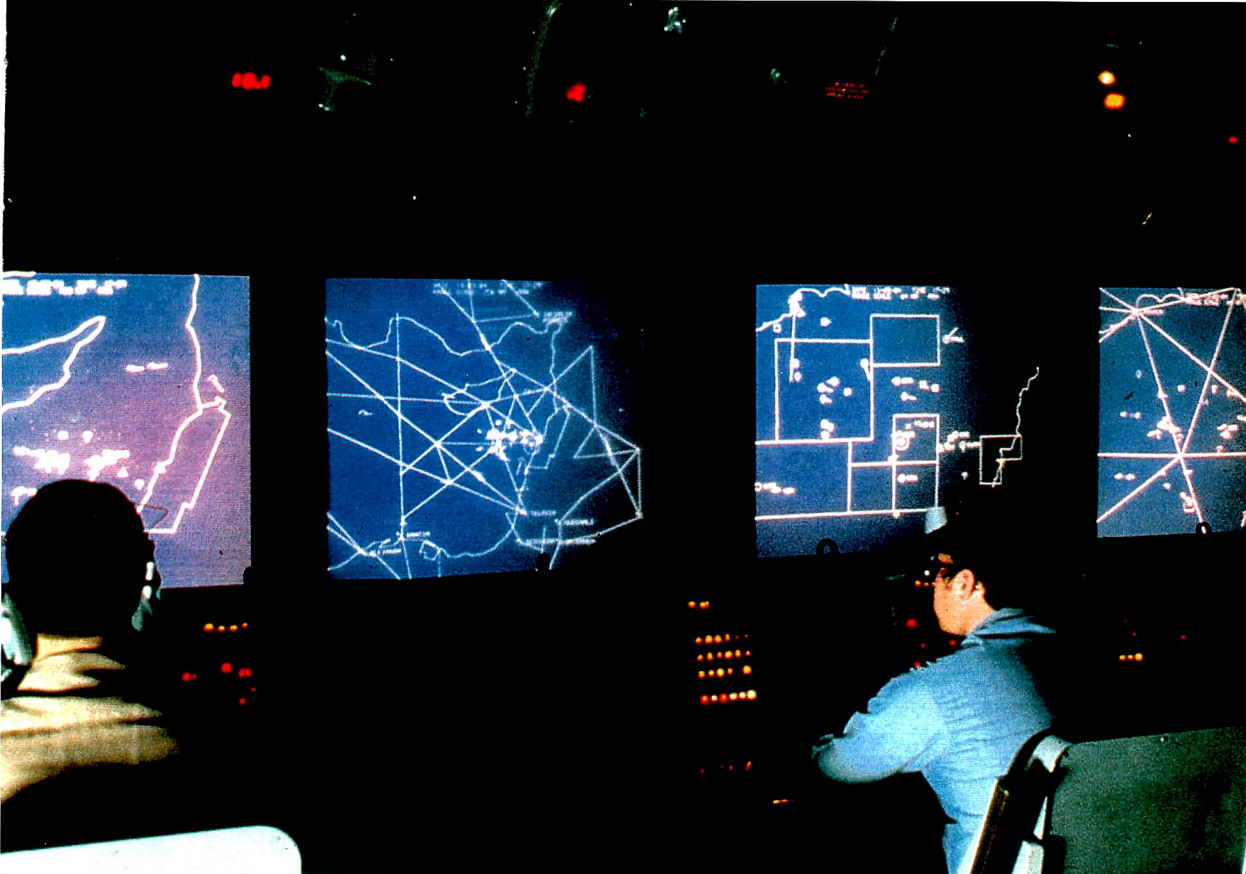
Un ensemble radar d'une puissance fabuleuse relié à tout un système d'armes par trois centres informatiques, assure une protection totale au croiseur et aux navires de son escadre.



- Systèmes de détection
- Systèmes de surveillance lointaine et de poursuite
- Systèmes d'armes

1. Leurre
2. Sonar trainé
3. Ordinateur des armes
4. Ordinateur des radars
5. Ordinateur de commande
6. Torpilles
7. Canon + missiles

8. Radar standard
9. Identification radio IFF
10. Liaison satellites
11. Radar de contrôle canons
12. Radars illuminateurs
13. Radars à balayage électronique
14. Canon, missiles, torpilles
15. Lance-leurres
16. Brouillage électronique
17. Mitrailleuses
18. Sonar de proue



fréquence civile d'alarme et quatre sur la fréquence militaire ; l'appareil ne répond pas et ne change pas de trajectoire. A 10 h 51, l'avion, qui se rapproche, est déclaré hostile. A 10 h 54, alors qu'il est encore à 15 km, ordre est donné d'ouvrir le feu ; le *Vincennes* tire deux missiles *Standard*, dont l'un au moins atteindra sa cible alors qu'elle n'est plus qu'à 10 km environ du croiseur. L'Airbus est immédiatement détruit. Un premier élément psychologique, qui aura son importance, est à prendre en compte : l'équipage du *Vincennes* faisait surtout de la surveillance et, en quelque sorte, de la "drôle de guerre". Or, ce dimanche matin, il bascule soudain dans la vraie guerre avec l'affaire des trois vedettes. Pour les 25 officiers et les 330 hommes d'équipage, c'est un changement total qui explique qu'un avion non identifié ait été perçu d'emblée comme une menace : quand on vient de se faire tirer dessus, on reste le doigt sur la détente.

Ajoutons une chose : le système Aegis est programmé pour considérer comme hostile tout avion qui ne peut pas être identifié avec certitude ; ses opérateurs ont même consigne. Une raison à cela : un navire peut se trouver à portée des missiles d'un avion quelques minutes seulement après en avoir découvert la trace sur les écrans radar. Le capitaine qui hésite trop longtemps parce qu'il essaye d'identifier absolument un point sur son écran radar peut y perdre son navire.

A bord d'un croiseur doté du système Aegis, enfermés dans une salle sans fenêtre, une douzaine d'opérateurs surveillent sans cesse les écrans sur lesquels s'inscrivent tout ce que captent les radars et les sonars. On reconnaît sur les deux écrans de gauche Chypre et l'extrême droite de la Méditerranée. Jamais auparavant l'information n'était arrivée si vite et sous un tel volume dans un poste de commandement.

Cela avait failli arriver en mai 1987, quand un avion irakien avait tiré par erreur deux missiles sur le *USS Stark* : le navire avait résisté mais 37 marins avaient été tués (le système radar défaillant avait détecté trop tard l'arrivée de ces deux missiles). Depuis lors, la consigne était simple : tout avion qui approche à moins de 32 km d'un bateau américain et ne répond pas aux demandes d'identification peut être abattu.

Or l'Airbus n'a pas été identifié, et c'est là qu'on voit apparaître le mélange des erreurs informatiques et des erreurs humaines. Pour commencer, précisons tout de suite qu'un radar peut détecter un avion, indiquer sa position et sa vitesse, au besoin le suivre sur sa trajectoire, mais qu'il ne peut en aucun cas en donner la forme ou la dimension, donc qu'il est incapable de l'identifier. Les radars du système Aegis, si perfectionnés qu'ils soient, ne font pas la différence entre un chasseur et un avion de ligne, et cela, aucun radar ne le peut.

L'identification repose sur un autre procédé : le

navire envoie un faisceau d'ondes qui déclenche automatiquement un émetteur-répondeur (transpondeur) installé dans l'avion. Ce système IFF — pour *Identification, Friend or Foe* (identification, ami ou ennemi) — est également lu sur l'écran radar sous forme codée. Or sur les écrans du *Vincennes*, ce sont deux codes qui apparaissent : l'un utilisé par les avions civils et militaires, l'autre par les avions militaires seulement.

Jusqu'ici, personne n'a pu donner la raison exacte de ce fait. Mais plusieurs hypothèses ont été avancées : un appareil militaire iranien derrière l'Airbus, un chasseur au sol sur l'aérodrome, un second transpondeur sur l'Airbus. L'appareil avait en effet été livré avec deux transpondeurs ; en principe, il devait pouvoir être identifié par les militaires iraniens de l'aérodrome de Bandar Abbas et avait donc à se servir du transpondeur fréquence armée.

Ce n'est pas la seule confusion. A bord du *Vincennes*, personne n'avait la liste des vols civils réguliers susceptibles de croiser la route du navire : l'US Navy n'a pas été conçue pour aller faire la guerre au milieu des civils et n'a donc pas l'usage des horaires commerciaux.

Du côté iranien, les choses étaient encore plus mal faites : l'aérodrome de Bandar est autant civil que militaire ; les contrôleurs militaires surveillent ce qui se passe dans le Golfe et savaient sans doute que le *Vincennes* était engagé dans un combat très réel avec des vedettes de leur pays au moment même où décollait le vol 655. Aucun d'eux ne prit pourtant la peine de prévenir les contrôleurs civils que ce vol allait passer directement au dessus d'une zone de combat. Apparemment, à Bandar Abbas, les contrôleurs militaires et les contrôleurs civils ne se parlaient pas.

Cela étant, on peut encore se demander pourquoi le pilote de l'Airbus n'a pas répondu aux appels qui lui ont été envoyés, tant par le *Vincennes* que par la frégate *Sides*. Selon les uns, il n'était pas encore passé sur la bonne fréquence ; selon d'autres sources, il était bien branché mais, comme tous les pilotes, il n'écoutait pas la radio pendant les dix premières minutes du vol, étant occupé à surveiller son appareil pendant la phase ascensionnelle qui suit le décollage. Enfin, les navires de guerre américains qui patrouillent dans le Golfe depuis des années envoient tellement de messages aux avions civils que ceux-ci, lassés, ont fini par prendre l'habitude de ne plus répondre. Tout l'équipage ayant péri en même temps que les passagers, on ne connaîtra jamais la réponse exacte.

Reste le système Aegis, cet immense ensemble informatique dont on attendait qu'il soit au moins capable de faire la différence entre un *F-14 Tomcat* de 19 m et un Airbus de 53 m. Lè seul ennui, c'est qu'il n'a pas été conçu pour cela : il est là pour

protéger toute l'escadre des missiles, torpilles, navires, sous-marins, chasseurs et bombardiers, et non pour faire la différence entre avion de guerre et avion commercial. Et, de toute manière, ce n'est pas lui qui décide : il se borne à fournir des indications.

On a dit, au début, que ces indications étaient erronées ; à lire les comptes rendus de la commission d'enquête, cela n'apparaît plus si sûr. Ainsi, les radars du *Vincennes* auraient montré un avion descendant à grande vitesse vers le croiseur. Ce fait n'a pas été confirmé, mais il est vrai pourtant que l'Airbus a, un moment, changé assez brusquement de cap, et cela pour rester dans le couloir aérien qui lui était réservé — un peu comme on donne un coup de volant à droite quand on s'est laissé distraire vers la gauche.

Ce faisant, il apparut un bref instant foncer droit sur le *Vincennes*, d'où l'inquiétude des opérateurs. Il faut voir aussi que ceux-ci sont installés à peu près au milieu du navire, dans une pièce sans fenêtres et constellée d'écrans sur lesquels s'inscrivent sans cesse les bateaux, les sous-marins éventuels et tout ce qui vole dans un rayon de plusieurs centaines de kilomètres.

Jamais, auparavant, les informations concernant tous les éléments potentiels d'une bataille n'étaient arrivées à une telle vitesse et en si grand nombre dans un centre de commandement. Dans la salle isolée du CIC (*Combat Information Center*), plus d'une quinzaine d'opérateurs, contrôleurs, superviseurs ou coordinateurs doivent surveiller des dizaines de consoles et d'écrans.

Sur ces écrans bleutés, tout ce qui se trouve en l'air, en mer ou sous l'eau apparaît sous forme de symboles blancs, chacun d'eux ayant une forme particulière permettant d'identifier l'objet accroché par les radars : avion, missile, torpille ou autre. Toute cible est donc dessinée par un symbole, et non plus par un point clair plus ou moins gros sur l'écran, dont la taille permettait souvent à un opérateur entraîné d'en déduire les dimensions de cette cible. Il faut bien voir que dans une bataille réelle, la taille de l'objet repéré importe peu : un chasseur équipé de missiles est tout aussi dangereux pour le croiseur qu'un très gros bombardier. Toujours est-il que le 3 juillet, les opérateurs voient apparaître le symbole d'un avion qui vient de décoller d'un aérodrome militaire et civil. Or on les a avertis peu avant que des chasseurs F-14 se trouvaient dans la région. De là à penser que c'est un F-14 qui vient de quitter l'aérodrome, il n'y a qu'un pas qui sera d'autant plus vite franchi que le *Vincennes* était engagé cinq minutes plus tôt contre des vedettes iraniennes.

De fait, l'appareil se rapproche et ne répond pas aux appels radio. Qui plus est, sur émission déclenchant les transpondeurs, deux codes s'inscrivent sur les écrans radar : l'un est bien celui des avions

Protéger les terres de France, c'est avant tout faire appel à des hommes et des femmes de qualité pour défendre la nation.

VIVRE FORT

L'Armée de Terre, c'est un style de vie pour être performant, un rôle actif pour être présent, une évolution au cœur des technologies pour être efficace. Pour vivre fort.



L'Ecole Nationale Technique des Sous-Officiers d'Active (E.N.T.S.O.A.) : la filière des cadres évoluant dans les technologies de l'Armée de Terre. L'Ecole d'Issoire est ouverte aux élèves de 2^e, 1^{re}, F2 ou F3, ou de deuxième année de préparation à certains B.E.P. Elle forme suivant différentes filières les futurs sous-officiers, techniciens en mécanique auto, électronique ou électro-technique.

Sous-officier, un style de vie tourné tout entier vers la mission de défense.

Une façon d'être responsable, impliqué, pour réussir de toutes vos forces.



ARMEE DE TERRE

S H E R P A

DE TOUTES NOS FORCES

Nom _____ Niveau d'Études _____

Prénom _____ Adresse _____

Age _____ Service National effectué OUI ☐ NON ☐

Pour obtenir une documentation sur les carrières de l'Armée de Terre, envoyez ce coupon-réponse au SIRPA TERRE, SV 4
231, boulevard Saint-Germain 75007 PARIS.

QUATRE SOLUTIONS POUR



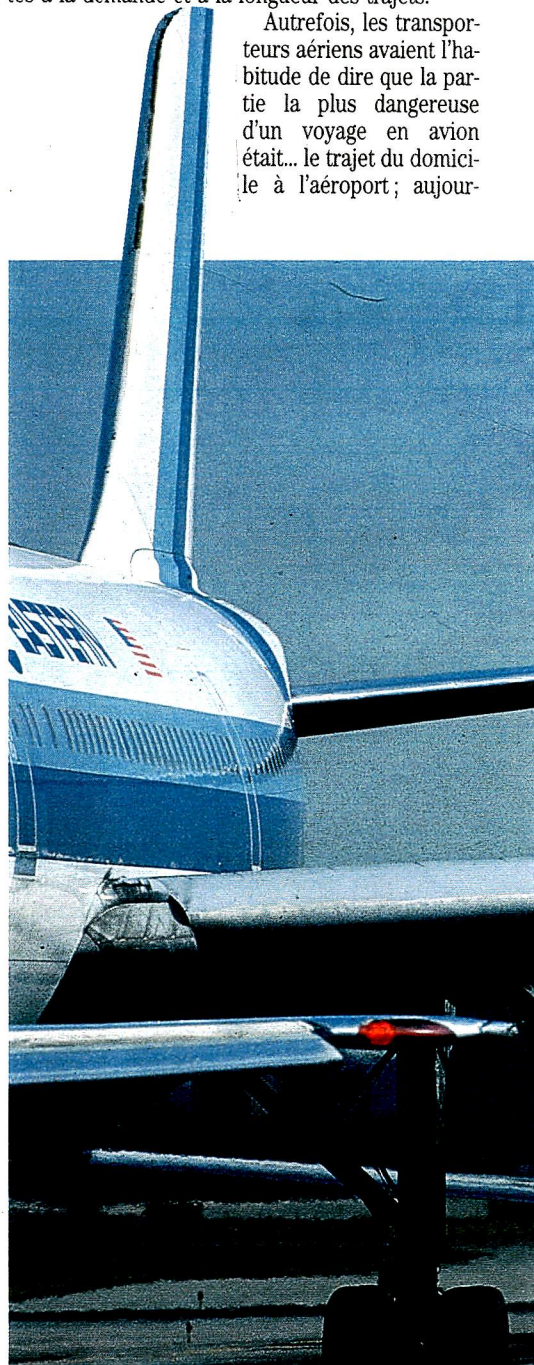
L'avion est de plus en plus sûr, quand le ciel l'est de moins en moins. Et sur les aéroports, ça bouchonne ! En Europe, on compte, dans les grands jours, pas moins de 12 000 vols. Que fait "héron fûté", quel sont ses nouveaux outils ?

L'année dernière, les avions de la Lufthansa ont dépensé 50 millions de marks (150 millions de francs) en carburant à faire des cercles autour des aéroports, en attendant de pouvoir atterrir. Et pour les quatre premiers mois de cette année, ce sont déjà 25 millions de marks qui sont partis en fumée. Les Américains, pour leur part, estiment que le carburant consommé en pure perte, en raison de l'engorgement du trafic, représente, pour l'ensemble de leurs compagnies, un préjudice de 5 milliards de dollars par an. De quoi se payer 40 Boeing 747 ou 80 Airbus 300-600 !

Parmi les causes de ces bouchons du ciel : l'augmentation du nombre des passagers encouragée par la baisse des tarifs et le goût croissant pour les voyages ; l'augmentation du nombre des vols,

favorisée par la déréglementation du transport aérien, qui voit naître de nombreuses petites compagnies et compagnies charters quand chaque semaine se créent de nouvelles lignes ; enfin, l'augmentation du nombre des avions et de leurs types, adaptés à la demande et à la longueur des trajets.

Autrefois, les transporteurs aériens avaient l'habitude de dire que la partie la plus dangereuse d'un voyage en avion était... le trajet du domicile à l'aéroport ; aujourd'hui,



DÉSENCOMBRER LE CIEL

d'hui, le public voit avec inquiétude se multiplier les *air misses*, ces quasi-collisions en vol que les pilotes appellent des "baisers de la mort".

La situation est d'autant plus préoccupante que, nous dit-on, le trafic mondial va doubler d'ici à l'an 2000. Alors, va-t-on vers la paralysie ou existe-t-il des solutions ?

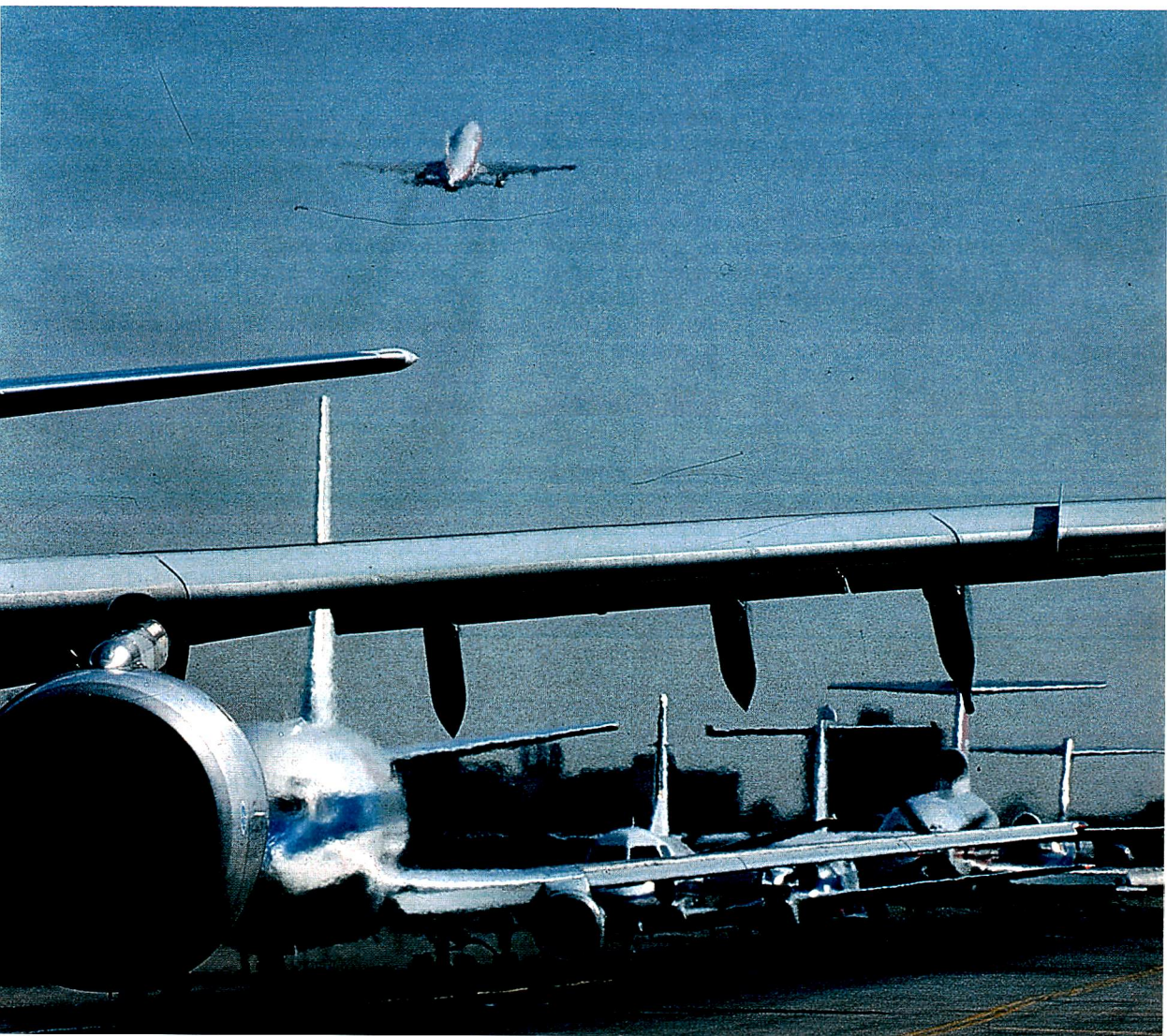
Diverses mesures ont déjà été envisagées.

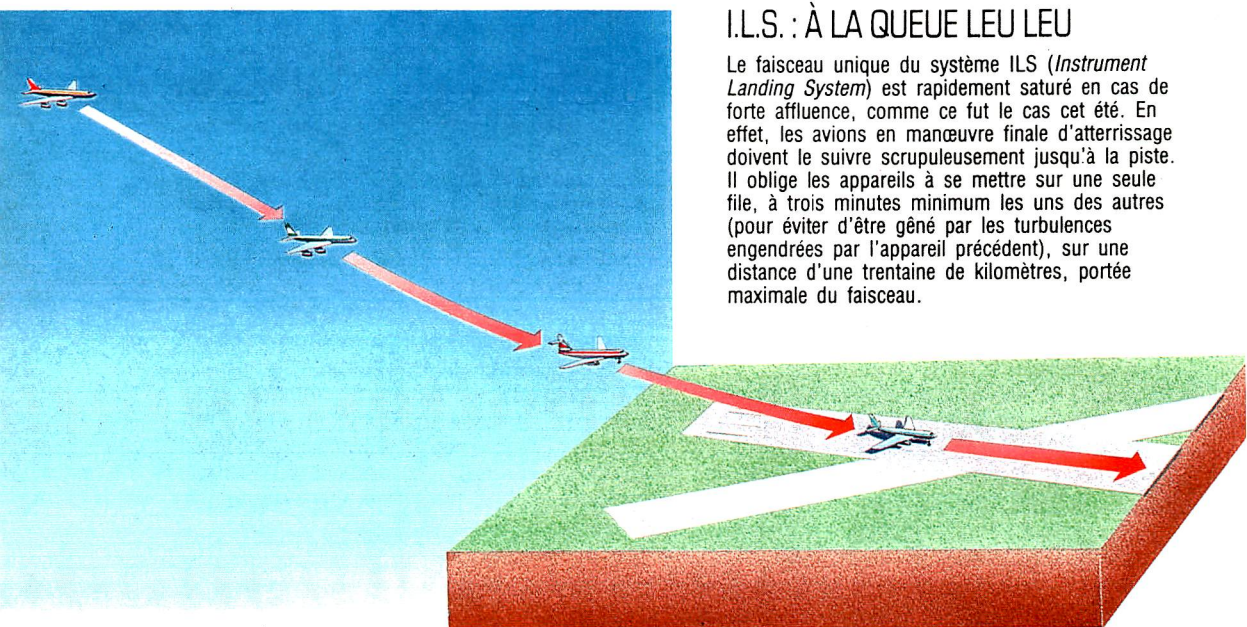
- Le remède le plus couramment préconisé est l'augmentation du nombre des contrôleurs de la circulation aérienne. Le gouvernement français a annoncé qu'il allait recruter 70 fonctionnaires supplémentaires. Mais, outre que, dans ce cas particu-

lier, le chiffre paraît déjà insuffisant, il faut savoir qu'une nouvelle recrue n'est véritablement opérationnelle qu'au bout de quatre ans.

- L'utilisation de plus gros avions n'est souvent qu'un leurre. Car si certains jours, sur certaines lignes, un gros porteur peut avantageusement remplacer plusieurs avions de faible capacité, il n'en est pas de même le restant de l'année.

- La construction de nouveaux aéroports ou de nouvelles pistes sur les aéroports existants. C'est la solution qu'ont adoptée les Japonais. Ainsi, une nouvelle piste de 3 000 mètres est entrée en service le 2 juillet dernier à Tokyo-Haneda, et deux autres





I.L.S. : À LA QUEUE LEU LEU

Le faisceau unique du système ILS (*Instrument Landing System*) est rapidement saturé en cas de forte affluence, comme ce fut le cas cet été. En effet, les avions en manœuvre finale d'atterrissage doivent le suivre scrupuleusement jusqu'à la piste. Il oblige les appareils à se mettre sur une seule file, à trois minutes minimum les uns des autres (pour éviter d'être gêné par les turbulences engendrées par l'appareil précédent), sur une distance d'une trentaine de kilomètres, portée maximale du faisceau.

sont en voie d'achèvement sur ce même aéroport. Une autre piste de 3 000 mètres a été ouverte le 20 juillet sur l'aéroport de Chitose (dans l'île d'Hokkaido), et un nouvel aéroport a été inauguré cet été à Amani (une île proche de Kyushu). Aux Etats-Unis, un seul projet de ce type est en cours de réalisation : la construction d'un nouvel aéroport à proximité de la ville de Denver (Colorado). En Europe, enfin, seul l'aéroport de Munich envisage de se doter de pistes supplémentaires, parallèles à celles qui sont actuellement en service.

Mais il n'est pas toujours possible de construire des pistes supplémentaires sur un aéroport existant, et quasi impossible de trouver un terrain adéquat pour créer un nouvel aérodrome, surtout au voisinage des grandes villes.

- L'interdiction des grands aéroports aux petits avions est une mesure dont on parle surtout outre-Atlantique, car elle concerne un phénomène typiquement américain. Il est rare en effet de voir un Piper se poser à Francfort, un Trinidad à Roissy ou un Cessna à Rome-Fiumicino. En revanche, de tels mouvements, à la limite de l'absurde, sont monnaie courante aux Etats-Unis.

- L'aménagement des couloirs aériens, enfin, laisse deux possibilités : ou bien créer des voies parallèles aux couloirs existants (cela a déjà été réalisé sur les trajets Alaska-Japon et Europe-Amérique du Nord), ou bien diminuer les espacements que doivent respecter deux avions qui empruntent le même couloir. Mais, dans les deux cas, on se heurte vite aux exigences de la sécurité, et des gains appréciables de trafic ne pourront être obtenus qu'au prix d'une

transformation radicale des moyens de navigation.

Bref, on devine qu'il ne saurait y avoir de véritable solution sans une gestion globale de l'espace aérien au niveau mondial et la rénovation complète de tous les systèmes de navigation, aussi bien au sol qu'à bord des appareils.

Régir le trafic aérien à l'échelle mondiale relève encore de la plus pure utopie. Cela supposerait la mise en place d'un organisme supranational, unanimement reconnu et respecté. Certes, l'OACI (Organisation de l'aviation civile internationale) existe, mais, pas plus que l'ONU, elle n'a les moyens d'imposer ses volontés à des Etats qui demeurent souverains sur leur espace aérien.

Même s'il y a eu un précédent, bien timide, avec Eurocontrol, un "Mondiocontrol" n'est cependant pas pour demain. En attendant, faute de gestion globale, on assiste à des réorganisations partielles, à l'échelle d'un pays, d'un continent ou d'un océan. Ainsi, aux Etats-Unis, on procède depuis un certain temps à un profond remaniement du système ATC (*Air Traffic Control*).

Dans la perspective d'une progression considérable des transports aériens d'ici à l'an 2000 (+80 % de passagers ; +250 % de mouvements d'avions), la FAA (*Federal Aviation Administration*) a mis en route, il y a trois ans, un vaste plan d'aménagement du ciel américain, désigné sous le nom de NASP (*National Airspace System Plan*). Plusieurs étapes sont prévues :

- Les vingt centres de contrôle de la circulation aérienne au dessus du territoire américain seront équipés (certains le sont déjà) de nouveaux ordina-

teurs et logiciels mieux à même d'organiser les trajectoires de vol et de déterminer les risques de collision.

— Ensuite, le programme ODAPS (*Oceanic Display and Planning System*), permettra la prise en charge des vols transocéaniques bien au-delà des limites actuellement imposées par la portée des radars (ceux-ci ne peuvent surveiller l'espace aérien que jusqu'à 500 km des côtes américaines). Aujourd'hui, en dehors des zones contrôlées, les équipages assurent eux-mêmes leur propre surveillance à partir de leur plan de vol. Si un avion volant au-dessus de l'océan effectue un changement de cap ou de niveau, le contrôleur qui gère l'espace transocéanique a le plus grand mal, faute d'images radar, à redéfinir les positions relatives des différents avions évoluant dans le secteur.

Avec l'ODAPS, il en sera tout autrement : par exemple, à partir des comptes rendus de position fournis par les équipages à des centres spécialisés, le système déterminera automatiquement la trajectoire des avions, déchargeant le contrôleur du calcul de leurs positions futures, au moment où ils pénétreront dans la zone d'emprise des radars.

Cela dit, l'ODAPS n'est qu'un système provisoire, conçu pour répondre à l'accroissement du trafic jusqu'au milieu de la prochaine décennie. Ensuite, le contrôle des vols transocéaniques sera intégré à un vaste dispositif de surveillance, entièrement nouveau, l'AAS (*Advanced Automation System*).

— L'AAS, enfin, "permettra de faire face à l'évolution du trafic et donnera aux responsables de la navigation la possibilité d'aborder le XXI^e siècle

avec les moyens appropriés". *Grosso modo*, l'AAS repose sur une refonte complète des différents organes chargés de la gestion de l'espace aérien. Actuellement, les décollages et les atterrissages sont pris en charge par les TRACON (*Terminal Radar Approach Control*), installés sur les grands aéroports ou à proximité de ceux-ci. Les vols, eux, sont placés sous la responsabilité des centres ARTCC disséminés sur le territoire. L'AAS prévoit le regroupement des 188 TRACON et des 20 ARTCC au sein de 23 unités régionales, hautement informatisées et automatisées, qui assureront à la fois le contrôle de route et le contrôle d'approche.

Réduction du nombre des installations et plus grande efficacité, telle est la voie choisie par les Américains.

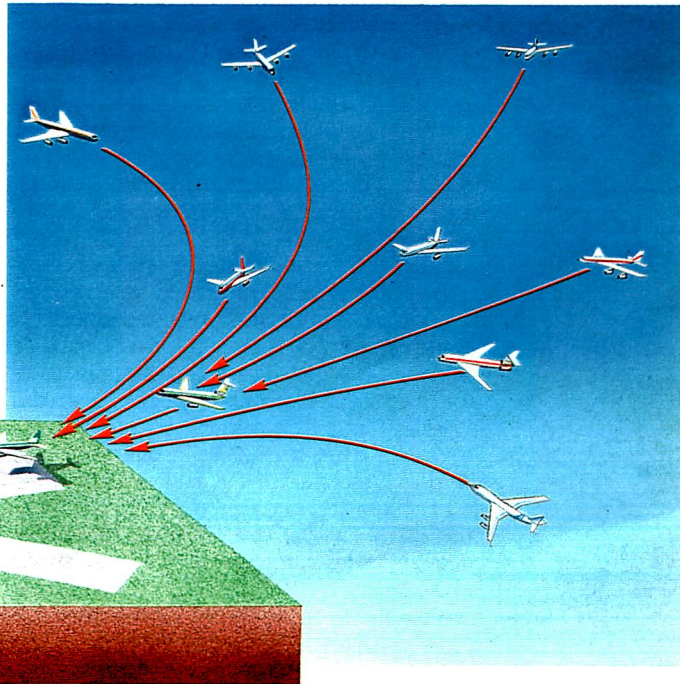
Mais l'écoulement d'un trafic en pleine extension ne requiert pas seulement une amélioration des conditions générales de la circulation (la gestion globale de l'espace aérien), mais aussi une meilleure utilisation des axes routiers (les couloirs aériens). Et cela ne sera possible que grâce à de nouvelles méthodes de navigation et, par conséquent, à de nouveaux équipements.

Ce que l'on recherche avant tout aujourd'hui, ce sont les moyens de réduire les espacements entre les avions — espacements en temps comme espacements en distance — sans que la sécurité ait à en souffrir. Faisons un bref rappel des normes en vigueur.

— Dans un espace aérien non contrôlé, c'est-à-dire échappant à la surveillance des radars, la distance verticale entre les avions doit être de 300 mètres au-dessous du niveau 290 (29 000 pieds, soit 8 850

M.L.S. : UNE AUTOROUTE À MULTIPLES BRETELLES D'ACCÈS

Compte tenu de sa très grande précision et de sa portée supérieure (50 km), le nouveau système d'aide à l'atterrissage MLS (ou *Microwave Landing System*) permet des trajectoires d'approche multiples et curvilignes. Ainsi, les turbulences de sillage d'un avion ne gênent plus les autres appareils. Sur chaque trajectoire, ceux-ci peuvent se suivre à des intervalles beaucoup plus rapprochés (1 min 30), d'où une plus grande capacité d'aiguillage et une fluidité du trafic autour de l'aérodrome.



mètres) et de 600 mètres au-dessus. Deux avions allant dans le même sens et évoluant au même niveau doivent être séparés longitudinalement par au moins 10 minutes de vol et être distants latéralement d'au moins 10 milles nautiques (18,5 km). Lorsque les aides radioélectriques à la navigation (les balises) sont très éloignées les unes des autres, l'espacement longitudinal de 10 minutes est porté à 15.

— Dans un espace aérien contrôlé, c'est-à-dire essentiellement dans les couloirs aériens continents et leurs abords maritimes, l'espacement longitudinal peut, du fait de la détermination précise des positions par le radar, être ramené à 5 milles nautiques (9,3 km) et même à 3 milles (5,5 km) en phase d'approche.

Ce sont ces espacements que tous les organismes aéronautiques compétents (OACI, IATA, IFALPA, CNES, ESA, NASA, INMERSAT, FAA, CAA, DGAC) et tous les industriels spécialisés dans la navigation aérienne (ils sont une vingtaine entre les États-Unis, l'Europe et le Japon) tentent de resserrer, afin d'accélérer l'écoulement du trafic. Mais diminuer les distances, c'est augmenter les risques de collision. La principale difficulté consiste donc à allier efficacité et sécurité.

Dans ce double dessein, quatre techniques révolutionnaires sont aujourd'hui proposées : la navigation quadridimensionnelle, dite "4-D" ; le système anticollision T. CAS ; le nouveau système MLS de guidage à l'atterrissage ; enfin, le contrôle de trafic par satellites de navigation. Quatre nouvelles techniques qui n'ont pas vocation de se substituer aux grands systèmes de gestion de l'espace aérien évoqués précédemment, mais plutôt de les affiner. **La navigation 4-D** est une nouvelle méthode de navigation qui, en plus des trois dimensions habituelles, intègre et privilégie le paramètre temps. Pourquoi le temps ? Parce que, en matière d'écoulement de trafic, ce qui importe avant tout, c'est d'amener tous les avions au seuil de la piste en maintenant entre eux des espacements compatibles avec la sécurité. Or, ce que l'on demande en priorité à un équipage en vol, c'est de fournir ses "estimées" (heures de passage) à la verticale de "waypoints" (points d'entrée sur des circuits). D'où l'idée de gérer l'espace aérien directement à partir du temps, et non plus en contrôlant les distances séparant les appareils.

Un avion équipé de la capacité 4-D est capable de respecter son horaire à cinq secondes près, tandis qu'avec un appareil normal la précision n'est, dans le meilleur des cas (et dans des conditions de vol identiques, bien entendu), que de l'ordre de vingt secondes. C'est ce qui ressort d'essais effectués par des chercheurs britanniques du RAE (*Royal Aerospace Establishment*) et américains de la NASA, qui, les uns et les autres, travaillent depuis 1984 sur la navigation 4-D⁽¹⁾. Voyons à présent comment fonctionne ce système, dont on dit de l'autre côté

de la Manche qu'il pourrait permettre à l'espace aérien du Royaume-Uni d'absorber quatre à cinq fois plus de trafic.

Tout d'abord, la navigation quadridimensionnelle ne nécessite pas d'équipements particuliers : elle peut être mise en œuvre à partir d'éléments que l'on trouve sur la plupart des avions modernes. Il faut et il suffit que l'appareil possède :

— Un transpondeur radar fonctionnant en mode S, c'est-à-dire un émetteur-récepteur automatique qui, interrogé par les radars des centres de contrôle au sol, donne l'identité de l'avion, son altitude, sa vitesse et sa position ;

— Un FMS (*Flight Management System*), c'est-à-dire un dispositif assurant la navigation dans les plans vertical et horizontal, conformément au plan de vol inséré au départ dans sa mémoire ;

— Un DME (*Distance Measuring Equipment*), c'est-à-dire un calculateur qui détermine automatiquement la distance qui sépare l'avion d'une balise radioélectrique ;

— Enfin, un écran EFIS, ou plus exactement une visualisation dite "en plateau de route".

Moyennant quelques modifications mineures au niveau des logiciels des susdits équipements, le système est opérationnel. La navigation quadridimensionnelle fonctionne selon le principe d'adéquation de plan (que l'on pourrait aussi appeler le principe de comparaison des temps). En clair, les heures de passage prévues par le plan de vol de l'avion sont comparées avec les temps de passage déjà en mémoire dans le calculateur du centre de contrôle, et qui concernent l'ensemble des vols. L'opération commence à partir du moment où le radar du centre peut interroger le transpondeur de l'avion.

S'il apparaît une virtualité de conflit (un risque de collision), le centre de contrôle, toujours par l'intermédiaire du transpondeur, communique un plan de vol modifié. Ce nouveau plan est automatiquement "injecté" dans le FMS de l'avion, mais demeure en *stand by*, c'est-à-dire qu'il n'est pas pris en compte par l'appareil mais seulement proposé à l'équipage qui, après l'avoir visualisé sur son écran cathodique de plateau de route, décide de son adoption. En cas d'accord, le plan est directement transmis au pilote automatique. Dans le cas contraire, un dialogue s'instaure avec le centre de contrôle jusqu'à ce qu'une solution soit trouvée qui convienne à la fois aux calculateurs qui gouvernent la trajectoire de l'avion et à ceux qui gèrent l'espace aérien environnant.

Ainsi, avec la navigation quadridimensionnelle, non seulement l'avion est contrôlé dans les trois dimensions courantes (verticalement, longitudinalement et latéralement), mais, de surcroît, sa trajectoire est optimisée pour qu'il parvienne en temps voulu en des points choisis d'un commun accord

(1) Pour leurs expérimentations, les Américains utilisent un Boeing 727, et les Britanniques un BAC-111.

par les calculateurs de l'avion et ceux du sol. En résumé, en navigation classique, les heures de report (heures de passage au-dessus d'une balise) sont déduites de la trajectoire suivie par l'appareil, tandis que, en navigation 4-D, c'est la trajectoire qui est établie en fonction d'heures de report données.

Le T.CAS. Plus le trafic est dense, plus les risques de collision sont grands. Le rôle du T.CAS (*Traffic Alert and Collision Avoidance System*) est précisément de les prévenir et de permettre ainsi un accroissement de la circulation sans préjudice pour la sécurité.

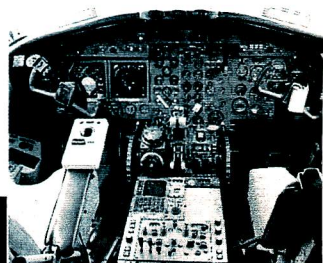
Actuellement, la fonction anticollision est assurée (dans les espaces aériens surveillés, s'entend) par les centres de contrôle au sol. Mais, avec l'encombrement du ciel, il est apparu qu'il vaudrait mieux la confier aux équipages eux-mêmes. En effet, dans ce domaine, le facteur temps est déterminant, et la suppression des intermédiaires peut faire gagner de précieuses secondes. De plus, dans toutes les situations qui exigent des prises de décision rapides, il est important de pouvoir disposer de ce que l'on appelle une "avance de phase", c'est-à-dire une connaissance préalable de la situation en question ou, du moins, de ses derniers développements, afin de ne pas être pris de court au cas où le

danger deviendrait imminent. Or, un équipage qui, dans son cockpit, dispose des moyens de suivre l'évolution du trafic environnant, peut effectivement bénéficier de cette "avance de phase".

Le programme T.CAS est né de cette réflexion. Lorsque son application sera généralisée, il permettra à tous les avions évoluant dans une même zone de dialoguer entre eux par l'intermédiaire de leurs transpondeurs. Grâce à des algorithmes (séquences logiques de données comportant des variables à partir desquelles on peut extrapoler une trajectoire) extrêmement évolués, les calculateurs des T.CAS détermineront si l'évolution des trajectoires relatives de deux (ou de plusieurs) avions est ou non susceptible de constituer une menace pour leur sécurité respective.

Concrètement, dans le cockpit, les choses se passeront de la manière suivante. Tout aéronef se trouvant à une certaine distance (distance variable selon les cas, étant donné qu'un avion situé à cinq kilomètres mais qui s'éloigne est intrinsèquement moins dangereux qu'un appareil situé à six kilomètres, mais qui s'approche à vive allure) sera matérialisé sur un écran électronique par un symbole géométrique. Si l'aéronef se rapproche, le symbole

NAVIGATION : LA QUATRIÈME DIMENSION. En plus des multiples informations fournies aux pilotes pendant le vol sur écran cathodique classique, comme en possède aujourd'hui tout avion moderne, le système 4-D indique les heures estimées (en orange) de survol d'un certain nombre de points (en blanc) de l'itinéraire de l'avion (en vert). De la sorte, si le pilote est informé par une station au sol qu'un autre avion se trouve dans les parages d'un point donné, il peut, s'il estime qu'il y a un risque de "conflit de trafic", c'est-à-dire que les deux avions ont la moindre chance de se gêner mutuellement, modifier en conséquence son cap, son altitude ou sa vitesse. Bien entendu, l'écran rafraîchit ses informations au fur et à mesure.



d'origine se transformera en losange. Si la proximité s'accroît encore, une alarme sonore retentira sous la forme d'une voix synthétique criant "traffic, traffic", et le losange se convertira en cercle jaune. Certains modèles de T. CAS pourraient même, dit-on, fournir à l'équipage une indication sur la position probable que l'aéronef à éviter occupera dans les 25 secondes, indication, bien entendu, annulée en cas de changement de cap de ce dernier.

En plus de ses fonctions d'information et d'alerte, le T. CAS aura aussi un rôle de conseil, puisqu'il suggérera à l'équipage une procédure d'évitement (calculée naturellement de façon qu'elle n'interfère pas avec les trajectoires des autres appareils évoluant à proximité).

Cette procédure se présentera sous la forme de symboles assortis de messages prononcés par la voix synthétique, qui ordonneront, selon le cas, de "monter" ou de "descendre", ou bien au contraire de "ne pas changer d'altitude".

Ajoutons quelques chiffres qui donneront une idée du champ d'action du T. CAS. Sa portée, telle qu'elle a été fixée par la

Federal Aviation Administration

américaine, sera de 14 milles nautiques, soit 25,5 km. La durée moyenne d'une manœuvre corrective ne devra pas excéder 15 secondes, et la variation d'altitude autorisée pour une telle manœuvre sera comprise entre 110 et 120 mètres.

D'autre part, si, pour la commodité de l'explication, nous avons pris pour exemple le cas d'un appareil muni du système anticollision et vers lequel convergerait dangereusement un autre appareil "aveugle", il faut bien comprendre qu'à l'avenir tous les avions, par transpondeurs et T. CAS interposés, dialogueront entre eux et coordonneront leurs réactions de telle sorte qu'à aucun moment ne puisse apparaître une quelconque incompatibilité entre les procédures d'évitement réciproquement élaborées.

Pour clore ce chapitre, disons qu'en principe tous les avions de transports américains devront être équipés du système T. CAS à la fin de cette année. Trois versions sont ou seront à leur disposition :

— Le T. CAS I, le modèle le moins coûteux, réservé aux appareils commerciaux dont la capacité d'emport ne dépasse pas 10 personnes ;

— Le T. CAS II, qui sert actuellement aux expérimentations et qui, dans un premier temps, sera la version de base qu'adopteront les grands avions de ligne ;

— Le T. CAS III, plus perfectionné, mais qui, de

l'avis même de ses constructeurs (Sperry et Bendix), n'est pas encore tout à fait au point.

Le système MLS (*Microwave Landing System*) est un système de guidage à l'atterrissage destiné à remplacer les actuels ILS (*Instrument Landing System*), auxquels on reproche aujourd'hui d'être trop rigides pour absorber correctement les pointes de trafic (voir *dessins pp. 96-97*).

L'ILS est en quelque sorte un "rail" radioélectrique, rectiligne et en pente douce, qui débute à quelques kilomètres de l'aéroport, et sur lequel l'avion n'a qu'à se laisser glisser pour atteindre en toute sécurité, même par visibilité nulle, le seuil de la piste. L'inconvénient de ce système, c'est que les avions doivent venir prendre le "rail" à tour de rôle et que, pour ce faire, ils doivent parfois parcourir une longue distance depuis la zone d'attente où la tour de contrôle les a placés.

Rien de tel avec le MLS. Certes, il s'agit toujours de guider les appareils jusqu'à la piste, mais d'une façon beaucoup plus souple et selon une trajectoire qui permet d'écouler un plus grand trafic. Au lieu d'aller faire des ronds chacun dans leur coin en attendant de pouvoir se poser, les avions, à leur arrivée à proximité de l'aéroport, s'engagent dans un vaste entonnoir ou, si l'on préfère, sur une route en spirale qui les mène progressivement jusqu'à une courte portion rectiligne aboutissant à la piste. Avec le MLS, ce n'est plus seulement un axe qui est balisé, mais tout un volume et, de ce fait, plusieurs appareils peuvent simultanément se préparer à atterrir.

Le programme MLS a été lancé il y a très longtemps, mais les premières installations n'ont été mises en place qu'il y a quelques mois, dans l'Est des Etats-Unis. Cette lenteur s'explique par l'opposition déclarée de certaines compagnies qui, plutôt que d'effectuer sur leurs appareils de coûteuses transformations (pour remplacer l'ILS par le MLS), préfèrent attendre l'avènement des aides universelles à la navigation, qui interviendra lorsque les réseaux de satellites seront totalement opérationnels.

Le FAA, en revanche, semble vouloir accélérer les choses. C'est en tout cas ce qui ressort d'une réunion tenue le 14 juin dernier à La Guardia (New York), où, en présence des parties intéressées (les équipementiers, les autorités fédérales, etc.), un représentant de cet organisme a fait valoir que l'installation d'un système MLS à Kennedy Airport permettrait, aux heures de pointe, d'écouler 56% de trafic en plus.

Le contrôle par satellites. C'est probablement du contrôle de trafic par satellites de navigation qu'il faut attendre les plus grands progrès en matière de désencombrement du ciel. Nombre d'experts pensent en effet qu'avec un réseau de surveillance (donc de contrôle) couvrant le monde entier, il serait possible de réduire de façon notable les espa-



Bientôt la fin de l'attente à l'aéroport et des embouteillages du ciel ?

ENVIE D'UN DRIVE A MIAMI?



...LA 309 GREEN, TOUJOURS PARTANTE!

SERIE
SPECIALE



L'élégance de sa décoration extérieure, toute blanche avec un filet de couleurs assorti à l'écossois de sa sellerie, et la richesse de ses équipements: toit ouvrant, vitres teintées, lève-vitres avant électrique, essuie-vitre arrière, verrouillage électrique centralisé des portes, donnent à la série spéciale 309 Green une allure des plus distinguées. La 309 Green est comme une invitation à découvrir les grands espaces verts. Alors envie d'un

drive à Miami?... La 309 Green 3 ou 5 portes... Toujours partante!



PEUGEOT 309

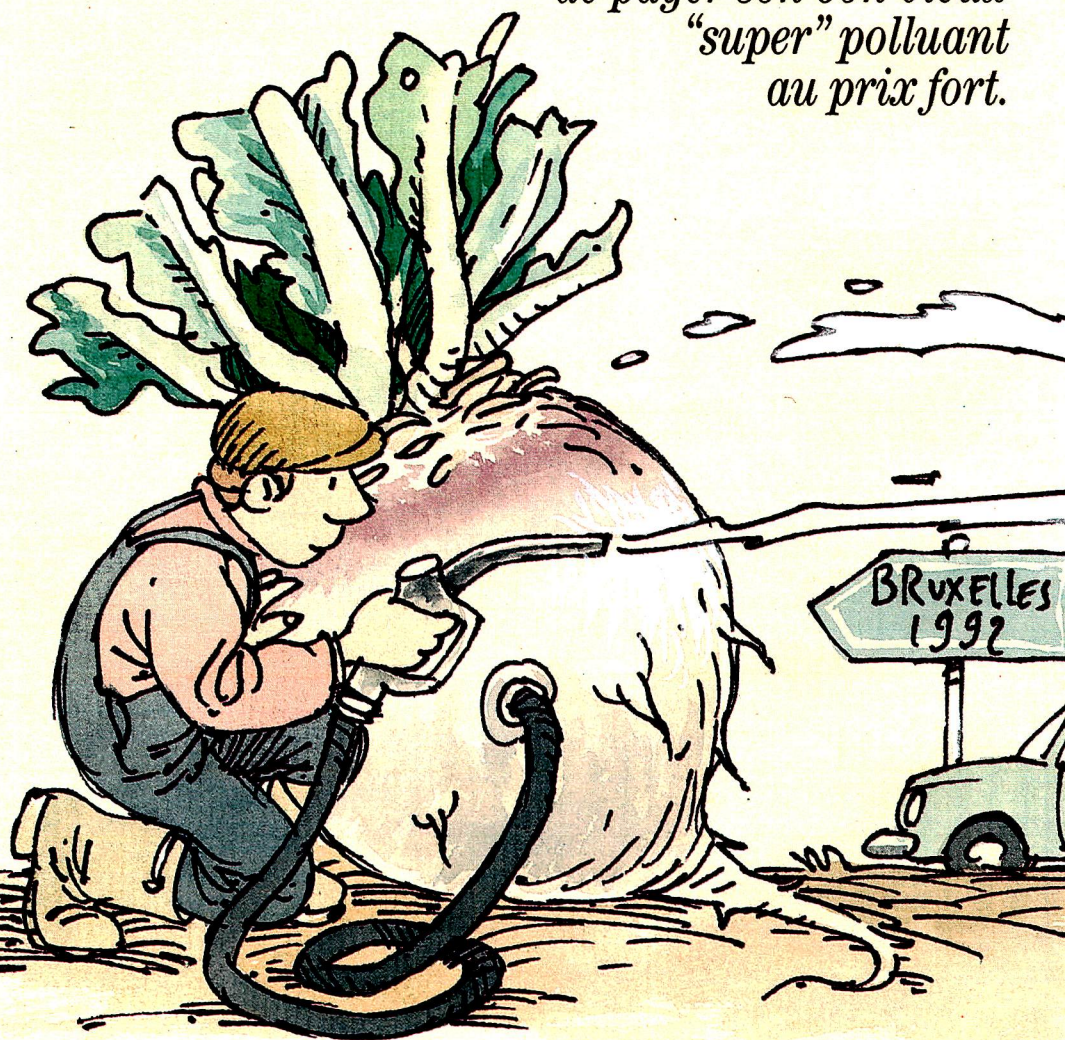


PEUGEOT. UN CONSTRUCTEUR SORT SES GRIFFES.

Modèle présenté: 309 Green 5 portes - A.M. 89.

ÉTHANOL : L'ALCOOL QUI ENIVRE LA CEE

La suppression du plomb dans l'essence a déclenché une nouvelle guerre des carburants. Les pétroliers redoutent de perdre une part du marché. Les agriculteurs craignent de ne pas y accéder. En attendant que la CEE tranche, ces jours prochains, le consommateur continue de payer son bon vieux "super" polluant au prix fort.



MR DIDIER DUBRANA

Les nouvelles réglementations communautaires anti-pollution impliquent l'emploi de pots catalytiques⁽¹⁾ et le recours à de l'essence sans plomb. Sur ce point, si l'on s'en tient aux mesures prises, le problème pourrait être considéré comme théoriquement réglé puisque les caractéristiques techniques du nouveau carburant ont été fixées et que l'eurosuper, qui y répond, devrait être distribué sur l'ensemble de la CEE dès le mois d'octobre 1989.

Seulement voilà. En modifiant les données techniques qui étaient celles de l'essence jusqu'à aujourd'hui, la CEE a jeté un pavé dans la mare. Ces décisions risquent en effet de bouleverser le marché, voire de réduire les marges de certains producteurs. Du coup, de technique le problème devient économique et politique. Et il semble bien que seules les discussions qui vont s'engager prochainement à Bruxelles pourront calmer la tempête qu'ont déclenchée les précédentes.

Tout vient de ce que l'eurosuper, l'essence sans plomb, n'égale pas en qualité le bon vieux "super". Car, tout polluant qu'il est, en augmentant l'indice d'octane, qui confère à l'essence un pouvoir antidétonant, le plomb mélangé à cette dernière permet de réaliser des moteurs plus performants. En effet, dans nos moteurs à allumage commandé, plus on comprime le mélange air-essence, plus celui-ci a tendance à exploser avant que la bougie n'ait livré son étincelle et que le piston ne soit arrivé en haut de sa course. Sauf, justement, si l'indice d'octane est élevé. En ce cas, la résistance à ces allumages prématurés sera plus grande, préservant ainsi le moteur du fameux "cliquetis" (à bas régime) ou des

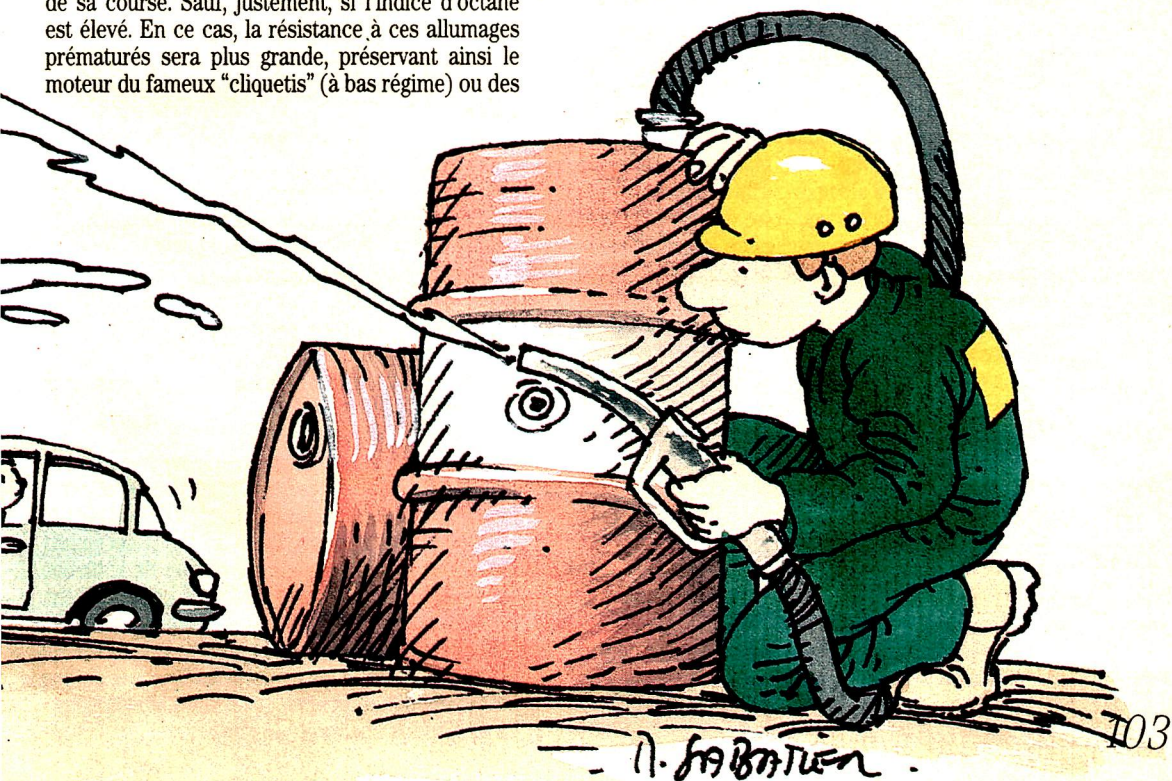
"cognements" (à haut régime) qui l'endommagent.

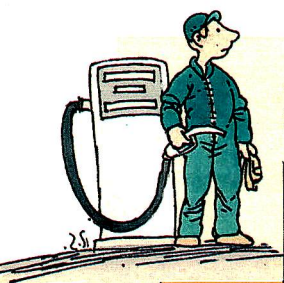
Or, de 97,5 actuellement, cet indice d'octane chute de 3 à 6 points si l'on supprime le plomb. Et comme l'eurosuper doit avoir un indice d'octane de 95, il faut bien trouver un moyen de rattraper les points d'octane manquants. Soit par modification de raffinage, mais c'est trop cher, soit par recours à un autre additif que le plomb.

Les études comparatives faites par l'Institut français du pétrole sur plusieurs composés oxygénés (alcools du type éthanol, méthanol ou alcool tertio-butylque), candidats pour prendre la place du plomb comme additif, ont rapidement permis d'évaluer les gains d'octane en fonction du composé utilisé. Ainsi ont rapidement été écartés des mélanges du type méthanol-éthanol (M3 %-E3 %) ou méthanol-alcool tertio-butylque (M3 %-TBA2 %), dont les gains d'octane sont seulement de 0,9 à 1,5. En revanche, différentes concentrations d'éthanol (5 % et 7 %) ont donné des résultats satisfaisants (gain d'octane d'environ 1,2). Ainsi que le méthyl-tertio-butyl éther (MTBE), déjà utilisé aux Etats-Unis et dans d'autres pays d'Europe. Encore plus performant (gain de 2), ce composé organique de la famille des éthers s'obtient à partir de deux produits pétroliers : le méthanol et l'isobutène.

La question semblait donc réglée, mais seulement du point de vue technique. Car la fabrication de ces

(1) Voir notre article sur le pot catalytique en p. 120.





ALCOOLS OU SUPER PLOMBÉ : QUELLES DIFFÉRENCES ?

	ÉTHANOL (C ₂ H ₅ OH)	MÉTHANOL (CH ₃ OH)	SUPER PLOMBÉ (C _n H _{1,8n})	MODIFICATION DU MOTEUR	
				Alcool pur	Mélange alcool-essence (éthanol 5 %, méthanol 3 %)
Pouvoir calorifique kcal/kg	6,400	4,760	10,200	Réglage du carburateur ou de l'injecteur. Nécessité d'une consommation supérieure	Aucune
Rapport stœchiométrique	6,45	8,85	14,4	Réglage de la richesse du carburateur pour augmenter le carburant dans le rapport air/essence	Aucune
Volatilité	78°C	65°C	25° à 220°C	Problème de démarrage à froid	Aucune
Chaleur de vaporisation	221	279	80	Élévation du taux de compression, ce qui permet un meilleur rendement	Aucune
Indice d'octane	106	106	97-94	Aucune	Aucune

additifs, du fait de leur origine, ne concerne pas que les pétroliers, mais aussi les agriculteurs. D'où les complications économiques et politiques.

L'éthanol peut en effet être produit à partir de matière première végétale. Recourant aux techniques de la biotechnologie, sa fabrication utilise les propriétés bien connues des levures, et plus particulièrement de la *Saccharomyces cerevisia*, qui transforment par fermentation les sucres contenus dans la betterave en éthanol.

Maintenant au point, cette technique permet de produire 62 litres d'alcool à partir de 100 kilogrammes de sucre de betterave, voire d'autres matières premières, puisque des souches de levure soigneusement sélectionnées ont permis d'élargir la gamme des produits de base : il est en effet désormais possible d'utiliser aussi bien le blé que le maïs ou la cellulose de bois.

Dans les conditions qui sont celles de la CEE aujourd'hui, qui ne sait que faire de ses stocks agricoles après avoir pratiqué une politique de rendements intensifs, on comprendra que la fabrication de l'éthanol représente un débouché de premier ordre pour les agriculteurs. Si, demain, blé, betteraves, maïs, etc. pouvaient passer dans la fabrication de carburant, les surplus ne seraient plus qu'un mauvais souvenir. Mais les agriculteurs risquent de devoir bien vite modérer leurs élans.

Car si l'éthanol peut être produit à partir de matières premières agricoles, il peut l'être aussi à partir de l'hydratation de l'éthylène, un sous-produit pétrolier (on en fabrique déjà actuellement 1,3 million

d'hectolitres et rien n'interdit de multiplier cette production). Il en est de même pour le méthanol. On peut l'obtenir, soit par fermentation de la biomasse, soit par voie pétrochimique. Et là encore la filière pétrolière écoule déjà 400 tonnes par an pour les besoins de l'industrie chimique, et l'utilisation de méthanol dans l'essence entraînerait une demande supplémentaire de 500 000 tonnes par an que les pétroliers semblent tout à fait prêts à honorer. Dans ces conditions, on se demande en effet pourquoi ces derniers iraient acheter de l'alcool chez les agriculteurs alors qu'ils en ont déjà chez eux. Et la fleur qu'ils viennent de leur

faire avec le "superéthanol" ne doit tromper personne. Voyons cela de plus près...

Ce superéthanol, c'est le nouveau carburant que le groupe Elf Aquitaine vient de mettre sur le marché. Mis au point dans la raffinerie de Grand-Puits (Seine-et-Marne), il possède les mêmes caractéristiques que l'essence, coûte le même prix mais n'est pas tout à fait de l'essence puisqu'il contient 5 % d'éthanol. Malgré son récent succès médiatique, ce lancement ne saurait toutefois être considéré autrement que comme un test commercial. D'abord parce que l'on voit mal comment les neuf stations françaises actuellement équipées d'une pompe marquée "superéthanol" permettraient d'écouler les surplus ou de remplacer notre bonne vieille essence polluante. Ensuite, parce qu'à aucun moment les pétroliers n'ont cherché à évaluer le coût d'une mise en place d'un réseau de distribution national. Ce qui en dit long sur leurs intentions de voir vraiment se développer l'"essence agricole".

En fait, l'apparition du superéthanol semble bien plutôt n'être que la partie émergée d'un iceberg européen qui dérive au bon gré des lois de finance. Et notamment l'initiative française du 31 décembre 1987, qui prévoit d'aligner la taxation de l'éthanol sur celle du gazole dans l'Hexagone, dont profitent Elf Aquitaine et les agriculteurs.

Pour comprendre l'intérêt — financier — de cet alignement, il faut revenir sur la taxation des carburants que l'Etat impose aux pétroliers. Qu'il s'agisse de super, d'ordinaire ou de gazole, tous les carbu-

rants sont taxés par l'Etat. Pour chacun s'additionnent les taxes sur les valeurs imposables, les droits de douane, la redevance en fonds de soutien, ainsi que la taxe parafiscale CNE, la TVA et la taxe intérieure sur les produits pétroliers (TIPP). C'est cette dernière qui est en jeu ici. Jusqu'à présent la TIPP sur l'éthanol était proche de celle du super (2,9518 F). En l'alignant sur le gazole (TIPP à 1,5218 F), l'Etat renonce donc à 1,43 F et incite les pétroliers à reverser cette différence aux agriculteurs, en plus du prix par litre d'éthanol (0,70 F). Du coup, tout le monde est content : les pétroliers, en

paraissant disposés à acheter de l'éthanol aux agriculteurs alors qu'ils peuvent en produire eux-mêmes, améliorent à peu de frais leur image de marque ; quant aux agriculteurs, même si à 2,23 F le litre (1,43 + 0,70) ils vendent leur éthanol à perte (car il revient environ à 3 F le litre), ils misent sur l'ouverture d'un marché colossal.

Mais, hélas, une bonne nouvelle en masque souvent une mauvaise. Entre-temps, le ministère français de l'Industrie a posé ses conditions par un arrêté du 16 septembre 1987 (alinéa 4) : désormais la mention "carburant contenant de

(suite du texte page 180)

POURQUOI ON NE ROULE PAS À L'ALCOOL PUR

L'éthanol et le méthanol font partie d'une famille de composés organiques appelés alcools. Du point de vue chimique, les alcools sont caractérisés par la présence du groupement hydroxyle (OH), molécule composée d'un atome d'oxygène et d'un atome d'hydrogène. L'oxygène les distingue donc des carburants classiques, comme l'essence, qui n'en contiennent pas.

Pour fabriquer une molécule d'alcool, on ajoute donc un atome d'oxygène à une molécule d'hydrocarbure. Chaque alcool porte alors le nom de l'hydrocarbure qui lui a donné naissance. On obtient ainsi du méthanol (CH_3OH) en ajoutant un atome d'oxygène au méthane (CH_4), et de même pour l'éthanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), qui vient de l'éthane (C_2H_6).

Avec un seul atome de carbone, le méthanol est l'alcool le plus simple. En revanche, le cholestérol ($\text{C}_{27}\text{H}_{45}\text{OH}$), bien connu des bons vivants, possède 27 atomes de carbone.

Cette variation de structure chimique confère à chaque alcool des propriétés particulières : pour les plus simples (éthanol et méthanol), il s'agit d'une bonne combustion.

Les alcools utilisés comme carburants, purs ou mélangés à l'essence, possèdent les mêmes types de propriétés

physico-chimiques que les hydrocarbures. Seul défaut : ils ont un pouvoir calorifique inférieur à celui de l'essence. Or, avant tout, un carburant doit apporter de l'énergie au moteur, sous forme de chaleur. Pour obtenir la même quantité d'énergie, il faudra donc employer plus d'alcool que d'essence.

Le système serait-il pour autant moins rentable ? Pas du tout. En fait, l'utilisation des mélanges alcool-essence donne un rendement plus élevé qui compense la perte énergétique. Mais à quoi bon l'énergie, si on ne sait pas s'en servir ! Car pour brûler l'essence dans nos moteurs il faut respecter certaines règles : la combustion d'un carburant a besoin d'une certaine quantité d'air ; et le rapport entre les quantités d'air et de carburant utilisées doit être élevé. Or, pour les alcools, ce rapport (dit stœchiométrique) est inférieur à celui de l'essence.

Pour brûler une même quantité de carburant, il faudra donc moins d'air pour les alcools que pour un hydrocarbure classique. Cela implique des modifications du moteur si on veut employer l'alcool pur. En revanche, son addition dans l'essence en petite quantité (jusqu'à 10 % pour l'éthanol et 5 % pour le méthanol) ne modifie pas le rapport stœchiométrique de l'essence.

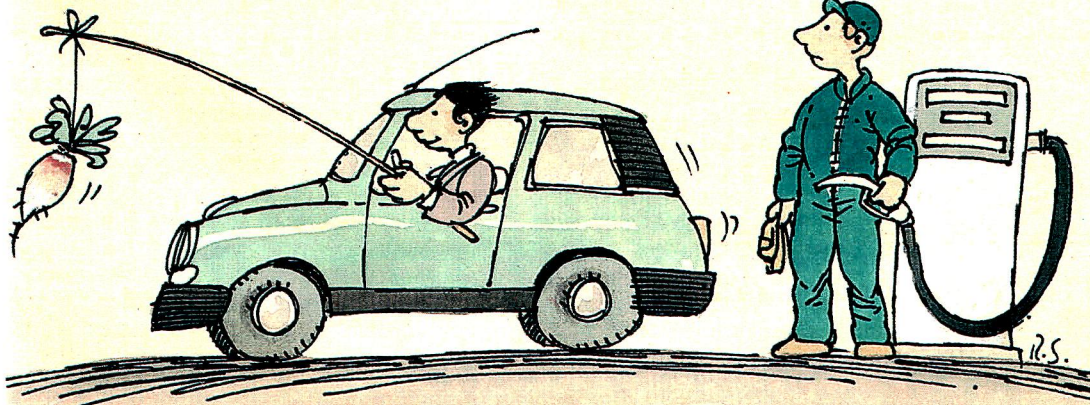
Dans ces conditions les alcools peuvent être utilisés sans transformation du moteur.

Un autre critère de sélection est le degré de volatilité, qui indique la facilité avec laquelle les alcools peuvent être vaporisés (passage de l'état liquide à l'état gazeux). Etant moins volatils que l'essence en raison de leur plus grande homogénéité moléculaire, ils poseront des problèmes de démarrage à froid employés purs, mais non en mélange.

De plus, directement en rapport avec la propriété physico-chimique précédente, la chaleur de vaporisation désigne la quantité de chaleur qu'on doit fournir aux alcools pour qu'ils passent de l'état liquide à l'état gazeux. Or, cette chaleur est plus élevée pour les alcools que pour l'essence, ce qui entraîne là aussi des problèmes de démarrage à froid qu'on ne retrouve pas dans le cas des mélanges.

Mais en proportion limitée pour diluer les différences de caractéristiques, et avec un cosolvant pour éviter la séparation du mélange en deux phases en présence d'eau.

Conclusion : les alcools remplissent donc les conditions d'un bon carburant mais posent moins de problèmes d'utilisation quand ils sont mélangés à l'essence qu'à l'état pur.



L'ORDINATEUR BOUC ÉMISSAIRE

Le Program Trading, où c'est l'ordinateur qui donne les ordres d'achat ou de vente, a été accusé d'avoir déclenché le krach boursier d'octobre 1987. En fait son influence a été davantage psychologique que technique.



La presse française a fait grand cas, ces derniers temps, de la décision prise par de grandes firmes américaines de courtage en Bourse de « débrancher leurs ordinateurs », soit de ne plus pratiquer, momentanément, la technique du *program trading*, qui consiste à vendre ou à acheter automatiquement à la hausse ou à la baisse des actions selon des seuils préétablis par des logiciels, ou à jouer sur les différences de cours sur le marché au comptant de New York et ceux à termes de Chicago.

Ainsi que nous l'avons expliqué (*Science & Vie* n° 844 de janvier), cette technique de décision de vente instantanée par des ordinateurs directement reliés à ceux de la Bourse, pratiquée exclusivement aux Etats-Unis, présente deux inconvénients essentiels. D'une part, l'ordinateur ne réfléchit pas et ne laisse plus le temps ni la faculté au cerveau humain de penser, de décider et d'intervenir. D'autre part, la baisse suscitant les ordres de vente de façon mécanique (informatique) peut entraîner en cascade et sans fin de nouvelles baisses. Ceux-ci correspondant à des cours plus bas, enregistrés dans d'autres programmes d'autres ordinateurs, ce qui peut conduire à des dégringolades absurdes — comme, du reste, à des hausses totalement ineptes. La conjonction de ces deux lacunes conduit à une inconcevable accélération dans le temps des ordres boursiers, dont la progression devient géométrique ; ils relèvent alors de l'irrationalité la plus complète et n'obéissent plus à aucune logique.

Au lendemain du krach boursier d'octobre 1987, où l'indice *Dow Jones Industrial Average* a perdu le tiers de sa valeur, soit environ 1 000 milliards de dollars, le *program trading* avait aussitôt été mis au banc des accusés. Dès janvier, deux grandes maisons de courtage, Merrill Lynch et Shearson Lehman avaient décidé de suspendre l'utilisation de ces programmes. Elles furent suivies en février par

Goldmann Sachs et Dean Witter. Et, en mai, par quatre autres grandes firmes : Salomon Inc., Morgan Stanley, Paine Webber et Bear Stern.

Dans le même temps, Donald Regan, ancien directeur général de Merrill Lynch, puis du Trésor et ex-secrétaire général de la Maison blanche, déclarait devant la Commission bancaire du Sénat que les transactions automatiques par programmes informatiques constituaient un « véritable scandale ». Pourquoi ? Parce que, selon lui, la désorganisation qu'elles ont entraînée « menaçait la confiance des investisseurs privés dans la Bourse, alors que ceux-ci assurent un tiers du volume des transactions, les deux autres tiers étant le fait des « institutionnels » (fonds de placements, de retraites, etc.) »

Et là se trouve bien la véritable explication de la décision prise par les grands courtiers. Il s'agit de rassurer les petits investisseurs qui, depuis le krach d'octobre 1987, se sont détournés de la Bourse et ont organisé des opérations de boycott mettant ainsi en péril l'équilibre financier des maisons de courtage. Ainsi, les bénéfices nets de Merrill Lynch ont-ils baissé, par rapport à 1987, de 33 % au cours du premier trimestre de 1988, puis à nouveau de 36 % lors du second trimestre. Début mai, une enquête révélait que seulement 3,9 % des ménages américains déclaraient avoir l'intention d'acheter des actions, contre 35 % en août 1987. Ces particuliers détenaient alors 2 900 milliards de dollars de titres financiers, ce qui représentait environ les deux tiers du Produit intérieur brut (PIB) américain (1 000 milliards de francs en France, soit approximativement 20 % du PIB). Un tel niveau de méfiance n'avait jamais été atteint depuis 34 ans. Quant au volume des transactions dues à ces mêmes petits investisseurs, il a en moyenne baissé de 40 %. Aucune bonne nouvelle économique ou financière, aucune remontée du *Dow Jones* n'influence plus les petits porteurs qui, pour l'instant, restent sur la

touche, en position d'attentisme. Cela est d'autant plus grave que ces petits investisseurs placent la majorité de leurs fonds dans des petites ou moyennes entreprises et permettent ainsi à la Bourse de jouer son rôle de financement de l'économie.

Le *program trading* ne représentait lors du krach que 15 à 20% des transactions. En février 1988, la Bourse de New York interdisait son utilisation en cas de variation de plus de 50 points du Dow Jones. Mesure totalement inefficace : à plusieurs reprises, en particulier le 14 avril, le Dow Jones baissa par la suite de plus de 100 points. Mieux : sur un marché désormais déserté par les petits porteurs, le *program trading*, que continuent à utiliser les plus gros investisseurs, représente maintenant couramment plus de 30 % du volume des transactions et induit ainsi une volatilité des cours de plus en plus importante.

À la suite du krach de 1987, où l'indice Dow Jones avait chuté de 23 % le 19 octobre (508 points), contre 12,8 "seulement" le fameux jeudi noir du 24 octobre 1929, trois rapports officiels ont été publiés tentant d'expliquer la crise. Celui du professeur Miller, commandité par la Bourse de Chicago, le Chicago Mercantile Exchange (CME) ; celui de M. Katzenback, demandé par celle de New York, le New York Stock Exchange (NYSE) ; enfin le rapport Brady, du nom de l'ancien sénateur (devenu par la suite co-président de la firme de courtage Dillon Read, avant d'être nommé en août dernier Secrétaire du Trésor), responsable du groupe de travail formé, au lendemain de la crise, par le président Reagan. Aucun n'a établi de relation formelle entre l'intensité de l'utilisation du *program trading* et la volatilité des cours. Le rapport Miller montre que la vague d'ordres de vente est apparue simultanément à Chicago et à New York. Le rapport Katzenback évalue à 7 % seulement le montant des ordres passés le 19 octobre, imputables au *program trading*. Le rapport Brady indique que les ordinateurs qui ont tourné pendant le week-end précédant le lundi noir auraient dû, selon leurs programmes et si les opérateurs en Bourse n'avaient suivi que les indications des machines, conduire à la vente de 20 à 30 milliards de dollars d'actions, alors que seulement 2 milliards de dollars en ont été vendus.

Le krach d'octobre résulte en fait pour l'essentiel d'un "réajustement" des cours des actions, qui étaient surévaluées dans une économie devenue fragile (taux d'intérêts élevés, dollar faible, déficit du budget et du commerce extérieur), alors que depuis 1982 l'environnement économique était favorable aux entreprises. Cette fragilité de l'économie et du marché américain, à laquelle les investisseurs n'ont pas voulu croire, était déjà apparue au cours de l'été 1987, où les cours avaient baissé, le 25 août, de 20 %, puis, à l'automne, les 11 et 12 septembre, de plus de 100 points. Des coups de semonce

dont personne à l'époque n'avait tenu compte ; début octobre encore les investisseurs achetaient de plus en plus d'actions. Ils avaient conscience que celles-ci étaient surévaluées mais pensaient pouvoir se retirer à temps.

Le caractère soudain de la crise s'explique par des raisons psychologiques : une panique soudaine due simultanément à la persistance de la mauvaise tenue du dollar, à l'annonce d'un déficit important du commerce extérieur et à un projet de loi fiscale — qui n'a jamais été adopté — visant à taxer très fortement les investisseurs se livrant à des opérations d'OPA, ce qui a conduit à la chute des cours d'un grand nombre de sociétés, et ce qui aurait eu pour effet d'écarter du marché les *raiders*, dont les fonds contribuaient très largement à alimenter la liquidité et la progression des cours. Chacun a alors voulu vendre et le mouvement s'est entretenu par lui-même, pratiquement aucun acheteur ne se manifestant : c'est la loi de l'offre et de la demande qui régit la Bourse. Des rumeurs sont en outre apparues quant à une fermeture éventuelle des marchés. La confusion était alors à son comble et les investisseurs ont été poussés à liquider leurs portefeuilles avant cette fermeture — qui n'est jamais intervenue.

Depuis, le comportement de la Bourse américaine est resté régi par la psychologie, et donc la politique, davantage que par les faits et par la technique : les cours continuent à être terriblement volatils. Le conseiller financier de l'Ambassade de France à New York note ainsi : « En cette année électorale, la Maison blanche est peu encline à apparaître régulatrice. » En prenant des mesures visant à limiter la liberté d'action des opérateurs sur les marchés. Et de compléter en expliquant que « le processus d'analyse et de réaction à la crise du 19 octobre est devenu politique et ne pourra revenir sur un plan technique... Il n'importe plus vraiment aux autorités de savoir ce qui a véritablement déclenché le krach du lundi noir. Il convient avant tout de prendre des mesures pour rassurer le grand public en essayant de ne pas trop mécontenter les différentes baronnies du royaume de la finance ».

La décision des grands brokers de ne plus utiliser momentanément les techniques du *program trading* est également dictée par la psychologie : il s'agit uniquement de redonner confiance aux petits porteurs, qui n'hésitent pas aujourd'hui à assimiler bourse et casino, ce que nous a confirmé le service économique de l'ambassade des Etats-Unis à Paris. Elle ne supprime pas cette réalité fondamentale que les Etats-Unis vivent au-dessus de leurs moyens et dépendent cruellement des capitaux étrangers. Ainsi que le note notre confrère spécialisé *Option Finance* : « La volatilité des cours n'est pas près de marquer une pause, pas plus que le *program trading* n'est mort aux Etats Unis. » **Gérard Morice**

UN TRAMWAY DANS UNE VALISE

Inventées il y a une cinquantaine d'années par Michelin avec son célèbre "Bibendum", les structures gonflables géantes arrimées au sol, montables et déplaçables en quelques instants d'un lieu à un autre pour assurer la promotion de tel ou tel produit, effectuent aujourd'hui en France une percée spectaculaire au royaume du marketing.

Long de 14 mètres, haut de 2,5 m et large de 1,7, ce tramway vient de débiter sa carrière en Seine Saint-Denis, département qu'il va sillonner pendant plusieurs mois pour sensibiliser la population aux atouts de cet antique moyen de transport que l'on redécouvre aujourd'hui. Il constitue la réplique exacte des tramways qui circulent déjà à Nantes ou à Grenoble.

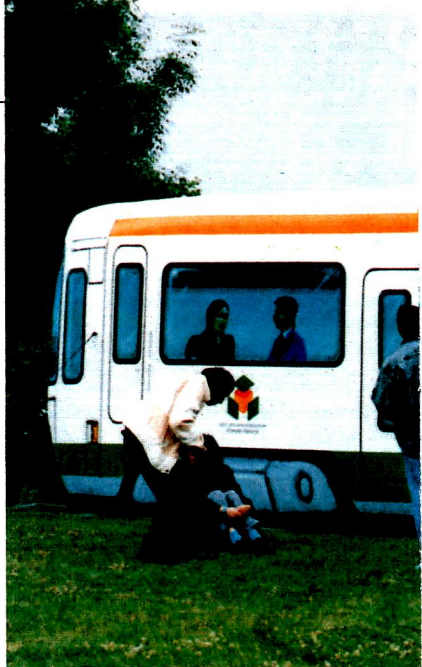
Sa particularité ? Il s'agit en fait d'une maquette gonflable en moins de trois minutes qui, repliée, se range dans un sac d'1 m sur 1 m, l'ensemble pesant alors moins de 100 kg. Une simple voiture peut ainsi le transporter à volonté d'un point de démonstration à un autre. Démonstration dont l'impact est renforcé par la diffusion d'un programme audiovisuel permettant d'informer les chalands sur les avantages du tramway dans les transports publics urbains, grâce aux installations vidéo qui prennent place dans l'alcove centrale visible sur notre photo.

Cette réalisation illustre le formidable boom en France, au cours des deux dernières années, de cette forme de communication spectaculaire que constituent les gonflables géants aux formes les

plus variées. Car il y a belle lurette — une quinzaine d'années — qu'ils sont largement utilisés aux Etats-Unis sans que leur force d'attraction sur le public ait faibli d'un iota.

Les structures géantes, proposées par la société spécialisée Les Bornes du ciel⁽¹⁾ de Jean-Loup Vessereau — leader en la matière et la seule, à notre connaissance, à pouvoir réaliser les formes les plus complexes soient-elles — ont aujourd'hui acquis leurs lettres de noblesse. Elles sont faciles et économiques à transporter grâce à leur faible poids ; faciles aussi à stocker grâce à leur faible volume une fois repliées ; faciles et rapides enfin à monter sur site — on déplie, on branche l'alimentation en air —, comme à démonter — on débranche cette alimentation, on replie. Enfin, elles sont respectueuses de l'environnement, n'ont besoin d'aucun perçage ni scellement, sont non polluantes et ne présentent aucun danger, même s'il leur arrivait — ce qui ne s'est jamais produit — de s'effondrer ou de tomber, puisqu'elles ne comportent aucune pièce rigide. Et comme elles exercent sur leur passage un formida-

(1) Les Bornes du ciel, Jean-Loup Vessereau Diffusion, 14 boulevard de Sébastopol, 75004 Paris, tél. (1) 42 78 83 70.





ble pouvoir d'attraction et de fascination sur le public, leur acquisition fait aujourd'hui, au même titre que les médias classiques, systématiquement partie des hypothèses de travail envisagées par les annonceurs, publics comme privés, lorsqu'ils élaborent leurs budgets de promotion.

Malgré la preuve apportée il y a plus de 50 ans par Michelin, pionnier en la matière avec son célèbre *Bibendum*⁽²⁾, que les structures gonflables constituaient un outil de communication extraordinaire, Jean-Loup Vessereau se souvient que le lancement des Bornes du ciel fut plus que difficile : « Nous nous sommes beaucoup battus depuis quatre ans. A nos débuts l'incompréhension que nous avons rencontrée auprès des annonceurs spécialisés dans la promotion n'a eu d'équivalent que notre détermination et notre certitude de détenir un outil de communication extraordinaire. Certes l'accueil fut immédiatement chaleureux, mais, paradoxalement, les responsables marketing voulaient, d'un côté, être les premiers à utiliser un gonflable mais, en même temps, à condition d'avoir d'abord pu voir une réalisation similaire... »

Aujourd'hui, les "bornes du ciel" ont peu à peu "dévorer" l'activité initiale de la société de Jean-Loup Vessereau, qui était à l'origine une firme classique de PLV (promotion sur le lieu de vente) spécialisée dans les banderoles et drapeaux et connaissant donc bien le secteur du textile : elles représentent les 3/4 de son chiffre d'affaires.

Techniquement, les gonflables des Bornes du ciel sont alimentés en permanence par un pulseur d'air électrique fonctionnant en 12, 220 ou 380 volts —

(2) dont le nom est né du slogan lancé en 1893 par André Michelin : « Le pneu boit l'obstacle. » et dont le personnage vit le jour en 1898 sous la plume de l'affichiste M. Rossillon, inspiré par un concessionnaire qui avait installé ses pneus en un empilage évoquant vaguement la forme humaine.

selon la demande du client et la taille du gonflable⁽³⁾. Pratiquement toutes les formes peuvent être reproduites à n'importe quelle échelle, de 2 à 30 mètres.

La naissance d'un gonflable suppose l'utilisation d'une technique assez pointue. « Le client nous remet son produit, boîte de céréales, rasoir électrique, bouteille de soda, paquet de café, etc. Nous nous servons d'ordinateurs pour calculer le modèle, explique le responsable des Bornes du ciel, ce qui économise temps et argent. Le produit est filmé par trois caméras et les images sont numérisées. Lorsqu'elles sont introduites dans l'ordinateur, le patron est créé par un traceur. On le place alors sur le tissu, une toile constituée d'une trame de nylon et de polyester enduite de PVC sur ses deux faces, qui est coupé. » Les structures sont donc mises au point à l'aide d'un programme informatique de conception assistée par ordinateur (CAO) qui dessine, à l'échelle choisie, les différentes pièces constitutives de l'ensemble.

Généralement ces pièces font l'objet d'un premier bâti, d'un assemblage par couture à grands points. Elles sont ensuite décorées manuellement par des artistes selon les prescriptions du client, les dégradés étant traités à l'aérographe ; puis entièrement vernies, ce qui permet à leurs couleurs de résister aux ultraviolets solaires et facilite les nettoyages, la crasse ne pouvant entrer dans les pores du tissu. Dernière opération, elles sont définitivement assemblées par une couture "sellier", qui vient remplacer le bâti.

Une autre technique, plus simple, est en train de se développer. La structure est directement assemblée en couture sellier, sans bâti préalable, gonflée,

(3) Les batteries intégrées de 12 volts permettent d'éviter les groupes électrogènes ou toute autre alimentation électrique lors du placement du gonflable en extérieur.

décorée, puis vernie. Là où se trouvent les trous des piqures, l'évacuation d'air est suffisamment forte pour repousser le vernis, ce qui est excessivement important, ainsi que nous le verrons un peu plus loin.

Le volume intérieur des gonflables est de type cellulaire, c'est-à-dire qu'il comporte un ensemble de compartiments communiquant les uns avec les autres par l'intermédiaire d'orifices dont les dimensions sont calculées selon la pression que chacun de ces compartiments doit recevoir pour atteindre la rigidité souhaitée.

Par opposition à la technique du gonflable fermé, c'est cette structure cellulaire avec circulation d'air qui permet la réalisation de formes complexes, sans plis ni dépressions, par une insufflation de pression maximale en certains endroits. Sans elle, par exemple, les oreilles de *Margueritte*, la vache Milka de Suchard de notre photo, auraient fâcheusement tendance à s'affaisser...

Autre avantage de l'une ou l'autre des deux techniques utilisées par les Bornes du ciel sur celle

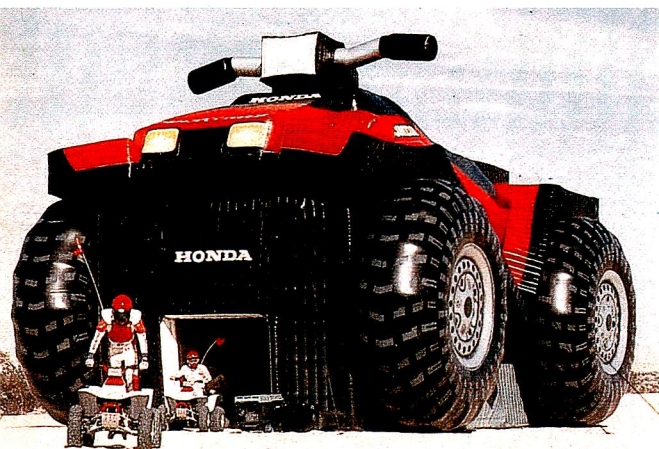
gonfler rapidement une structure afin de la transporter ailleurs, il faut arrêter le pulseur et ouvrir de grandes trappes "zippées". Un gonflable moyen, d'une hauteur de 6 m, se démonte ainsi en cinq minutes — et se gonfle en moins de deux minutes.

Ultimes sécurités, chaque structure des Bornes du ciel fait l'objet d'une "carte d'identité" où figurent toutes ses caractéristiques techniques, ainsi que les proportions utilisées dans les mélanges de chaque couleur. Cette fiche est jointe au programme de CAO propre à chaque gonflable, qui peut ainsi être réparé sans délais, construit en double exemplaire sans autre étude préliminaire, ou légèrement modifié, comme ce fut le cas pour la vache Milka, autour de laquelle a été rajouté un pré lui aussi gonflable constituant une aire de jeu pour les enfants. En outre, les utilisateurs intégrant des gonflables géants dans leur politique de marketing bénéficient d'une complète tranquillité d'esprit : les Bornes du ciel viennent de créer une assurance spéciale qui garantit l'intervention des techniciens de la société dans les 12 heures, n'importe où en France, en cas de défaillance de leurs matériels.

Une autre utilisation des gonflables que celle purement marketing est en train d'apparaître spontanément, sans qu'on l'ait le moins du monde envisagée au départ. C'est la simulation. Avant d'installer des citernes de gaz dans leur jardin, les futurs utilisateurs ont pu, grâce aux gonflables amenés sur place par le fournisseur (en l'occurrence Shell) et positionnés successivement en différents endroits, de déterminer le coin précis où elles trouveraient le mieux leur place. De même, aux Etats-Unis, des architectes commentent-ils à installer des gonflables sur sites, préalablement à la construction définitive en dur, pour mieux se rendre compte de leur impact sur l'environnement, de leur intégration sur ces sites, de leurs ombres portées, etc..., afin de présenter à leurs clients, en grandeur nature, ce que sera exactement leur future maison ou leur future usine. De la même manière, les Bornes du ciel avaient proposé, mais en vain, d'édifier une reproduction grandeur nature de ce qui devait devenir la Pyramide du Louvre, afin que les Parisiens puissent juger objectivement, de ce que serait réellement cet édifice, de son impact sur l'environnement, de son esthétique, avant d'en décider la construction.

Dernière question : combien coûte un gonflable géant ? 80 000 à 120 000 F environ pour une structure de 6 m de haut et d'une forme pas trop complexe, gonfleur adapté à la structure compris, de même que les haubans d'arrimage, le tapis de sol, un kit de réparation d'urgence et un manuel d'utilisation.

Mais Jean-Loup Vessereau n'aime pas beaucoup



Du hall d'exposition de motos 4 roues Honda...

des gonflés fermés : leur sécurité et leur fiabilité. Nous avons vu que les structures étaient alimentées en permanence par un pulseur d'air électrique. L'air en excès s'évacue également en permanence naturellement, par les milliers de points de couture qui rassemblent leurs cellules, sans quoi, bien sûr, elles éclateraient. Cette alimentation permanente rend sans effet tout perçage accidentel ou malveillant. La déperdition d'air qui en résulterait serait compensée par le pulseur et la structure ne se dégonflerait pas. Seul un acte de vandalisme délibéré, un coup de couteau ouvrant une brèche d'un mètre de côté, pourrait provoquer un affaissement — pas un effondrement — de la structure. Pour véritablement dé-

répondre à ce type de question. Il préfère, à juste titre, dire qu'une "borne du ciel" ne coûte pas plus cher qu'un seul spot passé à la télévision ou qu'une unique page de publicité en quadrichromie publiée dans un magazine grand public. Alors que les structures sont inusables (l'une d'elles, un panneau d'affichage représentant un avion en 3 m de relief installé au Canada en 1978, n'a dû subir qu'une seule intervention, l'an dernier : sa recoloration), qu'elles peuvent être vues par des millions de personnes et qu'elles suscitent chez ceux qui les aperçoivent, et éventuellement chez ceux qu'elles accueillent dans une alcove semblable à celle du tramway de la Seine Saint-Denis, un impact d'une force incomparable.

Au point que Jean-Loup Vessereau étudie actuellement, à la demande d'organiseurs de manifestations ponctuelles, de mettre en place une formule de location. Trois modèles sont prévus. Un gâteau anniversaire — pièce montée de 7 m de haut, où même les bougies sont gonflables — destiné à la grande distribution. Un clown de 9 m de haut tenant une pancarte sur laquelle sera annoncé tel ou tel événement ; le message de la pancarte, fixé par du Velcro, étant amovible et modifiable à volonté. Et un gorille de 7,50 m de haut pour les promotions les plus diverses — depuis King-Kong, les gorilles font toujours recette. Ces locations feraient l'objet d'un contrat de trois jours et elles coûteraient environ 7 000 à 9 000 F par jour.

Reste à mesurer précisément la relation qui existe entre la perception d'un gonflable géant et l'acte d'achat. Aucune étude sérieuse et chiffrée n'a malheureusement encore été effectuée par aucun annonceur, aucune agence, aucun organisme professionnel de la promotion, du marketing ou de la publicité.



... à la vache Milka, toutes les "bornes du ciel" sont conçues par ordinateur.

Mais Jean-Loup Vessereau ne se fait aucun souci sur ce plan. Il évoque à ce sujet l'énorme gonflable Honda réalisé en 1987 aux Etats-Unis pour la promotion des motos 4 roues : 16 m de long, 13 m de haut, 13 m de large, une salle intérieure de 100 m² ouverte de part et d'autre, sans aucun pilier, comportant deux niveaux superposés reliés par une rampe. Le jour de sa présentation, plusieurs centaines de motos attendaient journalistes et distributeurs pour leur présenter une surprenante démonstration. Les photos du monstre et de son "ballet" sont parues dans plus de 120 journaux et magazines et des dizaines d'émissions de télévision lui ont été consacrées...

Gérard Morice

Fruit de la passion



Nous, à SVM, on est fou de micro-informatique. Chaque mois, on passe au banc d'essai nouveaux matériels et nouveaux logiciels, on traque l'innovation géniale qui vous fera encore gagner du temps, on enquête partout où ça bouge dans la micro pour vous dire ce qui se fait de mieux.

On est constamment à l'écoute de vos besoins pour y répondre concrètement dans chaque numéro.

On teste, on critique, on sélectionne, bref, on fait SVM et on aime ça, passionnément.

Résultat : notre journal est le N°1 de la presse informatique.

SCIENCE & VIE MICRO

SVM

N°1 DE LA PRESSE INFORMATIQUE

AU SOMMAIRE D'OCTOBRE :

- Les nouveaux ordinateurs d'Amstrad en avant-première.
- Choisir un modem et un logiciel de communication.
- Tous les outils de création graphique sur Amiga.

ECHOS DE L'INDUSTRIE

AGROMETEOROLOGIE

La météo informatisée à la ferme

Pour gérer leurs exploitations, les agriculteurs dépendaient jusqu'à présent des informations plus ou moins précises fournies par une station météo parfois située à plusieurs dizaines de kilomètres. Pour un territoire couvrant 549 000 km², le "parc" de ces stations météo mis en place par la météorologie nationale se limite en effet à 3 500 unités, dont 750 seulement enregistrent à la fois les températures et la pluviométrie, les autres se limitant à cette dernière.

Grâce à un nouveau système d'agrométéorologie, Aneth, (Appareil nouveau pour l'enregistrement de la température et de l'humidité), ces agriculteurs pourront prochainement décider, avec une parfaite connaissance des données climatiques qui les concernent, des interventions à effectuer sur leurs exploitations.

Conçue et bientôt mise sur le marché par l'Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF) et la société CIMEL Electronique, Aneth, qui subit actuellement son ultime phase de qualification sur un site de l'Institut national de la recherche agronomique soigneusement gardé secret, constitue un véritable bond en avant technique. Elle n'est pas une simple station météo automatique implantée sur l'exploitation. Elle est aussi couplée, par câble enterré, à un micro-ordinateur équipé de logiciels originaux qui permettent de stocker et de traiter les données climatiques pour les mettre instantanément à la disposition de l'agriculteur — ou d'un groupe d'agriculteurs, une même station pouvant être financée et utilisée par un en-

semble d'exploitants, pourvu qu'ils soient installés dans une région homogène sur le plan climatique, ce qui est particulièrement le cas dans les plaines. D'où plusieurs possibilités d'utilisations.

Première possibilité, l'agriculteur pourra raisonner sur les données brutes de températures et de pluies, les informations horaires étant archivées durant un mois et celles journalières pendant un an. A l'occasion d'un désherbage, à titre d'exemple, Aneth lui indiquera la température instantanée, ce qui le renseignera sur la possibilité, ou non, d'appliquer tel ou tel herbicide. Aneth pourra aussi afficher la pluviométrie pendant les heures qui suivront l'application du traitement et donc lui permettre d'évaluer le risque de lessivage.

Seconde possibilité pour l'agriculteur, recourir aux calculs de valeurs élaborées. Entre autres, la somme des températures enregistrées entre deux dates lui fournira une information utile pour connaître le stade de développement des céréales. Car on sait que pour telle variété et selon la date du semis, il faut un cumul de températures de 150° C pour qu'une graine de blé produise sa première feuille, puis 100° C pour chaque feuille supplémentaire.

En fait, le système Aneth présente de multiples applications qui intéressent l'ensemble des cultures d'une exploitation. D'autant plus qu'il est évolutif, ses logiciels pouvant être constamment enrichis. L'ITCF met ainsi actuellement la dernière main à des programmes de suivi du bilan hydrique des sols, des stades de développement du

blé et de prévision des maladies — on sait aussi qu'à partir de tel cumul de degrés de température, il y a risque d'apparition de telle ou telle maladie des plantes.

Les agriculteurs pourront ainsi bientôt gérer leurs exploitations tranquillement, de chez eux, derrière leur bureau, un verre de pastis à la main — puisque l'aneth est la plante dont on tire le pastis... La station Aneth sera commercialisée par l'ITCF au prix de 18 000 F HT, incluant la station météo CIMEL (*voir photo*), équipée d'un pluviomètre et d'une sonde de température avec un mini abri, un kit de couplage au micro-ordinateur (PC ou compatible) et les logiciels de l'ITCF.

Pour tout renseignement : ITCF, 8 avenue du Président-Wilson, 75116 Paris, tél : (1) 47 23 55 13.



SANTÉ

ANIMATION

Les variations atmosphériques reproduites en laboratoire

Jambes lourdes, malaises cardiaques, maux de tête, irritabilité et tension nerveuse extrêmes, crises d'angoisse, à titre d'exemples, ne sont pas que des maladies trop facilement classées comme psychosomatiques.

Nombre d'entre elles sont aussi grandement liées aux variations climatiques et atmosphériques : chaleur, humidité, vent, temps orageux, etc. Mais comment soulager ceux qui en souffrent ?

Cela sera désormais possible en Autriche où va s'ouvrir un dispensaire spécialement conçu pour aider de façon systématique les personnes sensibles à ces variations du temps.

Parallèlement, les Autrichiens construisent un Institut d'études en la matière.

L'élément principal de ce nouveau centre de recherche qui constituera une première sur le plan européen, est une chambre clima-



tique permettant de reproduire artificiellement les conditions atmosphériques les plus diverses. Le Dr Aloïs Machalek, médecin météorologiste qui dirigera le centre, précise que cette chambre pourra reproduire tout le spectre des différentes conditions météorologiques, depuis la pression et l'électricité atmosphériques, jusqu'au nombre d'ions caractéristiques d'une situation spécifique.

CONCOURS

Quelle presse pour les jeunes ?

"La presse : un média pour les jeunes". Que lisent-ils ? Comment lisent-ils ? Quelles sont leurs attentes ? Quelle cible publicitaire représentent-ils ? C'est le thème retenu pour l'année scolaire 1988-1989 par Presspace, l'Union de la publicité presse, pour le concours qu'elle organise depuis deux ans afin de faire découvrir aux étudiants toutes les facettes de la profession. Deux prix, l'un de dix mille francs, l'autre de cinq mille récompense les meilleurs mémoires.

Tous les étudiants des établissements d'enseignement supérieur de gestion, commerce, presse, publicité et marketing peuvent concourir. Ils doivent s'inscrire avant le 30 novembre, soit au secrétariat de leur école, soit directement auprès de Presspace, 40 bd Malesherbes, 75008 Paris, tél (1) 47 42 11 14.

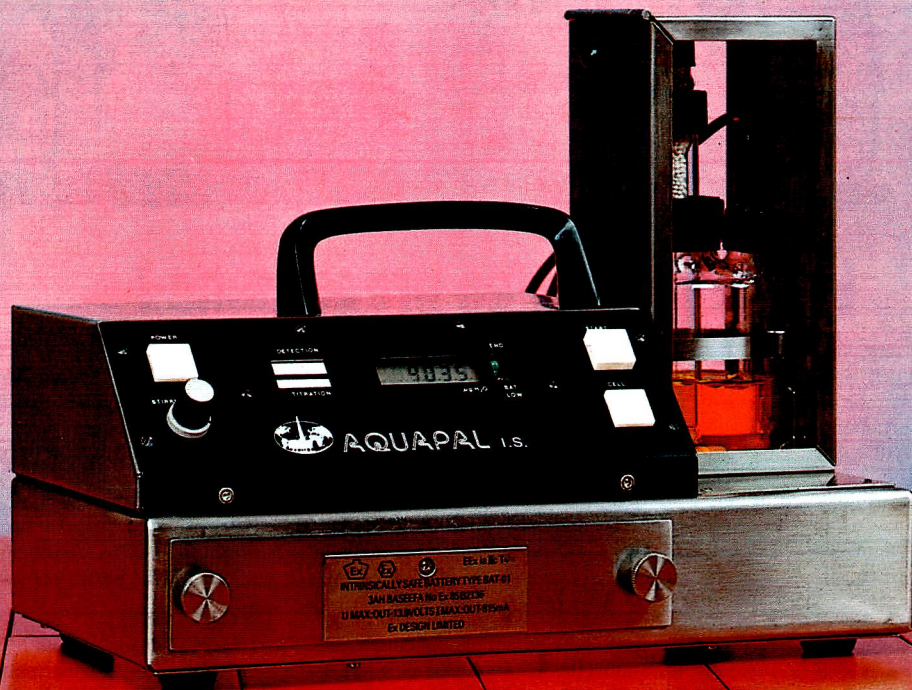


Un vidéo-magazine interactif à faible coût

Nombre de galeries marchandes se sont déjà équipées de dispositifs vidéo interactifs qui permettent de présenter à leurs visiteurs, à l'aide d'un simple clavier, des séquences les guidant vers tel commerçant ou d'accéder à des informations d'ordre général. Ces appareils fonctionnent à l'aide d'un vidéo-disque. Si ce dernier assure un accès rapide à la séquence souhaitée, il présente, par contre, l'inconvénient d'être un support coûteux et figé.

GS Conseil l'a donc remplacé par un magnétoscope couplé à un micro-ordinateur. Ceci permet de réaliser un appareil bon marché et dont le contenu est modifiable à tout instant par simple changement de la cassette vidéo — support également fort peu coûteux. Les temps morts correspondant à la recherche de la séquence choisie sur la cassette sont comblés par des images, ou des informations générées par le micro-ordinateur. Dès que la séquence est trouvée, la commutation entre ordinateur et magnétoscope est automatique. Ce produit intéressera les galeries marchandes de dimension modeste, ou les associations de commerçants pour des opérations promotionnelles ponctuelles. GS Conseil peut également prendre en charge le tournage du film vidéo qu'exploitera par la suite le système. Contact : GS Conseil, 12 rue la Condamine, 75017 Paris, tél. (1) 43 87 08 03.

Précisions. Plusieurs mots ont malencontreusement été supprimés dans l'article intitulé "L'invasion sournoise des métaux lourds" publié dans notre numéro de septembre. Il fallait lire, page 52 : « Les "Chisso Corporation", "Union Carbide" et "Sandoz" masquent une pollution plus insidieuse. Car ces émissions empoisonnées ne sont pas seulement ponctuelles... »



OFFSHORE

Analyses à pied d'œuvre

Une donnée, à suivre en permanence pour connaître la qualité du pétrole et du gaz extraits sur les plates-formes offshore, est leur teneur en eau. Jusqu'ici, il fallait expédier les échantillons prélevés pour analyse à des laboratoires éloignés, d'où ces trois inconvénients : coût exorbitant (transport par hélicoptère), résultats longs à obtenir (transport par bateau) et pas parfaitement précis (évaporation et décantation lors du transport, erreurs dues aux manipulations).

Désormais, ces analyses peuvent se faire sur le site lui-même, instantanément, grâce à l'"Aquapal IS" mis au point par le fabricant britannique Petrochem Analysis. Cet appareil de titrage automatique est sensible au microgramme près. Il suffit d'introduire un échantillon d'un volume donné dans une enceinte comportant une solution réactive et une anode, puis de presser un bouton pour que le titrage

en eau s'affiche aussitôt.

Une imprimante, proposée en option, permet de conserver les résultats en vue de comparaisons ultérieures.

De construction robuste, l'Aquapal IS est protégé par un coffre d'acier inoxydable résistant à la corrosion qui permet son utilisation dans des milieux humides et poussiéreux. Il fonctionne sur batteries.

Sa simplicité est telle qu'il ne requiert aucun personnel spécialisé. Le réactif ne doit être changé qu'après plusieurs centaines d'analyses. L'appareil est donc économique à deux titres : il fait gagner du temps et de l'argent sur le réactif.

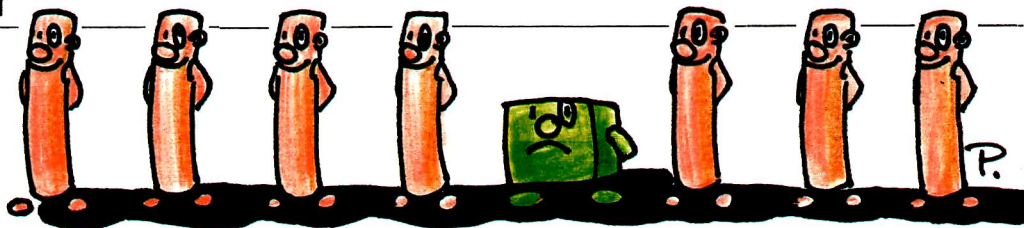
L'Aquapal IS trouve aussi son utilisation dans l'ensemble de l'industrie chimique confrontée aux problèmes de titrage des carburants et solvants, comme dans l'industrie pharmaceutique où le titrage en eau doit intervenir tout au

long de la fabrication de certains produits.

Tout renseignement auprès de la société qui le commercialise en France : ISL, BP 17, 208 route de Bretagne, 14760 Bretteville-sur-Odon, tél : (16) 31 26 82 89.

Intelligence artificielle. Le premier Congrès européen

traitant de son enseignement et de ses techniques aura lieu à Lille du 3 au 5 octobre, dans le cadre du salon Applica 88, consacré à la productique et aux applications de l'informatique et de l'électronique. La première journée, consacrée aux communications largement informatives, concernera un vaste public. La seconde privilégiera la technique et la recherche. La troisième enfin s'ouvrira à l'enseignement proprement dit dans tous les secteurs, universitaires ou professionnels, présentation d'exemples à l'appui. Pour tout renseignement : CCI de Lille-Roubaix-Tourcoing, Hélène Rosset ou J.M. Vargas, tél (16) 20 74 14 14.



SANTÉ

Les gènes mis en programme ?

Lorsqu'ils sont défectueux, les quelque 100 000 gènes dont nous disposons et qui conditionnent notre comportement physique et mental, peuvent entraîner des maladies non microbiennes comme le diabète ou les différentes psychoses.

Aussi la Commission européenne propose-t-elle aux Douze un programme de recherche spécifique portant sur l'analyse du système des gènes. Ce programme couvrirait les années 1989-1991 et coû-

terait 30 millions d'ECU — environ 21 millions de francs — dont une moitié serait financée par le budget européen et l'autre par les participants (d'au moins deux pays différents) : entreprises, universités, instituts de recherche. Une formule de financement qui a déjà fait le succès de nombreux programmes de recherche communautaire, comme BRITE (Basic Research in Industrial Technologies for Europe) concernant l'application de nouvelles technologies aux indus-

tries traditionnelles.

L'objectif est d'identifier et de localiser précisément les différents gènes (voir *Science & Vie* n° 845, p. 34, "A la découverte du génome humain"), afin de pouvoir ensuite traiter les éléments défectueux. Une recherche qui présente aussi à terme un intérêt économique évident : la mise au point de médicaments.

Cela n'a échappé ni aux Etats-Unis ni au Japon, qui ont déjà lancé de vastes études en la matière.



Rien qu'en Afrique, 80 000 éléphants sont abattus chaque année, si bien que leur population est tombée de 2,3 millions d'animaux en 1970 à 700 000 aujourd'hui. Les safaris ne sont pas directement en question, mais c'est le commerce de l'ivoire qui est à l'origine de cette hécatombe : 800 tonnes en sont exportées chaque année, dont 40 % vers l'Europe et les USA. Devant ce désastre, la Commission européenne entend proposer l'interdiction totale du commerce de l'ivoire au sein des Douze.

Plus de place en Europe pour le dumping, cette pratique qui consiste à vendre tel ou tel produit moins cher à l'étranger que sur son propre territoire — voire moins cher que son prix de revient réel afin d'écouler des surplus, ou, surtout, de s'établir sur un marché et de "casser les reins" de la concurrence. Jusqu'ici, lorsqu'une pratique de dumping était constatée, la Communauté européenne imposait des droits, payés à l'importation, qui compensaient la différence entre les prix de vente du produit et le prix considéré comme "légal". Mais le consommateur continuait à payer le produit à des prix trop bas et les firmes européennes restaient pénalisées. Elles ne le seront plus désormais : c'est le prix du produit lui-même, lors de sa vente au détail, sur chacun des marchés des Douze, qui sera relevé. Les procédures, assurément, seront en outre plus rapides et plus efficaces.

HANDICAPES

Téléphoner en faisant le bon numéro

Cet appareil, le "Synthel", qui apparaît ce mois-ci sur le marché, permet aux handicapés de la vue ou de la motricité digitale de composer à coup sûr le bon numéro de téléphone.

S'adaptant à tout appareil téléphonique à cadran ou à clavier, le Synthel énonce par sa voix synthétisée les chiffres du numéro appelé au fur et à mesure de leur composition par l'utilisateur. En cas d'erreur, ce dernier peut ainsi raccrocher et renouveler son appel.

Le Synthel, qui est homologué par les PTT, peut s'exprimer, au choix, en deux langues différentes. Il est alimenté par piles et se bran-

che simplement sur la prise PTT grâce à une prise gigogne. Une pression sur le poussoir de mise en route et l'appareil est prêt à fonctionner.

Renseignement, fabrication et commercialisation (1 395 F TTC) auprès de INNOVATEC, ZA de Chanteloup, Bat A, 93603 Aulnay-sous-Bois, tél : (1) 48 69 38 95.



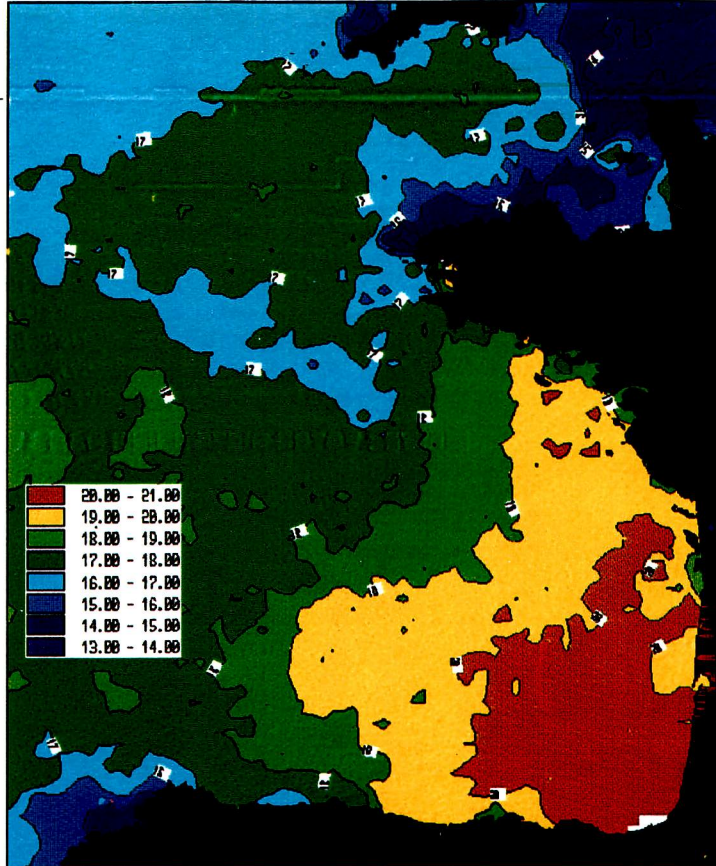
PECHE

France- Espagne : une guerre aux curieux accords

La restructuration de la flotte française des thoniers n'est pas du goût des Espagnols. Alors qu'eux-mêmes pratiquent toujours la pêche à la palangre, les Français utilisent de plus en plus, dans le golfe de Gascogne, le filet pélagique (tiré par deux bateaux en haute mer) et le fameux filet mailant conçu par l'IFREMER (l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer) dans lequel les poissons viennent prendre leurs ouïes. Les rendements moyens d'un thonier s'en trouvent quadruplés ! La pêche au thon en eau tempérée, qui périssait en France, repart donc de plus belle.

L'Espagne, dont la production de germons (thons blancs) était 10 fois supérieure à celle de la France en 1987, s'oppose à l'utilisation de ce filet, qu'elle accuse de dépeupler le milieu. Elle s'intéresse pourtant simultanément de très près à une technique d'aide à la pêche redoutablement plus efficace, qui débute les thons depuis l'espace. Le paradoxe est que cette technique leur vient directement de France...

L'idée d'utiliser les satellites pour la pêche au thon est inspirée par l'écologie de ces poissons. S'ils aiment les eaux chaudes, les thons fréquentent les eaux froides pour trouver leur nourriture. Ils s'accumulent ainsi aux abords des remontées d'eau froide, qui constituent de vastes viviers grâce à leur richesse en éléments minéraux. Les fronts thermiques, qu'ils franchissent quotidiennement, sont facilement repérables sur les thermographies réalisées par les satellites enregistrant le rayonnement infrarouge de la surface terrestre. Les pêcheurs n'ont plus qu'à filer droit vers ces zones.



Gain de temps, économie de carburant, rendements miraculeux, la télédétection pourrait apporter une contribution fort intéressante à l'industrie de la pêche. La technique est du reste déjà utilisée sur la côte ouest des Etats-Unis, et elle a été testée à plusieurs reprises avec succès par la France (**voir carte**). Le projet européen "Halios" en tient d'ailleurs compte pour concevoir et réaliser les prototypes des navires de pêche des années 1990. Inscrit dans le cadre du programme Euréka, il rassemble justement la France et l'Espagne, auxquelles vient de se joindre l'Islande.

Mais l'Espagne n'a pas l'intention d'attendre jusque-là. La société espagnole IBERSAT négocie actuellement avec l'IFREMER, la mise en place d'une assistance par satellite pour la pêche du thon tropical à la senne (nappe de filets qui forme une muraille et délimite un demi-cercle sur le fond). Les Français apportent leur soutien logistique pour traiter les données des satellites Météosat et NOAA reçues par la station de Las Palmas, aux Canaries, et établir leur corrélation avec les relevés de température *in situ* disponibles. Ils se

chargeront également de la transmission en temps réel des thermographies aux flotilles espagnoles, en poste dans les eaux tropicales.

A cette opération à but purement lucratif pourrait bien participer l'ORSTOM (rebaptisé Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération). Celui-ci met actuellement en place un service similaire pour des armateurs de Concarneau, avec l'aide du Centre de météorologie spatiale et du Centre national d'études des télécommunications de Lannion.

D'ici la fin de l'année, les flotilles françaises de thoniers pêchant dans l'océan Atlantique, entre 20° nord et 20° sud, recevront les données thermographiques du satellite Météosat, par l'intermédiaire du réseau Inmarsat.

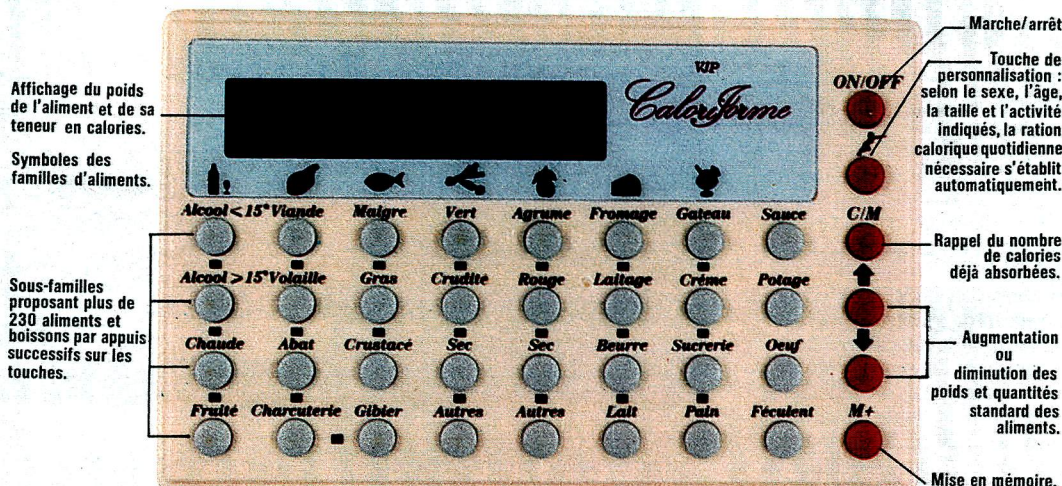
Plus que jamais s'impose la nécessité de réglementer une technologie qui, en se développant, risque d'épuiser à long terme les ressources marines.

Cette affaire soulève une autre polémique : y aurait-il une tentative au sein d'IFREMER pour vaincre les réticences des partisans du "tout SPOT" ?

DES MARCHÉS 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.

METTEZ VOTRE DIÉTÉTICIEN DANS VOTRE POCHE



Quoi ?

Une calculatrice de poche (130 x 80 x 11 mm) grâce à laquelle chacun peut équilibrer son alimentation quotidienne.

Comment ?

L'appareil, développé avec des médecins nutritionnistes du CHU de Strasbourg, affiche le nombre de calories contenues dans l'aliment que l'on consomme. Il suffit pour cela d'appuyer sur l'une de

ses touches, qui regroupent les aliments par famille, jusqu'à ce que l'on obtienne précisément celui que l'on absorbe. 230 aliments et boissons se trouvent en mémoire. Les calories affichées correspondent à des poids standard d'aliments, selon des normes données par des restaurateurs, ce qui supprime la nécessité de les peser.

Une touche permet de personnaliser le nombre de calories à res-

pecter, selon son sexe, son âge, sa taille et son activité. Deux autres effectuent d'une part la mise en mémoire, d'autre part l'affichage du nombre de calories déjà absorbées au cours de la journée.

Pour qui ?

Le "Caloriforme" a été mis au point par deux jeunes ingénieurs qui ont créé leur entreprise pour le fabriquer et le commercialiser. Ils recherchent des distributeurs.

AGRONOMIE

QPM, le maïs de l'an 2000

Sans apport protéique supplémentaire, les variétés traditionnelles de maïs, dépourvues de deux acides aminés indispensables à la croissance, la lysine et la tryptophane, ne sont pas assez riches pour éviter la malnutrition.

D'où la véritable révolution apportée par la variété "QPM" élaborée des agronomes mexicains.

Selon un rapport du National Research Council américain, cette variété mutante ne présenterait en effet que des qualités. D'abord une proportion en protéines jusqu'alors inégalée, mais aussi un haut rendement de production, tout cela avec un taux d'humidité normal et une dureté et une apparence traditionnelles. La variété QPM cu-

mulerait ainsi tous les avantages des autres variétés, dont rien, à vue d'œil, ne la distingue, bien qu'elle se caractérise par une valeur nutritive deux fois supérieure. Le National Research Council a effectué des essais qui lui permettent d'être si enthousiaste qu'il affirme que QPM « sera cultivé à l'échelle mondiale avant la fin du siècle ».

AndroMED sur orbite

Andromède est une galaxie aux belles constellations en spirales. AndroMED est le premier logiciel d'intelligence artificielle appliqué à l'assurance-vie. Le rapport ? Les spirales des constellations de la galaxie figurent, symboliquement, selon les concepteurs de ce système d'intelligence artificielle, les mouvements du raisonnement expert, fait de reprises successives et convergentes jusqu'à l'évaluation finale, en l'occurrence, du risque médical spécifique présenté par tel ou tel individu et du taux de prime le plus juste qui doit être appliqué à chacun, compte tenu de ce risque individuel, sans pénaliser les autres assurés — selon le principe du bonus/malus de l'assurance automobile.

Lancé par la Caisse nationale de prévoyance, une filiale de la Caisse des dépôts et consignations spécialisée dans l'assurance-vie — 13 milliards de CA, 13 millions de clients, 25 000 points de ventes — AndroMED a été créé pour adapter l'assurance-vie aux transformations actuelles de l'économie et de la société. Au cours des dernières années, l'"environnement" de cette assurance a en effet fortement évolué, sous l'effet de trois facteurs principaux : les progrès de la médecine ; la volonté de plus en plus affirmée des "consommateurs" de pouvoir accéder à l'assurance-vie quel que soit leur âge ou leur état de santé ; enfin le recours intensifié des compagnies d'assurances aux systèmes informatiques les plus divers, que ce soit pour la gestion des contrats ou pour l'aide à la décision médicale.

C'est l'intégration de ces trois phénomènes nouveaux qui a poussé à la conception et à la réalisation d'AndroMED par le Dr Masson, médecin chef de la Caisse nationale de prévoyance, qui a travaillé en liaison avec une équipe pluridisciplinaire du service informatique de la caisse, le CAM (Centre d'automatisation pour le management), déjà spécialisé dans les recherches dans le domaine de l'intelligence artificielle.

Le résultat est une meilleure

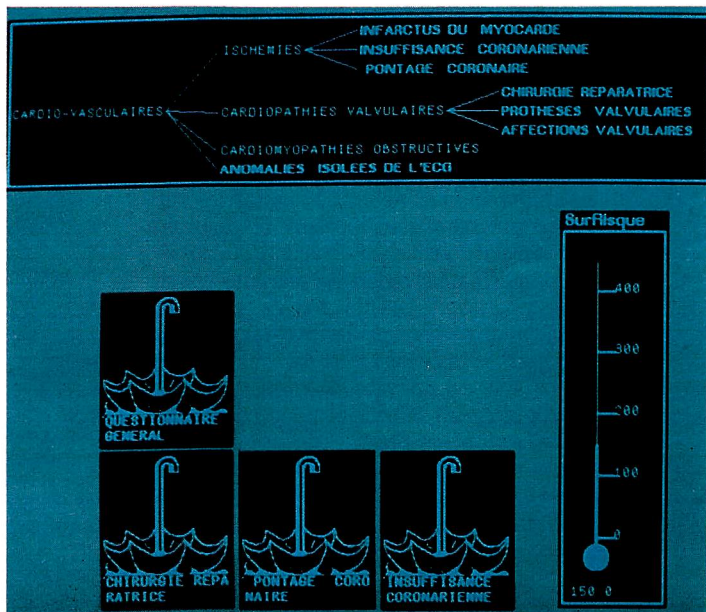
évaluation du risque médical, la garantie offerte aux assurés d'une norme médicale unique de tarification par catégorie de risques, enfin la constitution d'un outil pratique et rapide de tarification. Il est aussi purement commercial. AndroMED fournira en effet aux agents tarificateurs — les prestations de la Caisse nationale de prévoyance sont distribuées par les Caisses d'épargne, les institutions de retraite, les mutuelles et ces gigantesques réseaux publics que constituent la Poste et le Trésor — un outil de travail performant leur permettant d'éviter des ajournements ou des décisions négatives et d'engranger un nombre accru de contrats en donnant à un nombre considérable de personnes la possibilité d'accéder à l'assurance-vie.

Les candidats à l'assurance identifiés par AndroMED comme "risqués" sont ceux dont le contrôle médical classique montre qu'ils présentent un supplément de risque de décès et/ou d'invalidité et/ou d'incapacité augmenté d'au moins 30 % par rapport à la population du même âge, du fait soit de leur hérédité, de leur conformation, de leur passé pathologique, soit de leur état psychique ou somatique actuel.

AndroMED, assure la Caisse de prévoyance, apportera aux assurés, dans le plus grand nombre des cas, le besoin de couverture qu'ils désirent "et cela au meilleur coût, le taux de prime appliqué correspondant à une réalité statistique. Grâce à son évaluation rigoureuse et complète du risque médical, il permettra aussi d'accepter ceux qui présentent plusieurs "surrisques" et qui, jusqu'ici, étaient systématiquement écartés de l'assurance-vie. Des contrats strictement personnalisés leur seront proposés, l'exemple le plus frappant étant sans doute celui des maladies cardio-vasculaires, causes de 39 % des décès toutes tranches d'âges confondues.

Tenant compte d'une meilleure connaissance de la pathologie, des progrès de la médecine et des techniques d'intervention chirurgicale, comme du développement de la précision dans l'établissement des pronostics, AndroMED permettra d'accepter des malades atteints d'affections autrefois réputées inassurables, ainsi d'infarctus ou de certains cancers, qui peuvent aujourd'hui être soignées.

Pour tout renseignement : Caisse nationale de prévoyance, 67 rue de Lille, 75007 Paris. ■



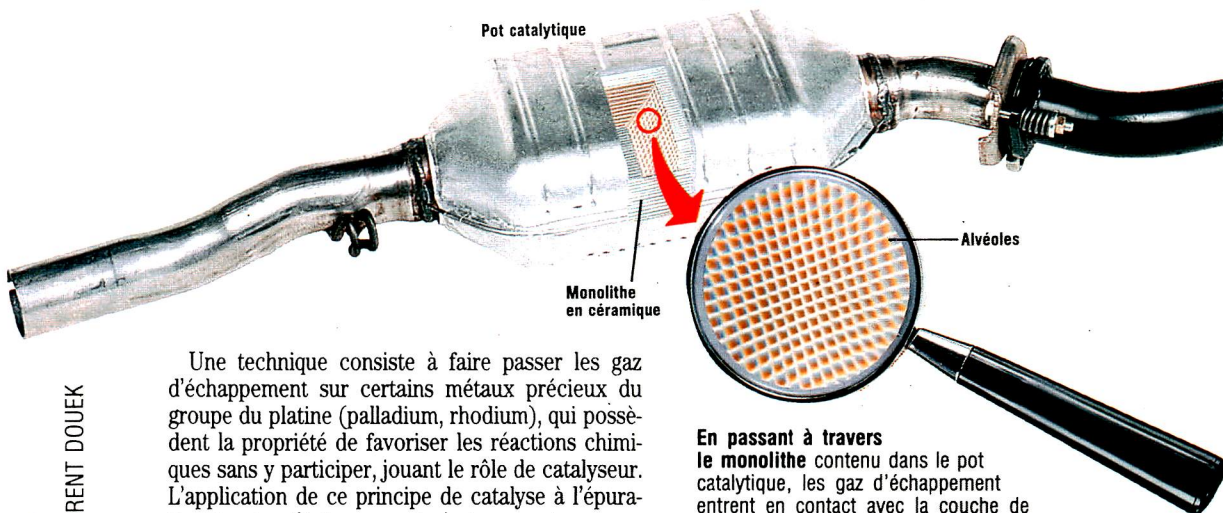
LE POT D'ACHOPPEMENT

Indispensable à partir du 1^{er} octobre pour les nouveaux modèles d'une cylindrée supérieure à 2 litres, le pot catalytique équipera progressivement toutes les autres catégories de véhicules neufs d'ici à 1993. Combien coûtera-t-il à l'automobiliste ? Y a-t-il une autre solution ?

Si la combustion du mélange air/essence dans les moteurs de nos voitures était complète, la totalité des hydrocarbures se transformerait en gaz carbonique et en vapeur d'eau, deux substances inoffensives. Hélas ! ce n'est pas le cas. Nos pots d'échappement crachent allègrement dans l'atmosphère un certain nombre de poisons, dont les trois principaux sont le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote NO_x et les hydrocarbures imbrûlés qui sortent sous forme de vapeurs d'essence. Pour éliminer ces polluants, il faut prolonger leur oxydation de manière à transformer le monoxyde de carbone en gaz carbonique (CO₂), les oxydes d'azote en azote (N) et à parfaire la combustion des imbrûlés. Comment ?

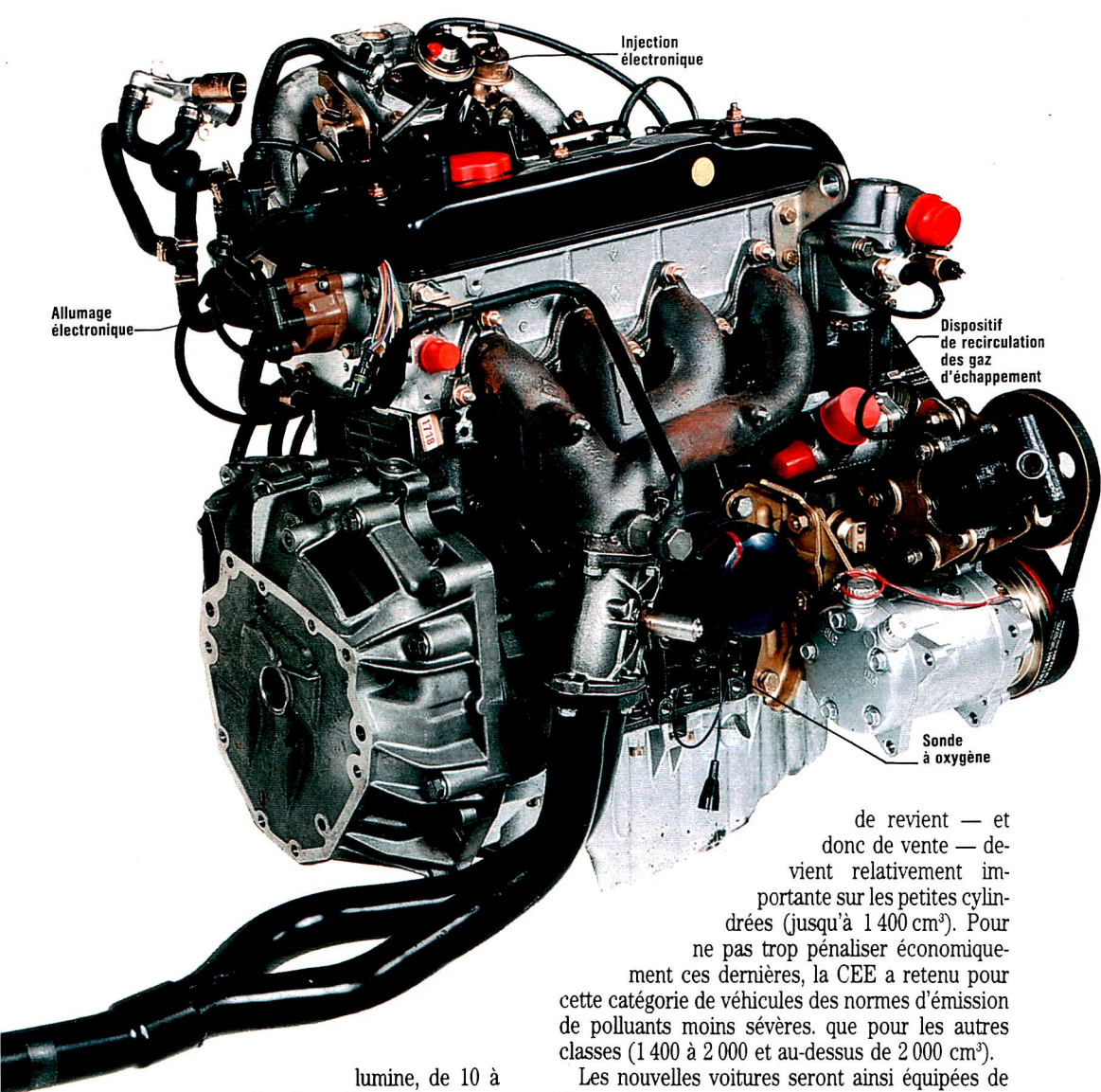
Ce procédé est aujourd'hui le seul que l'on sache mettre en œuvre pour épurer les gaz d'échappement, et il est donc appelé à un développement dont l'enjeu économique est colossal (21 140 000 voitures roulent à l'essence dans la seule France). En attestent les vives polémiques qui ont secoué l'Europe automobile cet été, notamment celle qui a opposé Peugeot au gouvernement français (voir plus loin).

Pratiquement, ce pot catalytique, ou convertisseur catalytique, se compose d'une enveloppe en acier inoxydable à l'intérieur de laquelle on trouve un bloc de céramique, le "monolithe", un gâteau formé de dizaines de milliers d'alvéoles d'environ un millimètre de côté recouvertes de ces métaux précieux et dans lesquelles passent les gaz d'échappement. Les alvéoles reçoivent un mince dépôt d'a-



Une technique consiste à faire passer les gaz d'échappement sur certains métaux précieux du groupe du platine (palladium, rhodium), qui possèdent la propriété de favoriser les réactions chimiques sans y participer, jouant le rôle de catalyseur. L'application de ce principe de catalyse à l'épuration des gaz d'échappement n'est pas vraiment une nouveauté. Elle est née presque en même temps que l'automobile, en 1909. A cette époque, l'ingénieur français Michel Frenkel déposa un brevet pour un « Procédé et appareil pour la désodorisation des gaz d'échappement des moteurs d'automobiles et autres ».

En passant à travers le monolithe contenu dans le pot catalytique, les gaz d'échappement entrent en contact avec la couche de cristallites de métaux précieux qui en tapissent les alvéoles. En tout, c'est une surface équivalente à un terrain de football qui est ainsi offerte aux réactions de catalyse destinées à débarrasser ces gaz de leurs différents polluants. Pour avoir une efficacité maximale et respecter les normes anti-pollution les plus sévères, le pot catalytique nécessite les quatre équipements complémentaires apparaissant sur notre photo.



Allumage électronique

Injection électronique

Dispositif de recirculation des gaz d'échappement

Sonde à oxygène

lumine, de 10 à 50 micromètres d'épaisseur, imprégné par la suite d'un mélange de microcristallites de palladium, de platine et de rhodium de quelques nanomètres de diamètre. L'intérêt de la structure alvéolaire est qu'elle permet d'exposer une surface maximale (2,8 m² par monolithe environ) au contact des gaz, favorisant ainsi au mieux la réaction catalytique.

Le rhodium est le plus efficace des trois métaux ; il agit sur les trois polluants. Mais, son coût étant prohibitif (291 500 F le kilo hors taxes !), il n'est présent qu'en petite quantité. La part majoritaire revient au platine, qui s'accommode très bien du monoxyde de carbone et des hydrocarbures imbrûlés et ne coûte "que" 130 100 F/kg hors taxes. Le palladium, qui a le même effet mais avec un rendement moindre, est "donné", au prix de 30 600 F le kilo hors taxes. En gros, les proportions respectives des trois métaux sont de 15 %, 55 %, 30 %.

Marginale lorsqu'il s'agit de voitures haut de gamme, l'incidence d'un tel équipement sur le prix

de revient — et donc de vente — devient relativement importante sur les petites cylindrées (jusqu'à 1 400 cm³). Pour ne pas trop pénaliser économiquement ces dernières, la CEE a retenu pour cette catégorie de véhicules des normes d'émission de polluants moins sévères que pour les autres classes (1 400 à 2 000 et au-dessus de 2 000 cm³).

Les nouvelles voitures seront ainsi équipées de l'un ou l'autre des deux pots suivants :

Pour les petites et moyennes cylindrées, le pot d'oxydation. Ne comportant pas de rhodium, il est moins cher, mais son action se limite à la transformation du CO en CO₂ et à la combustion des hydrocarbures imbrûlés. Pour être la plus complète possible, la réaction d'oxydation catalytique nécessite un supplément d'oxygène ; il faut donc adjoindre au pot une pompe qui injecte de l'air frais. Quant aux émissions d'oxydes d'azote, leur diminution nécessite un carburateur plus précis pour réguler au plus près l'arrivée d'air frais dans le mélange à l'admission, car tout excès d'air appauvrit le mélange admis, élève la température de combustion et favorise la formation d'oxydes d'azote.

On peut compléter ce type de pot par un dispositif de recirculation d'une partie des gaz d'échappement, qui abaisse la température de combustion et diminue la formation d'oxydes d'azote.

Pour les grosses voitures, le pot catalytique trois voies ou trifonctionnel. Il comporte les trois

LE POT OU LE MASQUE

POLLUANTS	QUANTITÉ ÉMISE ANNUELLEMENT	PART	
		De l'automobile	D'autres sources
Monoxyde de carbone (CO) ⁽¹⁾	7 000 000 t	70 %	30 % chauffage
Oxydes d'azote (NO) ⁽¹⁾	2 400 000 t	45 %	30 % agriculture 25 % industrie
Hydrocarbures (HC) ⁽²⁾	2 100 000 t	38 %	42 % peintures et solvants 20 % industrie
Plomb (Pb) ⁽²⁾	8 000 t	90 %	10 % industrie
Poussières ⁽²⁾	180 000 t	35 % (moteurs diesel)	65 % chauffage et industrie
Dioxyde de soufre ⁽²⁾	1 800 000 t	5 % (moteurs diesel)	95 % chauffage et industrie

(1) Inventaire réalisé par le ministère de l'Environnement. (2) Estimations du CITEPA.

La voiture étant responsable de la moitié de la pollution atmosphérique en zone urbaine, il semble utile de mettre un filtre entre les pots d'échappement et nos poumons. Le masque à gaz étant peu commode et inesthétique, on a choisi le pot catalytique. Mais quels sont les agents de cette pollution et quels sont leurs effets sur notre santé ?

Le monoxyde de carbone (CO). Dégage par toute combustion de matières organiques en présence d'une quantité insuffisante d'oxygène, la quasi totalité de ce gaz présent dans l'atmosphère de nos cités provient de la circulation automobile. La teneur relevée dans l'air urbain peut dépasser une centaine de milligrammes par mètre cube dans les conditions les plus défavorables.

Dangereux, voire mortel pour l'homme, il se retrouve également dans les émissions d'appareils de chauffage mal réglés dans des locaux mal ventilés, cause de quelques décès en période hivernale. Le monoxyde de carbone transforme l'hémoglobine du sang en carboxy-hémoglobine, incapable alors de transporter l'oxygène. Certes, le piéton parisien ne risque pas ce genre d'intoxication en se promenant sur les grands boulevards aux heures d'embouteillage. Toutefois, mélangé à d'autres polluants, ce gaz a sans doute joué un rôle dans la catastrophe enregistrée l'an dernier à Athènes (1 200 morts en une semaine suite à une chaleur intense et à une pollution record (voir *Science & Vie* n° 842, p. 96). A moindre dose, il semble que le monoxyde de carbone

ait une action néfaste sur le cœur et le système sanguin, sur le système nerveux (troubles sensoriels, acoustiques et visuels) ainsi que sur les bronches.

Même à l'intérieur de son véhicule, l'automobiliste n'est pas à l'abri de ces effets. Son moteur et sa carrosserie n'étant pas étanches, il en respire les émanations et celles du véhicule qui le précède. La situation est aggravée en hiver quand le chauffage fonctionne et qu'il roule toutes vitres fermées.

Le monoxyde et le dioxyde d'azote. Présent dans l'air du mélange gazeux aspiré par le moteur, l'azote se transforme en ces deux polluants à cause de la haute température atteinte à l'intérieur des cylindres. Annuellement, on relève une concentration moyenne de quelques microgrammes par mètre cube de ces deux gaz à la campagne, contre quelques dizaines de microgrammes par mètre cube en ville, avec des pointes à plusieurs milliers de microgrammes par mètre cube dans les tunnels aux heures de forte circulation.

Agressifs pour les poumons, ces deux composés occasionneraient des maladies respiratoires chroniques aux populations vivant à proximité de voies à grande circulation.

Le plomb. Les sels de plomb incorporés à l'essence (à des doses assez élevées en France : 0,40 g/l contre 0,15 g/l en Allemagne) permettent de meilleures performances aux moteurs qui roulent au super. Mais ils se décomposent en oxydes de plomb durant la combustion et forment vite des dépôts importants encrassant le moteur.

Pour résoudre ce problème, les pé-

métaux précieux précédemment cités. Pour obtenir une réaction de catalyse efficace, l'équilibre des composants des gaz d'échappement doit être rigoureusement respecté, ce qui implique un dosage précis du mélange air/essence admis dans les cylindres. Et un allumage tout aussi précis et efficace. La première condition nécessite, pour être satisfaite, l'adoption d'un système d'injection électronique asservi à un calculateur qui contrôle en permanence, grâce à une sonde (appelée sonde lambda), la pression partielle d'oxygène dans les gaz d'échappement avant leur arrivée dans le pot catalytique. Le mélange gazeux frais doit approcher au mieux le rapport théorique idéal, dit rapport stœchiométrique, qui est de 14,5 g d'air pour 1 g d'essence. Car lorsque le mélange est pauvre (trop d'air), les oxydes d'azote sont trop importants et ne sont pas complètement oxydés par ce pot. A l'inverse, si le mélange est riche (trop d'essence), les hydrocarbures imbrûlés ne seront pas tous éliminés.

Quant à l'allumage des systèmes électroniques performants existent couramment sur les voitures haut de gamme.

Les métaux précieux ne participant à la réaction chimique, la durée de vie théorique d'un pot catalytique est illimitée. En pratique, la capacité à réduire les polluants diminue notablement après 80 000 à 100 000 km. On constate alors que les microcristallites de métaux précieux s'agglomèrent, diminuant la surface de contact.

Surtout pas de super ! Une autre précaution indispensable au bon fonctionnement du pot catalytique, quel qu'il soit, consiste en effet à éviter à tout prix les carburants contenant un additif au plomb, c'est-à-dire le super (et à un moindre degré l'ordinaire) en vente actuellement : la combustion d'un seul plein de super suffit en effet à libérer la quantité d'oxydes de plomb suffisante pour obturer les pores du monolithe ! (Les additifs ajoutés dans l'huile du moteur et contenant des microparticules

troliers ajoutent au supercarburant des composés halogénés (dichloroéthane et dibromoéthane). Appelés "balayeurs", ces additifs ont pour effet de transformer les oxydes de plomb en chlorure et en bromure de plomb, volatils à haute température donc facilement évacués avec les gaz d'échappement.

Ce métal lourd, contrairement aux autres polluants gazeux, retombe en partie au sol et contamine les végétaux. Bien que les quantités relevées dans les villes se chiffrent en microgrammes par mètre cube, elles sont dangereuses pour notre système osseux qui, tout comme le calcium, fixe le plomb. Ingré à forte dose, ce métal lourd provoque le saturnisme. (Pour plus de détails sur le plomb, voir *Science & Vie* n° 852, p. 56.)

Les hydrocarbures imbrûlés. La combustion étant très rapide à l'intérieur des cylindres, une petite partie des gaz d'essence passe dans le pot d'échappement sans avoir été oxydée. Bien que les progrès techniques réalisés par les constructeurs automobiles ont permis de réduire les taux d'émission des hydrocarbures imbrûlés de près de 60 % en l'espace de 15 années, ceux-ci subsistent en quantité non négligeable.

Ces gaz d'essence imbrûlés constituent en fait un mélange complexe d'hydrocarbures non aromatiques où l'on retrouve le propane et le butane ; d'autres, aromatiques, tels que le benzène, le toluène ou le xylène ; d'autres enfin, aromatiques polycycliques (HAP), comme le benzopyrène.

Peu d'informations sont disponibles

sur les effets sur la santé des hydrocarbures de la première catégorie, dont les concentrations relevées sont faibles mais non négligeables. Il semble qu'ils présentent un risque cancérigène à longue échéance.

Benzène, toluène et xylène se retrouvent, quant à eux, à des doses moyenne de 250 à 450 mg par kilomètre parcouru. Le benzène induirait des malformations chromosomiques et, associé au plomb de l'essence, il peut avoir des effets sur le sang.

Plus graves sont les hydrocarbures halogénés repérés à la sortie des tuyaux d'échappement. Composée de dichloroéthane et de dibromoéthane (mentionnés plus haut), cette dernière catégorie d'hydrocarbures imbrûlés dégage des polychlorodibenzodioxines et des polychlorodibenzofuranes sous l'effet de la forte chaleur dégagée par l'explosion du mélange gazeux dans les cylindres.

Plus sinistrement connus sous le nom de dioxine et de furane, déjà retrouvé dans la combustion d'huiles automobiles usagées (voir *Science & Vie* n° 820, p. 66), ces polluants majeurs ont été mis en évidence pour la première fois dans les gaz d'échappement grâce à de récentes études menées en Suède par le Pr Christoffer Rappe. Effectuées avec du supercarburant nordique, qui contient moins de plomb et de dérivés halogénés qu'en France, ces études montrent que les émissions de dioxine et de furanes ne sont pas négligeables : de 30 à 540 pg par kilomètre parcouru. (Pour plus de détails sur ces derniers polluants, voir *Science & Vie* n° 812 et 820.)

cylindrée égale, un moteur conçu pour l'eurosuper accuse une perte de puissance de 3 % et un accroissement de la consommation du même ordre par rapport à un moteur actuel fonctionnant au super.

Afin d'éviter toute confusion pendant la période intermédiaire de mise en place de l'Eurosuper et des pots catalytiques, constructeurs et pétroliers ont prévu — précaution utile — de doter l'orifice du réservoir d'essence des voitures équipées de pot catalytique d'un diamètre inférieur : l'embout du pistolet d'une pompe de supercarburant plombé ne pourra y rentrer.

D'autres dangers guettent le pot catalytique. Si le mélange gazeux n'est pas brûlé dans les cylindres, suite à une panne d'allumage en cours de marche, il arrive sur le monolithe et se consume immédiatement en provoquant une élévation de température pouvant aller jusqu'à 1400 °C. Ce qui entraîne la fusion quasi immédiate du monolithe.

On l'aura compris, le pot

catalytique requiert un environnement technique drastique qui se traduit pour le consommateur par un surcoût entraîné par :

- un système d'allumage plus fiable ;
- la mise en place d'un réseau de distribution d'essence sans plomb ;
- un système d'apport d'oxygène ou de recirculation des gaz d'échappement pour le convertisseur d'oxydation ;
- un système d'injection électronique associé à un calculateur et à une sonde d'oxygène pour le convertisseur trifonctionnel.

Il est difficile d'évaluer le prix de revient d'un système catalytique pour un constructeur automobile, car la composition exacte d'un pot catalytique varie selon les fabricants, chacun gardant jalousement le secret de sa "cuisine". Néanmoins, en procédant à plusieurs recoupements on obtient une estimation assez précise des prix de revient constructeur :

métalliques, du type Métal 5, sont également à proscrire pour les mêmes raisons.)

Les convertisseurs catalytiques requièrent donc une essence sans plomb. C'est pour cette raison que les mesures européennes rendant nécessaire le pot catalytique s'accompagnent de la mise en place de l'Eurosuper, un carburant sans plomb. Devenue de ce fait moins riche en octane (voir à ce propos l'article sur l'éthanol, p. 102), cette essence implique l'utilisation d'un moteur à taux de compression légèrement réduit par rapport à ceux de nos véhicules actuels. Depuis que le chimiste américain Thomas Midgley a découvert dans les années 20 les propriétés anti-détonantes du plomb, on ajoute en effet des sels de plomb (alkydes de plomb tétraéthyle ou tétraméthyle) dans l'essence, ce qui permet des taux de compression élevés sans voir apparaître les phénomènes d'autoexplosion du mélange air/essence dans les cylindres. Le pot catalytique annonce ainsi la fin d'une époque. Résultat, à

LES VOITURES QUI PEUVENT DÉJÀ ROULER À L'EUROSUPER

Si vous avez l'intention d'acquérir une voiture neuve, sachez que de nombreux constructeurs automobiles livrent déjà certains de leurs modèles 1989 avec un moteur adapté à l'essence sans plomb, ou eurosuper (mais sans pot catalytique, celui-ci n'étant pas encore obligatoire). L'intérêt d'un tel choix, outre la baisse de la pollution due à l'absence du plomb, c'est que l'eurosuper sera bientôt moins cher que le

super classique. En effet, l'Etat est en passe de baisser la fiscalité sur l'eurosuper pour que les automobilistes dont les voitures seront équipées d'un pot catalytique n'utilisent pas du super par mesure d'économie.

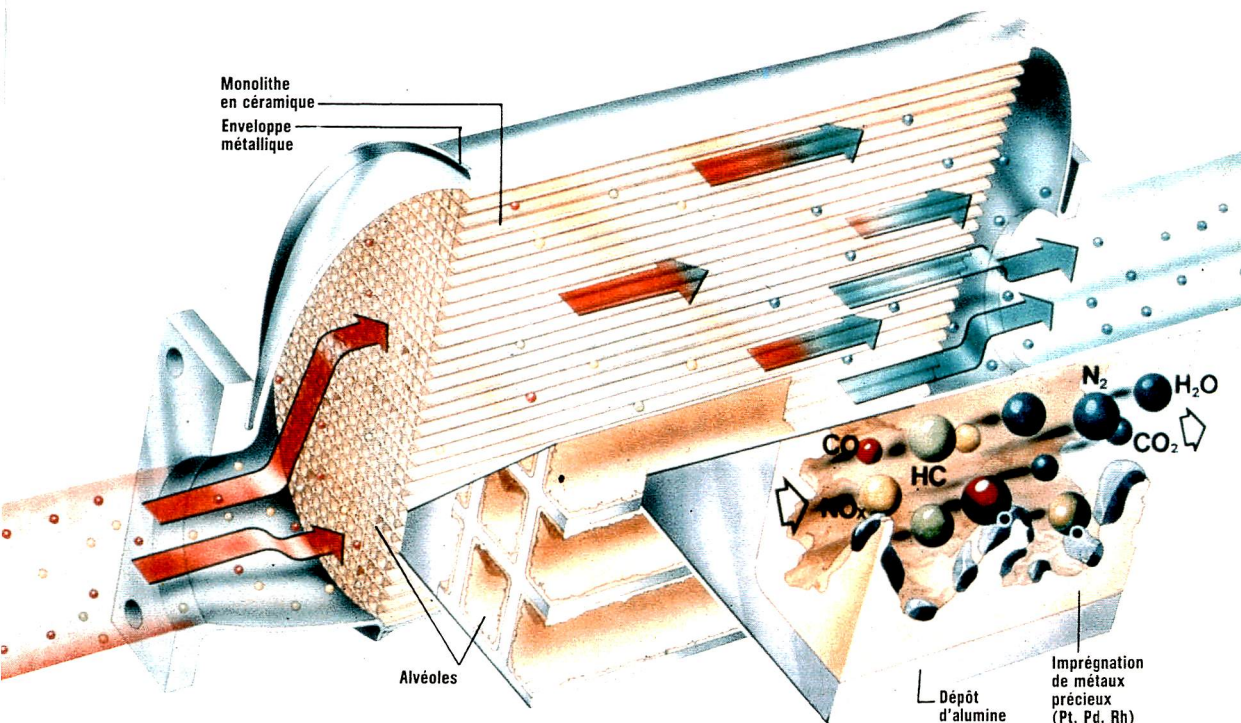
Quant à l'essence ordinaire, elle reste proscrite avec ces moteurs : son pouvoir anti-détonant insuffisant entraînerait des performances diminuées et une usure nettement accélérée.

MARQUES	MODÈLES 1989 ACCEPTANT L'EUROSUPER	
	Sans modifications	Moyennant un réglage de l'avance à l'allumage
AUDI		<ul style="list-style-type: none"> 80 : moteurs 90 et 112 ch. 90 : moteur 136 ch. 100 : moteurs 90, 115 et 138 ch.
AUSTIN ROVER	<ul style="list-style-type: none"> Rover 213 et 820. Triumph Acclaim (ancien modèle). 	
BMW	<ul style="list-style-type: none"> 750 i-525 i-530 i-535 i-325 i Touring. 	
CITROËN	<ul style="list-style-type: none"> CX25 GTI et GTI Turbo 2. BX15 RE, 16 RS et 16 TRS. AX10 E, 10 RE, 11 RE et 11 TRE. 	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles acceptant l'essence ordinaire. Tous les modèles, non cités dans la colonne de gauche, et acceptant le supercarburant. Solution non recommandée par le constructeur à cause de la perte de puissance et de l'accroissement de la consommation.
FIAT	<ul style="list-style-type: none"> Panda à partir du n° de châssis 4112510. Panda 4x4 à partir du n° de châssis 4112054. Uno 45 à partir des n°s de châssis 0895372, 4308196, 4308096 et 7187236. Uno 60 à partir des n°s de châssis 0908714, 4315022, 4315368 et 7192010. Uno Selecta à partir du n° de châssis 7164700. Uno 70 à partir des n°s de châssis 4314342 et 0909010. Uno Turbo à partir du n° de châssis 7194810. Regata 70 BN à partir du n° de châssis 7732757. Regata 70 WE à partir du n° de châssis 7731514. Regata 85 TT à partir du n° de châssis 77494145. Chroma IE CHT à partir du n° de châssis 158001. 	
FORD	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles pourvus des moteurs CVH de 1-400, 1-600 et 1-800 cm³. Sierra et Scorpio moteurs 2-400 et 2-900 cm³. Fiesta et Escort moteurs 1-000 et 1-100 cm³. Transit moteurs 1-600 et 2-000 cm³. 	

MARQUES	MODÈLES 1989 ACCEPTANT L'EUROSUPER	
	Sans modifications	Moyennant un réglage de l'avance à l'allumage
HONDA ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle.
LADA	<ul style="list-style-type: none"> Toute la gamme à moteur 4 temps 	
MAZDA ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles, sauf : 323 Turbo injection 1600. 929 2,2 litres. 	<ul style="list-style-type: none"> 323 Turbo injection 1600.
MERCEDES		<ul style="list-style-type: none"> 190 E. 260 E, E 4 MATIC et SE. 300 E, E 4 MATIC, TE, TE 4 MATIC, SE, SEL, CE et SL. 500 SE, SEL, SEC et SL. 560 SEL et SEC.
OPEL		<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles commercialisés depuis octobre 1986 et dotés d'un moteur d'une cylindrée égale ou supérieure à 1 600 cm³. Il suffit de retourner la fiche codée dans le compartiment moteur pour adapter la cartographie de l'allumage à l'eurosuper.
PEUGEOT ⁽²⁾	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle.
RENAULT	<ul style="list-style-type: none"> R 19 TR, TS, GTS, TSE, GTX, TXE et 16 S. R 21 Berline GTX, TXE, T1et Turbo. R 21 Nevada GTX et TXE. R25 V6 Injection. 	<ul style="list-style-type: none"> R 5 GTS, Auto et Baccara Auto. R 9 C, Spring, TL, GTL et Auto. R 11 Spring, TL, GTL et Auto. R 21 Berline TL. R 21 Nevada TL. R 25 TS, GTS, GTX et V6 Injection auto. Espace GTS et TSE. Alpine GT.
SEAT	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle. 	<ul style="list-style-type: none"> Aucun modèle.
TOYOTA ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles, sauf : Corolla GTI 1 600 cm³. Celica 2 000 cm³. Supra 2 000 cm³. 	
VOLVO	<ul style="list-style-type: none"> Tous les modèles des séries 300 et 400. 	
VOLKSWAGEN	<ul style="list-style-type: none"> Polo moteurs 45 et 55 ch. Golf et Jetta moteurs 55 et 75 ch. Corrado (commercialisé avec pot catalytique en France en octobre 88). 	<ul style="list-style-type: none"> Golf moteur 90 ch. Golf cabriolet moteurs 90 et 112 ch.

(1) Il faut noter que tous les constructeurs japonais fabriquent depuis longtemps des véhicules conformes aux normes américaines et japonaises, très sévères en matière de pollution. Dès que la législation l'imposera en Europe, ces véhicules seront également commercialisés en France.

(2) Informations communiquées uniquement par téléphone, alors que tous les autres constructeurs ont confirmé par courrier.



Les réactions dans le pot catalytique. En passant au travers des alvéoles du monolithe, tapissées d'une couche d'alumine imprégnée de platine, palladium et rhodium, les gaz d'échappement sont débarrassés de leurs polluants : les hydrocarbures imbrûlés (HC) finissent de se consumer et dégagent de la vapeur d'eau (H_2O) ; les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO) se transforment en azote (N) et dioxyde de carbone, ou gaz carbonique (CO_2).

● Pour un pot catalytique d'oxydation équipant une voiture de petite cylindrée, nous avons :

- monolithe : 110 F
- 0,5 g de platine : 65,05 F
- 1 g de palladium : 30,60 F
- dépôt d'alumine et imprégnation : 120 F
- enveloppe : 210 F

soit, hors taxes : 535,65 F

Auxquels il faut ajouter :

- un carburateur plus performant : 80 à 220 F
- le système d'apport d'oxygène : 160 F
- un système d'allumage plus fiable : 45 à 65 F
- éventuellement un système de recirculation des gaz d'échappement : 160 à 280 F
- le montage sur la voiture : 120 à 200 F

soit, hors taxes : 525 à 925 F.

Hors taxes, le coût d'un convertisseur d'oxydation pour un constructeur automobile s'établit donc entre 1 100,65 F et 1 460,65 F.

● Pour un catalyseur trois voies d'un véhicule de grosse cylindrée :

- monolithe : 110 F
- 1 g de platine : 130,10 F
- 0,5 g de palladium : 15,30 F
- 0,25 g de rhodium : 72,90 F
- dépôt d'alumine et imprégnation : 120 F
- enveloppe : 210 F

soit hors taxes : 658,30 F.

A ce prix, il faut ajouter :

- la sonde à oxygène : 85 F

— un système d'allumage plus fiable : 45 à 65 F

— éventuellement, le système d'injection électronique avec calculateur (*) : 950 à 1200 F

— le montage sur la voiture : 120 à 200 F

soit, hors taxes : 1 200 à 1 550 F.

Hors taxes, le coût de l'installation d'un convertisseur catalytique trois voies pour un constructeur automobile s'établit donc entre 1 858,30 F et 2 208,30 F.

A ces coûts, il faut ajouter la marge du constructeur, qui n'hésite pas à appliquer un coefficient multiplicateur de 2 voire 2,5, et la TVA au taux de 18,6 %.

Dans ces conditions, un pot d'oxydation pour une voiture de petite cylindrée entraîne un supplément de prix, toutes taxes comprises, de l'ordre de 2 650 F à 4 350 F ; et un pot catalytique trois voies pour un modèle de grosse cylindrée, de 4 500 à 6 500 F.

Pour se passer des pots catalytiques, une solution consisterait à se rabattre sur le moteur diesel. Ce type de moteur répond aux normes d'homologation européennes en ce qui concerne les taux de monoxyde de carbone et d'oxydes d'azote. Par contre, il dégage d'autres polluants tout aussi nocifs : le diesel automobile rejette annuellement dans l'atmosphère 100 000 tonnes de dioxyde de soufre et quelque 15 000 tonnes de particules imbrûlées suspectées d'être cancérogène. Certes, la CEE se préoccupe

(suite du texte page 176)

(1) De nombreuses voitures de moyenne et grosse cylindrées sont déjà pourvues d'un système d'injection électronique.

LE MARIAGE DE RAISON DE LA PHOTO ET DE LA VIDÉO

*Forum biennal
des technologies de l'image, la
Photokina est la seule
manifestation mondiale où les
industriels consentent à
lever un coin de voile sur leurs
projets. Voici les tendances
essentielles de sa vingtième
édition qui se tient à Cologne
du 4 au 11 octobre.*



PENTAX ZOOM 70S

Compact 24 x 36
automatique possédant un zoom macro
électrique 3,5-6,7 de
35-70 mm. L'obturateur à programme
donne les vitesses de
1/5 à 1/250 s.

La Photokina est devenue une sorte d'institution du monde des images. Premier salon international de la photo depuis sa création en 1950, elle a résisté, contre vents et marées, aux bouleversements du marché et à la crise économique. Depuis 38 ans, en effet, elle connaît le même succès dans sa ville natale, Cologne, alors que non seulement l'industrie photographique s'est profondément transformée, bousculée par la vidéo et la télévision, mais qu'elle a quitté son ber-

ceau européen. L'Allemagne, qui était devenue la maîtresse incontestée de la photo et du cinéma à la naissance de la Photokina, a dû en effet céder la place au Japon à la fin des années 60.

Le chemin parcouru en 40 ans dans le domaine de l'image est significatif de l'accélération du progrès technologique et des changements économiques qui en découlent. La concentration industrielle, tout d'abord, a réduit le nombre des firmes photo et cinéma. Ensuite le noir et blanc a reculé face à la couleur dans toutes les techniques ; le cinéma d'amateur a cédé sa place à la vidéo ; les miniformats, dominants en photo dans les années 70, sont maintenant condamnés ; les appareils ont été investis par l'électronique puis par l'informatique.

Ces mutations sont si profondes qu'elles n'ont pu se faire en douceur, provoquant la crise de l'industrie photographique dès le lendemain du premier choc pétrolier. Si la tourmente n'a pas balayé la Photokina c'est que la capitale de Rhénanie Westphalie a consenti de gros efforts pour garder cette



AGFACHROME CT 100

Ce film pour diapositives se caractérise avant tout par un rendu des couleurs très saturé. Il donne également une netteté accrue et est d'une longue conservation.

fenêtre de la photo sur l'Europe. Le salon a évolué et est devenu la plus grande exposition mondiale de l'image, intégrant toutes les formes de l'image électronique. Il est vrai que les domaines de l'image électronique et de l'image photochimique sont maintenant largement imbriqués. Ainsi le caméscope a pratiquement pris la place de la caméra super 8. C'est encore le cas dans certains secteurs de la photo scientifique et industrielle où la vidéo est de plus en plus utilisée en radiographie, en thermographie, en prise de vue ultra-rapide, en photo spatiale ou aérienne. C'est aussi l'image argentique qui entre dans le secteur vidéo. Ainsi le film est-il utilisé en télévision pour des émissions ou encore pour l'archivage, à cause de sa finesse et de sa longue conservation. De même, les papiers et les films en couleurs servent-ils largement au tirage des images vidéo ou des images d'ordinateur.

Il faut aussi observer que le rôle de l'électronique ne cesse d'augmenter dans les matériels de prise de vue. Ce sont de véritables micro-ordinateurs qui

contrôlent aujourd'hui l'appareil photo ou les chaînes de traitement des films. L'électronique, nous allons le voir, est également à l'origine des performances des nouvelles émulsions. Sans l'aide de puissants ordinateurs, les chimistes n'auraient pu



SONY CCD-V 88 E

L'analyseur à 420 000 cellules de ce caméscope 8 mm PAL/SECAM totalement automatique assure une haute définition d'image. Un zoom 1,6/12-72 mm autorise la prise de vue "macro".

créer les grains d'halogénure d'argent et les colorants qui font la finesse des surfaces sensibles actuelles et leur résistance au vieillissement.

Ainsi, alors que certains observateurs prédisaient voilà quelques années la fin prochaine de la photo, les deux technologies sont aujourd'hui complémentaires et cohabitent harmonieusement.



CANON PRIMA SHOT

Ce compact 24 x 36 automatique, à deux systèmes de visée (viseur à cadre classique et viseur de poitrine) et à télécommande infrarouge, est doté d'un objectif 3,5/35 mm à mise au point automatique.

NIKON TW ZOOM

L'un des appareils à zoom les plus compacts. Équipé d'un objectif 3,5-7,8/35-80 mm, il permet de programmer une succession de cadrages qui sont ensuite obtenus automatiquement.



CANON EOS 750

Le système de mise au point automatique de ce reflex 24 x 36 peut régler la distance en assurant la profondeur de champ souhaitée. Toutes les fonctions de l'appareil sont automatiques. L'obturateur électronique donne les vitesses de 2 s au 1/2000 s. Le flash intégré rétractable entre de lui-même en service lorsque la lumière est insuffisante.



NIKON F4

Le plus prestigieux des 24 x 36 de Nikon. Il reprend et améliore le F3 tout en intégrant les systèmes électroniques de la marque.



LES FILMS.

L'industrie photographique a toujours été dominée par l'industrie photochimique. Mais cette dernière est devenue plus puissante que jamais, même si les fabricants de surfaces sensibles ne se comptent plus que sur les dix doigts.

En France, sur un marché photographique d'environ 13 milliards de francs, les ventes de surfaces sensibles représentent plus de 27% et celles des travaux (développement et tirages sur papier) plus de 50%. Les ventes d'appareils ne s'élèvent plus

qu'à 23%. Pourcentages qui sont sensiblement les mêmes dans le reste du monde.

En 1987, les Français ont utilisé près de 85 millions de films. Dans le même temps, les Allemands en ont consommé près de 110 millions et fait tirer plus de 2 milliards d'épreuves sur papier. Des marchés en progression d'environ 9% par an.

On comprendra aisément, dans ces conditions, les efforts de recherche et d'investissement des industries photochimiques pour améliorer leurs émulsions et pour réduire le coût de leurs traitements. Ainsi ne se passe-t-il pas d'année sans innovations dans ce secteur. La sensibilité des films atteint aujourd'hui 3200 ISO en couleurs, 25 000 en noir et blanc. Malgré ces indices, la granulation reste relativement fine. La latitude d'exposition a été élargie, surtout pour les négatifs couleurs où elle atteint facilement 5 valeurs de diaphragmes, ce qui permet d'enregistrer correctement des écarts d'intensités lumineuses dans le rapport de 1 à 32.

Pour atteindre ces performances, les chimistes en sont arrivés à contrôler la formation des grains d'halogénure d'argent, à couler des couches minces ne comportant parfois qu'une rangée de grains et à maintenir les colorants autour de chaque molécule d'argent. Ces progrès sont maintenant acquis depuis plusieurs années.

La tendance actuelle est à la diversification des émulsions en couleurs. Kodak, nous l'avons déjà précisé dans *Science & Vie*, a complété sa gamme Ektachrome 64 et 100 par deux autres Ektachrome de 100 ISO : le 100 Plus en type professionnel et le HC en type amateur. Ces films procurent

des images plus contrastées et aux couleurs plus vives que celles de l'Ektachrome 100. Agfa Gevaert a choisi une voie similaire et présente à la Photokina deux nouveaux films de 100 ISO : Agfachrome CT 100 (pour diapositives de projection) et Agfacolor XRG 100 (négatif pour tirages d'épreuves sur papier). Il s'y ajoute un négatif de 200 ISO, l'Agfacolor XRG 200. Selon le Dr Joachim Lohmann, directeur des recherches et du développement des produits photochimiques pour amateur d'Agfa, ces films procurent des couleurs plus brillantes que les types ordinaires, ils améliorent à la fois la finesse d'image et la stabilité des couleurs. Avec l'Agfacolor XRG 100 par rapport au type XRI, la saturation des couleurs a été augmentée de 25 % et la netteté de 20 %. Ces caractéristiques ont été améliorées de 10 % sur le nouvel Agfachrome CT 100 par rapport au type précédent.

LES APPAREILS 24 × 36.

Le marché amateur des appareils photographiques tend d'abord à une standardisation de fait : la vieille guerre des formats semble en effet se terminer. Le 24 × 36 mm, imaginé par Oskar Barnack pour Leitz dès 1913, commercialisé en 1924 avec les premiers Leica, l'a finalement emporté, condamnant les mini-formats à la régression. Certes les ventes d'appareils 110 et à disque restent encore importantes, mais tout l'effort d'innovation des constructeurs se porte maintenant sur les seuls 24 × 36 dont la Photokina présente quelque 400 modèles (près de 300 compacts et une bonne centaine de reflex).

Si l'on fait abstraction des appareils de prix relativement bas, équipés simplement, les 24 × 36 sont tous automatisés depuis le chargement du film et l'affichage de la sensibilité, jusqu'à son rebobinage, en passant par la mise au point, l'exposition de l'émulsion et le fonctionnement du flash. Mais c'est essentiellement sur l'automatisme de la mise au point et de l'exposition que se poursuivent actuellement les recherches des industriels. Mettant à profit les inépuisables ressources de la microélectronique et de l'informatique, ils cherchent à confier aux systèmes d'asservissement (micro-calculateurs, mémoires et micro-moteurs) les réglages de prise de vue dans tous les cas de figure que peuvent rencontrer les photographes.

En ce qui concerne la mise au point automatique, il s'agit d'atteindre une précision et une rapidité de commande élevées. La première pour obtenir une mise au point exacte dans des cas difficiles comme le portrait et la photomacrographie où la profondeur de champ très faible doit être utilisée avec art pour faire une bonne photo. La seconde pour permettre l'usage

de la mise au point automatique dans la chasse photographique, la photo sportive ou le reportage.

Nous avons déjà eu l'occasion de voir (*Science & Vie* n° 835 d'avril 1987, n° 847 d'avril 1988 et n° 850 de juillet 1988) comment ces problèmes de mise au point commençaient à être résolus par les fabricants sur des appareils comme les Canon EOS, Nikon F801 ou Minolta Dynax 3700i.

En ce qui concerne les Canon EOS, deux nouveaux modèles sont présentés à la Photokina, les EOS 750 et EOS 850. Ils reprennent le système des autres modèles EOS : commande de la mise au point par moteurs intégrés à chaque objectif, ce qui permet un temps de réglage très bref de l'ordre de 0,3 à 0,8 s selon l'objectif. Nous retrouvons aussi un réglage semi-automatique de la zone de netteté (ou profondeur de champ) : l'opérateur cadre successivement, au centre du viseur, le point avant et le point arrière qui délimitent la plage du sujet qu'il

FUJI ZOOM CARDIA 700

Le zoom 3.5-6.7 de 35-70 mm de ce compact permet la mise au point macro à 0.60 m. Il est à exposition automatique y compris au flash et peut être muni d'un complément tripleur de focale.



PENTAX SF-7

Ce reflex automatique à mise au point rapide (0.3 s avec le zoom 3.5-4.5/35-70 mm) possède un générateur d'infrarouge pour la mise au point dans l'obscurité. L'un des 6 programmes de réglage de l'exposition tient compte des contrastes de lumière.



MINOLTA DYNAX 3700i

Mise au point automatique dite "intelligente" pour cet appareil : un micro-ordinateur détermine la position du sujet principal sur lequel il règle ensuite la distance. L'ordinateur de bord sélectionne lui-même le programme en fonction de la focale de l'objectif. Exposition également automatique.

SONY HANDYCAM CCD-SP5

Camescope 8 mm doté d'un analyseur DTC conçu pour la prise de vue sous-marine (à 40 m sous l'eau). Le contrôle numérique de l'obturateur électronique à vitesse variable permet des images stables lors des ralentis ou de l'arrêt sur image en lecture.



souhaite nette. Le programme de l'appareil se charge ensuite de déterminer le réglage de distance et de diaphragme assurant cette zone nette. Dernière caractéristique importante du système EOS : la mise au point peut être pré-sélectionnée pour permettre le cadrage du sujet et, si celui-ci est mobile, de le suivre. Le déclenchement de l'obturateur reste alors bloqué jusqu'à ce que le sujet atteigne le plan de mise au point qui procure l'image nette.

Minolta, autre grande firme de la photo japonaise, lance dès ce mois-ci le Dynax 3000i (3700i aux Etats-Unis), un reflex dérivé du 7000i commercialisé il y a quelques mois. Son système de mise au point automatique possède plusieurs caractéristiques :

- Il est équipé d'une large rangée de capteurs DTC (dispositif à transfert de charge) détectant les différences de contraste de l'image de mise au point (étant rappelé que lorsqu'une image est nette son contraste est maximal).
- Un micro-ordinateur traitant les informations provenant du capteur et commandant un moteur à haute vitesse.
- Un programme de contrôle du moteur assurant son fonctionnement jusqu'à l'exposition, ce qui permet la mise au point précise des sujets en mouvement puisque celle-ci continue de se faire après la pression du doigt sur le déclencheur.

Tous les systèmes de mise au point, qu'ils soient télémétriques ou à mesure du contraste, ne fonctionnent qu'avec un sujet bien éclairé. Ce n'est évidemment pas le cas la nuit ou même en très faible lumière. Ainsi plusieurs constructeurs ont-ils équipé leurs appareils d'un générateur d'infrarouge qui entre en service lorsque l'éclairage ambiant est insuffisant. Ce rayonnement perceptible par les cellules du système de mise au point automatique, convient pour des sujets situés jusqu'à 4 à 6 mètres.

Tournons-nous maintenant vers les systèmes d'automatisation de l'exposition. Tous font maintenant appel à un micro-ordinateur, 8 bits et à des mémoires qui prennent en compte les paramètres concernant l'éclairage (faible contraste, contre-jour, larges plages d'ombres ou de lumières distribuées de façon aléatoire, etc.). A partir de la mesure

de la répartition des intensités lumineuses, ces systèmes déterminent la meilleure exposition.

Ainsi, les Canon EOS 750 et 850 mesurent-ils la lumière sur 6 zones du sujet, comme sur les modèles 620 et 650 d'ailleurs. Le programme stocké en mémoire morte, permet l'interprétation de ces mesures et la sélection des conditions d'exposition. Il le fait en tenant compte aussi de la focale de l'objectif (il favori-

se les vitesses rapides avec les longues focales), de la profondeur de champ (dans ce cas il favorise les petits diaphragmes si la zone de netteté doit être profonde), des souhaits du photographe (qui peut choisir entre 4 modes d'automatisme). Bien entendu, l'automatisme fonctionne au flash (à la condition d'utiliser un modèle comportant les couplages nécessaires) et en temps réel (grâce à une mesure de l'éclair sur le film, durant l'exposition). Ajoutons que l'EOS 750 comporte un flash intégré dans le viseur et que, pour la première fois sur un reflex, il se met en place et se déclenche automatiquement lorsque la lumière ambiante est trop faible.

Chez Pentax, le SF-7, dernier-né des reflex, possède un calculateur capable de choisir automatiquement la meilleure combinaison vitesse/ouverture de diaphragme. Doté d'un circuit appelé "Proces" (système d'exposition à compensation progressive du contraste), il modifie le temps d'exposition en fonction des écarts d'intensités entre les ombres et les lumières, y compris lorsque ce contraste change avec la focale. Prenons un exemple : un personnage éloigné en contre-jour qui avec un grand angulaire occupe une faible portion du champ et, avec un téléobjectif, devient un gros plan. Dans le premier cas le système expose pour l'ensemble du paysage ; dans le second, il prolonge le temps d'exposition pour que des détails apparaissent dans les ombres du visage.

Comme l'EOS de Canon, le Pentax SF-7 possède un flash escamotable dont la mise en place, toutefois, n'est pas automatique mais manuelle. Il permet l'exposition automatique avec mesure de la lumière sur le film pendant l'ouverture de l'obturateur.

En définitive, lorsqu'on compare les reflex présentés à la Photokina, non seulement ceux dont nous venons de parler, mais aussi ceux de Chinon, de Konica, d'Olympus, de Ricoh, il apparaît que les constructeurs sont engagés sur la même voie. Ils ont d'abord automatisé toutes les fonctions, du chargement au rebobinage du film par moteur. Puis ils ont multiplié les programmes automatiques d'exposition, d'utilisation au flash et même de mise au point. D'une marque à l'autre des différences existent : elles procèdent surtout de décalages temporels dans la présentation des innovations. La pro-

gression ressemble un peu à celle d'une vague arrivant sur le sable d'une plage, dont le front avance irrégulièrement, mais dont les vides sont vite comblés par la masse d'eau qui suit.

Toutefois, jusqu'ici, seuls les appareils d'amateur (même si parmi eux figurent des modèles perfectionnés que ne dédaignent pas certains professionnels) ont bénéficié de la multiprogrammation et de l'informatisation. Les grands reflex professionnels (d'ailleurs aussi utilisés par des amateurs) comme le Canon F1, le Nikon F3, le Leica R5 ou le Pentax LX n'ont pas été touchés. Deux motifs à cela :

- Les professionnels ont besoin d'un matériel fiable et les innovations ne sont introduites sur leurs appareils qu'après une longue expérimentation sur le

dent la même place que sur le modèle F3. Les principales caractéristiques de ce Nikon F4, qui possède un moteur intégré, sont donc les suivantes :

- Six modes de mise au point dont trois automatiques (dont une se poursuivant après le déclenchement jusqu'à l'instant de l'exposition).
- Quatre modes d'entraînement du film (vue par vue, continu, séquentiel rapide à 5,7 im/s, séquentiel silencieux).
- Cinq méthodes de mesure de la lumière (sur cinq plages du viseur — comme avec le Nikon FA — en cadrage horizontal, sur ces cinq plages avec programme modifié pour un cadrage vertical, mesure centrale pondérée, mesure spot, mesure à ouverture réelle du diaphragme avec certains objectifs et accessoires).
- Cinq modes d'exposition en lumière ambiante (quatre automatiques dont deux à programme et un manuel par tiers de diaphragme).
- Trois modes de compensation (correction de ± 2 indices de lumination, mémorisation d'une mesure, correction programmée sur une séquence de prise de vue).
- Huit modes d'exposition au flash (notamment avec mesure en temps réel sur le film).
- Dix-neuf vitesses d'obturation de 30 s à 1/8000 s et tous types de pose.
- Cinq modes de déclenchement (dont un pour l'ap-

PENTAX PV-C 840 E

La mise au point automatique de ce caméscope 8 mm PAL est commandée par un micro-ordinateur qui utilise les informations fournies par un analyseur DTC. Un obturateur électronique donne une vitesse rapide de 1/500 s. Le zoom 1,6/9-54 mm permet les prises de vues macro.



SANYO VM-D5P

Caméscope 8 mm équipé d'un analyseur d'image DTC de 420 000 cellules, d'un obturateur électronique à 6 vitesses (jusqu'à 1/4 000 s) et de la mise au point automatique à commande numérique. Cet appareil doté d'un zoom 1,6/12-72 mm peut filmer avec un faible éclairage de 5 lux.



TAMRON CX-7

Caméscope 8 mm PAL équipé d'un obturateur électronique donnant le 1/700 et le 1/1 400 s en plus de la vitesse normale. Le zoom 1,4/9-54 mm comporte la mise au point automatique commandée par infrarouge.



matériel d'amateur. Il en a toujours été ainsi.

- Les professionnels acquièrent des habitudes difficiles à bousculer sans risques pour la précision de leur travail.

L'un des grands fabricants japonais, Nikon, a choisi de franchir le pas à l'occasion de la Photokina 88. Avec le Nikon F4, il propose le premier reflex à viseurs interchangeables à multiprogrammes. Tout ce que Nikon a réalisé depuis ses modèles FA et F 401 se retrouve sur le F4, étant précisé que, pour ne pas déranger les habitudes des photographes, les commandes essentielles sur le boîtier gar-

pareil tenu horizontalement et un verticalement).

- Deux modes de réglage de la sensibilité du film utilisé, automatique (25-5000 ISO) et manuel (6-6400 ISO).

- Deux modes de rebobinage de la pellicule (manuel et par moteur).

- Quatre viseurs, treize verres de visée et trois dos interchangeables (avec, en particulier, une correction incorporée de l'oculaire de -3 à +1 dioptrie).

Il est certain, bien entendu, qu'un photographe n'utilisera jamais toutes les possibilités du Nikon F4 tant elles sont vastes. Mais le constructeur les lui propose afin qu'il puisse choisir les techniques qui seront les plus appropriées à ses travaux.

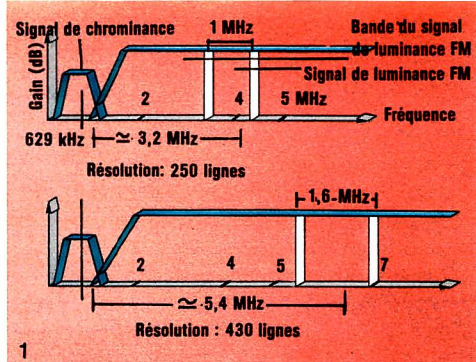
LES COMPACTS 24 × 36.

D'une façon générale, les appareils reflex bénéficient des équipements les plus sophistiqués. En particulier les modèles de plus de 2 500 F possèdent des programmes automatiques conservant des possibilités de contrôle pour obtenir des effets spéciaux. A l'inverse, les appareils 24 × 36 compacts sont conçus pour décharger les amateurs de tous soucis techniques. Ainsi la plupart des compacts dépassant 1 200 F sont totalement automatiques (notamment l'entraînement du film, la mise au point, l'exposition, le flash) sans possibilité de débrayage pour un réglage manuel. Plusieurs dizaines de nouveaux compacts sont présentés à Cologne et quatre tendances se font jour sur ce marché.

- Les appareils les plus perfectionnés dotés de deux focales (les bi-focaux) tendent à céder la place à des modèles à zoom capables de donner une infinité de cadrages entre deux focales extrêmes. Parmi les derniers-nés, mentionnons le Nikon TW Zoom (objectif 3,5-7,8 de 35-80 mm), le Fuji Zoom Cardia 700 (objectif 3,5-6,7 de 35-70 mm avec possibilité de tripler les focales grâce à un complément optique), le Pentax Zoom 60 (objectif 4,5-6,7 de 38-60 mm) et le Pentax Zoom 70 S (objectif 3,5-6,7 de 35-70 mm à mise au point automatique).

- Une augmentation du nombre des modèles très simples, mais qui n'en comportent pas moins certains automatismes (Canon Prima Shot et Prima 4 à mise au point, exposition, entraînement et flash automatiques ; Nikon RF 2).

- Une diversification des modèles des appareils offerts au public. Aux groupes déjà connus des appareils étanches, des bi-focaux, des appareils à zoom, il faut ajouter des compacts ayant des caractéristiques très particulières. Ainsi, le Canon Prima 4



La distribution du signal en VHS et S-VHS...

comporte-t-il un programmeur qui permet d'obtenir automatiquement de 1 à 4 vues d'un même sujet pour éviter les retirages.

Un autre Canon, le Prima Shot, comporte deux caractéristiques : une télécommande infrarouge amovible qui permet de se photographier soi-même et un double système de visée (viseur classique à l'œil et viseur de poitrine pour cadrer en plaçant le boîtier plus ou moins bas, comme cela se fait avec un 6 × 6 reflex à deux objectifs).

Chez Nikon, le modèle TW Zoom, permet de programmer un cadrage automatique. Le zoom peut ainsi, par exemple, maintenir un gros plan sur un personnage se déplaçant dans l'axe optique et assurer la mise au point automatique sur ce sujet.

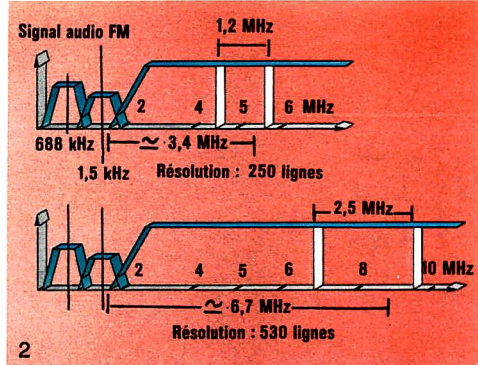
LA VIDÉO.

Traditionnellement salon de la photo et du cinéma, la Photokina a maintenant parfaitement intégré la vidéo. Toutefois, dans ce domaine, elle a donné une place de choix à la vidéo 8 mm. Pourquoi ? D'une part à cause de son passé : pour les amateurs, la Photokina était le salon du cinéma super 8. Aujourd'hui le super 8 tend à être remplacé par la vidéo. Et tous les grands fabricants de caméras 8 mm proposent des caméscopes 8 mm : c'est le cas, notamment, de Bauer, Canon, Chinon, Fuji, Konica, Metz, Minolta, Nikon, Olympus, Ricoh, Tamron, Vivitar et Yashica. D'autre part, parce que la vidéo 8 a connu un succès beaucoup plus important en Europe (et tout particulièrement en France) qu'aux Etats-Unis et au Japon. Il était donc naturel que la Photokina, organisée au cœur de l'Europe, devienne le salon de la vidéo 8 mm. C'est ainsi que, dans la bataille que se livrent les systèmes VHS et Vidéo 8, les constructeurs de ce dernier ont choisi la Photokina 88 pour présenter ses nouveaux atouts, et en particulier, sa capacité à réaliser une vidéo à haute définition. Avant d'aborder cet aspect des choses, revenons sur les systèmes en présence.

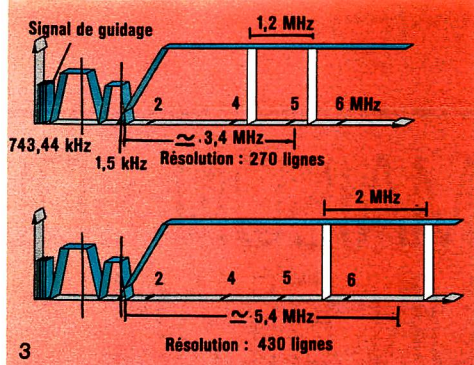
SONY ED-BETA EDV-7000

Magnétoscope à cassette Beta haute résolution. Conçu pour des applications professionnelles, il peut être connecté à un caméscope et permet la réalisation de montages vidéo. Un tuner (Sony BS) est nécessaire pour capter les chaînes de télévision par satellite.





... en Beta et ED-Beta...



... en vidéo 8 et vidéo 8 Hi-Band.

Le VHS, tout d'abord, créé voilà plus de 12 ans, et pour lequel il a été vendu près de 180 millions de magnétoscopes dans le monde, a donné naissance au S-VHS (Super VHS). La **figure 1** montre les fréquences attribuées à ces deux standards dans le système couleur de base, le NTSC (les choses sont peu différentes en PAL ou en SECAM). Dans le VHS, les informations couleurs (la chrominance) sont séparées des informations noir et blanc (la luminance), les premières occupant 629 kHz, les secondes 3,2 MHz. Au total, les deux signaux vidéo s'étendent sur une bande de 4,4 MHz, la chrominance et la luminance se suivant (en se chevauchant sur 1 MHz). Lors de l'enregistrement le signal de chrominance est modulé sur 1,1 MHz et celui de luminance sur 1 MHz (ce dernier centré sur 4 MHz). L'utilisation d'une bande de 3 MHz pour la luminance permet d'obtenir une résolution d'image de 250 lignes horizontalement.

La bande totale de 4,4 MHz du VHS a été portée à 7 MHz avec le S-VHS, simplement en utilisant 5,4 MHz pour la luminance (modulés sur 1,6 MHz à l'enregistrement). De ce fait, la résolution de l'image atteint 430 lignes horizontalement. L'élargissement de la bande de fréquences a permis le traitement des signaux pour réduire les interférences entre luminance et chrominance. L'image en couleurs gagne en pureté et en netteté. Le passage au S-VHS comporte tout de même un inconvénient : les cassettes S-VHS ne sont pas utilisables sur un magnétoscope VHS. Par contre, un signal en début de bande magnétique permet leur identification sur un magnétoscope S-VHS. Ce type de magnétoscope peut recevoir les deux sortes de cassettes.

La résolution de 430 lignes du S-VHS n'améliore que peu l'image enregistrée à partir des émissions de télévision. Celles-ci, en effet, ont une résolution inférieure (320 à 380 lignes selon le standard). Par contre, le gain devient très sensible en prise de vue directe avec une caméra vidéo (caméscope notamment) puisque le programme enregistré provient directement de l'analyse de l'image transmise par l'objectif. Encore faut-il que cette analyse soit suffisamment fine, ce qui est le cas avec les caméscopes dotés des tous derniers senseurs DTC (dispositif à transfert de charge) ou MOS (Metal Oxide Semi conductor) séparant 400 000 points dans une image.

Deux mois après l'annonce par JVC du lancement

du système S-VHS, Sony proposait à son tour une version améliorée de son procédé, le Beta, sous l'appellation ED-Beta permettant une définition d'image de 500 à 550 lignes. La **figure 2** schématise leurs normes. En ce qui concerne la chrominance, elle couvre 688 kHz dans les deux cas. La plage de la luminance s'étend sur 3,4 MHz (de 2 à 5,6 MHz environ) pour le Beta et sur 6,7 MHz (de 2 à 9,3 MHz) pour le ED-Beta. Entre les deux, les normes Sony ont toujours prévu un espace pour un signal son stéréophonique. A l'enregistrement, une fréquence porteuse de 1,2 MHz est utilisée pour le Beta et de 2,5 MHz pour le ED-Beta.

Dès le mois de mars dernier, Sony annonçait le lancement d'un caméscope ED-Beta (modèle EDC-50) doté d'un analyseur DTC de 380 000 cellules capable de résoudre 550 lignes horizontalement. Les qualités du système ED-Beta en font un procédé plus particulièrement destiné aux professionnels. Ce même mois, Sony et les firmes ayant créé le troisième format vidéo, le 8 mm, annonçaient aussi son amélioration avec le vidéo 8 Hi-Band, cette fois à l'intention des amateurs. La **figure 3** montre la structure des signaux du standard vidéo 8 ordinaire et du standard vidéo 8 Hi-Band.

La vidéo 8 diffère largement du VHS et du Beta : le son et les signaux de contrôle se succèdent sur la même piste que la luminance et la chrominance. On y trouve successivement les signaux de synchronisation, la chrominance (sur 743,44 kHz), le son stéréophonique en modulation de fréquence et la luminance sur 3,4 MHz. Cela permet une résolution horizontale d'image de 270 lignes. L'enregistrement fait appel à une porteuse de 1,2 MHz.

Dans le cas du standard vidéo 8 Hi-Band, la plage de fréquences de la luminance est portée à 5,4 MHz (2 MHz pour la porteuse d'enregistrement). La résolution atteint ainsi 430 lignes, soit autant que le S-VHS. La séparation totale des signaux de luminance et de chrominance permet une nette amélioration de la pureté des images.

Par ailleurs, la succession des signaux sur une même piste permet plusieurs modes d'enregistrement du son, classique en haute fidélité (analogique) ou sous forme numérique. Cette dernière technique a été proposée pour la première fois avec le caméscope Sony CCD-V200 lancé sur le marché

(suite du texte page 179)

MAISON SOLAIRE : UN BILAN IMPRESSIONNANT



Se chauffer pour 180 francs pendant tout l'hiver, c'est la performance réussie par cette grande habitation bioclimatique du Béarn. Avec chiffres à l'appui.

Le tout-solaire, rien que du solaire, c'était le cri de guerre des années 70. Conscients que le chauffage des locaux représente en France de 20 à 30 % de la dépense énergétique nationale, les gouvernements de l'époque stimulaient dans ce sens les initiatives individuelles et collectives, à coups de subventions et de dégrèvements fiscaux.

Depuis, l'enthousiasme est tombé. Le solaire s'est révélé souvent trop cher pour un rendement très moyen. Et d'une esthétique parfois douteuse. Pourtant, il existe des réalisations à la fois rentables et efficaces, même si ce ne sont pas tout à fait des "œuvres d'art". Exemple, la villa bioclimatique de Michel Hausard, qui "fonctionne" depuis juillet 1986 à Uzos, petit village au pied des Pyrénées.

M. Hausard est professeur de physique ; il a, pour

juger les performances de sa maison, l'attitude du scientifique habitué aux formules et aux calculs. Il est le propre concepteur, et en partie le constructeur, de son habitation, sans pour autant être architecte, ce qui explique, dit-il lui-même, « les formes simples de cette villa. L'idée reprise par des professionnels produirait certainement un aspect plus original, plus audacieux, plus esthétique ».

Cette construction, comme toute maison bioclimatique, est du type dit passif, par opposition au type actif, lequel assure la circulation forcée d'un fluide caloporteur chauffé par des capteurs solaires placés sur le toit ou sur les murs extérieurs. Ici, pas de capteurs ; c'est la maison elle-même qui sert de collecteur. La méthode passive de chauffage solaire exploite le pouvoir de captage calorifique des éléments mêmes de la construction ; elle utilise ensui-





te la circulation naturelle de l'air pour diffuser la chaleur à travers les pièces.

Une maison bioclimatique n'est donc pas équipée de capteurs indépendants, ni de systèmes mécaniques compliqués pour véhiculer les calories. Elle n'exige par conséquent aucun entretien particulier. Elle ne connaît pas d'autre usure que le vieillissement normal du bâtiment.

Son efficacité dépend à la fois de ses matériaux, de sa conception et de son orientation. Dans notre exemple, la conception est un facteur prédominant ; et son élément essentiel est une immense serre occupant l'entière face sud.

On connaît le principe de l'"effet de serre", fondé sur le fait que le verre est un matériau transparent à la lumière mais opaque à la chaleur. Constituée de rayonnement de courtes et moyennes longueurs

d'onde, qui traversent sans entraves le verre ⁽¹⁾, la lumière pénètre dans la serre et y réchauffe le sol et les murs. Ces surfaces, comme tout corps chaud, renvoient alors un rayonnement infrarouge, qui, étant de grande longueur d'onde, est arrêté par la paroi vitrée et ne peut s'échapper. La chaleur se trouve ainsi piégée dans la serre.

La maison d'Uzos est toute en longueur — 23 m sur 7 m —, une disposition qui assure que la partie habitable donne entièrement sur le sud, donc dans la serre. Celle-ci, la "chaudière" du logis, de 16 m de long et 5 m de haut, divisée en quatre unités indépendantes, communique avec les deux niveaux

(1) Sans entrer ici dans un cours de physique, disons seulement que la transparence ou l'opacité d'un matériau aux rayonnements électromagnétiques dépend du rapport entre les caractéristiques ondulatoires des atomes du matériau et la fréquence (et donc la longueur d'onde) du rayonnement considéré.

d'habitation, rez-de-chaussée et premier étage, par de grandes baies vitrées coulissantes qu'on ouvre ou ferme selon la température désirée. Grâce à cette importante surface de vitrage, la façade sud apporte, de jour, tout l'éclairage voulu dans la maison.

La maçonnerie intérieure sert d'accumulateur pour le stockage de la chaleur. Hausard admet que l'efficacité maximale des murs serait atteinte avec

la couleur noire, qui augmenterait leur pouvoir absorbant ; mais, ne pouvant se résoudre à vivre dans une ambiance aussi funèbre, il a recouvert les parois donnant sur la serre de lambris de pin des Landes, décor moins sinistre qu'un mur peint au charbon, mais d'un pouvoir réflecteur malheureusement important. Le fonctionnalisme doit bien le céder parfois à l'agrément de l'œil.

Côtés ouest et nord, les murs extérieurs sont enterrés sur toute la hauteur du rez-de-chaussée, de manière à faire profiter la maison de l'inertie thermique du sol, et donc à lui apporter une très bonne isolation.

Le quatrième côté, tourné vers l'est et percé de trois fenêtres, demeure apparent.

L'ensemble est surmonté de combles qui ménagent un espace d'air tampon entre les niveaux habités et la toiture en ardoise, renforçant l'isolation dans le haut.

Isolation : mot clé de l'architecture bioclimatique. « Avant d'être une maison chauffée par le soleil, il s'agit d'une maison qui perd le moins possible de chaleur », remarque Michel Hausard. Une habitation à moitié enterrée, qui communique avec l'extérieur par l'intermédiaire d'une très grande serre et qui dispose d'une bonne protection thermique entre la serre et le mur sud, perd infiniment moins de chaleur qu'une construction traditionnelle. Même avec un très mauvais rendement de chauffage solaire, la maison bioclimatique est plus performante qu'une maison ordinaire qu'on équiperait de capteurs solaires ultra-sophistiqués, coûteux et inesthétiques.

À Uzès, on s'est spécialement préoccupé de l'isolation des murs extérieurs. Ils sont creux et remplis de sable, ce qui augmente considérablement la capacité de stockage de la chaleur (l'inertie thermique). Et surtout, ils sont doublés sur toute leur surface extérieure de panneaux isolants, ce qui permet d'inclure l'ensemble des murs de la maison dans la masse accumulatrice de chaleur (alors qu'avec une isolation intérieure, la chaleur captée par les murs ne sert pas à l'habitation. Ce type d'isolation évite par ailleurs les fuites thermiques au niveau des murs de refend⁽²⁾ et des hourdis⁽³⁾).

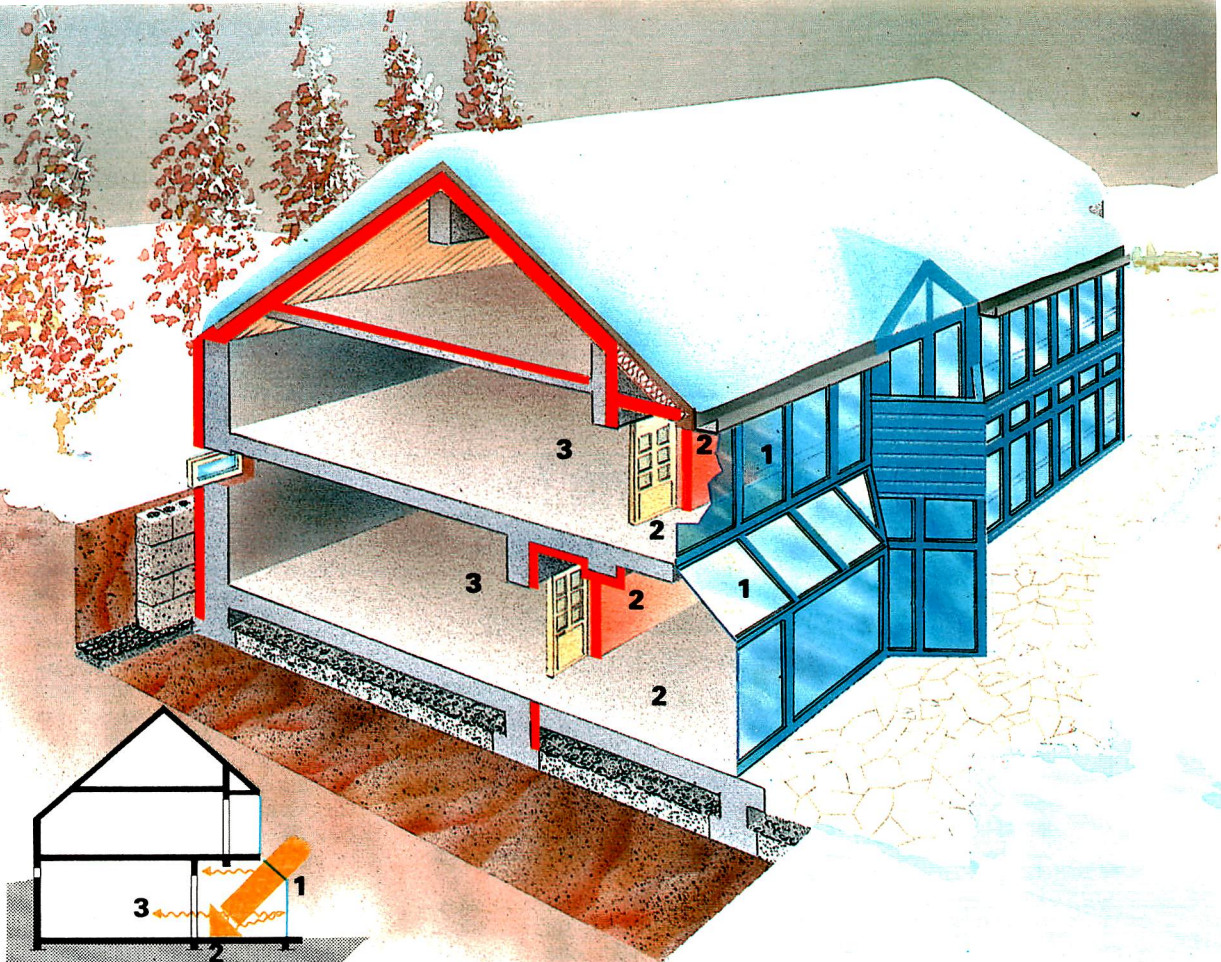
Le bilan thermique — la différence entre les quantités de chaleur fournies et les quantités de chaleur utilisées et perdues par conduction à travers les murs ou par le renouvellement de l'air — atteste l'excellent rendement de ce genre de construction. Hausard s'est livré à une étude comparative des échanges thermiques qui s'effectuent respectivement dans une maison bioclimatique et dans une maison identique, mais évidemment sans la serre, dotée d'une installation de chauffage classique. L'étude porte sur quatre journées d'hiver (**ta-**

MESURES ET COMPARAISONS	Type de climat			
	Très froid et sans soleil	Pluie froide et sans soleil	Froid sec avec soleil	Assez doux avec soleil
Température moyenne extérieure (en °C)	- 5	+ 5	0	+ 8
Température moyenne dans la maison solaire (en °C)	+ 16	+ 18	+ 17	+ 18
Apport solaire (en kWh)	0	0	95	120
Pertes (en kWh)				
— par conduction	86	52	58	45
— par renouvellement d'air	150	87	95	82
Bilan énergétique journalier (en kWh)				
— de la maison solaire (apport moins pertes)	- 150	- 87	0	+ 58
— et d'une maison classique	- 320	- 200	- 260	- 150
Variations de la température selon le climat de la journée (en °C)				
— dans la maison solaire	- 1,7	- 1	0	+ 0,65
— dans une maison classique	- 3,6	- 2,2	- 2,9	- 1,7

Les mesures comparatives effectuées sur la maison solaire, une fois avec ses serres, une fois sans (pour représenter une maison classique), et dans les deux cas sans chauffage d'appoint, font apparaître un bilan nettement favorable au système des serres pour le chauffage. Tout d'abord, l'apport solaire pendant les mois d'hiver est en moyenne de 180 kW par jour, soit 30 000 kW pour la période de novembre à avril. Il aurait fallu 31 500 pour que la maison soit entièrement autonome ; on a donc dû apporter 1 500 kW de chauffage d'appoint pour les quelques jours de l'hiver où il a fait très froid et où le soleil a été complètement absent. Soit 180 F pour la saison en question ! A partir des séries de mesures et de calculs, le "père" de cette maison solaire a établi cette espèce de "tableau de bord" qui montre, par exemple, que la serre permet d'obtenir 18 °C dans la maison par une journée de pluie froide sans soleil (+5 °C à l'extérieur), tout en sachant que, si ce temps persiste, la maison perd 1 °C par jour ; donc, si l'on veut maintenir les 18 °C, il faut recourir au chauffage d'appoint. Notons que si les variations moyennes de température dans une journée semblent peu différentes entre les deux maisons, elles sont quand même du simple au double pour les journées les plus froides (respectivement -1,7 et +3,6 °C), et du simple au triple pour les journées de froid sec ensoleillées (0 et -2,9 °C). Sans compter que ce qui a servi de maison témoin, c'est la même construction sans les serres ; c'est-à-dire qu'elle est extrêmement bien isolée (**dessin ci-contre**). La différence serait sensiblement plus marquée avec une maison courante.

(2) Les murs de soutien formant les séparations intérieures.

(3) Maçonnerie légère (ici du plâtre) qui garnit les vides du colombage.



Le chauffage par effet de serre. 1. La lumière solaire pénètre par le vitrage. 2. Elle réchauffe le sol et les murs dans la serre. 3. Ce réchauffement produit des rayonnements infrarouges qui, en raison de leurs courtes longueurs d'onde, ne peuvent retraverser le vitrage. Cette chaleur, piégée ainsi dans la serre, se propage dans l'habitation lorsqu'on ouvre les portes intérieures. La chaleur ainsi acquise ne s'échappe pas par les murs de la maison car ceux-ci, ainsi que le sol, sont doublés d'une isolation extérieure (traits rouges sur le dessin).

bleau ci-contre). Dans ces calculs, les deux habitations ont été créditées d'un coefficient G égal à 0,8. Ce coefficient, qui permet de mettre en regard deux valeurs comparables, définit les pertes par unité de volume et par degré de différence entre les températures extérieure et intérieure. Il caractérise donc la qualité de l'isolation.

On constate que la serre de la maison bioclimatique forme un isolant appréciable avec son volume d'air tampon de 140 m³. Même sans apport d'énergie solaire, la différence de température entre la serre et le corps de la maison tend à s'égaliser, ce qui diminue sérieusement les pertes par conduction à travers le mur sud. En outre, cette façade bien protégée n'est pas exposée à l'humidité et au vent, ce qui limite les pertes par convection.

La serre apporte entre 110 et 240 kWh/j, soit environ 30 000 kWh pour la période de chauffage de novembre à avril. Pour maintenir une même tempé-

rature de 18°C pendant ces quelques mois, une chaudière au fuel ou des radiateurs électriques consomment 32 000 kWh. Pour l'hiver, le rendement thermique de l'installation bioclimatique est supérieur à 93 %. En respectant les normes actuelles de confort, la maison d'Uzos brûle 15 à 20 fois moins d'énergie qu'une maison ordinaire bien isolée. Elle présente un déficit de 2 000 kWh seulement, qui peut être comblé avec un chauffage d'appoint. Pendant l'hiver 86-87, cette grande villa (*) n'a utilisé à cet effet que 2,5 stères de bois et 300 kWh électriques. Au cours de l'hiver 87-88, plus doux que la moyenne, la consommation énergétique s'est même limitée à 1,3 stère de bois et 65 kWh électriques. Coût : 180 F. Ces résultats sont d'autant plus remarquables que la villa est édifiée au sommet d'un coteau et exposée à tous les vents.

Mais, diront les critiques, dans tout cela on oublie le surcoût occasionné par les aménagements bioclimatiques. En fait, il est minime. Les dépenses consacrées à l'enterrement des murs, au vitrage de la serre et à l'isolation extérieure ne représentent que

(4) 800 m³ d'air climatisé correspondant à 292 m² de surface réellement habitable, sans compter les 52 m² de serre et les 110 m² de combles.

LIVRES

« Pâley-vô mandarin ? »

“Vulgariser la science”, sous la direction de D. Jacobi et B. Schiele (1); “Textes et images de la vulgarisation scientifique”, de D. Jacobi (2). Ou, de la vulgarisation considérée comme un délit !

L'expression “vulgariser la science” nous a toujours paru, à *Science & Vie*, assez creuse. En effet, on ne voit guère pourquoi la vulgarisation se limiterait à la science au sens ordinaire du mot, mécanique, biologie ou électronique. La politique aussi a ses mystères, et l'on n'imagine guère que tel ou tel quotidien s'appelât “journal de vulgarisation politique”. Et que dire de l'art ! S'il est bien un domaine qui exigerait, de nos jours, un organe de vulgarisation, c'est bien celui-là, pour ne pas parler de la cuisine, à laquelle devraient être initiés pourtant bien des restaurateurs. Mais il n'existe pas non plus de journal de vulgarisation culinaire.

En fait, tout savoir est science, et le mot “science” n'est que la forme savante de “savoir”. Dès qu'on se pique d'écrire sur n'importe quoi, il faut, pour être compris de son public, vulgariser. L'éminent physicien qui n'a pas le temps d'écrire de façon accessible fait quand même de la vulgarisation à l'intention de ses pairs quand il les initie à ses dernières idées sur les bosons ou les mirages gravitationnels. Si c'est un journaliste qui va interviewer ce savant (ou un artiste, ou un homme politique), il est, lui, contraint de transcrire son interview en termes non spécialisés, à l'intention du public.

Aussi est-on à la fois surpris et curieux quand on aborde les deux ouvrages dont les titres figurent

plus haut. Le premier, sous titré « Le procès de l'ignorance » est une collection de textes publiés sous la direction des auteurs également cités.

La première impression est que les auteurs ne se sont pas souciés de vulgarisation. Citant la première phrase de l'introduction de Jean-Claude Beaune, Bernard Schiele et Daniel Jacobi écrivent : « La vulgarisation scientifique est difficile à définir (...) Cette difficulté, comme d'habitude, constitue l'indice d'un problème qui n'est pas terminologique, mais conceptuel. Pourtant, comment un ouvrage, qui se propose précisément ce thème, pourrait-il faire l'économie d'une telle démarche ? » Voilà bien la première fois que nous trouvons un problème où le concept est indépendant du terme censé le définir. Et il semblerait que ce soit la règle. Nos auteurs entendent-ils donc qu'il suffit de changer les termes pour résoudre un problème ? Ou bien qu'ils se proposent de chercher ce dont ils vont nous instruire ?

La surprise s'accroît au lu du texte sur « L'appropriation du média » : « Boltanski et Maldidier (1977) définissent la vulgarisation comme activité extra-scolaire tributaire de la position qu'elle occupe par rapport à l'enseignement », poursuivent nos introducteurs. Or, l'information scientifique telle que nous la pratiquons à *Science & Vie* n'est pas du tout tributaire de l'en-

seignement ; bien entendu, des gens qui ont fait des études auront plus de facilité à saisir un sujet dont nous traitons, mais nous comptons aussi de nombreux lecteurs autodidactes, qui ne sont certes pas les moins cultivés. Pour nous, l'enseignement est aussi de l'information, simplement, il diffuse des données fondamentales, alors que nous suivons plus étroitement l'actualité.

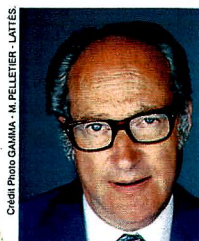
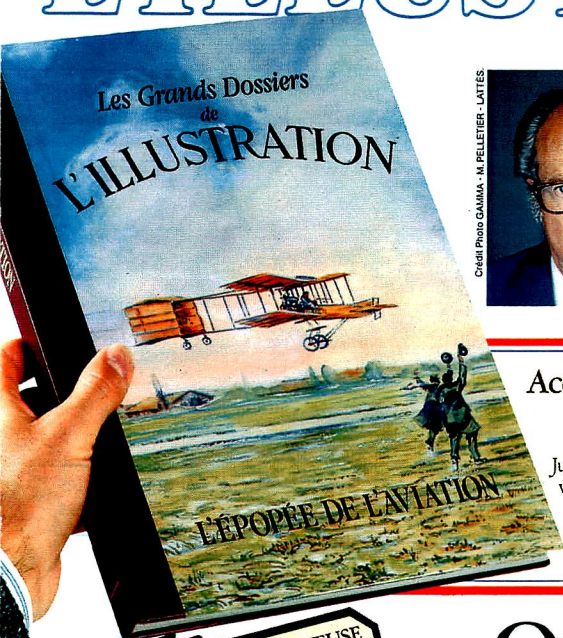
Mais poursuivons : « *Science & Vie*, soumis partiellement à une logique commerciale, recherche le plus large public possible et évite donc les agressions symboliques qui pourraient lui faire croire que la science ne lui est pas destinée. » (p. 81). Boltanski et Maldidier prennent en compte la position sociale occupée par les lecteurs dans leur analyse. Aussi, pour eux, « la pratique de la vulgarisation relève-t-elle de la problématique moderne de l'autodidaxie institutionnalisée chez les adultes et de la problématique du complément scolaire chez les jeunes étudiants. »

Que veut dire l'adverbe “partiellement” dans la première phrase ? Nous sommes soumis à une logique commerciale comme tout éditeur qui essaie de vendre le plus possible d'exemplaires, tout comme l'éditeur de M. Jacobi et Schiele, sans quoi il cesserait d'être éditeur parce qu'il serait mis en faillite. Nos auteurs s'imaginent-ils qu'il y a des informateurs qui ne soient pas soumis à une logique commerciale ? Et nous déclarons, en toute sincérité, que nous n'avons pas la moindre idée de ce que pourraient être « les agressions symboliques qui pourraient nous faire croire que la science ne nous est pas destinée ». Qu'on veuille bien nous pardonner de le dire tout net, cela, c'est du charabia condescendant.

Le plus singulier dans le raisonnement que voilà est que nous éviterions les fameuses « agressions symboliques » parce que nous recherchons le plus large public possible. La vérité est que nous avons, en effet, un public très large, qui fait de nous la première revue scientifique européenne. Parce que nous parlons un langage accessible et que nous nous gardons de ce que Bourdieu, abondamment cité dans le livre, appelle le « langage du pouvoir », qui est une langue de

NOUVEAU!

Le Livre de Paris-HACHETTE vous présente LES GRANDS DOSSIERS DE L'ILLUSTRATION



Crédit Photo GAMMA - H. PELLETIER - LATÈS

Un choix exemplaire parmi les prodigieuses archives de L'ILLUSTRATION rassemblées pour vous sous forme de grands dossiers.

"Une véritable histoire, non seulement de la France, mais de la société française toute entière."

Alain DECAUX, de l'Académie française.

Acceptez le 1^{er} tome, chez vous, pendant 10 jours,
GRATUITEMENT.

Jugez par vous-même, sans le moindre engagement! Pendant 10 jours, chez vous, plongez-vous dans le 1^{er} tome "L'Épopée de l'Aviation". Le cœur battant, vous serez avec Blériot sur les côtes de la Manche. Vous vivrez le triomphe de Lindbergh à New York. Vous tremblerez dans la "machine volante" de Santos-Dumont... Vous vivrez des aventures héroïques, folles, inoubliables!

**UNE TRÈS LUXUEUSE
ÉDITION
GRAND FORMAT**
265 x 365 mm

- * Reliure bordeaux avec titres dorés et couverture illustrée.
- * 192 pages abondamment illustrées par volume.

Chaque volume est un fabuleux DOSSIER HISTORIQUE :

- * Les expositions universelles.
- * La conquête des pôles.
- * La montée du nazisme.
- * Les grandes affaires judiciaires, etc.

**EN CADEAU
DEFINITIF**

si vous répondez dans les 8 jours.

3 couvertures anciennes de L'ILLUSTRATION rééditées spécialement pour vous, au format 240 mm x 340 mm, et prêtes à être encadrées. Gardez-les même si vous renvoyez votre 1^{er} tome!

Quel événement! Le Livre de Paris-Hachette a mis au jour des archives historiques uniques au monde : tous les numéros du Journal L'ILLUSTRATION... de 1843 à 1944. Un siècle d'Histoire, de notre histoire, vécue au jour, sur le vif, par des générations de grands journalistes et illustrateurs, tels que George Sand, Pierre Loti, Paul Claudel... ou Caran d'Ache, Gavarni, Gustave Doré, Daumier et Delacroix.

Quelle grande idée! Parmi ce trésor, parmi ces dizaines de milliers d'articles, d'illustrations originales et de photos (pour les périodes les plus récentes), il a créé une collection par grands thèmes. Pour doubler le plaisir de votre découverte.

Ce prodigieux musée historique s'ouvre aujourd'hui pour vous. Il restera dans chaque famille comme un pont lancé entre les générations, une émouvante mémoire visuelle de nos racines, un précieux viatique pour notre avenir.

LE LIVRE DE PARIS

HACHETTE

77214 AVON CEDEX

BON D'EXAMEN GRATUIT

OUI, envoyez-moi pour un examen gratuit de 10 jours, sans le moindre engagement d'achat, "L'Épopée de l'Aviation", premier volume des Grands Dossiers de L'ILLUSTRATION. Joignez également les 3 précieuses reproductions en cadeau, si je réponds dans les 8 jours.

Si je ne suis pas enthousiasmé par ce volume, je vous le retournerai dans les 10 jours, sans rien vous devoir, et je garderai mes 3 reproductions en cadeau.

Autrement, ce volume sera à moi au prix spécial de souscription de 168 F seulement (+ 24 F de participation aux frais d'envoi). Si je le garde, je recevrai chaque mois un nouveau volume de la collection, en examen gratuit de 10 jours, et je bénéficierai des mêmes conditions avantageuses.

Bien entendu, je serai libre d'arrêter définitivement vos envois, à tout moment, par simple lettre.

* Prix susceptible de modifications selon législation.

335.100

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Signature indispensable

(parents ou tuteur pour les mineurs)

Offre réservée à la France métropolitaine.

Merci de renvoyer ce Bon dès aujourd'hui à :
LE LIVRE DE PARIS-HACHETTE, 77214 AVON CEDEX.

bois destinée, justement, à empêcher le commun de pénétrer les arcanes où officient les grands esprits. C'est une attitude de courtoisie à l'égard du public. Ecrire que « la pratique de la vulgarisation relève de la problématique moderne de l'autodidaxie... » etc., est discourtois.

L'information scientifique telle que nous l'offrons est aussi bien accessible aux lecteurs qui n'ont qu'un bagage limité qu'à ceux qui ont des titres universitaires (et il y en a !). C'est ainsi que nous avons pu exposer des problèmes d'astronomie, de mécanique quantique, de biologie moléculaire, domaine pourtant neuf et dont bien des lecteurs n'ont pas eu connaissance alors qu'ils faisaient leurs études. De plus l'« autodidaxie » n'est pas « institutionnalisée » : on est autodidacte parce qu'on n'a pu faire des études, il n'y a là rien d'institutionnel.

En réalité, et pourquoi ne le disent-ils pas tout net, nos auteurs ont l'information scientifique dans le nez ; ils s'empressent de la dénigrer chaque fois que c'est possible. « Il est une vulgarisation scientifique pour le grand public », écrit Jean-Claude Beaune, p. 74, dont on a remarqué « l'inefficacité — et souvent le ridicule. Il est une vulgarisation plus soucieuse d'elle-même et du langage qui est le sien ; elle ne fait que conforter, à son niveau, l'évidence de cette qualité éminemment linguistique de la science, de toute science... » etc. Voilà le bout de l'oreille du chat : en clair, ces lignes opaques signifient que cela ne sert à rien d'informer le grand public ; il faut que la science continue de n'appartenir qu'à une cohorte de mandarins.

Ce discours, étonnamment et inutilement élitiste, est destiné à conserver aux mandarins le privilège de l'information. Mais, hélas pour les auteurs, le postulat sur lequel il se fonde ne vaut pas un clou : quand donc, où donc a-t-il été démontré que la vulgarisation pour le grand public serait inefficace ? L'auteur prend ses désirs pour des réalités. Ce n'est pas par nominalisme que nous avons choisi de critiquer ce passage. Bien d'autres postulats péremptoirs nous ont saisi à la lecture de l'ouvrage, tels que celui-ci : « Il n'y a pas de science de la science » (p. 50). Eh si,

c'est l'épistémologie.

On trouve, bizarrement, des points de vue antagonistes dans ce compendium de snobs intellectuels, notamment celui de Jean-Marie Albertini et Claire Bélisle (auxquels il convient de signaler qu'Einstein s'écrit avec deux « i » !). « La vulgarisation scientifique a une fonction utilitaire, écrivent-ils, et elle devient nécessaire au bon fonctionnement de la production, et plus généralement de toute organisation. » C'est exactement ce que nous disions, merci !

Le deuxième ouvrage, *Textes et images de la vulgarisation scientifique*, de Daniel Jacobi, contient également des postulats dédaigneux, notamment à notre égard. La seule image de notre revue qui soit présentée remonte à... 1932 ! Et, à ce propos, nous trouvons cette perle : « La science reçue par un public non scientifique est toujours perçue non scientifiquement. » (p. 33). Tiens donc ! Et les chercheurs « scientifiques » qui prétendaient démontrer la « mémoire de l'eau » ont-ils perçu la science de façon scientifique ? Mais, il est vrai, Jacobi avoue ses préférences : « En France, une revue comme *La Recherche* me paraît être la plus significative, et c'est pourquoi je me suis beaucoup intéressé à elle. » (p. 35). Nous estimons beaucoup notre excellent confrère *La Recherche*. Mais nous ne voyons guère comment cette revue serait plus « significative ». Significative de quoi, sinon des inclinations mandarinales de l'auteur, qui semble croire que moins on vend, mieux c'est ?

Voilà donc deux livres bourrés d'a priori, donc fort peu scientifiques, en dépit du jargon dont ils sont parés, comme les professeurs de monsieur Jourdain.

Gerard Messadié

(1) Champ Vallon, 286 p., 140 F

(2) Peter Lang, 166 p., 124 F.

Jean-Louis Halbwachs

DÉCOUVRIR LE CIEL

Bueb & Reumaux, 144 p., 72 F.

C'est en guidant des visiteurs dans l'observatoire dont il dépend que Jean-Louis Halbwachs, astro-

nome au Centre de données de l'observatoire de Strasbourg, eut l'idée de rédiger ce joli petit livre de « promenades » astronomiques qui, en sept circuits, vous feront découvrir les 40 plus belles curiosités du ciel étoilé visibles à l'œil nu ou avec de simples jumelles (étoiles doubles, galaxies, amas globulaires, etc.). Le soin particulier porté à la réalisation de la cartographie nous autorise à en parler comme d'un excellent guide « quatre étoiles ».... Jean-René Germain

Pierre Kohler

CONNAÎTRE ET

RECONNAÎTRE LES ÉTOILES

Editions Ouest France, 110 p., 67 F.

L'avantage de l'astronomie sur la plupart des autres sciences est qu'elle est accessible à tous. Pas besoin de ces puissants accélérateurs de particules dont usent les physiciens ou de ces laboratoires complexes indispensables aux biologistes ! L'observation à l'œil nu (ou à la rigueur aux simples jumelles) suffit à découvrir une foule d'étoiles et de phénomènes insoupçonnés. Il suffit de savoir où, quand et comment regarder le ciel.

Ce petit ouvrage a été écrit justement à cet effet. Bourré de conseils sur le matériel et les techniques d'observation, il explique ce que l'on peut voir dans le ciel, de la Lune aux planètes en passant par les nébuleuses, amas stellaires et autres galaxies. Il vous initiera même à l'observation des satellites artificiels. Doté d'un guide des constellations, avec les cartes du ciel à tous les mois de l'année, il s'achève par une masse de renseignements précieux pour ceux qui souhaiteraient rejoindre la cohorte des astronomes amateurs. J.-R. G.

Susan Blackmore

THE ADVENTURES

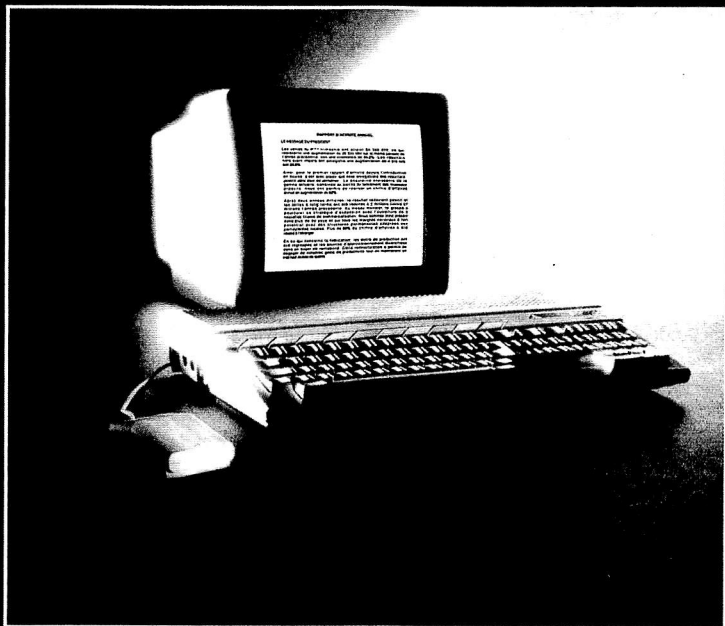
OF A PARAPSYCHOLOGIST

Prometheus Books, 249 p. (1).

Cet ouvrage est un petit récit charmant de la vie de tous les jours de Susan Blackmore, parapsychologue qui fut associée quelque temps à des figures très marquantes de la parapsychologie, comme

ATARI 1040 ST

Il exécute le traitement de texte des clients
les plus pointilleux, les plus tatillons,
les plus coupeurs de cheveux en 4 qui soient :
les journalistes.



5100 F_{HT}*

- Puissant (1 méga de Ram)
- Rapide (16/32 bits)
- Confortable (écran monochrome haute résolution)
- Convivial (souris, environnement Gem)
- Nombreux logiciels disponibles : traitement de texte, gestion de fichier, tableur graphique.

L'Atari 1040 ST a été adopté par la rédaction de plusieurs journaux dont Libération et Ouest France.

Pour tous renseignements téléphonez au 45 06 31 31 ou envoyez votre carte de visite à Atari France : 9 rue Sentou, 92150 Suresnes. * Prix public conseillé 5990 F TTC.

EQUATEUR

**ATARI LE FASCINANT POUVOIR
DE L'ARME INFORMATIQUE.**

ATARI®

J. B. Rhine, E. Dinowall, C. Tart et d'autres. L'auteur nous raconte en détail, au jour le jour, les péripéties de ses recherches et de sa soutenance de thèse.

Le principal centre d'intérêt de Blackmore fut la perception extrasensorielle : l'ESP (pour *Extra Sensory Perception*) était-elle un processus mental comme la mémoire ou la perception ? Mais les travaux qu'elle a effectués pendant plus de dix ans dans plusieurs pays l'ont amenée à s'intéresser également à des domaines annexes à la parapsychologie proprement dite, à savoir : l'occultisme, les esprits frappeurs, les cartes de tarot, les expériences "hors du corps" (voyages astraux) et la régression sous hypnose.

La rigueur sans faille ni compromission que Blackmore a su appliquer dans toutes ses expériences a eu un résultat qu'elle n'attendait pas : ses hypothèses de travail se sont écroulées et ses croyances de départ ont été balayées. Après des années de recherches, une parapsychologue devenait ainsi... une sceptique !

L'ouvrage nous relate les péripéties de sa carrière et nous fait découvrir avec humour quelques mystères en matière de recherches parapsychologiques. Ainsi pour *L'effet transatlantique* de John Beloff : aux Etats-Unis, les chercheurs trouvent du "psy", mais, à Edinbourg, il fait trop froid !

La conclusion qui se dégage de cette autobiographie sans prétention est, comme l'auteur le dit lui-même, que le « psy est toujours derrière le prochain virage ».

Henri Broch

(1) Cet ouvrage peut être commandé à l'Union rationaliste (14 rue de l'Ecole Polytechnique, 75005 Paris) pour la somme de 150 F, frais d'envoi compris.

Josée Lapeyrière, Olivier de Serres et Marina Faust

LA 15 CV CITROËN

Librairie Séguier, 98 p., 150 F.

Paradoxalement, l'homme de la traction avant, de la firme au double chevron, l'inventeur des techniques modernes de production automobile (il la porta de quelques dizaines de voitures par jour à plus de 50 000) et des techniques mo-

dernes de vente (service après-vente, échange-standard, vente à crédit, normalisation des pièces et des services, garantie du constructeur), le premier constructeur automobile européen, ne vit pas l'aboutissement du projet de toute sa vie : une voiture populaire faite pour le plus grand nombre. La première 15 cv sortit en 1938, il y a tout juste cinquante ans, après qu'André Citroën, ce grand seigneur qui invitait rois, présidents de la République, héros du sport et de l'aviation (Lindbergh au lendemain de son exploit), inscrivait son nom — sa marque — jusque sur la tour Eiffel, se permettait de révoquer ses banques, ait été la victime de son audace, de ses innovations, de l'aigreur de ses concurrents. Poursuivi par la horde de ses créanciers, banquiers et ennemis, cet homme qui voulait aller trop vite vit son empire sombrer en 1934 sous les assauts de ceux qu'il gênait, car il les précédait, et mourut cinq mois seulement après avoir quitté son usine.

Voiture mythique, expression, acteur et témoin de toute une période de notre histoire, la 15 cv vécut avec très peu de modifications jusqu'en 1955, lorsque fut présentée la DS, qui hérita du reste de sa fameuse suspension hydropneumatique.

Pour raconter cet homme et cette voiture hors du commun, se sont réunis Josée Lapeyrière, psychiatre et psychanalyste, Olivier de Serres, pour la partie historique et technique et Marina Faust pour la photographie. Cette réunion, cette osmose a permis de constituer un ouvrage qui est à la fois récit, hommage et album d'art.

Gérard Morice

Dr J.-G. Rozoy

LES CELTES EN CHAMPAGNE

Edition à compte d'auteur (26, rue du Petit-Bois, 08000 Charleville-Mézières), 758 p., 350 F.

Cet ouvrage en deux volumes rend compte des fouilles menées sous la direction de l'auteur de 1964 à 1974 dans le sud des Ardennes d'une part, et des études sur le matériel découvert de l'autre. Ces

travaux concernent deux nécropoles gauloises à enclos, utilisées du V^e au III^e siècle avant notre ère par des religieux de haut rang. Ce sont les deux seuls cimetières français pour lesquels nous disposons maintenant de plans extrêmement précis.

Le volume portant sur la description des lieux (254 pages) présente en 122 planches la structure des nécropoles et les objets qu'elles renfermaient (chaque planche est complétée d'un long texte explicatif). Celui consacré aux travaux de recherche, de loin le plus conséquent (504 pages), a été rédigé en collaboration avec huit spécialistes.

On y trouvera un chapitre sur les différents motifs de tissus, trouvés à l'état de traces, et un autre sur les armes, essentiellement épées et poignards aux fourreaux richement décorés. On se passionnera pour le paragraphe relatif aux tombes, où furent trouvés des crânes en surnombre ou ne correspondant à aucun squelette. Selon l'auteur, ces découvertes surprenantes pourraient s'expliquer par des manipulations qui relèveraient d'un rite religieux dont on ignore toujours la signification.

Car il faut bien avouer certaines lacunes en la matière : nous savons malheureusement peu de choses sur la religion celtique, dont la pratique a disparu cinq siècles plus tard du fait de la domination romaine.

Cela dit, au terme de cette étude, une idée plus exacte de la vie de nos ancêtres celtes nous est donnée. Nous savons par exemple que les hommes mesuraient 1,65 m et les femmes 1,55 m en moyenne, ce qui correspond à la taille des Françaises et des Français de la première moitié du XX^e siècle. Nous savons aussi qu'ils se tenaient souvent accroupis, à la manière orientale, et que les paysans qu'ils étaient n'étaient pas tellement différents de ceux qui habitaient nos chaumières il y a 300 ou 400 ans.

La masse de travail considérable que représente cet ouvrage mérite tous les éloges. Certes, la masse des informations recueillies concerne davantage le spécialiste que l'amateur, mais celui-ci se passionnera pour les derniers chapitres sur la vie des Celtes, qui se lisent comme un roman. **Pierre Rosson**



Jean SUNSKA
Directeur des recherches
au Centre Européen de Recherche
pour l'Efficacité Personnelle

LE CEREP OFFRE EN CADEAU
A 700 ETUDIANTS
LE NOUVEAU GUIDE

GRATUIT
pour les étudiants

"Comment réussir tous vos examens"

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

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

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

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

Maintenant ayez la certitude d'obtenir vos examens

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

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

"Mes études sont devenues plus faciles et plus agréables. Depuis que j'ai votre méthode je mémorise les noms, dates, chiffres et formules avec une facilité déconcertante." *M. G.E. de St-Laurent*

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

M. G.L. de Strasbourg

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

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

Mlle N.M. d'Audincourt

Profitez de cette offre gratuite

avant qu'il ne soit trop tard

Ne pensez-vous pas qu'il serait dommage de laisser passer cette occasion unique de réussir vos examens et vos études tout en réduisant vos efforts ? Renvoyez dès aujourd'hui le bon ci-dessous, vous serez ainsi certain de ne pas arriver trop tard. Dans quelques jours vous recevrez chez vous le petit guide "Comment réussir tous vos examens". Grâce à ce guide vous aurez la possibilité :

1. D'étudier plus efficacement en travaillant moins.
2. D'assimiler plus vite et plus facilement toutes les matières ardues.
3. De multiplier par 3 votre vitesse de lecture.
4. D'augmenter la puissance de votre mémoire et de retenir sans effort les noms, les dates, les chiffres, les formules, etc...
5. De retenir l'essentiel d'un exposé, ou d'un livre après une seule lecture.

Et ce n'est pas tout

Cette méthode jusqu'ici réservée au training de haut niveau vous montrera également :

- Un moyen facile qui efface la fatigue et vous recharge d'énergie en 15 minutes.

- Comment être au plus haut de votre forme le jour de l'examen.

- Une technique à utiliser la veille de l'examen pour être sûr de ne pas avoir le trac.

Ce ne sont là que quelques exemples. Il y a encore d'autres techniques que vous pourrez découvrir grâce au guide que vous offre ici le CEREP (Centre Européen de Recherche pour l'Efficacité Personnelle).

Pour recevoir votre exemplaire gratuitement remplissez et renvoyez l'original du bon ci-dessous.

IMPORTANT : Les demandes seront servies dans leur ordre d'arrivée. Dès que les 700 guides auront été distribués les demandes suivantes seront retournées sans être honorées.

C.E.R.E.P. -8H2-
10/12, rue Deltéral,
93314 Le Pré-St-Gervais Cedex

Belgique : DEMA, 1, quai Condroz, 4020 Liège.

GRATUIT

Un seul guide par demande

Bon pour recevoir gratuitement et par courrier, sans engagement d'aucune sorte, le guide "Comment réussir tous vos examens".

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom

Prénom

Adresse

Code postal

Ville

Découpez et renvoyez ce bon à :
C.E.R.E.P.
10/12, rue Deltéral,
93314 le Pré-St-Gervais Cedex

Alain Prochiantz LES STRATÉGIES DE L'EMBRYON

PUF, coll. *Pratiques théoriques*, 168 p., 95 F.

Alain Prochiantz, ancien élève de l'Ecole normale supérieure, est directeur de recherche au CNRS et dirige une équipe de neurobiologie moléculaire au sein de la chaire de neuro-pharmacologie du Collège de France. Dans *Les stratégies de l'embryon*, il présente un travail complet consacré au développement du système nerveux.

Complet, non d'un point de vue strictement encyclopédique, avec une accumulation de faits d'inégale pertinence, mais d'un point de vue culturel. Replaçant l'histoire de l'embryologie dans l'Histoire, avec ses mouvements d'idées qui régissent les transformations de nos sociétés, il refuse de la voir réduite à la biologie expérimentale et génétique, et relie au contraire le capital chromosomique aux valeurs et comportements sociaux et indi-

viduels.

Existe-t-il une unité de la nature ? L'homme peut-il créer de nouvelles espèces, en diriger l'évolution ? Possède-t-il encore des certitudes sur la normalisation des comportements ? Alain Prochiantz ose parler clair.

Paul Valsador

Philippe Béranger-Levêque
et Claude Ovtcharenko

LE GRILLON DU MÉTRO

Boublée-Nouvelle, coll. *Plaisirs d'insectes*, couleur, 24 p., 18 F.

Spécialement conçue pour les amateurs d'activité souterraine, cette petite plaquette leur livre tous les secrets de la vie des grillons dans les sous-sols de la capitale. En effet, le métro parisien est leur refuge. Ils y trouvent toutes les bonnes conditions à leur développement. Leurs lieux de prédilection : entre deux stations et sur les voies de garage.

Le grillon domestique recherche en effet la chaleur. Il est donc gâté puisque la température moyenne

du réseau métropolitain s'échelonne entre 27°C le matin et 34°C à l'heure de pointe de fin d'après-midi ! Qui plus est, le ballast, composé de roches éruptives, produit un substrat sur lequel les grillons circulent. Ce poussier joue un rôle sécurisant pour la colonie ; il lui procure chaleur et intimité.

Mais si le grillon cherche un environnement chaud et sec, il ne doit pas manquer d'eau pour autant car les adultes en ont besoin pour échapper à la déshydratation, ainsi que leurs œufs pour arriver à maturation. Or les galeries du métro parisien offrent quatre possibilités de satisfaire ce besoin :

- l'eau d'égouttement qui tombe des plafonds en formant des stalactites et imbibé le sol ;
- le suintement le long des murs ;
- les divers dépôts accumulés en petites mares ;
- l'eau pour l'entretien des rames.

Les colonies doivent donc migrer au gré de l'alternance des points d'eau ; pour cela, elles disposent en moyenne des 5 000 m² de chaque local du réseau. Quant à la nourriture, les clients de la

LA CULTURE GENERALE clé de votre réussite aujourd'hui !

Oui, dans toutes vos relations, pour tous les emplois, on vous jugera sur votre culture. Votre réussite professionnelle et personnelle en dépendent.

Oui, grâce à la Méthode de Culture Générale de l'ICF, claire et pratique, vous pouvez en quelques mois compléter vos bases, acquérir plus de confiance et une bien meilleure aisance, affirmer votre personnalité et être à l'aise dans tous les milieux..

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

Documentation gratuite à : Institut Culturel Français, Service 4009, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois, Tél. : (1)42.70.73.63



BON D'INFORMATION GRATUITE

à compléter et retourner à ICF, service 4040, 35 rue Collange 92303 Paris-Levallois.

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

Nom :

Adresse :

vous êtes
CHAUVE
pourquoi le restez vous ?

La chirurgie esthétique



VOUS GARANTIT
que par une intervention
sûre, efficace
indolore
vous retrouverez
définitivement
VOS VRAIS
CHEVEUX

souples - vivants - naturels

s'argentant avec l'âge car plus jamais ils ne tomberont.

CLINIQUE DU ROND-POINT

DES CHAMPS-ELYSEES

(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 envoyées sur demande

NOM

ADRESSE

Tél.

CLINIQUE DU ROND-POINT

DES CHAMPS-ELYSEES

61. AV. FR. D. ROOSEVELT - PARIS 8^e - 43 59 49 06 / 71 63

SV 10

RATP fournissent des repas fort acceptables : mégots, bouts d'allumettes, brins de laine, miettes de pain... Et l'apport en protéines provient essentiellement des cadavres frais des vieux grillons.

Plus que des roues des rames, le grillon doit se méfier des autres habitants souterrains : araignées, mille-pattes et insectes. En tout une trentaine d'autres espèces d'arthropodes qui s'organisent une existence "campagnarde". Reste au voyageur de repérer ce "cri-cri" qui ne manquera pas de le surprendre dans ce lieu habituellement privé de poésie. S'il n'y arrive pas, un film de 26 mn sur le grillon du métro l'y aidera : disponible en cassette vidéo à Ardèche-Images Production, 07170 Lussas. **G. M.**

Roger Rotmann

MURS ET MÉMOIRE

Publié par le Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement de Paris, éditions Syros, 137 p., 165 F.

A l'exception des "livres d'ima-

ges" destinés à l'alimentation des touristes, il existe fort peu d'ouvrages sur Paris, concernant tout au moins l'histoire de son passé et les différentes étapes qui ont déterminé la croissance concentrique de la cité. L'auteur de Murs et mémoire ne se contente pas de nous conter par le texte et l'image vingt siècles d'urbanisme, depuis le "plan en croix" des urbanistes romains qui ont "pensé" Lutèce, jusqu'aux reconquêtes présentes des architectes rénovateurs pour qui « Los Angeles n'est pas l'avenir de Paris ».

L'originalité de l'ouvrage est de montrer, de prouver même, que les politiques de construction et d'aménagement, voire de remodelage, qui ont marqué le développement de la Capitale ont été dictées, soit par des événements fortuits, ces "coups de pouce" que le hasard donne à l'Histoire, soit par des volontés d'ordonnement liées à des pressions démographiques, sociales et culturelles, soit encore à des décisions d'autorité (d'un côté les grands hôtels, de l'autre la réduction des bas-fonds ou les canalisations).

De "Lutèce" à "l'an 2000", c'est dans un ordre chronologique que sont présentées la naissance, la splendeur et la misère d'une capitale, les rêves des bâtisseurs et la réalité, les lumières et les nostalgies, les bas-fonds et les boulevards, la ville apaisée et enlisée après les années Haussmann. Chaque légende (les illustrations sont nombreuses) rappelle l'ampleur des contraintes ou définit l'ambition du projet.

A travers les phases de croissance, profondément déterminées par les mouvements réels de la vie, l'ouvrage nous livre quelques clefs du mode de développement parisien, au cours duquel se conjuguent sans fin les décisions des autorités (prises en fonction de l'état général du royaume) et les initiatives des habitants qui « constamment les débordent sans pour autant s'en affranchir ».

Clair et bien pensé, ce livre sur la « construction de Paris » devait tout naturellement être édité sous le patronage du Conseil d'architecture, d'urbanisme et d'environnement de Paris **Monique Vogt ▲**

COMMENT DEVELOPPER VOTRE MEMOIRE

Rien de plus simple avec l'étonnante méthode CHEST !

Grâce à elle, en un mois, vous doublerez les capacités actuelles de votre mémoire !

Rapide et agréable, cette méthode ne demande aucun effort. Elle est si simple qu'un enfant de 14 ans peut l'étudier entièrement en un mois. Un quart d'heure par jour suffit !

Et c'est facile ! Grâce à une FORMULE UNIQUE D'EXERCICES

CORRIGES PAR L'AUTEUR LUI-MEME, vous retiendrez bientôt sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères, des listes de numéros de téléphone...

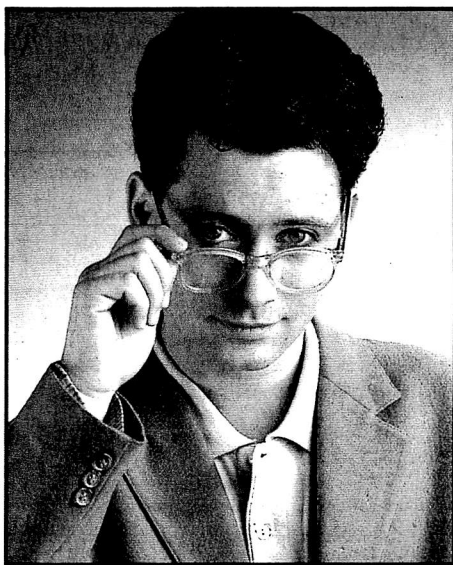
Tout ce que vous désirez, sans aucune limite !

Vous aussi, découvrez vite comment développer votre mémoire en lisant la passionnante brochure offerte gratuitement par FRANCE MARKETING DIFFUSION.

Pour la recevoir, retournez dès aujourd'hui le bon ci-dessous à :

FRANCE MARKETING DIFFUSION
45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.

Tapez 3615
FIRST* CHEST



GRATUIT

Je désire recevoir gratuitement et sans aucun engagement de ma part, la documentation complète sur la méthode CHEST (je joins 3 timbres à 2,20 F pour frais. Etranger : 3 coupons réponses internationaux).

NOM _____ Prénom _____

N° _____ Rue _____

Code postal [] [] [] [] [] [] Ville _____

à nous retourner à FRANCE MARKETING DIFFUSION Service S.V. 45/4, avenue de Flandre. 59290 WASQUEHAL.

SCIENCE JEUX

Fluolite : un bouquet de lumière

PHYSIQUE AMUSANTE

La conduction de la lumière par un corps transparent n'est pas une application récente réservée aux transmissions par fibres optiques et qui doit assurer les émissions TV dites câblées : cette propriété était connue et utilisée depuis le siècle dernier dans les fontaines lumineuses.

Pour réaliser ces jeux de lumière, on disposait une source lumineuse, colorée ou non, sous un jet d'eau et, la nuit tombée, le panache d'eau s'illuminait joliment. En fait, c'était les pertes de lumière de la gaine liquide qui provoquaient la féerie.

Dans les télécommunications optiques, ces pertes sont considérées comme des défauts qu'il faut réduire absolument pour limiter l'atténuation du signal emporté par la lumière modulée. Pour cela, on utilise des verres ayant la plus grande transparence possible et on les gaine avec d'autres verres dont les indices de réfraction sont tels qu'ils réfléchissent vers le centre de la fibre les rayons qui auraient tendance à s'en échapper.

Mais, pour des applications moins scientifiques, on peut au contraire rechercher une dissémination de la lumière tout au long du fil transparent, et même une transformation du rayonnement émis pour donner diverses couleurs. Ce sont des fibres de ce type

que nous avons choisies pour l'expérience de ce mois, puisque nous avions déjà traité les fibres classiques dans notre numéro de septembre 1978.

Celles que nous utiliserons aujourd'hui sont fabriquées sous le nom de Plastifo par Optectron, une société française dont c'est la spécialité. Elles sont en polystyrène et comportent un cœur, puis une gaine, dont les indices de réfraction sont respectivement 1,59 et 1,42. Mais, surtout, le plastique renferme certaines substances en très faible pourcentage, qui ont pour propriété de le rendre transformateur de lumière : éclairé par une radiation dont la longueur d'onde est de 0,3 à 0,4 μm — ultraviolet proche —, ce polystyrène réémet dans le domaine visible de 0,5 à 0,7 μm — du bleu au rouge.

C'est cette propriété d'absorber une lumière d'une certaine longueur d'onde et d'émettre en échange une lumière d'une autre longueur d'onde que nous allons

exploiter dans notre Fluolite, qui se présentera, une fois terminée, comme une fontaine lumineuse et colorée du plus bel effet. En fait, il y a deux phénomènes différents dans cette fontaine : la transmission du rayon lumineux et la conversion d'une fréquence en une autre.

Le premier phénomène relève d'un domaine classique, en principe bien connu, celui de la réfraction. On sait que si l'on plonge un bâton bien droit dans l'eau, la partie immergée apparaît cassée par rapport à celle qui est hors de l'eau : la tige semble s'être soudain pliée en V vers celui qui la tient. Cette apparence cesse si le bâton est piqué verticalement ; inversement, on note que plus on l'incline, et plus l'angle du V — qui resté quand même très ouvert — est accentué.

Quand la tige est presque horizontale, la partie immergée semble rester inclinée sous l'eau : on ne peut jamais la rendre elle aussi horizontale. Cette expérience, facile et connue, traduit le fait qu'un rayon lumineux passant d'un milieu transparent dans un autre subit une déviation. Celle-ci dépendant du milieu, il a été possible d'établir un classement : on fait partir le rayon du milieu transparent idéal, qui est le vide, et on mesure de combien il est dévié pour une substance donnée.

Ce facteur de déviation est l'indice de réfraction du milieu considéré. On vérifie sans peine que le rayon réfracté se rapproche de la verticale par rapport au rayon incident quand il passe d'un milieu d'indice "n" à un milieu d'indice "n" plus grand que n — c'est le cas de l'air vers l'eau. Réciproquement, il s'écarte de la verticale en passant d'un milieu de fort indice à un milieu de faible indice. Cette fois, c'est le cas de l'eau vers l'air, mais l'expérience qui le met en évidence est moins simple à réaliser que le bâton plié.

Il faut disposer d'une lampe étanche que l'on enfonce sous l'eau d'une baignoire bien remplie et dont on projette le faisceau vers le plafond et les murs. Quand la lampe est verticale, il n'y a aucune déviation et le faisceau projette un rond bien net sur le plafond. A mesure qu'on l'incline, on voit ce rond

descendre plus vite que l'inclinaison donnée. Bien avant qu'on ait atteint l'horizontale, le faisceau émergent commence, lui, à raser la surface de l'eau. Si on continue à incliner la lampe, il n'y a soudain plus de rayon émergent : la lumière part de la torche, puis se réfléchit à l'intérieur sur la surface eau/air sans en sortir et repart vers le bas. On dit qu'il y a réflexion totale ; au-delà d'un certain angle d'incidence — angle limite, celui où le faisceau émergent est parallèle à la surface de l'eau — la lumière ne peut plus sortir de l'eau (ou de tout autre milieu transparent dont l'indice est supérieur à celui du milieu contigu vers lequel on dirige le rayon).

Il y a donc, au voisinage de l'angle limite, discontinuité entre réfraction et réflexion. En fait, comme on le vérifie aisément, il n'y a jamais vraiment 100 % de l'une ou 100 % de l'autre. Quand on prend une lampe pour éclairer le fond de l'eau, une partie du rayonnement ne pénètre pas et se trouve réfléchi — sous incidence normale, c'est 4 à 5 % de la lumière qui sont réfléchis ; sous incidence très rasante, la quantité réfléchie peut dépasser 30 %.

De manière symétrique, quand la lampe est sous l'eau pour éclairer le plafond, la même proportion de lumière est encore réfléchie, mais cette fois vers le bas, dans l'eau. Bien entendu, cette proportion s'accroît quand on approche l'angle limite, pour atteindre plus de 95 % quand on l'a dépassé et qu'on se trouve en réflexion totale. Mais, en pratique, la réfraction s'accompagne toujours d'un peu (ou beaucoup) de réflexion, et réciproquement. Ce fait n'a pas reçu d'explication complète et satisfaisante, ni dans le cadre de l'interprétation ondulatoire, ni dans celui corpusculaire.

Le phénomène de réflexion totale, constamment utilisé dans les prismes des instruments d'optique, explique les fontaines lumineuses et les fibres optiques : un rayon lumineux envoyé dans l'axe d'un tube souple rempli d'eau arrive en général sur l'interface eau-paroi sous un angle très rasant, supérieur à l'angle limite ; il est donc renvoyé dans l'eau et peut cheminer ainsi en ligne brisée pour suivre les méandres du tube. Il faut

toutefois que ces méandres n'aient pas une courbure trop accentuée, faute de quoi le rayon arriverait aux parois avec un angle inférieur à l'angle limite et ne serait plus réfléchi, mais absorbé par la matière du tube.

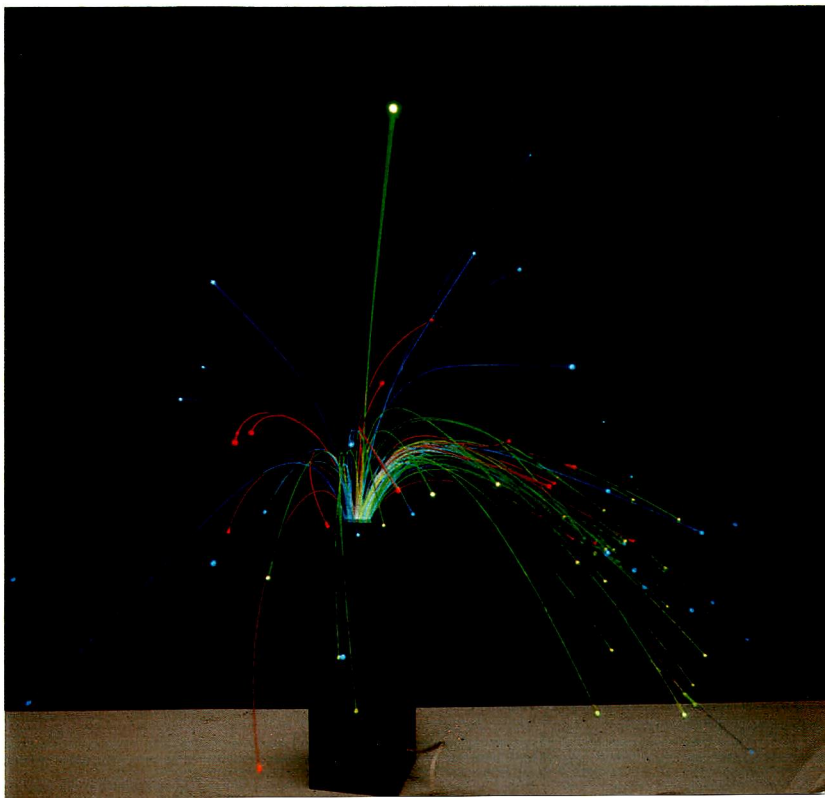
La fontaine lumineuse est identique dans son principe, à cette différence qu'il n'y a plus de parois et que la veine liquide est bien moins lisse. De ce fait, les irrégularités de surface sont atteintes par la lumière sous un angle quelconque, ce qui lui permet de sortir du liquide : le jet apparaît lumineux tout du long. De toute manière, nous l'avons dit, une faible partie reste réfractée, même en réflexion totale, et quitte le milieu transparent.

Pour les fibres optiques, qui ne sont autres que des fils de verre, ces pertes restent très gênantes car on veut recueillir à la sortie le maximum de l'énergie mise à l'entrée. Il faut alors gagner la fibre avec des verres d'indices décroissants pour que le faible pourcentage de lumière qui aurait tendance à en sortir soit ramené à l'intérieur par réflexions totales successives. C'est là une technologie très délicate qui explique le prix élevé des fibres destinées aux télécommuni-

cations. Les fibres optiques que nous allons utiliser ne prétendent pas à ces performances, mais elles présentent une autre caractéristique intéressante, celle de transformer la lumière qu'on leur apporte. L'explication de ce phénomène relève de la physique atomique, et nous le considérerons donc brièvement.

Certaines substances ont la propriété d'absorber les ondes électromagnétiques et d'émettre de la lumière en retour : c'est la photoluminescence. Le sulfure de zinc en est l'exemple le plus classique : exposé à la lumière, puis rapporté dans une pièce obscure, il continue à briller pendant un certain temps. Ce qu'on sait moins, c'est qu'il suffirait d'envoyer dessus un faisceau de rayons X pour qu'on le voie briller comme un phare dans l'obscurité.

Avec les ultraviolets, qui ne sont pas plus visibles que les X, le résultat serait similaire, quoiqu'un peu moins marqué : cette substance est capable d'absorber un rayonnement invisible pour restituer une lumière verdâtre bien visible. Cela est dû à ce que le champ électrique du rayonnement agit sur les électrons des atomes et les déplace de



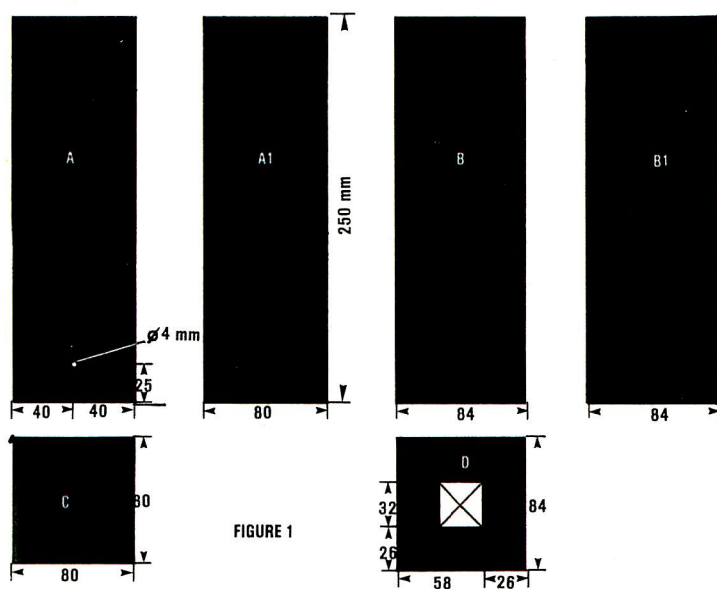


FIGURE 1

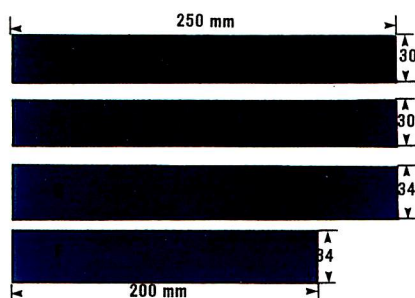


FIGURE 2

leurs orbites. L'énergie du rayonnement incident est donc transformée en déplacements d'électrons.

Mais ceux-ci vont revenir dans les atomes en émettant à ce moment une onde électromagnétique dont la fréquence est en général plus basse que celle de l'onde excitatrice qui a été absorbée. C'est ce processus qui est en jeu dans nos fibres plastiques : elles absorbent l'ultraviolet de haute fréquence qu'on leur envoie et émettent en retour du bleu ou du rouge de plus basse fréquence.

Notons que ces fibres absorbent aussi par leurs parois les hautes fréquences du spectre visible (bleu et violet), pour restituer dans l'axe du vert ou du rouge. On le vérifie en pinçant les extrémités d'une fibre entre deux doigts et en exposant la boucle

ainsi formée à la lumière : les deux extrémités se mettent à briller. Inversement, quand on éclaire une extrémité, une partie de la lumière est diffusée par les parois et la fibre brille sur toute sa longueur, comme le jet d'eau des fontaines lumineuses.

La construction de notre Fluolite n'est pas difficile mais réclame des éléments spécifiques qu'on ne peut obtenir que sur commande. En plus du matériel habituel propre à la méthode Hobbystyrène de Pierre Courbier (cutter, règle métallique, colle Uhu-Plast, trichloréthylène, etc.), il faut du polystyrène choc de 2 mm d'épaisseur (chez Adam Montparnasse) et les composants suivants :

- 1 tube ultraviolet de 220 mm ;
- 1 transformateur ballast ;
- 1 starter avec son socle ;

- 1 condensateur pour tube fluorescent ;
- 2 relais de connexion petit modèle ;
- 1 douille pour tube fluorescent ;
- 1 cordon secteur avec interrupteur (1,5 m) ;
- 25 fibres vertes 1 mm (longueur : 1 m) ;
- 25 fibres bleues 1 mm (longueur : 1 m) ;
- 25 fibres rouges 1 mm (longueur : 1 m).

L'ensemble de ces composants est disponible chez Optectron (ZA Courtabœuf, BP 535, 91946 Les Ulis). Ils seront adressés à nos lecteurs qui en feront la demande en joignant à leur commande un chèque de 400 francs.

Dans un coffret vertical construit en polystyrène choc de 2 mm, nous allons fabriquer un boîtier à l'intérieur duquel seront logés un tube à décharge donnant de la lumière ultraviolette, son alimentation et un bloc pour tenir les fibres Plastifo. Ces tiges entoureront la source UV et conduiront le rayonnement secondaire, en produisant une lumière diffuse le long de leur gaine et un point lumineux vif et coloré à leurs extrémités. Les fibres existent en 3 couleurs : vert, bleu, rouge ; on les disposera de telle façon que le résultat soit le plus agréable possible, ainsi qu'on doit le faire pour un bouquet.

On commence par construire le boîtier. Les pièces A, A1, B, B1, C et D seront tracées, marquées au cutter et découpées par rupture dans du polystyrène de 2 mm d'épaisseur aux cotes données sur la figure 1. Ce faisant, on veillera à la justesse des angles droits, faute de quoi on aurait de mauvaises surprises lors de l'assemblage qui est fait par collage (Uhu-Plast).

La pièce D comporte une ouverture carrée de 32 cm de côté que l'on marquera profondément au cutter sur les 2 faces de la feuille avant d'en extraire la partie centrale par rupture progressive ; les angles de toutes les pièces seront ensuite râclés avec une lame de cutter droite et leurs tranches poncées avec du papier abrasif. On vérifiera que les pièces s'assemblent correctement sans les coller définitivement.

La cheminée qui recevra les fibres est faite de 4 pièces : E1, E2, G et F ; on tracera, marquera et as-



semblera ces 4 pièces en se conformant au plan et à la vue en perspective de la **figure 2**.

Le plan de câblage de la **figure 3** est très simple à exécuter. Toutefois, il ne faut pas oublier que notre montage est destiné à être branché sur le secteur 220 V et que cette tension peut être dangereuse. On devra donc être particulièrement attentif lors du câblage, et surtout ne pas toucher aux composants dès qu'ils sont sous tension. Pour cette raison, nous précisons que ce montage n'est pas destiné aux enfants, à moins qu'ils ne l'entreprennent sous le contrôle d'un adulte qui vérifiera l'opération avec beaucoup de soin.

Pour câbler notre appareil, du fil souple type lumière convient ; toutefois, dans le matériel que nous avons retenu (Optectron), il y a deux systèmes de connexion : des

composant. Faute de ces précautions, les connexions risqueraient d'être mauvaises, donc dangereuses.

Afin de faciliter la sortie en gerbe des fibres optiques, nous avons remplacé la douille supérieure du tube UV par deux connexions à vis découpées au cutter dans une barrette (**figure 4**). L'écartement des électrodes du tube est juste suffisant pour permettre l'installation de ces deux connexions ; on sera peut-être obligé d'ajuster, par enlèvement de matière, les isolants des deux connexions jusqu'à ce qu'ils se logent facilement.

Sur la pièce B (**figures 5 et 6**), on collera le ballast avec un morceau d'adhésif double face sur mousse (du type Scotch-Mount). Il devra être disposé au centre de la pièce B en largeur, et à 2 mm de

son bord inférieur, de telle façon que la pièce C formant le fond du boîtier puisse y être collée (Uhu-Plast). On effectuera alors la connexion entre l'une des bornes du starter et l'une des bornes de la douille du tube (**figure 6**), en prévoyant une longueur de fil suffisante et en respectant les recommandations faites plus haut.

Sur la pièce C, carré de 80×80 mm, on collera (Uhu-Plast) la douille du tube UV de telle façon que le logement de la partie inférieure du tube (logement circulaire) soit au centre de cette pièce carrée. Sur la **figure 7**, on voit la suite des opérations de câblage :

- La seconde borne du starter est reliée à l'une des électrodes supérieures du tube ; prévoir une longueur de fil suffisante qui permette de lui faire suivre le tube à l'intérieur de la cheminée qui doit l'en-

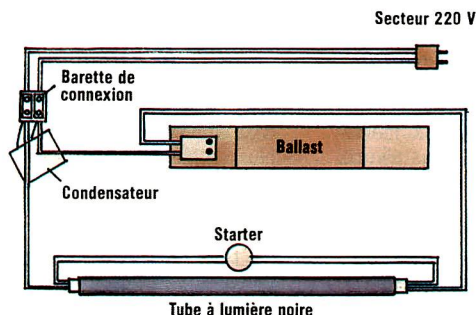


FIGURE 3

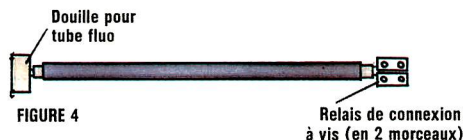


FIGURE 4

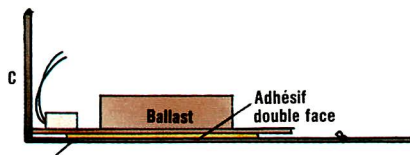


FIGURE 5

barrettes et des fiches. Les premières comportent des vis de serrage bloquant le fil ; on veillera à dénuder le fil sur une longueur suffisante et à le torsader très serré avant de l'introduire dans son trou et de l'immobiliser avec la vis. Le ballast, le socle du starter et la douille du tube sont en revanche équipés de connexions automatiques qui emprisonnent et retiennent le conducteur grâce à une lame de cuivre interne, disposée comme un cliquet. Pour être efficace, ce type de connexion doit agir sur un fil rigide ; c'est pourquoi, si l'on emploie du fil souple, il faudra le torsader très fortement avant de l'introduire dans son logement après l'avoir dénudé sur 1 cm environ. Et l'on s'assurera qu'il est bien emprisonné (qu'il résiste à la traction) avant de coller définitivement le

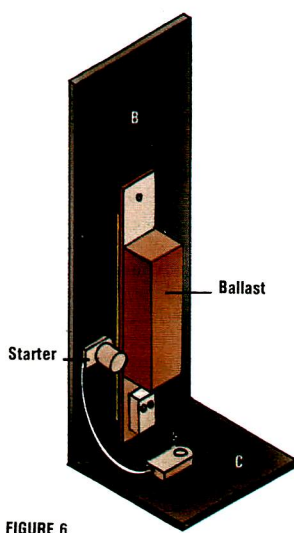


FIGURE 6

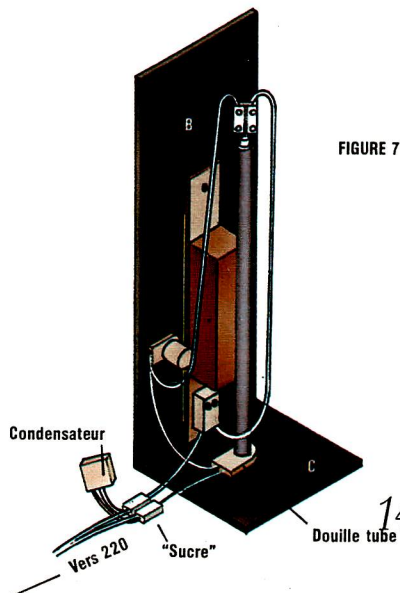


FIGURE 7

tourer par la suite ;

- L'autre électrode supérieure du tube est reliée à l'une des bornes du ballast ; prévoir une longueur de fil suffisante qui permette de lui faire suivre le tube à l'intérieur de la cheminée qui doit l'entourer par la suite ;
- La seconde borne de la douille inférieure du tube est reliée à la barrette (arrivée du 220 V) ;
- La seconde borne du ballast est reliée à la seconde borne de la barrette (arrivée du 220 V) ;
- Enfin on passera le fil d'alimentation (fil lumière souple à 2 conducteurs muni d'un interrupteur) dans le trou foré dans la pièce A.

On dénudera convenablement les extrémités de ces deux fils et on les connectera aux deux bornes libres de la barrette en même temps que les deux fils du condensateur ; on vérifiera que ces quatre fils (2 par 2) sont convenablement fixés et ne risquent pas de se mettre en court-circuit. Pour faciliter la suite du montage, on ne collera pas encore la pièce A. Une vérification soignée du câblage sera alors effectuée en suivant la liste ci-dessus et en contrôlant sur le plan de câblage de la **figure 3**.

On mettra alors en place le tube

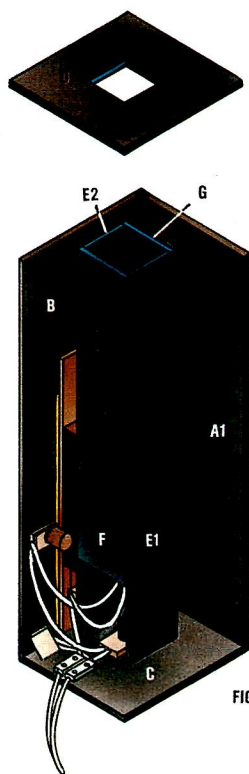


FIGURE 8

RAPPEL

Les expériences les plus marquantes et les plus importantes de cette rubrique ont été regroupées dans l'ouvrage *La physique amusante*. En vente à *Science & Vie*, 5 rue de La Baume, 75008 Paris. Prix : 75 F (85 F par envoi direct).

(introduire les électrodes inférieures dans la douille et tourner sans forcer) et on le maintiendra en place verticalement avec une cale quelconque. C'est seulement après que l'on branchera le fil d'alimentation sur le secteur. Si le tube ne s'allume pas, fermer l'interrupteur. Ne pas s'attendre toutefois à une lumière franche et éclatante : il s'agit d'un tube à "lumière noire", c'est-à-dire violette sombre.

A partir de cet instant, ne toucher à aucun composant, même si l'interrupteur coupe le courant — en effet, ce type d'interrupteur n'interrompt qu'un seul fil. Donc, et même si tout va bien, débrancher la prise du secteur avant de poursuivre le montage. Si le tube ne s'est pas allumé, révéifier le câblage, notamment en regardant de près si un fil engagé dans les connexions automatiques ne s'est pas débranché. L'installation et le collage de la cheminée (**figure 8**), ne devraient pas poser de problèmes ; toutefois, on se contentera de la coller par points, et non pas sur tout le périmètre de la tranche.

En effet, et bien que le tube ait une durée de vie importante, il faut prévoir la possibilité de le remplacer. Le collage par points est suffisamment solide mais permet un décollage pour avoir ensuite accès au tube. On s'assurera que les fils qui vont aux électrodes supérieures sont bien plaqués contre le tube (au besoin, les immobiliser avec des bracelets de caoutchouc ou un collier de fil de lin) et se trouvent à l'intérieur de la cheminée.

Ensuite, on collera (par points) en place les pièces A, le couvercle D (en veillant à la disposition de la partie supérieure de la cheminée qui doit également être collée) et la pièce B₁ (par points) qui ferme le boîtier. Si l'on utilise du polystyrène de couleur, on déposera, à l'aide d'un pinceau fin, une fine couche de trichloréthylène sur les tranches ap-

parentes afin de les vernir.

La partie technique de notre Fluolite est terminée. Il reste à arranger les fibres afin de donner à notre œuvre son aspect esthétique. Nous avons prévu 75 fibres de 1 mm de diamètre et de 1 m de longueur (25 vertes, 25 rouges, 25 bleues). Cette longueur est légèrement trop grande, les fibres enfoncées à fond entre le tube et sa cheminée ayant tendance à retomber jusque sur la table sur laquelle on posera la Fluolite. En conséquence, après les avoir mis en place en variant au mieux les mélanges de couleurs, on les coupera avec des ciseaux afin d'obtenir un bouquet formant des courbes de rayons différents. Toutefois, la coupe, dans ces conditions, sera irrégulière et il faudra l'améliorer en passant l'extrémité dans la flamme d'un briquet ; on la retire aussitôt et on l'applique contre une surface plane.

Il faut éviter de faire brûler la matière, et le mieux est de s'exercer sur les chutes de fibres avant de procéder à l'opération définitive. On créera ainsi une sorte de bouton aplati ressemblant à une tête d'épingle qui fera s'épanouir le faisceau lumineux et le rendra encore plus visible. Il n'est pas nécessaire de fixer le bouquet, et il ne faut surtout pas le coller car le remplacement du tube deviendrait impossible. Il ne reste plus qu'à disposer la Fluolite dans un endroit sombre qu'il égaiera de sa lumière multicolore et pointue.

Renaud de La Taille

Modèle Pierre Courbier

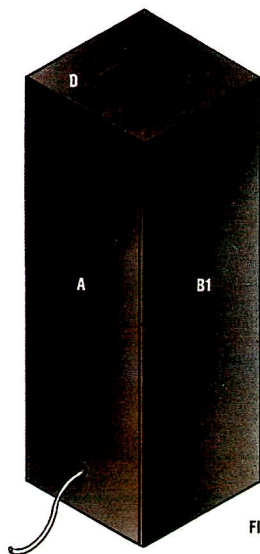


FIGURE 9

Résultat du championnat (fin)

JEUX MATHÉMATIQUES

Nous continuons ce mois-ci à passer en revue les énoncés des problèmes posés à l'occasion de la finale du deuxième Championnat de France des jeux mathématiques et logiques. Vous trouverez donc ci-dessous les douze derniers énoncés et leurs réponses (en fin de rubrique).

Sur ce point, nous n'oublions pas que plusieurs d'entre vous souhaitaient des solutions plus détaillées. Mais les impératifs qui sont les nôtres dans *Science & Vie* nous empêchent d'accéder systématiquement à ce vœu. Toutefois, pour satisfaire tout le monde, dès le prochain numéro nous fournirons des solutions développées pour quelques-uns des meilleurs jeux-problèmes que nous aurons sélectionnés, dans la mesure de la place disponible bien entendu. Pour les autres, vous aurez la ressource de vous reporter au volume

n°3 de la collection d'annales du Championnat de France publiée chez Hatier. A l'occasion, rappelons que les deux premiers volumes rassemblent 90 jeux-problèmes du premier Championnat et que le troisième, qui sort le mois prochain, contiendra les 65 problèmes de 1988 et leurs solutions, rédigées, outre moi-même, par Roger Cuculière, Daniel Temam, Francis Casiro et Francis Gutmacher. En vente en librairie, ces ouvrages sont également disponibles à des conditions préférentielles pour les membres de la FFJM.

Ce tour d'horizon de 1988 effectué, nous pourrons dès le mois prochain nous attaquer au troisième Championnat (1989) et, en décembre, vous fournir les sujets d'éliminatoires. Alors, ne perdez pas votre temps et fourbissez vos armes dès aujourd'hui !

Gilles Cohen

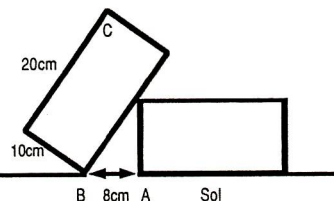
QUESTIONS

1. Le cube. Marc dispose d'une feuille de carton de 25 cm sur 60 cm. Il souhaite découper le "patron" d'un cube (les 6 faces en un seul morceau). Quel est le plus grand volume possible de ce cube ?

— — — — cm³

2. Années pour paresseux. Entre 1988 et 2000 (inclus), quelles années comportent 53 dimanches ?
Nombre de solutions : — —
Solution 1 : — — — —
Solution 2 : — — — —

3. Les briques. Deux briques identiques (dimensions de projection 20 cm × 10 cm) sont disposées comme indiquées sur le dessin. La distance AB est 8 cm. A quelle distance du sol est le point C ?



4. Le plafond de la Sécurité sociale. En cette année d'inflation nulle, le gouvernement augmenta tous les fonctionnaires de 2 %, mais instaura une contribution obligatoire de 10 % sur la tranche dépassant le plafond de la Sécurité sociale. Lors d'une réunion syndicale, il s'avéra que tous ceux qui gagnaient moins de 12 000 F par mois avant la réforme y étaient favorables, et que tous les autres s'y opposaient. Quel était le plafond de la Sécurité sociale ?

— — — — F/mois

5. La secrétaire. Dans un bureau, à différents moments de la journée, le patron donne à la secrétaire une lettre à taper en la déposant toujours au sommet de la pile, dans le casier de la secrétaire. Quand elle a le temps, la secrétaire prend la lettre du sommet de la pile et la tape. Il y a cinq lettres au total, que le patron apporte dans l'ordre A, B, C, D et E. Dans quel ordre la secrétaire a-t-elle tapé les lettres ? (Il y a évidemment de nombreuses solutions et l'objectif est de les dénombrer.)

Nombre de solutions : — — —

6. Les deux dés. Ces deux dés comportent six faces, toutes marquées d'au moins un point. Ils ne sont pas identiques. Pourtant, quand on les lance, on obtient des totaux de 2 à 12 avec les mêmes fréquences que pour deux dés normaux. Quels nombres sont inscrits sur leurs faces ? (On écrira ces nombres par ordre croissant en commençant par le dé de plus petit total.)

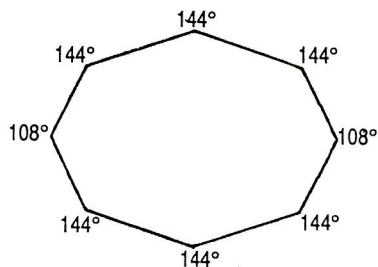
Dé n°1 : — — — — —

Dé n°2 : — — — — —

7. Albert et Zoé. Nos deux compères jouent à un jeu très simple : Albert annonce un nombre X compris entre 1 et 1 000 ; Zoé ajoute un nombre Y compris entre 1 et X + 2. Et ainsi de suite. A chaque coup, les joueurs ajoutent à tour de rôle un nombre compris entre 1 et celui joué par l'adversaire augmenté de 2. Ils jouent ainsi jusqu'à ce que l'un d'eux atteigne un nombre cible C et soit déclaré vainqueur. Albert a calculé qu'en laissant Zoé commencer, il est assuré de gagner s'il ne commet pas d'erreur. Que vaut C, sachant que c'est un entier inférieur à 1988 ?

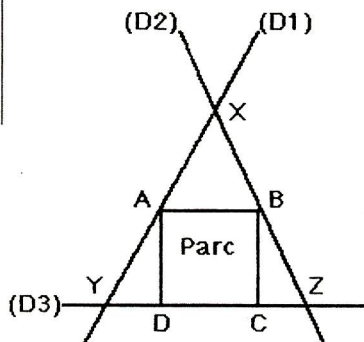
C = — — — —

8. Le partage. Un paysan du nom de Liais possédait un champ (le champ de Liais) qui avait la forme d'un octogone. Les côtés en étaient bien égaux, mais pas les angles (voir figure). Lorsque le paysan



mourut, on enterra son corps (le corps de Liais) et vint la difficile question de l'héritage. Les six fils voulaient avoir six champs absolument identiques, au déplacement près. Le notaire faillit devenir fou (fou à Liais), mais finit par construire ce partage, à l'aide exclusive d'une règle. Retrouvez sa construction ! Les traits de construction subsisteront en pointillé.

9. Le parc. La commune de Trigon est un triangle XYZ délimité par trois routes, la d1, la d2 et la d3. Le parc zoologique est un carré ABCD dont le côté CD est situé sur la d3, dont le sommet A est sur la d1, le sommet B sur la d2 et qui occupe 7/32 de la superficie de Trigon (voir figure, pas nécessairement juste !). Quel est le rapport des distances de XA et XY ?

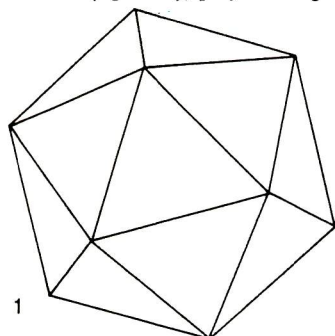


Nombre de solutions : — — —
Solution 1 : 0, — — —
Solution 2 : 0, — — —

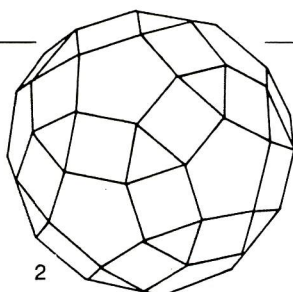
10. Que de diviseurs ! Trouvez un nombre entier X strictement plus grand que 2 qui admet au moins autant de diviseurs que tous les entiers strictement inférieurs à 2X. (On écrira en solution 1 le plus grand X répondant à la question.)

Nombre de solutions : — — —
Solution 1 : — — — —
Solution 2 : — — — —

11. L'objet. Un sculpteur sur bois vient de découvrir la notion d'icosaèdre (figure 1), polyèdre régulier dont les 20 faces sont des triangles équilatéraux. Fasciné, il décide de sculpter un "objet" (figure 2) dont chaque sommet est à la fois sommet d'un triangle équilatéral, de deux carrés et d'un pentagone régulier. Combien cet objet



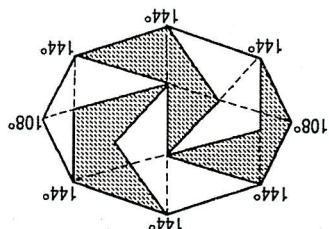
lier dont les 20 faces sont des triangles équilatéraux. Fasciné, il décide de sculpter un "objet" (figure 2) dont chaque sommet est à la fois sommet d'un triangle équilatéral, de deux carrés et d'un pentagone régulier. Combien cet objet



a-t-il de faces, de sommets et d'arêtes ?
Faces : — — —
Sommets : — — —
Arêtes : — — —

12. Le tas de cailloux. On dispose de 1988 cailloux. On en forme deux tas. On écrit le produit du nombre de cailloux du premier tas par le nombre de cailloux du deuxième tas. On divise un des deux tas en deux nouveaux tas, et on écrit le produit des nombres de cailloux des deux nouveaux tas formés. On recommence à diviser l'un des trois tas en écrivant le produit de deux nouveaux tas formés. Et ainsi de suite, jusqu'à obtention de 1988 tas de 1 caillou. Quelle est la somme des 1987 produits ?
Solution : — — — — —

(12) Le tas de cailloux : 1 975 078
(11) L'objet : 62 faces, 60 sommets, 2 520, 360, 60, 12 et 6
(10) Que de diviseurs (5 solutions) : 0,875
(9) Le parc (2 solutions) : 0,125 et 0,875



(8) Le partage :
(7) Albert et Zoé : 1 280.
(6) Les deux dés : 1 2 2 3 3 4 et 1 3 4 5 6 8.
(5) La secrétaire : 42.
(4) Le plafond de la Sécurité sociale : 9 840 F/mois.
(3) Les briques : 21,66 cm.
(2) Années pour pareseux (3 solutions) : 1989, 1996, 2000.
(1) Le cube : 1 728 cm³

REPONSES

L'affichage matriciel

ELECTRONIQUE AMUSANTE



Qu'on se le dise, nous ne proposerons pas de montage ce mois-ci. Cet article, premier d'une série que nous inaugurons aujourd'hui, vise seulement à débroussailler la jungle des questions que posent les techniques de visualisation d'une forme sur écran. A ce titre, il doit être considéré comme un préambule.

Ce n'est que le mois suivant que nous nous attaquerons à des exercices pratiques.

Le dispositif le plus utilisé pour la réalisation d'écrans reste le tube cathodique, employé dans les téléviseurs. Cependant il reste hors de question d'en réaliser un soi-même : tout le monde n'a pas des dons de souffleur de verre, ni ne dispose d'une pompe capable d'assurer un vide quasi parfait. Quant à utiliser directement un tube du commerce, cela ne présente que peu d'intérêt pour les rois de la bricole que nous sommes.

Qui plus est, pour fonctionner correctement, un tel tube nécessite de très hautes tensions — de l'ordre de 12 000 volts pour un écran noir et blanc. Or, outre le danger que représenterait, pour un non-spécialiste, la réalisation d'une électronique capable de telles performances, il y a la question du prix de revient : un tel moniteur reviendrait plus cher qu'un appareil du commerce.

Cela dit, un composant qui nous est maintenant familier, la diode électroluminescente, pourrait peut-être nous permettre de contourner ces problèmes majeurs. En en câblant un grand nombre sur une surface rectangulaire, nous serions en mesure de réaliser un

OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS

écran plat. Certes, sa résolution resterait très inférieure à celle d'un tube cathodique, mais elle serait bien suffisante pour mettre en évidence les divers procédés qui sont employés pour présenter des courbes ou diverses figures simples sur un écran.

Ce procédé d'affichage est d'ailleurs celui employé par les "journaux lumineux" que l'on peut voir en enseigne ou à la devanture de certains magasins. Les diodes sont câblées de manière matricielle, c'est-à-dire sur un canevas de fils électriques. Les pattes devant être reliées au "+" sont, par exemple, soudées aux fils verticaux, et celles destinées aux "-" aux fils horizontaux. Résultat : la mise sous tension d'un fil vertical et d'un horizontal provoquera l'allumage d'une diode électroluminescente unique si les autres fils restent "en l'air".

Le premier procédé pour visualiser une courbe ou une forme consistera donc à allumer successivement, et très rapidement, l'ensemble des diodes concernées en activant chaque diode grâce à ses coordonnées horizontales et verticales ; un peu comme lorsqu'on détermine une case à la bataille navale. Ainsi, l'électronique enverra cycliquement et de façon rapprochée à la matrice de diodes une série de coordonnées, cela de manière à obtenir un allumage constant et éviter les phénomènes de papillo-

△ 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-Arpes, 95130 Franconville, tél. 34 13 37 52

△ URS MEYER ELECTRONIC, 2 052 Fontainemelon Suisse.

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

tement. Seul problème : la longueur du cycle dépend du nombre de points à éclairer. Conséquence : une période cyclique adaptée à une figure donnée pourra très bien être trop longue pour une autre. De même, la luminosité moyenne pour chaque diode dépendra de leur nombre total : en effet, si seules deux diodes doivent être allumées, par exemple, le rapport cyclique — durée allumage/durée extinction — sera d'un demi. Inversement, si notre figure comporte 16 points, ce rapport tombera à 1/16. Apparemment, l'image sera donc 8 fois moins lumineuse qu'avec deux diodes. Conclusion : relativement simple à réaliser sur le plan électronique, ce procédé ne sera utilisable que lorsque le nombre de diodes à allumer sera constant.

Relativement aux problèmes de scintillement et de variation de luminosité, la solution la plus simple consistera à "balayer" cycliquement l'ensemble des diodes à une

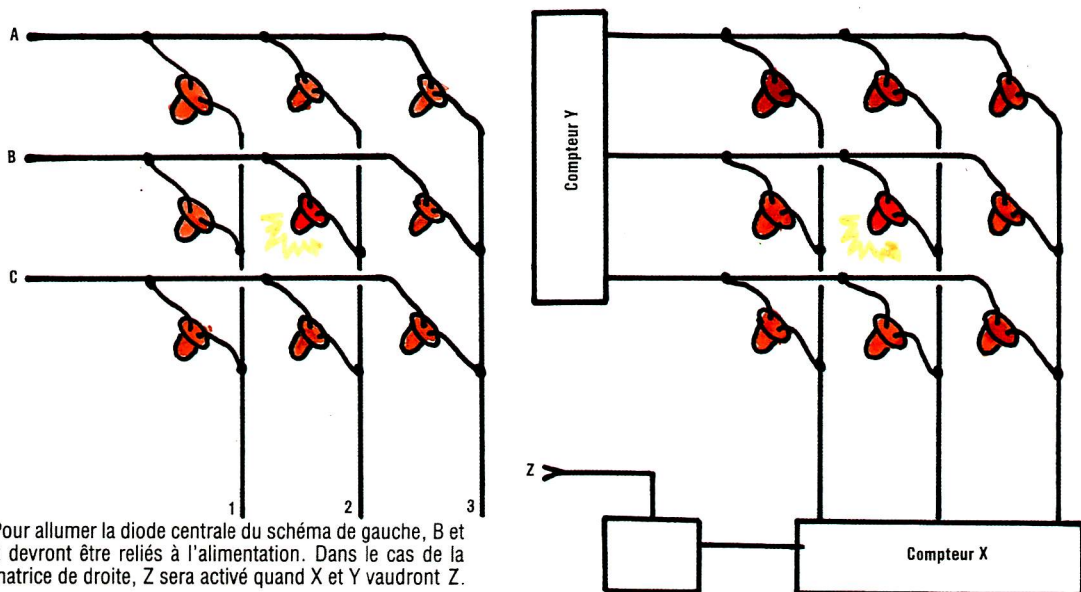
fréquence constante, exactement comme dans le cas d'un tube cathodique : l'écran sera alors balayé en permanence par envoi de ses coordonnées X et Y, auxquelles nous adjoindrons une commande complémentaire que nous appellerons Z et qui aura pour fonction de commander l'allumage d'une diode quelconque.

Pour commuter ce signal Z, il suffira d'attendre que les coordonnées X et Y du balayage correspondent à la position de la diode concernée. Comme l'ensemble des diodes se trouve toujours balayé, le nombre des points qui forment la figure à afficher n'entre plus en ligne de compte pour la durée du cycle d'envoi et, par voie de conséquence, n'intervient plus ni sur le scintillement ni sur la luminosité de l'écran.

Qui plus est, le signal Z présente un autre avantage : en effet, dans le cas précédent, une diode était toujours, soit allumée, soit éteinte ; ici, rien ne nous empêche de faire varier la tension ou l'intensité du signal, ce qui permettra éventuellement de faire varier la luminosité de chaque diode indépendamment des autres, et donc d'obtenir divers contrastes.

Ces précisions données, nous voilà maintenant parés pour réaliser notre matrice à diodes électroluminescentes et son électronique d'envoi. Rendez-vous le mois suivant.

Henri-Pierre Penel



Pour allumer la diode centrale du schéma de gauche, B et 2 devront être reliés à l'alimentation. Dans le cas de la matrice de droite, Z sera activé quand X et Y vaudront Z.

Complétez la série

INFORMATIQUE AMUSANTE

Nous vous proposons ce mois-ci un programme de jeu des plus simples: l'Amstrad vous proposera des séries de chiffres ou de lettres et vous demandera de les compléter de manière logique; un temps maximum de réflexion sera autorisé pour chaque problème posé; chaque bonne réponse créditera le score d'un point (à l'inverse, toute erreur provoquera la fin de la partie). Pour obtenir le meilleur résultat, il faudra donc compléter, sans erreur et dans le délai imparti, un maximum de séries. Notons qu'il sera toutefois possible de choisir le niveau de difficulté des problèmes à résoudre et

que ce programme peut servir de base à un programme plus élaboré, c'est-à-dire comportant une plus grande diversité de cas.

Pour écrire ce programme, nous demanderons d'abord à l'Amstrad de fonctionner en mode 1, autrement dit en mode standard, le choix du niveau de jeu devant être précisé ensuite. Pour cela, les lignes 90 et 100 afficheront divers commentaires sur l'écran et la ligne 110 indiquera ce niveau. Le contrôle, à savoir la vérification de la "fourchette" sélectionnée, sera effectué par la ligne 150. Les lignes 200 à 290 rappelleront les règles du jeu. Le programme s'arrêtera en

ligne 300, les suivantes portant sur la partie elle-même, qui commencera dès qu'une touche du clavier sera cliquée.

La variable SN, permettant de déterminer le premier chiffre de chaque suite numérique, sera alors déterminée de manière aléatoire à la ligne 350 et deux tableaux seront préparés: le premier (S\$) sera chargé de la mémorisation des suites alphabétiques; le second (S), des séries numériques (lignes 400 et 410). Chacun sera "prérempli", ceci notamment afin d'effacer les valeurs précédentes entre chaque tirage d'une nouvelle série. Pour ce qui est du chronométrage, il sera accompagné d'un signal sonore dont l'enveloppe figurera à la ligne 540.

Le remplissage des tableaux sera effectué différemment selon qu'il s'agira de séries alphabétiques

```

10 REM *****
20 REM *   CHOIX DU MODE DE FONCTIONNEMENT   *
30 REM *****
40 MODE 1:CLS
50 CLEAR
60 REM *****
70 REM *   CHOIX DU MODE DU NIVEAU DE JEU   *
80 REM *****
90 LOCATE 8,5:PRINT "choix de votre niveau;"
100 LOCATE 8,9:PRINT "5= facile; 9= difficile."
110 LOCATE 8,13:INPUT "votre choix de 5 à 9 ";F
120 REM *****
130 REM *   CONTROLE DU NIVEAU CHOISI.   *
140 REM *****
150 IF F<5 OR F>9 THEN GOTO 110
160 CLS:LET SC=0:LET RC$=""
170 REM *****
180 REM * AFFICHAGE DE LA PAGE DE PRESENTATION. *
190 REM *****
200 LOCATE 1,1:PRINT "JE VAIS VOUS PROPOSER DE COM
PLETER"
210 LOCATE 1,3:PRINT "DES SEQUENCES LOGIQUES."
220 LOCATE 1,5:PRINT "COMPORTANT SOIT UNE SUITE DE
LETTRES"
230 LOCATE 1,7:PRINT "SOIT UNE SERIE DE NUMEROS."
240 LOCATE 1,9:PRINT "VOTRE TEMPS DE REFLEXION MAX
IMUM SERA DE"
250 LOCATE 1,11:PRINT "DIX SECONDES POUR CHAQUE QU
ESTION POSEE."
260 LOCATE 1,13:PRINT "MAIS ATTENTION NE FOURNISSE
Z PAS"
270 LOCATE 1,15:PRINT "DE REPONSE ERONNEE."
280 LOCATE 1,17:PRINT "DANS CE CAS LA PARTIE SERAI
T TERMIEE."
290 LOCATE 2,24:PRINT "QUAND VOUS SEREZ PRETS TAPE
Z UNE TOUCHE"
300 IF INKEY$="" THEN GOTO 300
310 REM *****
320 REM *   DETERMINATION ALEATOIRE DU CHIFFRE   *
330 REM *   DE DEPART DE LA SERIE NUMERIQUE.   *
340 REM *****
350 LET SN=INT(RND*8)*2
360 REM *****
370 REM *   DIMENTIONNEMENT DES TABLEAUX DE   *
380 REM *   DE MEMORISATION DES SERIES.   *
390 REM *****
400 DIM S$(F+1)
410 DIM S(F+1)
420 CLS
430 REM *****
440 REM *   PREREMPLISSAGE DES TABLEAUX   *
450 REM *****
460 FOR I=1 TO F+1
470 LET S(I)=SN
480 LET S$(I)=""
490 NEXT I
500 REM *****
510 REM *   DETERMINATION DE L'ENVELOPPE SONORE   *
520 REM *   DU "DING" CHRONOMETRE.   *
530 REM *****
540 ENV 1,1,15,1,14,-1,3,1,-1,10
550 REM *****
560 REM *   REMPLISSAGE DU TABLEAU DES   *
570 REM *   SUITES DE LETTRES.   *
580 REM *****
590 FOR I=1 TO F
600 LET S$(I)=CHR$(INT(RND*26)+65)
610 NEXT I
620 REM *****
630 REM *   CHOIX DU TYPE DE SUITE NUMERIQUE   *
640 REM *****
650 LET N=INT(RND*(F-2))+2
660 LET CH=INT(RND*4)+1
670 REM *****
680 REM *   AGUILLAGE VERS LE TYPE DE SUITE CHOISI   *
690 REM *****
700 ON CH GOTO 740,820,900,980
710 REM *****
720 REM *   TYPE DE SUITE NUMERO 1   *
730 REM *****
740 FOR I=1 TO F+1
750 LET S(I)=1+N
760 NEXT I
770 LET RC=S(I-1)
780 GOTO 1070
790 REM *****
800 REM *   TYPE DE SUITE NUMERO 2   *
810 REM *****
820 FOR I=1 TO F+1
830 LET S(I)=I*N
840 NEXT I
850 LET RC=S(I-1)
860 GOTO 1070

```

ou numériques. Dans le premier cas, il se fera par tirage aléatoire de chaque caractère par la boucle FOR... NEXT des lignes 590 à 610. Dans le second, quatre types de suites différentes, donc de progressions, seront possibles :

- la multiplication par une constante ;
- l'addition d'une constante au chiffre précédent ;
- la multiplication du chiffre précédent par une constante ;
- la variable CH, enfin, tirée de manière aléatoire par la ligne 700, aiguillera le programme vers un certain type de remplissage. Celui de la suite 1, dont la mémorisation est effectuée par les lignes 740 à 780, est très simple : la progression entre deux chiffres successifs est constante et obtenue par addition d'un chiffre, au départ aléatoire, mais fixe sur toute la série.

Une fois ces séries déterminées, il faudra procéder à leur affichage. La sélection (alphabétique ou numérique) sera effectuée aléatoirement en fonction de la valeur prise par la variable A (ligne 1080). Si A prend pour valeur 0, le programme exploitera les lignes 1130 à 1240 et affichera une suite de lettres deux fois bout à bout, puis jusqu'à un caractère déterminé par la valeur de CH. Si, au contraire, A vaut 1, le programme se rendra directement en ligne 1280 et affichera la série numérique. Restent le chronométrage et le contrôle des réponses fournies. Ils seront respectivement assurés par les lignes 1350 à 1430 et 1480 à 1550 pour les séries de lettres, et par les lignes 1590 à 1640 et 1700 à 1770 pour les séries numériques.

L'utilisation de ce programme est extrêmement simple. Après sai-

sie, la commande RUN dictera à l'ordinateur de vous faire préciser votre niveau de jeu. Il suffira alors de le taper sur le clavier et de le valider par ENTER (ou RETURN suivant le type d'appareil) : un résumé des règles du jeu s'affichera sur l'écran. Comme nous l'avons vu, la partie débutera dès cliquage d'une touche quelconque du clavier. Les réponses devront être fournies pour chaque problème posé dans un délai de 10 secondes. Tant qu'elles seront exactes, et fournies dans le temps imparti, le jeu rebouclera. Dans le cas contraire, la partie sera considérée comme terminée. Un récapitulatif fournissant la réponse, ainsi que le score obtenu, sera affiché sur l'écran. Ici encore, la frappe d'une des touches du clavier permettra de relancer une nouvelle partie.

Henri-Pierre Penel

```

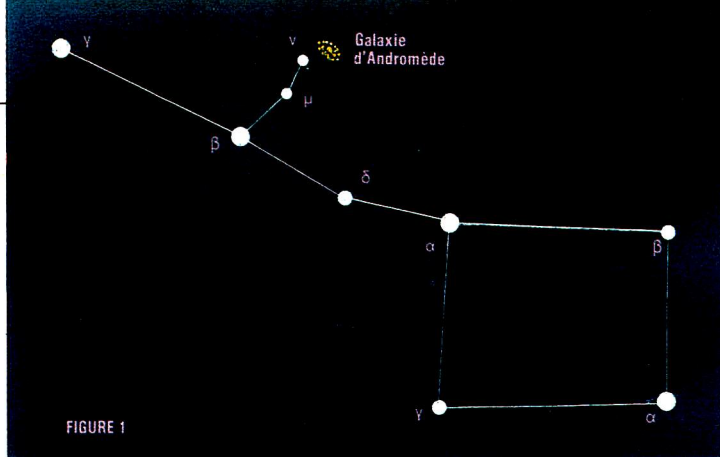
870 REM *****
880 REM *      TYPE DE SUITE NUMERO 3      *
890 REM *****
900 FOR I=1 TO F+1
910 IF I>1 THEN LET S(I)=S(I-1)+N
920 NEXT I
930 LET RC=S(I-1)
940 GOTO 1070
950 REM *****
960 REM *      TYPE DE SUITE NUMERO 4      *
970 REM *****
980 FOR I=1 TO F+1
990 IF I>1 THEN LET S(I)=S(I-1)*N
1000 NEXT I
1010 LET RC=S(I-1)
1020 GOTO 1070
1030 REM *****
1040 REM *      CHOIX DE L'AFFICHAGE D'UNE SUITE      *
1050 REM *      DE CHIFFRES OU DE LETTRES      *
1060 REM *****
1070 LET A=INT(RND*2)
1080 LET ALL=1
1090 IF A=1 THEN GOTO 1280
1100 REM *****
1110 REM *      AFFICHAGE D'UNE SUITE DE LETTRES.      *
1120 REM *****
1130 LET CF=INT(RND*(F-1))+1
1140 LOCATE 1,7
1150 FOR C=1 TO 2
1160 FOR I=1 TO F
1170 PRINT S(I);
1180 NEXT I
1190 NEXT C
1200 FOR I=1 TO CF
1210 PRINT S(I);
1220 NEXT I
1230 LOCATE 10,15:PRINT "VOTRE REponse ?"
1240 GOTO 1350
1250 REM *****
1260 REM *      AFFICHAGE D'UNE SUITE DE CHIFFRES      *
1270 REM *****
1280 LOCATE 1,7
1290 FOR I=1 TO F
1300 PRINT S(I);
1310 NEXT I
1320 REM *****
1330 REM *      CHRONOMETRAGE SUITE DE LETTRES.      *
1340 REM *****

```

```

1350 LET TM=10
1360 IF A=1 THEN GOTO 1590
1370 LET K$=UPPER$(INKEY$)
1380 LOCATE 1,22:PRINT "TEMPS:":TM
1390 SOUND 1,60,0,0,1,0
1400 IF K$<>" " OR TM=0 THEN GOTO 1480
1410 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
1420 LET TM=TM-1
1430 GOTO 1370
1440 REM *****
1450 REM *      CONTROLE DE LA REponse ET      *
1460 REM *      REBOUCLAGE OU FIN DE PARTIE      *
1470 REM *****
1480 IF S$(CF+1)=K$ THEN LET SC=SC+1:GOTO 420
1490 SOUND 1,120,0,0,1,0
1500 CLS
1510 LOCATE 1,5:PRINT "DESOLE LA REponse ETAIT:":S$(CF+1)
1520 LOCATE 1,10:PRINT "VOTRE SCORE EST DE :":SC
1530 LOCATE 1,15:PRINT "POUR UNE AUTRE PARITE TAPE R UNE TOUCHE."
1540 IF INKEY$="" THEN GOTO 1540
1550 GOTO 40
1560 REM *****
1570 REM *      AFFICHAGE D'UNE SUITE NUMERIQUE      *
1580 REM *****
1590 LOCATE 1,15:PRINT "VOUS AVEZ 10 SECONDES DE REFLExION."
1600 FOR I=10 TO 1 STEP -1
1610 LOCATE 1,22:PRINT "TEMPS:":I
1620 SOUND 1,60,0,0,1,0
1630 FOR T=1 TO 1000:NEXT T
1640 NEXT I
1650 CLS
1660 REM *****
1670 REM *      CONTROLE DE LA REponse ET      *
1680 REM *      REBOUCLAGE OU FIN DE PARTIE      *
1690 REM *****
1700 LOCATE 10,12:INPUT "VOTRE REponse ":R
1710 IF R=RC THEN LET SC=SC+1:GOTO 420
1720 CLS
1730 LOCATE 1,5:PRINT "DESOLE LA REponse ETAIT:":RC
1740 LOCATE 1,10:PRINT "VOTRE SCORE EST DE :":SC
1750 LOCATE 1,15:PRINT "POUR UNE AUTRE PARITE TAPE R UNE TOUCHE."
1760 IF INKEY$="" THEN GOTO 1760
1770 GOTO 40

```



La galaxie d'Andromède

JOURNAL DE L'ASTRONOME

Si, pour les jardiniers, l'automne annonce le retour des feuilles mortes, pour l'astronome, c'est la période de l'année où l'on peut observer dans les meilleures conditions l'un des joyaux célestes : la grande galaxie d'Andromède.

A vrai dire, c'est l'un des objets les plus connus des amateurs, et certainement celui dont la photographie est la plus publiée. Pourtant, peu de personnes l'ont observée, souvent parce qu'elles s'imaginent qu'une galaxie nécessite des moyens d'observation importants. C'est exact pour la plupart d'entre

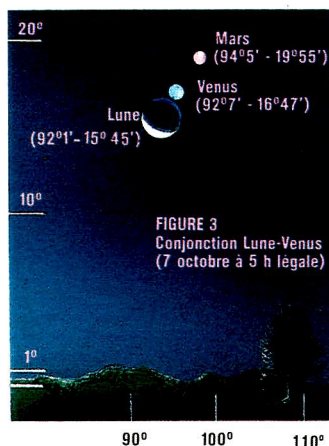
elles, qui sont des astres peu lumineux, mais la galaxie d'Andromède fait exception puisqu'elle est visible à l'œil nu. Et c'est bien là la première énigme !

Un mystère. En effet, un objet aussi visible fut signalé au X^e siècle par l'astronome persan Al Sufi, qui en parle comme d'un « petit nuage céleste ». Or, curieusement, la galaxie d'Andromède disparaît des chroniques et des cartes des observateurs postérieures. Le grand Tycho Brahé, qui décrit soigneusement l'étoile Nu, toute proche, n'en fait pas mention. Il faut attendre le début du XVII^e siècle pour qu'elle réapparaisse dans les annales d'observation. C'est en 1612 en effet que Simon Marius de Franconie, utilisant l'une des toutes premières lunettes, écrit à son sujet : « Elle ressemble à une chandelle qu'on verrait à travers de la corne transparente. » A partir de là, tous les astronomes l'étudieront, mais la plupart ne diront rien sur sa nature. La majorité des commentaires porte sur la beauté de sa lumière. Ainsi, Sir Edmund Halley, surtout connu pour ses travaux sur la comète qui porte son nom, écrit : « Une lumière arrivant d'un espace extraordinairement grand dans l'éther, à travers lequel un milieu lumineux est diffusé, lequel brille de sa propre lumière. »

En fait, les choses vont évoluer à partir de 1920. Cette année-là, un débat oppose deux éminents astronomes lors d'une séance de l'Académie des sciences de Washington. On se préoccupe alors de la taille de notre Galaxie. Pour Harlow Shapley, il n'y a aucun doute : tous

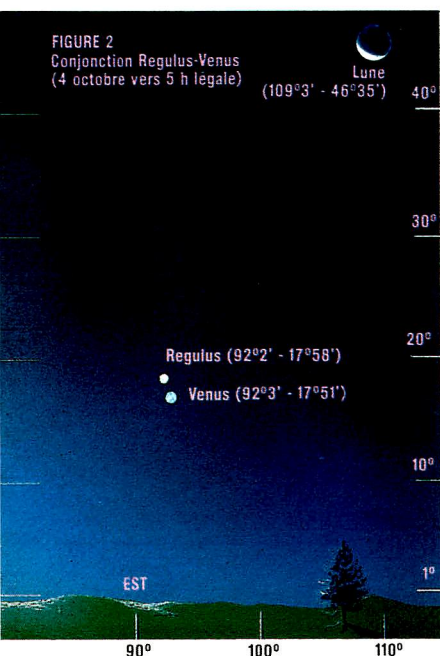
les astres observés font partie de notre Galaxie. Thèse qui s'appuie sur les études qu'il vient de terminer et qui démontrent que notre galaxie est dix fois plus étendue que ce qu'on pensait jusque-là. Face à lui, Heber Curtis explique que ce qu'on appelle alors « nébuleuse spirale » est un objet extérieur à notre Galaxie : nous ne serions qu'une cité stellaire parmi d'autres.

Il faut noter qu'à cette époque l'œil est le seul instrument fiable d'observation. Les photographies obtenues manquent encore de définition et la première photo de galaxie, celle d'Andromède justement,



ne date que de 1886. Or ce sont précisément les progrès de la technique qui apporteront la solution.

En 1917, se termine, aux Etats-Unis, la construction du télescope de 254 cm de diamètre de l'observatoire du Mont Wilson. C'est le plus grand du monde et il le restera jusqu'en 1948. Un jeune astronome de 28 ans, Edwin Hubble, qui l'utilise pour scruter les galaxies parvient enfin en 1923 au résultat tant attendu : les photographies, dont la qualité s'est considérablement améliorée entre temps, montrent sans équivoque que la galaxie d'Andromède n'est pas un nuage de gaz mais d'étoiles. Les nébuleuses spirales sont donc des galaxies à part entière ! Hubble ira d'ailleurs plus loin dans ses travaux en démontrant que d'autres nébuleuses sont aussi des galaxies et, finalement, proposera une classification de celles-ci en fonction de leur forme,



laquelle fait encore autorité.

Depuis, l'étude des galaxies n'a cessé de captiver les astronomes. Au point que 70 % des recherches actuelles portent sur ces astres les plus lointains. Il faut dire que de ces travaux dépend en grande partie la réponse à la question fondamentale de savoir d'où vient l'univers. Mais l'objet de cette rubrique n'étant pas de répondre à pareille question, contentons-nous de faire le point de nos connaissances sur notre vedette du mois.

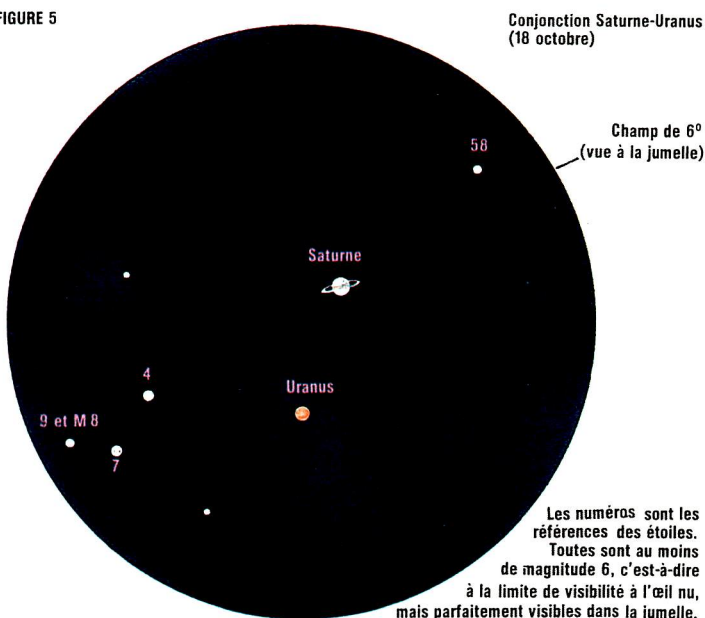
Un membre éminent du "groupe local". Les galaxies, comme les étoiles, ont tendance à se regrouper en amas ; et à ce titre, nous n'échappons pas à cette règle. Donc, M 31, autre nom de la galaxie d'Andromède, fait partie, avec une trentaine d'autres galaxies, de ce que l'on appelle le "groupe local", c'est-à-dire celui auquel notre propre galaxie appartient.

M 31 est d'ailleurs l'un des membres les plus importants de ce groupe. Les chiffres sont éloquentes : M 31 est constituée d'à peu près 300 milliards d'étoiles et mesure environ 110 000 années-lumière de diamètre ; son "bulbe" central, à lui seul, rassemble 120 milliards d'étoiles dans un volume de 34 années-lumière de diamètre seulement ; située à 2,25 millions d'années-lumière de nous, la galaxie se rapproche à la vitesse de 270 km/s ; enfin, comme le plan moyen de la galaxie d'Andromède est incliné par rapport à notre ligne de visée, sa forme générale n'est pas circulaire mais en fuseau.

Conséquence amusante de cette orientation et de cette étendue : lorsqu'on observe ou photographie M 31, le "bord" de la galaxie qui est tourné vers nous est plus proche de 100 000 années-lumière que le "bord" le plus éloigné. Autrement dit, une seule vue de M 31 nous montre 100 000 ans d'évolution stellaire, puisque la lumière du bord proche est partie 100 000 ans plus tôt que celle du bord éloigné !

Précisons aussi que c'est dans la galaxie d'Andromède qu'on a observé pour la première fois une supernova n'appartenant pas à notre Galaxie. Ce phénomène explosif et cataclysmique, qui marque la mort de certaines étoiles, est suffisamment rare pour qu'il mérite d'être signalé. Dans notre propre système, les supernovae se comptent

FIGURE 5



sur les doigts d'une main. Aussi, est-il particulièrement intéressant de les observer dans les autres galaxies.

C'est à la fin août 1885 que l'Américain Hartwig signala une supernova dans M 31. Ce fut une des plus violentes jamais observées, ce qui, malgré la distance considérable qui nous en sépare, la rendit visible à l'œil nu depuis la Terre. L'explosion éjecta la matière de l'étoile à plus de 30 000 km/s, atteignant une brillance de 400 millions de soleils.

Cette découverte aurait pu être française car, le 17 août de cette même année, un amateur de Rouen avait noté cette étoile anormalement brillante dans la galaxie. Hélas, il attribua cette anomalie à un défaut de son nouveau télescope et ne donna pas suite à sa découverte. La modestie n'est pas toujours récompensée...

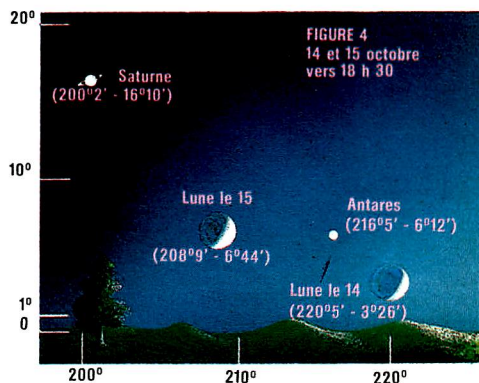
Depuis, on a observé plus de 120 novae ou supernovae dans M 31, et on pense que, comme toutes ne sont pas visibles depuis la Terre, il y en a en moyenne plus de 20 qui se produisent par an.

M 31 a par ailleurs quatre galaxies satellites, dont deux sont visibles avec des instruments de puissance moyenne. Beaucoup plus petites, avec des diamètres de 2 500 à 5 500 années-lumière, elles rassemblent chacune environ un million

d'étoiles qui tournent autour de M 31, tandis que celle-ci tourne sur elle-même en 90 millions d'années au centre et 200 millions sur les bords.

L'observation d'Andromède. Son repérage est facile. Le "chemin" classique consiste à partir du coin supérieur du grand carré de Pégase (figure 1), constitué par l'étoile Alpha d'Andromède (la constellation). De là, à l'est, après Delta et Béta, à peu près dans le même axe, on monte vers le nord pour trouver successivement les étoiles Mu et Nu. M 31 se situe juste à côté de cette dernière.

Les jumelles à grand champ ou de grand diamètre sont l'instrument idéal pour observer cette galaxie d'un diamètre apparent d'en-



CONFIGURATIONS MARTIENNES

viron 3 degrés : leur champ de vision permet en effet de la voir en entier. Et lorsque le ciel est favorable, certains observateurs particulièrement doués ont même pu observer M31 sur plus de 5 degrés. Avis aux amateurs...

En revanche, le télescope ou la lunette, en raison de leur champ restreint, ne montreront, même à faible grossissement, qu'une partie de la galaxie. Mais pour vous consoler, il vous restera tout de même à observer les contours du noyau de la galaxie et l'esquisse de ses bras spiraux. La photographie en est possible si vous disposez d'une monture équatoriale motorisée. Dès lors, un simple appareil reflex équipé d'un objectif de 50 mm de focale vous permettra de reconnaître la forme générale en fuseau. A condition toutefois d'ouvrir l'objectif au maximum, de disposer d'une pellicule de 100 à 400 ASA de sensibilité et de pratiquer un temps de pose de 15 à 25 minutes (les téléobjectifs de 200 à 600 mm, ouverts à F/4 ou 6, donneront d'excellents résultats avec des poses d'une demi-heure environ). Au foyer de télescopes ou de lunettes, les clichés seront moins révélateurs car seule une partie de la galaxie sera photographiée.

Les spectacles célestes en octobre. En dehors de la galaxie d'Andromède, octobre nous réserve quelques beaux spectacles.

- Vers 5 heures, le 4, un croissant de Lune sera à proximité de la con-

Ce tableau indique, pour une date donnée, la principale configuration martienne visible, c'est-à-dire celle qui se trouve à ce moment-là au méridien central de la planète. Pour connaître les détails visibles à une autre heure et une autre date, on retranchera à la longitude du méridien central (indiquée pour la date précédente la plus proche) 9° par jour, puis on ajoutera 14,6° par heure. La nouvelle longitude obtenue permettra d'identifier les détails visibles sur une carte martienne.

Date	Heure légale	L.M.C.	Zone
5 oct. 88	21 h	96°	Tharsis
10 oct. 88	21 h	52°	Aururæ Sinus
15 oct. 88	21 h	8°	Meridianis Sinus
20 oct. 88	21 h	323°	Sinus Sabæus
25 oct. 88	21 h	232°	Hesperia

jonction entre Vénus et Régulus, séparées de moins d'un degré (*figure 2* page précédente).

- Trois jours plus tard, le 7 (*figure 3*), à la même heure, la Lune se trouvera à proximité de Vénus, qui sera déjà écartée de Régulus. On suivra le ballet des trois astres pendant toute la première dizaine de jours du mois.

- Le 14 et le 15 (*figure 4*), en soirée, vers 18 h 30, un croissant de Lune âgé de cinq jours sera en conjonction avec Saturne et Antares, la brillante étoile rouge du Scorpion. On notera dès le lendemain la progression de notre satellite parmi les deux astres.

- C'est le 18 qu'aura lieu la troisième conjonction de l'année entre

Saturne et Uranus : encore une occasion, pour ceux qui ne l'auraient pas encore fait, de repérer cette dernière et d'observer son petit disque verdâtre (*figure 5*).

- L'essaim d'étoiles filantes des Orionides sera visible du 15 au 21, avec un maximum le 20.

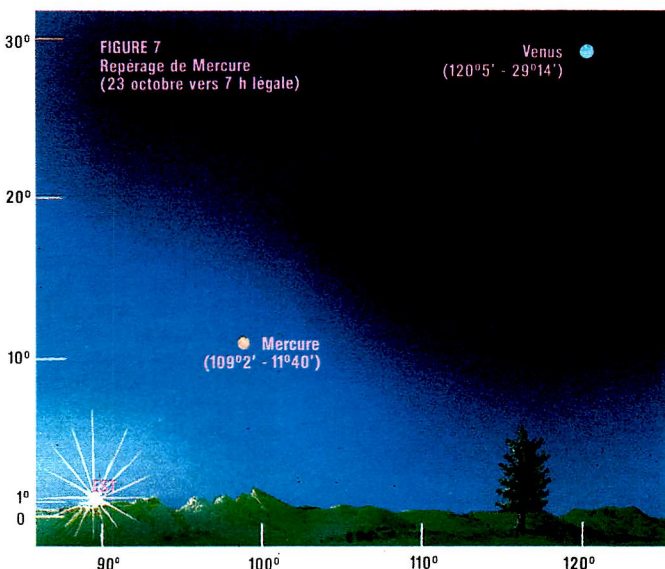
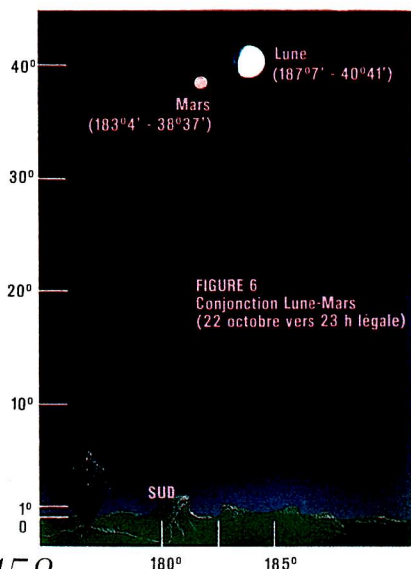
- Mars, qui est toujours la planète vedette, sera en conjonction avec la Lune le 22 mars vers minuit (*figure 6*). Comme les mois précédents, le tableau habituel indique les configurations visibles.

- Circonstance particulièrement favorable aussi pour observer la phase de la planète Mercure du 23 au 26, date à laquelle la planète sera écartée au maximum du Soleil. Le 23, Mercure sera d'ailleurs en conjonction avec Vénus (*figure 7*).

- Enfin, le 27, on pourra observer une nouvelle occultation des Pléiades par la Lune (on se reportera au numéro de *Science & Vie* de juillet pour la méthode d'observation). Ce mois-ci, cependant, les circonstances sont un peu moins favorables car la Lune sera presque pleine et, par conséquent, trop lumineuse. Le phénomène, bien visible en France, se déroulera entre 3 h 20 et 4 h 40 selon les régions.

Yves Delaye ▲

N.B. : Les éphémérides 1989 sont parues. En vente à la Maison de l'Astronomie (33 rue de Rivoli, 75004 Paris) : 150 F francé de port pour les lecteurs de *Science & Vie*.



VOICI 1 AN, ELLE GAGNAIT POUR ELLE ET SES 2 BEBES JUSTE DE QUOI SURVIVRE



Elsie Tromelin et ses deux enfants profitent aujourd'hui du plus grand bonheur

Comment une Jeune mère de famille de Montréal découvre par hasard le moyen d'encaisser chaque mois 15 MILLIONS DE CENTIMES

Découvrez dans cet article comment vous pouvez aussi vous assurer un revenu de 250.000 à 2.500.000 Fr par an, en travaillant chez vous de 5 à 10 heures par semaine et en démarrant sans un sou. (Tout comme moi voici 1 an).

- Aimeriez vous gagner 10.000, 25.000, 50.000 Fr et plus chaque semaine ?
- Aimeriez vous gagner tout cet argent à domicile en ne travaillant que 5 à 10 heures par semaine et cela quand vous voulez ?
- Aimeriez vous avoir plus de temps pour profiter de la vie, pour voyager et vos loisirs ?
- Aimeriez vous prendre votre retraite d'ici 3 ans ? (L'esprit tranquille jusqu'à la fin de vos jours)

Vous rêvez depuis longtemps de gagner beaucoup d'argent, en travaillant moins, beaucoup moins. Cela vous est possible ! Car je l'ai fait, et des milliers de personnes maintenant à travers le monde sont devenus milliardaires en grande majorité grâce à un procédé sérieux, unique, facile et très efficace. Dans quelques semaines, vous aussi, commencez à gagner beaucoup d'argent sans prendre de risque et en travaillant chez vous à temps perdu.

■ Comment faire ?

Maintenant j'aimerais vous indiquer comment faire. Mais avant tout je voudrais vous montrer comment j'ai découvert ce procédé.

Je m'appelle Elsie Tromelin. Il y a environ un an, je n'avais vraiment pas un sou. Deux petits bébés et un mari qui ne trouvait pas d'emploi. Nous vivions dans une maison de bois au cœur de la forêt canadienne.

Lors d'une tempête de neige, il était 16h30. Je donnais le sein à mon bébé de 8 jours lorsque j'entendis frapper à la porte.

Qui était-ce ? Par une telle tempête, j'ouvrais la porte à un jeune couple transi de froid. Je les fis entrer pour qu'ils se réchauffent près de la cheminée.

Ils se présentent: Patrice et Karine. Revenant d'un week-end, ils se sont égarés dans la tempête, et de plus leur voiture... une ROLLS ROYCE est entrée dans une immense congère.

Nous n'avions pas de voiture et notre téléphone était coupé depuis 7 mois faute de pouvoir payer la facture.

Je leur ai donc proposé d'attendre chez nous que la tempête de neige s'arrête. Nous ne savions pas qu'elle allait durer 7 jours. Ils partageront nos maigres réserves de nourriture.

Nous avons longtemps parlé près du feu (nous avions été obligé de vendre notre téléviseur pour survivre jusqu'à la fin de l'hiver) et avons réussi à mieux nous connaître.

Ils apprécièrent tant notre hospitalité malgré nos grandes difficultés d'argent que Karine me dit alors :

"Elsie... dès que cette tempête de neige sera terminée, je t'assure que vous ne connaîtrez plus jamais de problème d'argent. Le reste de votre vie sera un véritable conte de fées comme pour nous. Vous gagnerez 100 fois plus d'argent que vous ne pouvez l'imaginer..."

Je n'osais pas y croire. Mon époux et

moi pensions que ces paroles étaient destinées à nous encourager dans notre épreuve. Les larmes plein les yeux, je la remerciais. Elle me confia donc le moyen qu'elle utilisait avec son époux. Ils avaient ainsi encaissé les 6 premiers mois. 571.024.15\$ (262 millions de cts).

■ Quand la misère disparaît.

Le premier mois, je pus déposer sur mon compte 32.826.08\$ (151.000 Fr) et ce n'était qu'un début. Nous avons vécu dans la plus belle propriété de la vallée de St Sauveur, la plus prestigieuse station de ski au Canada. J'ai apprécié également de pouvoir conduire notre magnifique B.M.W. dernier modèle, sièges cuir, climatisés, avec téléphone à bord, et de pouvoir voyager à travers le monde avec mes 2 enfants et mon mari accompagnés d'une nurse en toute tranquillité.

Le rêve devenant réalité, nous n'avons plus de crainte aujourd'hui pour notre avenir. Nous savons comment faire pour encaisser un minimum de 15 millions de centimes par mois en ne travaillant seulement que 5 à 10 heures par semaine. Nous profitons enfin pleinement de la vie...

■ Pas besoin d'expérience.

En qui consiste ma méthode que vous allez pouvoir recevoir et essayer gratuitement dans quelques jours ?

Eh bien ! Laissez moi vous le préciser ! Vous pouvez réellement l'appliquer 24 heures après l'avoir reçu.

■ Chez vous, en ville ou à la campagne. (Pour ma part j'ai commencé dans le fond d'une forêt, sans voiture, ni téléphone).

■ Sans quitter votre emploi actuel et sans aucun investissement.

■ En ne consacrant que 5 à 10 heures par semaine quand vous voulez.

■ Vous n'avez pas besoin de bureau, ni d'équipement pour démarrer (un stylo et quelques feuilles de papier suffisent).

■ Ma méthode peut être appliquée par n'importe qui (un enfant de 14/12 ans peut le faire, cela a été testé avec succès).

■ Vous n'avez pas besoin d'avoir fait des études, ou d'avoir des connaissances particulières.

■ Vous n'avez pas de vente à faire, ni de porte à porte, vente au téléphone, ou tout autre forme de vente pour gagner de l'argent.

■ Ma méthode est tout à fait légale et apporte de plus un excellent service très apprécié à la majorité des habitants de chaque pays.

■ Il a été dit, dernièrement, que 75% des professions de l'an 2000 n'existeraient pas encore. Ma méthode en est déjà une avant l'heure.

■ Un journaliste américain JOHN KIRCH du N.B.C. et un célèbre éditeur français ont déclaré en substance, ceci :

"Il n'existe aujourd'hui et pour les années à venir, aucun autre procédé au monde permettant à n'importe qui, du jour au lendemain, de s'enrichir aussi rapidement sans investissement et sans bouger de chez soi".

■ De quoi avez vous besoin ?

Vous avez besoin de confiance, et d'y croire suffisamment pour expédier ce jour votre bon d'essai garanti à 100%. Dès que vous recevrez ma méthode, lisez-la et mettez en pratique les principales étapes pour réussir vous aussi.

■ Votre 1^{er} revenu mensuel garanti à 12.500%

En appliquant simplement ma méthode, vous devez encaisser au minimum 125 fois sa valeur chaque mois, et ceci pendant 2 mois, soit $(179^2 \times 125) \times 2^{mes} = 45.000\text{Fr.}$ Un rapport minimal mensuel de 12.500%. En connaissant vous un meilleur ? Sans cela vous serez immédiatement remboursé du coût de ma méthode. Ceci est une garantie formelle. C'est donc réellement pour vous un fabuleux essai gratuit sans aucun risque.

■ Pourquoi une telle garantie ?

Tout simplement parce que personnellement je sais qu'avec ma méthode j'encaisserai toujours plus de 15 millions de centimes par mois au minimum.

Ma méthode est si simple à appliquer qu'il faudrait vraiment le faire exprès pour ne pas gagner énormément d'argent avec. J'en suis persuadée et je suis sûre que vous aussi en serez convaincue lorsque vous aurez ma méthode entre les mains.

C'est aussi pour cela que je vous offre une telle garantie d'essai libre et sans engagement.

TRES IMPORTANT

L'édition de cette étonnante méthode est limitée à 2000 exemplaires. Remplissez le bon ci-dessous à l'instant et postez le aujourd'hui même. Ainsi vous ne risquez pas d'oublier.

GARANTIE FORMELLE
Blesion and Leigh International sélectionne et édite les meilleures méthodes au monde pour votre totale satisfaction.

"METHODE ELSIE TROMELIN". Pendant les 60 premiers jours où vous mettez en pratique cette fabuleuse méthode, vous devez encaisser un minimum de 45.000 Frs. Sans cela vous serez immédiatement remboursé du coût de la méthode ELSIE TROMELIN.

Ceci est une Garantie Formelle. Yves COUDARI, Directeur administratif.

■ Quelques exemples

Ces gens ont tous fait fortune en quelques semaines grâce à ce procédé. (Par conti-

EDITION LIMITEE à 2000 exemplaires

Nous nous excusons, si nous ne pouvons honorer les commandes tardives.

denialité je n'indique que leurs initiales). K.K. : Multi-millionnaire en dollars en quelques années.

G.C. : A déposé sur son compte en banque près de 2 milliards et demi de cts en 1 an grâce à cette formule.

M.M. : Multi-millionnaire en quelques années.

J.W. : 500 millions en banque, 4 maisons dont une valant 1 demi milliard de cts, plusieurs voitures, etc...

H.G.H. : Multi-millionnaire.

P.R. : 262 millions de cts en 6 mois et milliardaire en cts au bout de 2 ans.

Tous ont réussi avec le même procédé que vous allez recevoir dans quelques jours, vous aussi.

VOTRE CADEAU GRATUIT

En répondant dans les 5 jours, vous recevrez gratuitement un magnifique cadeau qui vous étonnera pleinement en vous permettant de gagner encore plus d'argent chaque année.

La méthode de Mme Elsie TROMELIN "Comment encaisser 15 millions de cts chaque mois" n'est pas disponible dans le commerce mais uniquement en renvoyant ce bon d'essai aujourd'hui même.

Bon pour un essai libre

★ GARANTIE 1 AN ★

Ce bon est à découper et à envoyer à :
B.L. INTERNATIONAL
"METHODE ELSIE TROMELIN"
10, Rue de la Paix - 75002 PARIS

OUI je désire utiliser sans aucun engagement la méthode de Madame Elsie TROMELIN "COMMENT ENCAISSER 15 MILLIONS DE CTS CHAQUE MOIS"

Il est bien entendu que je bénéficie d'une garantie de remboursement intégral de 1 AN si par hasard dans les 60 premiers jours, je n'encaisse pas au moins 45.000Fr. (en travaillant de 5 à 10 heures par semaine). Dans ce cas, j'aurais alors un délai d'1 AN pour vous la retourner afin d'être remboursé immédiatement par retour. Cette garantie me donne une protection légale adéquate. Veuillez donc m'envoyer sous emballage discret et hermétiquement clos :

□ MON CADEAU GRATUIT

□ LA METHODE "ELSIE TROMELIN"

Pour le prix exceptionnel de 179 F
+ frais d'emballage et envoi 18 F
197 F

□ J'inclus ci-joint mon règlement

□ Chèque bancaire □ C.C.P.

□ Mandat postal

□ Je préfère régler au facteur à la réception du colis (je paierai dans ce cas en plus la taxe de 30 F.)

□ Mme □ Mlle □ Mr

NOM

PRENOM

N° RUE

CODE POSTAL

VILLE

Ces gens ont tous fait fortune en quelques semaines grâce à ce procédé. (Par conti-

(En mapscale S.V.P.)

ECHOS DE LA VIE PRATIQUE



VIDEO

420 000 points d'image sur un camscope 8 mm

Déjà essayé par *Science & Vie* (n° 847 d'avril 1988), le camscope 8 mm Canon E 708 en version PAL est aujourd'hui sur le marché. Doté d'un analyseur d'image à transfert de charge de haute résolution, cet appareil procure une image de 420 000 points, laquelle possède ainsi une qualité jamais atteinte en 8 mm. D'autant qu'un circuit spécial améliore les contrastes.

Equippé de deux systèmes de mesure de la lumière (sur tout le champ de visée ou seulement dans une plage limitée), d'un zoom 1,4 (8,5-68 mm) à mise au point automatique, d'un viseur électronique orientable, ce camscope permet divers effets spéciaux : titrage de 32 caractères, fondu image synchronisé avec un fondu sonore, maintien des titrages durant ce fondu, vitesses de 1/500 et 1/1000 s, ralenti, arrêt sur image, mixage de deux sources sonores. Endéfinitive, le Canon E 708 est un camscope pour amateurs exigeants. Prix : 15 900 F.

AUDIO

Une platine laser pour 6 heures de musique

Lorsqu'on écoute un opéra ou un long concert enregistré, rien de plus désagréable que les interruptions qu'imposent les changements de disque. Un inconvénient qu'élimine le lecteur de disques compacts Pioneer PD-M 500. Doté d'un changeur pour six disques de 12 cm, il autorise l'écoute de plus de 6 heures ininterrompues de musique. Un changeur pour disques de 8 cm peut être adapté. Une programmation de l'ordre d'audition des plages sur les divers disques est possible. Et l'on peut même demander à cette platine



d'établir cet ordre, ce qu'elle fait alors de façon aléatoire.

Toutes les fonctions du lecteur — recherche et saut de plage, sélection d'un passage musical, programmation d'un maximum de 32 plages, affichage du temps restant ou écoulé — sont accessibles depuis la télécommande. La prise casque, en façade, possède un réglage de volume. Le châssis du PD-M 500, enfin, comporte une structure en nid d'abeilles destinée à éviter les résonances engendrées par le moteur d'entraînement. Ainsi sont pratiquement éliminés les bruits parasites capables de perturber la reproduction sonore. Prix : 2 990 F.



TÉLÉVISION

Un récepteur à l'écoute du monde

Si vous vous contentez de regarder les programmes de nos six chaînes de télévision, il est inutile d'acquérir le téléviseur couleur Saba 63 PL 860. Cet appareil, en effet, a été conçu pour donner un écran à toutes les télévisions et à toutes les vidéos du monde. Par la prise d'antenne il peut capter les émissions en SECAM et PAL de la plupart des pays d'Europe, d'Afrique du Nord et des DOM-TOM. Par la prise Péritel il peut recevoir, outre les programmes PAL et SECAM, ceux en NTSC provenant par exemple de réseaux câblés, de satellites ou de cassettes vidéo. On peut lui intégrer un tuner satellite, y compris pour recevoir le nouveau standard européen D2 MAC Paquet qui sera transmis par les satellites TDF et TV-SAT.

Ce téléviseur tri-standard est doté d'un tube Planar de 63 cm, le plus plat existant à ce jour, avec des coins rectangulaires : ainsi sont éliminées les déformations d'image sur les bords de l'écran. Le réglage de l'intensité des couleurs se double d'un ajustement de leur balance rouge/bleue, pour obtenir des tonalités chaudes ou froides. Quarante chaînes peuvent être programmées.

L'équipement sonore est tout aussi complet que la vidéo, avec un amplificateur stéréophonique de 20 W par canal, quatre haut-parleurs, deux prises pour enceintes extérieures et une prise casque. Malgré ses vastes possibilités, le téléviseur Saba 63 PL 860 ne pèse que 33 kg : une performance qui doit beaucoup à l'utilisation des circuits intégrés. Prix : 7 490 F.

AUDIO

Une chaîne haute-fidélité ouverte à la vidéo

Les techniques du son et de l'image tendant à s'uniformiser, Marantz a conçu la chaîne haute-fidélité MX 483 dont l'amplificateur (réf. PM 583) est une véritable régie audio et vidéo. Elle est en effet équipée d'entrées pour un syntoniseur (tuner), un lecteur de disque compact, un magnétophone et une platine disque conventionnelle ; on peut en outre lui raccorder les sorties son d'un magnétoscope, d'un téléviseur et d'un lecteur de disque compact vidéo.

D'une puissance de 2×70 W, cet amplificateur est annoncé avec un taux de distorsion de 0,05 %. Associées à une réponse en fréquence de 10 à 50 000 Hz, ces caractéristiques permettent de retransmettre fidèlement le son en provenance d'un lecteur de disque compact. Un égaliseur graphique à 7 bandes muni d'un analyseur de spectre et réglable par la télécommande autorise une reproduction optimale de toutes les fréquences, quels que soient le volume et la forme de la pièce d'écoute.

Le syntoniseur ST 583 reçoit les stations en GO, PO et MF. Leur recherche s'effectue manuellement ou par balayage des fréquences avec arrêt automatique sur un émetteur, et on peut mémoriser 16 stations en MF et 8 en PO. L'appareil est doté d'une télécommande à infrarouge.

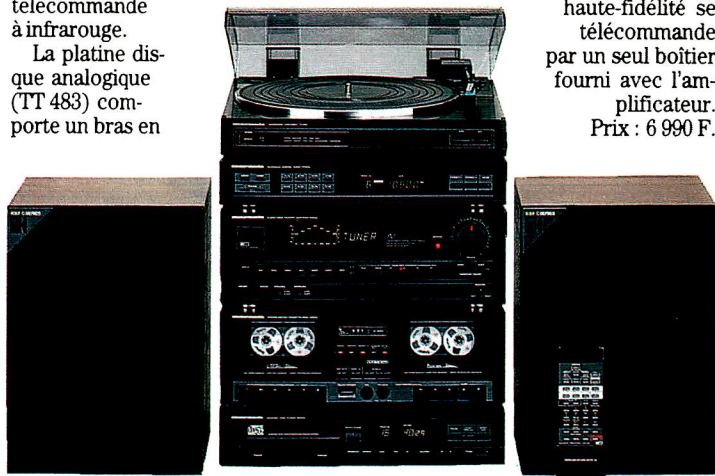
La platine disque analogique (TT 483) comporte un bras en

fibre de carbone favorisant une bonne rigidité et une réduction des vibrations. Elle accepte les disques 33 et 45 tours et, une fois le capot refermé, toutes les touches de commande restent accessibles. Le fonctionnement de cette platine tourne-disque est semi-automatique.

Le magnétophone à cassettes (SD 283) possède deux platines et autorise la duplication à vitesse normale ou accélérée. Le SD 283 accepte tous les types de bande (standard, au chrome ou métal) et comporte un système de réduction de bruit de fond Dolby B.

Disponible en option, un lecteur de disque compact CD 583 reçoit les deux formats de disque 8 et 12 cm. Une minuterie incorporée sert à la programmation de 20 plages et la recherche avant ou arrière s'effectue selon trois vitesses. Ses caractéristiques techniques en font une platine de grande musicalité : bande passante de 20 à 20 000 Hz, dynamique de 96 dB, distorsion harmonique de 0,0015 % et asservissement par quartz, qui élimine pratiquement les fluctuations de vitesse (le pleurage et le scintillement).

Mis à part le magnétophone à cassettes SD 283 et la platine disques TT 483, la plupart des fonctions des maillons composant cette chaîne haute-fidélité se télécommande par un seul boîtier fourni avec l'amplificateur. Prix : 6 990 F.



AUDIOVISUEL

Le disque compact vidéo est arrivé

Il y a tout juste cinq ans le disque compact audionumérique était commercialisé. Voici maintenant le même disque pour l'image animée en couleurs, le compact vidéo (CD Video), qui ne s'en distingue que par la couleur, dorée au lieu d'aluminée. Le CD Video n'est d'ailleurs pas un inconnu de nos lecteurs auxquels il fut présenté voilà 15 mois (*Science & Vie* n° 835 d'avril 1987). Mais aujourd'hui, il se prépare à entrer sur le marché. L'événement est d'importance car, pour la première fois, un même support et une même platine sont utilisés indifféremment pour des programmes audio ou vidéo.

Sur les modèles haut de gamme, cette compatibilité va très loin. Ainsi, l'un des premiers appareils disponibles, le Philips CDV 475 (déjà annoncé aux lecteurs de *Science & Vie* n° 842 de novembre 1987), recevra tous les disques compacts audio actuels (8 et 12 cm), tous les disques compacts vidéo (12, 20 et 30 cm) et les vidéodisques Laservision de 20 et 30 cm

disponibles depuis de nombreuses années (identiques au CD Video pour l'image, mais avec un enregistrement analogique du son).

Aux dimensions des autres mailons d'une chaîne haute-fidélité, le CDV 475 se raccorde à un amplificateur pour la partie son et à un téléviseur pour les images vidéo. Cet appareil bénéficie d'une télécommande donnant accès à toutes les fonctions : recherche rapide avant et arrière, sélection des plages enregistrées, accéléré, ralenti, arrêt sur image, et même affichage de paramètres de contrôle sur l'écran du téléviseur (selon le type de disque, la couleur de fond sur l'écran change).

Comme certains films enregistrés sur vidéodisque Laservision disposeront du son stéréophonique ou encore du son en version originale sur une piste et du doublage en français sur l'autre piste, une touche sur la télécommande permet d'obtenir soit la stéréophonie, soit l'une ou l'autre des langues.

L'appareil est automatique : ainsi, il suffit d'introduire le disque dans le tiroir frontal de chargement. Celui-ci se ferme et la tête à laser va elle-même reconnaître la dimension et le type de ce disque (audio ou vidéo), puis le calculateur de bord adapte les conditions de lecture à l'enregistrement. Prix : 6 490 F.



VIDÉO

L'incrustation d'image commandée par magnétoscope

Un premier magnétoscope numérique SECAM, le VT 430 S, est né chez Hitachi. Doté d'un composant électronique dit PIP (*Picture In Picture*, pour image dans l'image), il comporte un circuit de mémoire pour stocker les signaux constituant une image et un circuit de traitement pour réduire cette image et l'afficher sur l'écran.

Ainsi, en plus du programme en cours sur un téléviseur, ce magnétoscope peut-il présenter les images provenant d'une autre chaîne captée par le téléviseur, celles d'une caméra ou encore d'une cassette vidéo. L'image secondaire peut être localisée dans l'un des quatre

coins de l'écran ou être permutée avec l'image principale.

Les autres caractéristiques de l'Hitachi VT 430 S sont des plus classiques. Compatible avec le décodeur Canal Plus, il peut mémoriser la recherche automatique des 79 canaux de télévision et permettre la programmation de l'enregistrement de 8 émissions. La plupart de ses fonctions sont automatiques (répétition de séquence, fonctionnement en continu, rebobinage en fin de cassette...). Il est équipé de deux prises Péritel. Prix : 6 490 F.



● Les matériels de cette rubrique sont notamment disponibles dans tous les magasins Auchan.

Un petit écran dans un grand

Le progrès technologique permet aujourd'hui de créer des téléviseurs dotés d'écrans de plus de 70 cm, relativement peu encombrants. Ainsi Philips lance-t-il le 33 CE 7535, un modèle avec écran de 84 cm mesurant 78 x 69 x 54 cm et pesant 70 kg. Très confortable, cet écran peut accueillir un deuxième programme dans un petit rectangle pouvant occuper l'un des quatre coins de l'image.

Provenant d'un magnétoscope, d'un lecteur de disque compact vidéo, d'un caméscope ou encore d'une caméra vidéo, ce deuxième écran permet de surveiller les programmes d'une autre chaîne, ou même le sommeil de jeunes enfants par l'intermédiaire d'une caméra



placée dans leur chambre.

Bien que notre SECAM ne transmette pas le son stéréophonique, ce téléviseur est équipé d'un dispositif Surround produisant un effet de "relief" sonore. Le système sépare les fréquences du son original pour les redistribuer sur quatre haut-parleurs.

Outre le SECAM, le téléviseur Philips 33 CE 7535 capte le PAL. Par la prise de péritélévision, il reçoit aussi le NTSC. Le son stéréophonique (de certaines émissions en PAL ou celles du futur D2 MAC Paquet) est obtenu avec un amplificateur de 22 W efficaces par canal. Le tube est de type plan à coins carrés. Par la prise de péritélévision, le signal vidéo peut attaquer directement ce tube, ce qui assure une haute définition d'image, par exemple pour l'affichage d'un texte de 2 000 caractères. Prix : 16 990 F.

Le son transmis par fibres optiques sur un DAT

Le DAT-KD 117, premier magnétophone numérique de Luxman, est aujourd'hui disponible en France. Recevant la minuscule cassette DAT, il assure une qualité sonore bien supérieure à celle de n'importe quel magnétophone à cassette analogique. Il utilise le système R-DAT (Science & Vie n° 835 d'avril 1987) avec lequel l'enregistrement du son se fait à la manière d'un magnétoscope, grâce à un tambour rotatif. Bien qu'il comporte un convertisseur pour passer du numérique à l'analogique, autorisant son raccordement à tout amplificateur ou à toute source sonore analogique, le KD 117 dispose également d'entrées et de sorties numériques directes. La copie de cassettes DAT lues par un autre appareil ou l'enregistrement à partir de futures émissions audio-numériques par satellite se feront donc sans aucune perte. De plus, ces entrées et sorties transmettent les signaux par câble coaxial ou par fibres optiques. Cette dernière technique, adoptée sur quelques lecteurs de disques compacts haut de gamme ou sur certains amplificateurs disposant d'un décodeur numérique-analogique, réduit les pertes d'informations et évite les parasites d'origine électrique. Une télécommande infrarouge permet d'accéder à toutes les fonctions de l'appareil et, si l'on copie avec un autre magnétophone KD 117, un sélecteur placé sur cette télécommande et sur les appareils permet de passer de l'un à l'autre sans changer de boîtier de télécommande. Prix : 13 000 F.



3 MÈTRE MARQUEUR
104 F chez les spécialistes du bricolage, les quincailleries et les grandes surfaces.



LES OBJETS DE MOIS

5 UNE MINI CALCULATRICE GRAPHIQUE 1 000 F
chez les détaillants en articles de bureau.



1 Avec son PCT-10, Sony vient de créer le premier visiophone utilisable sans modification du réseau téléphonique actuel. Cette performance n'a été possible que grâce à une astuce technique. Au début de la communication, le système coupe la transmission du son pendant 7 secondes, temps qu'il emploie à envoyer une image fixe. Ainsi a été contourné le problème résultant de l'étroitesse de la bande passante des lignes téléphoniques, qui ne permet pas la transmission simultanée du son et de l'image. Aujourd'hui, deux correspondants munis chacun de cet appareil peuvent donc se voir ou se montrer des documents et l'image peut être enregistrée sur bande magnétique ou reproduite par une imprimante vidéotexte minitel.

1 UN VISIOPHONE POUR LIGNE TÉLÉPHONIQUE
24 000 F chez GTI,
278 rue de la Garenne,
92000 Nanterre.



2 La montre-bracelet Seiko RC 1000, la plus puissante des montres électroniques japonaises, vient d'arriver sur notre marché. Dotée d'une mémoire vive à microprocesseurs d'une capacité d'informations de 8 Ko, ce qui représente environ 6 pages de 1 500 caractères, elle peut être raccordée à tout ordinateur compatible IBM PC pour le transfert de fichier. Les données mémorisées se consultent sur un écran à cristaux liquides qui affiche 2 lignes de 12 caractères. Elle est fournie avec un logiciel sur disquette de 5 pouces 1/4 qui facilite l'enregistrement, le classement et le transfert des données sur le micro-ordinateur. Les fonctions informatiques sont assurées par 4 circuits intégrés C-MOS et les commandes s'effectuent par 6 touches situées sous l'écran. Outre ses fonctions informatiques, la Seiko RC 1000 joue le rôle d'une montre ordinaire donnant l'heure et le jour pour 80 villes du monde. Elle est alimentée par une pile au lithium, mesure 41 x 36 x 10 mm et pèse 60 g.

3 Avec Mark-O-Matic, inutile de se munir d'un crayon pour tracer les repères de mesures sur un mur de plâtre, une planche ou toute autre pièce. Ce mètre déroulant est en effet doté d'un dispositif de marquage, petit logement où une mine de graphite ou une pointe sèche permettent un repérage quel que soit le matériau. A noter aussi que le ruban, dont la longueur atteint les 5 m, est astucieusement percé de façon à pouvoir recevoir une aiguille qui servira de pivot pour le tracé de cercles précis.

4 Le casque moto intégral, parce qu'il est très enveloppant, protège bien la tête en cas de heurts ou de chutes. Mais il présente un inconvénient majeur : par temps froid, l'écran transparent par lequel le conducteur est censé voir sa route se couvre très vite de buée. Le résultat saute aux yeux... C'est pour pallier ce défaut que la firme BMW a mis au point cet écran anti-buée, dont le principe de fonctionnement est fort simple : comme la lunette arrière de nombreuses automobiles, il est traversé par un réseau de minces résistances chauffantes éliminant rapidement les traces de buée ; une prise spiralee du type de celle utilisée pour l'allume-cigare permet le raccordement de ce réseau à la batterie.

5 Malgré ses 150 g et ses petites dimensions (8 x 14 x 1,4 cm), qui en font un véritable modèle réduit, la calculatrice EL-9000 de la firme japonaise Sharp ne doit pas faire illusion. C'est un véritable instrument scientifique disposant de 194 fonctions intégrées dans une mémoire de 8 Ko. Dotée d'un programme graphique, elle peut réaliser 6 types de courbes différents à partir des données qui ont été préalablement mémorisées par son utilisateur. L'affichage des calculs ou des divers schémas se fait sur un écran de 3 072 points. A noter qu'en plus tout peut être sorti sur papier, à condition de disposer de la petite imprimante CE-50P, ou enregistré sur magnétophone.

**6 UN BATEAU ÉLECTRIQUE
PLIABLE** 1 850 F chez
SEDAO, 39 rue des Grands-Champs,
75020 Paris.



6 Dégonflé, il tient dans le coffre d'une voiture avec ses accessoires, le moteur, une amarre, une batterie et son chargeur. Gonflé, il peut emporter trois personnes. Telles sont les caractéristiques de ce canot pneumatique en toile forte revêtue de PVC et dont les chambres à air sont compartimentées. Le moteur, type hors bord, est électrique (puissance 3 CV). Deux batteries assurent plusieurs heures d'autonomie.

1 Conçu pour les enfants âgés de 8 ans et plus, le studio Transecor est une réplique miniaturisée d'une console d'enregistrement professionnelle. Elle comporte une unité de bruitage, une table de mixage et un magnétophone à microphone doté d'une marche avant et arrière rapide. Ce dernier fonctionne avec une cassette compacte standard. Le système de bruitage, lui, comporte 8 bruits mémorisés (laser, sirène, alarme, avion, etc.). Des entrées et sorties permettent le branchement d'accessoires tels que casque, adaptateur de secteur (l'alimentation normale étant assurée par 4 piles de 1,5 V), second magnétophone, haut-parleurs, etc. Dimensions de l'appareil : 35 x 23 x 8 cm ; poids : 1 500 g. 500 F, à la Samaritaine.

1 La cheminée à foyer fermé pour le chauffage au bois est aujourd'hui répandue, notamment dans les maisons de campagne. Une fois la porte ou la vitre du foyer verrouillée, le réglage de l'arrivée d'air assure une combustion lente et régulière du bois. Certaines de ces cheminées peuvent même alimenter un réseau de radiateurs à circulation d'eau. La marque Damon vient de présenter un foyer fermé avec réservoir d'eau équipé d'une résistance électrique. En cas d'arrêt du feu de bois, le relais est donc assuré automatiquement et le chauffage maintenu en toutes circonstances. Ce modèle peut alimenter une dizaine de radiateurs. 21 000 F aux Entreprises Damon, 21 de Survaure, 42600 Montbrison, tél. 77 58 04 33.

**2 UNE MONTRE TERMINAL
D'ORDINATEUR**

982 F chez Cintel, 416 rue
Saint-Honoré, 75008 Paris.



**4 ÉCRAN ANTI-BUÉE
POUR CASQUE MOTO**

1 080 F (+ 1 900 F pour le
casque) chez Levallois Moto,
58 avenue Aristide
Briand, 92100
Levallois-
Perret.





AUCHAN, LE FUT

du 23 sept. au 22 oct.



Du 15.10
au 30.11.88
Philips
rembourse 200F

PHILIPS CD 371

Filtrage numérique quadruple, convertisseur
16 bits, 20 programmes,
prise casque, taille
320 mm.

1590F



TOSHIBA V 28 (LASER EN OPTION)

Chaîne midi télécommandée effet Super
Bass : ampli 2 x 35 W, tuner 19 présélections,
horloge et timer, recherche automatique,
double cassette, dolby B, lecture continue,
recherche des morceaux, réglage du volume
à distance. Platine laser Toshiba XR 9328 :
télécommande, quadruple
échantillonnage,
20 programmes :
1990F

3990F



SONY CDP M 55

Télécommande complète, filtre numérique
quadruple, double convertisseur, compatible
disques 12 et 8 cm, delete Shuffle Play,
sortie casque, calendrier musical démarrage
de la lecture automatique.

1990F



LUXMAN

Luxman D 90/D 111 : Lecteur laser à
3 faisceaux, télécommande à 18 touches,
sortie casque (D 111), composants garantie
2 ans : **2990F**
Luxman LV 110 : ampli de 2 x 60 W, circuit
CD Straight, circuit direct, loudness,
Dubbing (copie de magnétos) : **2190F**
Enceintes conseillées : Celestion DL 10,
l'unité : **3290F**

UR EN DIRECT.



SONY CCDV 90

Vidéomovie de standard 8 mm, permet jusqu'à 3 heures d'enregistrement, capteur CCD de 437000 pixels restituant une image très précise aux couleurs très vivantes, obturateur digital à vitesse variable (jusqu'à 1/2000^e), fonction "edit search" permettant l'insertion d'image(s) dans votre film, permet la relecture sur un TV Pal Secam et sur un TV Secam à l'aide du transcodeur SRF 1000 K en option.

13690^F



CANON 708 KIT PRET A FILMER

Vidéomovie de standard 8 mm produit d'inspiration pro : parfaite stabilité, viseur surdimensionné, très haute qualité d'image : capteur de 420000 pixels, zoom par 8, sensibilité 7 lux, créativité sans limite : obturateur variable jusqu'à 1/1000^e, mixage son au tournage, générateur de caractères intégré, TCI (zooming inclus), tournage couleur ou sépia, touche "edit" pour un montage parfait, fondu au noir ou au blanc.

15900^F



SCHNEIDER ARTTRON 70

TV couleur de salon Pal Secam stéréo, écran : 70 cm, tube FST vision plat à coins carrés, 50 canaux, 2 x 10 watts effet "spatial", circuit CTI améliorant le contour d'image, TC, compatible réseaux câblés consommation : 86 W/h.

5990^F



GRUNDIG 40345

TV couleur portable Pal Secam, écran : 40 cm, tube FST plat à coins carrés, 40 programmes dont 1 audiovisuel, filtre de contraste amovible, TCI, compatible réseaux câblés, consommation : 65 W/h.

3490^F

**La vie
Auchan**

Séoul 88 :
les champions
apprennent des techniques
d'entraînement mental



Découvrez les techniques secrètes d'entraînement psychologique des grands champions !

Un petit livre qui vient de paraître révèle 15 exercices utilisés par les psychologues sportifs pour :

- Vous relaxer à volonté
- Vous débarrasser de pensées obsédantes
- Atteindre la victoire et le succès plus vite
- Stopper instantanément toute pensée d'échec
- Utiliser le pouvoir de votre cerveau droit
- Changer votre humeur et être plus efficace
- Développer votre concentration

Ces techniques sont simples, et vous pouvez, vous aussi, les appliquer dans votre vie de tous les jours. Car le stress de la vie moderne ressemble beaucoup à celui d'une compétition sportive. Et pour gagner, il faut connaître les secrets du training mental.

Ce petit livre vous est offert actuellement en cadeau gratuit. Pour en savoir plus - et pour pouvoir l'obtenir -, écrivez dès aujourd'hui aux Editions Godefroy, B.P. 94, 45 avenue du Général Leclerc, 60505 Chantilly cédex.

Mais faites vite, car cet avantage, qui vous est actuellement réservé, n'est valable que pendant la période des jeux olympiques.

BON à retourner très vite aux Editions Godefroy, B.P. 94, 45, avenue du Général Leclerc, 60505 Chantilly cédex

☐ OUI, je souhaite connaître les techniques secrètes d'entraînement des grands champions. Envoyez-moi gratuitement et sans engagement tous les renseignements à l'adresse suivante :

Nom _____ prénom _____
adresse _____
code postal _____ ville _____
DOTM/B7769

L'UNIVERS VU À LA LUMIÈRE DES QUASARS

(suite de la page 54)

pionnier, bientôt suivis par Peter Young du Caltech et David Tytler du UCL.

Les résultats ne se font pas attendre. Les premières analyses indiquent que le fond de l'Univers est peuplé de nuages sombres invisibles, presque aussi éloignés de nous que les quasars. Ces nuages sont extrêmement ténus, moins de 10^{-10} gramme d'hydrogène par centimètre cube. Les estimations ne tiennent évidemment compte que de l'hydrogène neutre, c'est-à-dire des atomes encore en pleine possession de leur électron. Or les ultraviolets qui se balladent dans l'espace, en particulier ceux crachés par les quasars, ont dû en dépouiller plus d'un, les réduisant à l'état de protons et d'électrons libres. Les chercheurs pensent que pour un atome entier, il y en a 100 000 de cassés. Il faut donc corriger en conséquence les chiffres concernant la concentration de l'hydrogène.

A partir de l'analyse des raies de Lyman de deux quasars proches sur la voûte céleste, on peut également se faire une idée de la taille de ces nuages du fond de l'Univers. Il suffit de comparer les spectres. De deux choses l'une. Soit ils contiennent des raies identiques, ce qui signifie que la lumière des deux quasars a traversé les mêmes nuages sombres avant d'arriver jusqu'à nous. Soit leurs raies sont très différentes. Dans le premier cas, les nuages sont suffisamment grands pour intercepter la lumière des deux quasars voisins, dans le second cas non.

Les statistiques montrent que les nuages sombres ont la même taille que les petites galaxies, soit quelque 35 000 années-lumière de diamètre en moyenne. Connaissant le nombre d'atomes d'hydrogène et de protons libres au mètre cube, on calcule leur masse. Un nuage sombre "pèse" entre 100 et 100 millions de masses solaires. Ce sont des poids plumes étant donné leurs tailles. A titre de comparaison, notre Galaxie, la Voie lactée, fait un petit 100 000 années-lumière de diamètre et sa masse s'élève à quelque 200 milliards de masses solaires.

Les nuages sombres se trouvent à quelque 10 milliards d'années-lumière de nous. Ils paraissent très peu évolués. A preuve de leur débilité, on n'a jamais décelé d'éléments lourds dans leurs parages. Les spectres des quasars n'exhibent aucune autre raie avec des décalages vers le rouge aussi prononcés que ceux de la raie Lyman-alpha.

La carence en éléments lourds indique que ces grands nuages n'abritent pas d'étoiles. Sinon il s'en serait forcément trouvé parmi elles quelques-unes pour les enrichir rapidement en métaux. En effet, les grosses étoiles ne vivent que quelques millions d'années. Au cours de leur brève existence, elles fabriquent par réactions thermonucléaires des élé-

ments lourds à partir de l'hydrogène. En fin de carrière, elles sont riches en carbone et en métaux. Quand elles explosent en supernovae, elles étalent au grand jour les richesses accumulées de leur vivant.

En l'absence d'étoiles, les seuls éléments disponibles sont ceux produits par la "nucléosynthèse" primordiale, c'est-à-dire au cours des trois minutes qui ont suivi le Big-Bang. Conformément à la théorie, la composition des grands nuages sombres devrait être celle de la matière primitive, à savoir 75 % d'hydrogène et 25 % d'hélium.

Cet hélium ne peut être décelé dans les spectres obtenus à partir du sol. Ses raies, même fortement décalées vers le rouge, se trouvent encore loin dans l'ultra-violet. Pour les voir, il faudra donc attendre le lancement du télescope spatial prévu pour 1989. S'il repère des raies typiques de l'hélium, avec la bonne intensité, il vérifiera une des prédictions majeures de la théorie du Big-Bang. Les opposants l'attendent au tournant !

En dehors de la "forêt de Lyman", les spectres des quasars présentent quelques raies d'absorption qui de toute évidence n'appartiennent pas à l'hydrogène. Avec leurs profils doubles, elles ont tout l'air de provenir d'éléments lourds... Elles accusent cependant des décalages vers le rouge plus faible que les raies Lyman alpha, donc une origine moins lointaine.

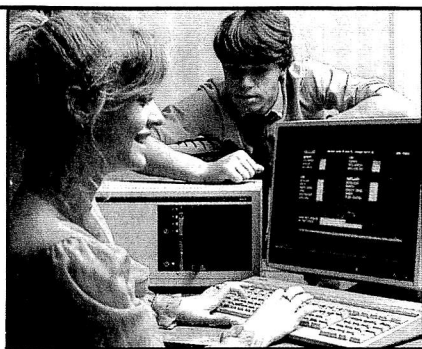
Jacqueline Bergeron, Patrick Boissé et Daniel Kunth de l'Institut d'astrophysique de Paris ont identifié dans les spectres de la plupart des quasars des doublets du calcium et du magnésium, avec des décalages de 0,5 à 0,8 (*dessin p. 51*). Pour retrouver les astres qui en sont responsables, les trois chercheurs ont fouillé soigneusement le ciel, avec le télescope franco-canadien de 3,60 mètres de Hawaï. A plusieurs reprises, ils tombent sur des objets célestes diffus qui ont tout l'air d'être des galaxies. Ils prélevent leurs spectres, et s'aperçoivent que les décalages vers le rouge coïncident avec celui des raies d'absorption des quasars concernés.

Maintenant les trois astronomes français détiennent la preuve que ces galaxies pratiquement invisibles, enrichies en éléments lourds sur le dos de leurs étoiles, volent des longueurs d'onde à la lumière des quasars. Les doublets du calcium et du magnésium les accablent. Sans ces raies, on aurait continué à ignorer jusqu'à leur existence.

Les galaxies sont donc beaucoup plus nombreuses qu'on ne l'imaginait. Combien sont-elles ? Lorsqu'on regarde loin dans l'Univers, un barrage de galaxies de trente millions d'années-lumière d'épaisseur et de 300 millions d'années-lumière de hauteur se dresse devant nous. Derrière ce mur, se pressent les nuages sombres, probablement des galaxies avortées qu'une matière noire, inconnue et totalement invisible, empêche de se disperser en les enchaînant gravitationnellement les uns aux autres.

C'est ce drôle de paysage qu'offre l'Univers au travers des raies des quasars.

Anna Alter



L'entraînement au travail d'équipe sur un matériel performant

Zb Longpho - Image Bera

Informatique ou Bureautique

— UN MÉTIER — EN MOINS DE 6 MOIS

- ▼ Un métier qui vous stimule dans un secteur tonique et évolutif.
- ▼ Une formation progressive et pratique par un grand constructeur d'ordinateurs sur un matériel de pointe.
- ▼ Une aide efficace pour trouver un emploi adapté à vos goûts et à vos capacités.

Taux de placement dès la sortie des cours + 95 %.

Avec CONTROL DATA, c'est possible

pour les candidats
de niveau bac à bac + 2

Graphi Real



Téléphonez ou retournez vite ce bon

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Age _____ Niveau d'études _____

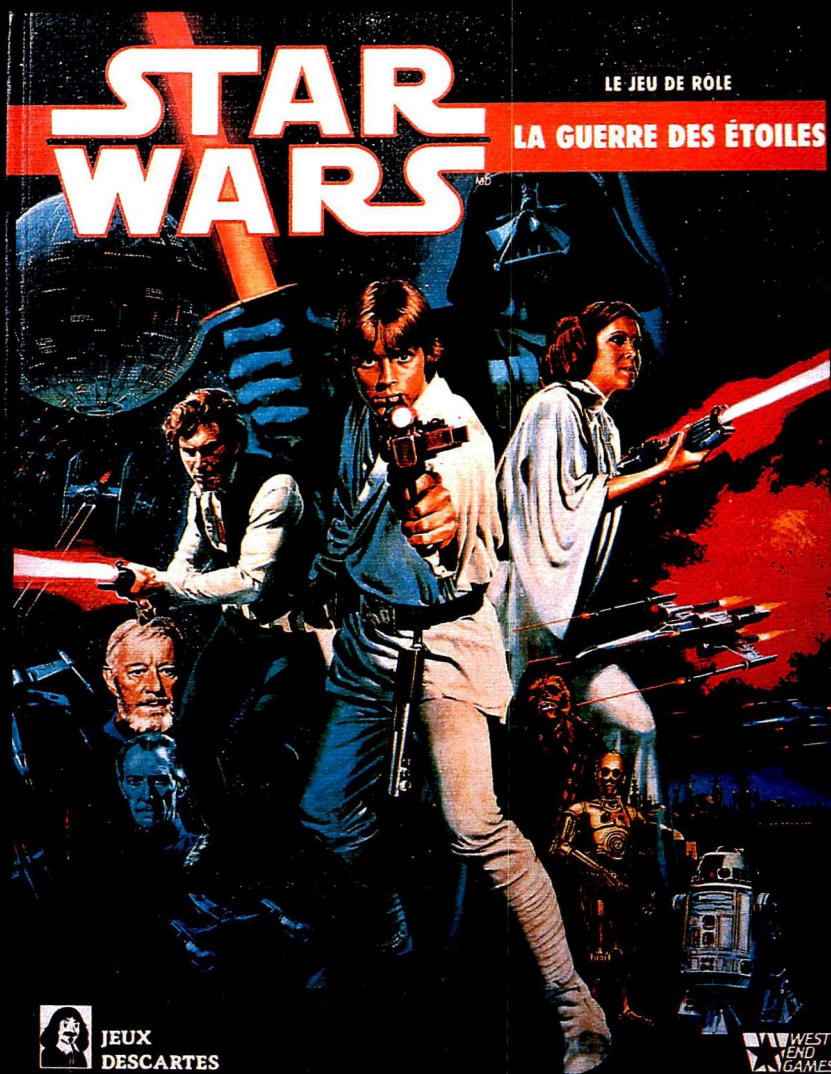
INSTITUT CONTROL DATA

Etablissement d'Enseignement Privé
Bureau 120 - B.P. 154 - 75623 Paris
Cedex 13 - Tél. : (1) 45.84.15.89

PARIS - LYON - MARSEILLE
BORDEAUX - NANTES



LE JEU DE RÔLE DE **LA GUERRE DES ÉTOILES**



EN VENTE PARTOUT

AIRBUS IRANIEN : À QUI LA FAUTE ?

(suite de la page 92)

civils, mais l'autre est celui des avions militaires iraniens — plus précisément il est similaire à celui des chasseurs F-14 ; c'est là le point le plus difficile à expliquer.

Comme nous l'avons dit plus haut, on a supposé qu'un avion iranien se trouvait alors juste derrière l'Airbus par rapport au croiseur, soit en l'air, soit au sol sur l'aérodrome.

En ce cas, toutefois, les radars performants Aegis auraient dû faire la distinction entre deux objets qui étaient bien sur la même ligne mais à des distances différentes ; le faisceau IFF ne fait que trois degrés d'ouverture et les radars à balayage électronique peuvent séparer 200 avions en même temps, sauf s'ils volent à moins de 2,5 m les uns des autres, scénario tout à fait invraisemblable.

Il ne reste en fait que trois interprétations : l'Airbus avait deux transpondeurs (1 civil, 1 militaire) ; le système télémétrique des radars a eu une défaillance (il n'a pas "vu" que les deux transpondeurs étaient sur une même ligne mais à des kilomètres l'un de l'autre) ; les opérateurs qui craignaient l'arrivée d'un F-14 ont mal interprété les indications données par les écrans.

Au total, c'est finalement l'adéquation de l'homme à l'informatique qui est surtout en cause. Le système Aegis apporte un tel volume d'informations en un temps si bref qu'aucun officier ne peut suivre, car il n'est pas possible à un homme de faire la synthèse de tout ce que montrent les écrans et d'en tirer une décision en quelques secondes.

Sur le *Vincennes*, les officiers ont été submergés d'informations ambiguës : un avion est signalé ; toutes les 10 secondes il se rapproche de plus d'un kilomètre ; il est déjà à bonne portée pour tirer un missile sur le croiseur ; il ne répond pas aux appels ; il apparaît sur les écrans comme à la fois ennemi et ami. Il faut faire un choix tout de suite, poussé par toute cette machinerie qui, elle, n'attend pas.

Alors on donne l'ordre de tir, et c'est un Airbus qui tombe, pas un F-14. Il y a eu méprise des machines, qui n'ont pas su distinguer un avion d'un autre. Et il y a eu erreur des hommes : du pilote qui n'a pas répondu, des contrôleurs qui ont laissé partir l'appareil sur un champ de bataille, du capitaine qui a trop bien suivi les consignes.

Du moment où les armes agissent à la vitesse du courant électrique dans un microprocesseur, la riposte devrait être décidée aussi par un microprocesseur. Mais, même en ce cas, il y aura toujours des incidents le jour où l'on enverra des avions de ligne au-dessus d'un croiseur en train de canonner des vedettes.

Renaud de La Taille

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 apprendait 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 révéla 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.

Étudiez 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

GRATUITS! 1 brochure + 1 test

Découpez ce bon et renvoyez-le à Service X, Centre d'Études, 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 N

Mon nom:

Prénom:

Mon adresse complète:

Code postal: Ville:

L'économie n'est pas une science exacte. Ce n'est pas une raison pour baisser les bras.



Photo ATGER/EDITING

Les grands événements qui bouleversent l'économie semblent imprévisibles. Mais si personne ne peut dire quand ils interviennent, on peut expliquer pourquoi et comment.

Vous ne trouverez pas dans **SCIENCE & VIE ECONOMIE** la chronique du monde des affaires. Nous préférons nous consacrer à l'analyse des mouvements de fond qui animent la vie économique à l'échelle de l'entreprise comme à celle des Etats.

Pour nous, l'important c'est de décrire les étapes concrètes de la construction européenne, de savoir pourquoi telle industrie se délocalise à Taïwan, de recenser les critères de recrutement dans les entreprises, de faire le point sur les différentes formes d'épargne, etc.

Et pour parler de tout cela, il nous paraît essentiel d'être clair, accessible, précis et complet.

**SCIENCE & VIE
ECONOMIE**

**AU SOMMAIRE DU NUMERO
D'OCTOBRE**

**ENTREPRISES :
GARE AUX ESPIONS !**

**COMMENT EVITER
UN NOUVEAU KRACH ?**

**RECRUTEMENT :
LES PROFILS ATYPIQUES**

S & V Economie. Comprendre pour agir

QUATRE SOLUTIONS POUR DESENCOMBRER LE CIEL

(suite de la page 100)

cements aériens. Or, les radars, on le sait, n'assurent pas cette couverture mondiale, mais les satellites, eux, le peuvent.

Récemment, un spécialiste allemand déclarait : « Mis à part le MLS et l'INS (2), qui ont des vocations particulières, la navigation par satellites sera le seul moyen de positionnement de l'avenir. »

On remarquera au passage qu'il ne mentionnait pas le système T. CAS. Pour la bonne raison que, les satellites fournissant une information tridimensionnelle, la fonction anticollision pourra également être assurée par eux.


Quel que soit le système de satellites retenu, le principe de fonctionnement restera le même. Les avions en vol, équipés d'une radiobalise, émettront, à la fois vers d'autres avions (fonction anticollision) et vers des centres de contrôle au sol, des signaux les identifiant et révélant leur position telle qu'elle aura été déterminée par trois ou quatre satellites. Lorsque les appareils seront trop éloignés de ces centres pour pouvoir communiquer avec eux sur les bandes de fréquences utilisées, les informations en question transiteront par des satellites relais, dont l'implantation est actuellement à l'étude.

Nous avons consacré dans un précédent numéro (*Science & Vie* n° 844, janvier 1988) un long article aux satellites de navigation, dans lequel nous expliquions en détail les caractéristiques des différents systèmes. Nous n'y reviendrons donc pas, sinon pour préciser que, depuis lors, la situation n'a pratiquement pas évolué. Bien que les candidats soient de plus en plus nombreux (systèmes NAVSTAR, GLONASS, LOCSTAR, GEOSTAR, NAVSAT, GRANASS, etc.), les utilisateurs potentiels ne paraissent pas pressés de faire leur choix. Partout, on hésite. A l'OACI, parce qu'il est difficile d'obtenir un accord général et simultané sur un système dont la mise en service entraînera de nombreux bouleversements. A l'IATA (Association internationale de transporteurs aériens), parce que beaucoup de compagnies sont en train de s'endetter pour acheter de nouveaux avions et qu'elles rechignent devant les investissements que nécessiterait une refonte complète du système de navigation et de contrôle actuel. Enfin, certains gouvernements se montrent peu disposés, dans la conjoncture présente, à financer la réalisation des infrastructures nouvelles (car, d'après la Convention de Chicago, ce sont les Etats qui doivent fournir lesdites infrastructures).

Ce n'est donc pas de sitôt que les satellites, eux, embouteilleront le ciel !

Serge Brosselin

(2) Par INS, on entend tous les systèmes inertiels. Leur maintien se justifie par le fait qu'ils offrent, d'une part, une redondance précieuse en matière de navigation, d'autre part et surtout, une référence de verticale, grâce à leurs plates-formes gyroscopiques.



GRATUIT

Découvrez les "trucs" des Communicateurs Efficaces

Le premier numéro de la lettre d'information confidentielle "Communicateurs efficaces" vient de paraître.

Pour écrire vos lettres avec plein de "punch", rédiger des mémos qui marchent, des rapports qui sont lus, pour donner des conférences et organiser des réunions réussies, pour comprendre, évaluer, convaincre, motiver les autres, voici des idées pratiques qui vous aideront à agir.

Un exemplaire du premier numéro ainsi qu'une offre de lancement seront offerts à tous les lecteurs de ce magazine qui en feront la demande.

Au sommaire du 1^{er} numéro :

- 3 étapes pour rédiger un mémo efficace.
- Comment prendre la parole à l'improviste.
- 5 méthodes pour influencer les autres.
- Comment mener un entretien d'embauche.
- Plus sûr moyen de saper votre confiance en vous... et comment l'éviter.
- Comment écrire un livre... et que faire si l'on est "sec" devant une page blanche.
- L'art de raconter des histoires drôles.
- Réussir une réunion : les pièges à éviter.

Pour recevoir votre exemplaire gratuit, téléphonez au 44 58 00 29, ou découpez ce bon, et adressez-le à :

Editions Godefroy, B.P. 94
60505 Chantilly Cedex

BON POUR ÉCHANTILLON GRATUIT

à retourner à : Editions Godefroy,
B.P. 94, 60505 Chantilly Cedex

Votre lettre d'information m'intéresse. Envoyez-moi un échantillon gratuit — le numéro 1 — ainsi qu'une proposition d'abonnement à prix "d'introduction" sans engagement à l'adresse suivante :

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code _____

Ville _____

DW20/SV261

Vous jouez ?



Sans doute jouez-vous à quelque chose, aux échecs, au Scrabble, au bridge ou au backgammon... Alors, vous aimerez découvrir de nouveaux jeux, redécouvrir de grands classiques, ou encore, pourquoi pas, donner en pâture à votre ordinateur quelque scénario qui vous transportera loin de votre quotidien.

Au sommaire du N° 53 :

- *Festival de la micro : les meilleurs jeux.*
- *06 CONTRE KALI : une aventure solo géante.*
- *TEXAS : un jeu qui vous transporte au Far West, en encart détachable prêt à jouer.*
- *Casse tête : jeux de mots et de lettres à gogo.*
- *Échecs : les stratégies des finales.*

DÉCOUVREZ UN NOUVEAU PLAISIR DE JOUER.

LISEZ

SCIENCE & VIE **JEUX & STRATEGIE**

EN VENTE PARTOUT DÈS
LE 16 SEPTEMBRE

MAISON SOLAIRE : UN BILAN IMPRESSIONNANT

(suite de la page 137)

4 à 6 % du coût total de construction. Compte tenu des économies de chauffage — quelque 8 500 F par an —, il suffira de 7 ou 8 ans pour amortir l'opération. Et cela pour des éléments de construction pratiquement inusables.

Michel Hausard résume lui-même les avantages de son habitat bioclimatique : économie d'énergie et d'argent, diminution des pollutions, indépendance énergétique et donc beaucoup de soucis en moins : pas de grève surprise EDF ou GDF, pas de livraisons tardives de fuel ou de charbon, pas de chaudière qui tombe en panne. La villa d'Uzos, note son propriétaire, « est d'une remarquable efficacité, très agréable à vivre hiver comme été, facile à entretenir et d'un prix de revient à peine plus élevé, à surface égale, que celui d'une autre maison ».

« Bien sûr, en Béarn, les hivers sont en général doux et humides ; cela n'empêche pas que les Béarnais se chauffent tous les ans. Et un climat froid mais sec et ensoleillé est certainement préférable pour réussir une maison solaire. Par contre, dans une région froide et humide, la quasi-autonomie énergétique d'une telle maison serait sans doute plus délicate à réaliser ; mais l'expérience vécue sur les côteaux de Pau a montré que ce modèle pouvait être sensiblement amélioré pour affronter des conditions climatiques plus défavorables ».

Didier Dubrana



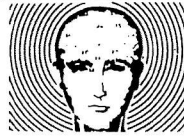
LA DOCUMENTATION DU MODELISTE SV22

* Le catalogue 40 F
Expédition PTT en timbres-poste ou par chèque 13 F

A LA SOURCE DES INVENTIONS

60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS Tél. 46 07 26 45

* Pour vos règlements La Source SARL CCP 33139-91 La Source



- Mémorisez tout très vite et sans effort de volonté.
- Découvrez comment atteindre la réussite et le Succès.
- Apprenez le secret de la puissance mentale.
- Un petit livre GRATUIT.

Comment développer une étonnante mémoire

Vous l'avez sans doute remarqué : c'est toujours lorsque vous en avez le plus besoin que votre mémoire vous fait défaut. Il vous manque souvent la citation exacte, l'anecdote ou le chiffre qui viendraient illustrer ou renforcer ce que vous dites.

Pourtant, certaines personnes semblent pouvoir tout retenir avec une facilité déconcertante. Comment s'explique ce phénomène ?

Une nouvelle méthode, la « Méthode Godefroy », permet maintenant à tout le monde, et donc à vous, d'avoir en peu de temps une étonnante mémoire.

- Elle fait le point sur les plus récentes découvertes en matière de mémoire : suggestopédie, méthode subliminale, vitamines de la mémoire, mémoire instantanée.
- Essentiellement pratique, elle dévoile les cinq façons de développer votre concentration, ainsi que les secrets de l'association mentale.

La méthode Godefroy, vous permettra de tout retenir sans difficulté : conférences, cours, émissions (chapitre 14)... Vous pourrez apprendre très vite les langues étrangères (chapitre 9), retenir facilement les formules scientifiques et mathématiques (page 246), les lectures, les noms des gens, les histoires drôles et même des textes longs et des dates ! (élèves, étudiants, réussite professionnelle...)

Par la culture qu'elle vous permettra d'acquérir, la Méthode Godefroy vous ouvrira toutes les portes : Vous pourrez sans difficulté réussir un examen difficile, briller en société, améliorer votre situation ou vous en créer une nouvelle.

Si ces résultats vous intéressent et si vous désirez, vous aussi, posséder le pouvoir extraordinaire que donne une mémoire totale, demandez au Centre de Recherche sur la Mémoire (C.R.M.) de vous adresser son dossier gratuit : Comment développer une étonnante mémoire. Actuellement, il le distribue sans frais à tous ceux qui souhaitent améliorer leur mémoire.

Ecrivez dès aujourd'hui au C.R.M., B.P. 94 - 60505 Chantilly Cedex.

Gratuit



OUI je désire recevoir le dossier GRATUIT : « Comment développer une étonnante mémoire » (Rien à payer).

Nom

Prénom

N° rue

Code Ville

à retourner au C.R.M. B.P. 94

60505 Chantilly Cedex.

DO36-LV 55

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

NOM: _____

PRENOM: _____

ADRESSE: _____

F17

INFORMATION COMMERCIALE

LA FONDATION DES
PRÊTS D'HONNEUR AUX JEUNES :
VOUS SAVEZ OU VOUS ALLEZ
NOUS POUVONS VOUS AIDER

APPEL DE CANDIDATURE

Vous avez entre 18 et 30 ans. Vous avez une passion, dans l'art ou l'artisanat, la recherche, les sciences et techniques, la culture ou l'action sociale,... Vous voulez en vivre. Nous pouvons vous aider. En 14 années, 325 projets ont déjà reçu une aide de 25 000 Francs. Pourquoi pas vous ?

Pour recevoir un dossier de candidature, écrivez-nous

AVANT LE 31 OCTOBRE 1988

à la FONDATION
DES PRÊTS D'HONNEUR AUX JEUNES
FONDATION DE FRANCE,
40, avenue Hoche - 75008 PARIS.

LE POT D'ACHOPPEMENT

suite de la page 125)

pe également de ces émissions, mais il n'existe pas encore de filtre à particules efficace.

Plus sérieuse est la véritable alternative au pot catalytique annoncée depuis de nombreuses années par les constructeurs: le moteur à mélange pauvre ou "moteur pauvre" ou encore moteur à "charge stratifiée". Avec un taux de compression réduit et un meil-

LE POT ET LES NORMES

CYLINDRÉE	DATE D'APPLICATION	ÉMISSIONS MAXIMALES**		
		Dioxyde de carbone (CO)	Hydrocarbures et oxydes d'azote (HC + NO _x)	Oxydes d'azote (NO _x)
Supérieure à 2 litres	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} octobre 1988 pour les nouveaux modèles. 1^{er} octobre 1989 pour tous les véhicules neufs. 	25 g	6,5 g	3,5 g
De 1,4 litre à 2 litres	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} octobre 1991 pour les nouveaux modèles. 1^{er} octobre 1993 pour tous les véhicules neufs. 	30 g	8 g	—
Inférieure à 1,4 litre (1 ^{re} étape ne nécessitant pas l'emploi d'un système catalytique)	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} octobre 1990 pour les nouveaux modèles. 1^{er} octobre 1991 pour tous les véhicules neufs. 	45 g	15 g	6 g
Inférieure* à 1,4 litre (2 ^e étape nécessitant un catalyseur d'oxydation)	<ul style="list-style-type: none"> 1^{er} octobre 1992 pour les nouveaux modèles. 1^{er} octobre 1993 pour tous les véhicules neufs. 	30 g	8 g	—

* Directive à laquelle la France a retiré son accord et qui reste à débattre au Parlement européen de Strasbourg.

** En grammes par test.

leur rendement, la combustion est plus complète, d'où une diminution des taux de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures imbrûlés.

La mise au point de ce moteur, commencée il y a une vingtaine d'années, est très délicate. Pour l'instant, aucun constructeur n'ose avancer de date précise de commercialisation. Pas même Peugeot, qui s'est pourtant prévalu d'un tel projet en cours de développement pour dénoncer l'adoption du pot catalytique sur les petites cylindrées, qui en augmenterait excessivement le prix (*). La question risque de rebondir à l'occasion du Salon de l'automobile. Honda et Toyota, qui ont équipé d'un tel moteur une petite série de leurs modèles, rapide-

ment arrêtée d'ailleurs, sont les seuls à avoir fait l'expérience pratique. Grâce à elle et aux outils que possède aujourd'hui, en France, le Groupement scientifique moteurs⁽³⁾, notamment un super-ordinateur Cray pour simuler le mouvement des gaz à l'intérieur du cylindre, on a une idée précise des caractéristiques générales que le "moteur pauvre" devrait posséder :

— Une chambre de combustion présentant une géométrie très spécifique pour que le mélange gazeux soit le plus complètement brûlé. Ce qui passe par l'adoption éventuelle de deux soupapes d'admission par cylindre et d'un allumage plus puissant assuré par deux bougies pour chaque cylindre.

— Une sonde de mélange pauvre (équivalent de la sonde à oxygène du système catalytique trois voies) pour analyser les gaz d'échappement et éventuellement les réinjecter partiellement à l'admission et compléter leur combustion.

— Un système d'injection électronique multipoint (un injecteur par cylindre) pour conserver la meilleure stoechiométrie possible.

— Et quand même un pot catalytique d'oxydation pour réduire les émissions d'hydrocarbures imbrûlés.

Compte tenu de ces impératifs, le "moteur pauvre", annoncé comme moins gourmand (Toyota annonçait une réduction de la consommation de l'ordre de 20 % par rapport à un véhicule doté d'un système catalytique à trois voies), apparaît cependant très coûteux. Contrairement aux affirmations récentes de Peugeot, on ne voit pas très bien, dans ces conditions, ce qui en permettrait le montage sur les petites cylindrées.

On n'échappera donc pas à l'obligation du pot catalytique. Mais à ce jour, il n'en existe aucun *made in France*. Dénoncée par certains, cette carence est en passe d'être comblée. Ainsi, près de Lyon, la société Procatalyse, appartenant à Rhône-Poulenc et à l'IFP, fabrique déjà des pots catalytiques, mais ils sont exportés en totalité aux Etats-Unis. Cette firme se déclare prête à fournir les constructeurs automobiles français à temps. De son côté, la société américaine Allied construit à Florange, aux environs de Metz, une usine de fabrication de pots catalytique.

En conclusion, si le pot catalytique entraîne un supplément de prix, une augmentation de la consommation et une perte de puissance, il éliminera un peu les polluants atmosphériques dont le plus

(suite du texte page 178)

(2) Un accord signé le 29 juin dernier à Bruxelles prévoyait d'accélérer l'équipement des voitures de petite cylindrée en pot catalytique au 1^{er} octobre 1991 au lieu de 1993. Peugeot a réussi à faire revenir le gouvernement français sur cet accord, d'où de vives tensions dans la C.E.E. et des réactions hostiles, notamment de la part de l'Autriche qui a appelé au boycott des automobiles de cette marque.

(3) Le GSM est un groupe de recherche financé par l'Etat, PSA, Renault et l'Institut français du pétrole.

Sortir Se Rencontrer Se Détendre

Le célibat n'est pas toujours facile à vivre. Les soirées tristes, les dimanches mornes, ça existe ... Pourtant il y a un moyen pour que de tels moments n'arrivent plus :

Le Club Actuel.

Pas question de mariage ou de "rencontres" sur mesure, la devise du Club ACTUEL, c'est l'amitié contre l'isolement. Toute l'année, le Club propose plus de 200 activités originales : Balades en forêt, opéras, tennis, croisières à la voile, rafting, discothèque, Club House ... Et si c'était la solution pour rencontrer ceux et celles qui, comme vous, veulent élargir leur cercle de relations ?

Ecoutez plutôt, Paul, 32 ans, ingénieur *"Avant, il m'arrivait de passer des week-end entiers, seul, à tourner en rond. Quand je suis entré au Club Actuel, j'ai découvert qu'on pouvait profiter de ses temps libres, sans passer des heures à les organiser. Le Club s'occupe de tout. Moi, je choisis, je sors avec mes nouveaux amis et amies, je m'amuse, je revis..."*

Pour en savoir plus, adressez cette demande d'information sans engagement au :

Club

ACTUEL

31133, Av. Champs Elysées.75008 PARIS.

Nom : _____ Prénom : _____

Adresse : _____

CP : _____ Ville : _____

Profession : _____ Age : _____

Tél. : _____ Je suis : _____

☐ Célibataire ☐ Divorcé(e) ☐ Séparé(e)

1er CLUB de LOISIRS EN FRANCE

Bordeaux, Nantes, Tours, Versailles,
Paris, Lyon, Toulouse, Marseille, Toulon...

UNE OREILLE PARTOUT!...
MICRO-ESPION TX 2007

NON HOMOLOGUE P.T.T.

225F Prix Spécial
BON A DECOUPER CI-DESSOUS
GARANTIE 1 AN

PORTÉE 5 km
Un modèle de micro-émetteur étonnant par sa puissance et ses performances améliorées (voir mode d'emploi en français)

Pour les bricoleurs : une véritable radio libre

- **SIMPLE** : réception sur tout poste radio FM, auto-radio, chaîne Hi-Fi, etc. Il suffit de déplacer la fréquence pour trouver une zone libre sur votre radio actuelle en FM.
- **DISCRET** : sans fil, sans branchement, sans antenne extérieure, vous le mettez où vous voulez.
- **PRATIQUE** : petit et léger, fonctionne avec une pile courante de 9 volts jusqu'à 250 h en continu (livré sans pile).
- **UTILE ET EFFICACE** : pour surveiller enfants, commerces, garages, personnes malveillantes, ennemis, malhonnêtes, etc.

Essayez cet appareil (meilleur rapport qualité-prix de cette gamme !). Plus de 30.000 exemplaires vendus à ce jour ! Fournis aux professionnels, détectives, gardienages, etc.

Bon à renvoyer à : SCANNER'S - BP 26
13351 MARSEILLE CEDEX 5
Tél. 91.92.39.39 - TELEX 402 440 F PRAGMA

Livraison rapide et discrète en recommandé sous 48 h

☐ Veuillez m'adresser la commande ci-dessous (préciser quantité)
☐ MICRO-EMETTEUR TX2007 au prix unitaire de 225 F + 15 F de port en recommandé, soit 240 F

Ci-joint mon règlement par ☐ CCP ☐ chèque bancaire ☐ Mandat-lettre, ☐ contre remboursement (- 25 F)

Nom : _____
Adresse : _____
Code postal : _____ Ville : _____

LE POT D'ACHOPPEMENT

(suite de la page 177)

redoutable est le plomb. Toutefois ses effets ne se feront pas sentir avant le prochain millénaire, puisque la totalité du parc automobile français ne sera renouvelée qu'aux alentours des années 2005, 2010. A condition que les automobilistes jouent d'emblée le jeu de l'essence sans plomb (*), et ne cherchent pas à alimenter leur voiture équipée de pot catalytique avec du supercarburant plombé dans l'espoir (illusoire) d'augmenter ses performances.

Le convertisseur catalytique n'a pas que des inconvénients. Le moteur sera moins encrassé par l'essence sans plomb. La durée de vie du système d'échappement augmentera de façon importante. Mais, s'agissant d'un équipement nécessaire à notre qualité de vie et indispensable pour respecter les nouvelles normes anti-pollution, il est fort dommage que les constructeurs automobiles appliquent une marge aussi élevée sur le pot catalytique et que le gouvernement prélève une TVA de 18,6 %.

Laurent Douek

(4) Aucun contrôle n'est prévu par la législation à ce jour, ni pour vérifier qu'un véhicule est bien équipé d'un pot catalytique, ni pour mesurer les polluants dans les gaz d'échappement.

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 accessibles à tous, dans toute la France... Tout est dans la documentation complète (et gratuite !) de :

LANGUES & AFFAIRES, sce 4794,
35 rue Collange 92303 Levallois.

Tél. : (1) 42.70.81.88

CREEZ, CHEZ VOUS, VOTRE PROPRE ENTREPRISE DE TRAITEMENT DE TEXTE

Une situation immédiate, vite rentabilisée, libre et indépendante, à exercer chez soi.

IPIG vous propose de suivre une Formation par correspondance, originale, rapide, complète et efficace :

Apprenez, chez vous, le Traitement de Texte sur votre propre matériel AMSTRAD PCW, tout en interrogeant votre professeur particulier par écrit ou par téléphone.

Et pour mieux gérer votre Entreprise, 2 NOUVEAUX COURS :

MICROGESTION

Pour apprendre à utiliser les logiciels de Gestion couramment utilisés par les PME.

MICROCOMPTA

Pour apprendre à tenir sa comptabilité sur micro-ordinateur.

INSCRIPTIONS TOUTE L'ANNEE



Institut Privé d'Informatique et de Gestion

7, rue Heynen
92270 Bois-Colombes

(1) 42 42 59 27

Brochure gratuite n° E 4996

Cours choisis.....

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Tél.....

LE MARIAGE DE LA PHOTO ET DE LA VIDÉO

(suite de la page 133)

au printemps dernier. L'enregistrement numérique du son n'est d'ailleurs pas réservé au 8 mm. Il existe des magnétoscopes VHS ou Beta permettant d'enregistrer le son sur une couche spéciale de la bande magnétique en utilisant les têtes vidéo rotatives. La quantité d'informations qui peut ainsi être mémorisée est considérable.

Déjà sont annoncés les DA-VCR (Digital Audio-VCR ou magnétoscope audio-numérique). Ils permettront, comme le disque compact vidéo (CD-vidéo), l'enregistrement numérique du son et l'enregistrement analogique de l'image.

Les appareils présentés à la Photokina 88 s'inscrivent tous dans cette tendance. L'un des plus remarquables est le Sony CCD-V88E en vidéo 8 mm. C'est le premier caméscope compact PAL/SECAM pesant moins de 1 kg. Equipé d'un analyseur DTC de 420 000 cellules (pixels), il donne une image de haute qualité. Ce type d'analyseur à 420 000 cellules commence à équiper les caméscopes 8 mm en cours de lancement (Sanyo VM-D5P et D3P, Sony 206 i-EVC X10). De même, les nouveaux appareils sont dotés d'une mise au point automatique à commande numérique par microprocesseur et d'un obturateur électronique donnant plusieurs vitesses (1/50, 1/100, 1/1000 s et même plus). Cela permet d'améliorer la netteté, en particulier lors des ralentis et de l'arrêt sur-image (Pentax PV-C840E, Méca-vision 9629, Sanyo VM-D5P, Tamron CX-7, Sony CCD-SP5, etc.).

Plusieurs caméscopes, enfin, sont utilisables pour la réalisation d'effets spéciaux. Le Méca-vision 9629 de Metz assure la liaison de plans sans parasites, permet l'introduction d'un plan dans une séquence déjà filmée, les fondus à l'ouverture et à la fermeture. Le Sony CCD-F340 et le Sanyo VM-D5P autorisent en outre l'insertion de titres en cinq couleurs, le ralenti et le vue par vue.

La plupart de ces perfectionnements font appel à des circuits numériques. Au fur et à mesure de leur introduction dans les caméscopes, les possibilités de truccages et la qualité des images et de leurs raccords augmentent. Ainsi, lentement, la vidéo 8 parvient-elle à offrir les possibilités du cinéma super 8 avec l'avantage de pouvoir visionner immédiatement le résultat. La qualité d'image est déjà comparable et elle devrait facilement atteindre celle d'un film 16 mm avec la vidéo 8 Hi-band. Domage que le nombre des magnétoscopes 8 mm soit encore si faible car l'utilisation du caméscope lui-même pour la lecture n'est pas très satisfaisante. Cette fonction ne devrait servir qu'au contrôle des prises de vue.

Roger Bellone

Enquête à Tokyo réalisée par Lionel Dersot

Ne dites jamais: "seul"



La solitude ça n'existe pas, dit-on... Et pourtant! Dans le rythme effréné de la vie d'aujourd'hui, on voit beaucoup de monde pour en fait ne voir personne! Ion propose une autre voie. La certitude d'un choix illimité et des partenaires dont le caractère, l'affectivité et même la sexualité seront complémentaires des vôtres.

Seul... Seulement si vous le voulez!

Téléphonez ou écrivez.

"Consultez-nous sur 36-15 code ION"

 **Ion International** opp

Institut de Psychologie Appliquée fondé en 1950.

Veuillez m'envoyer gratuitement et sans engagement, sous pli neutre et cacheté, votre livret d'information en couleurs.

M., Mme, Mlle _____

Prénom _____ Age _____

Adresse _____ **SV 29**

■ PARIS (75009) 94, rue Saint-Lazare.

Tél.: (1) 45.26.70.85.

■ TOULOUSE (31300) 16, rue Nungesser-et-Coli.

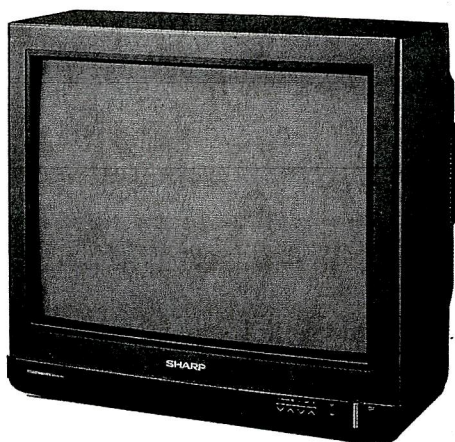
Tél.: 61.59.48.58.

■ BRUXELLES (1000) rue du Marché-aux-Herbes 105
BP 21. Tél.: 511.74.30.

■ GENEVE (1206) 4, route de Florissant.

Tél.: (022) 46.84.88.

36, 51, 54, 63 et 70 cm :
Vous n'avez que l'embaras
du SHARP!



SHARP®
une touche de génie

PHOTOGRAPHES ET ILLUSTRATEURS

(Les crédits sont indiqués page par page, de gauche à droite et de haut en bas).

P. 2 : L. Douek — D.R. — Elf — R. Cans — D. Dubrana ;
p. 3 : O. Nauze — Dr Garlet — Keystone/Sygma ; p. 18 :
R. Cans ; p. 19/23 : Tass ; p. 25 : J.S. Gifford ; p. 26 : Zefa ;
p. 27 : P.H. Fürst/Zefa ; p. 28/29 : S. Pierre ; p. 30/31 : Zefa ;
p. 32/33 : S. Pierre ; p. 36/37/38 : Nature Conservancy Coun-
cil ; p. 41 : Mopy/Rapho ; p. 42/43 : I. Correia ; p. 44/45 :
M. Dehoky ; p. 48 : CNRI ; p. 49 : G. Boutin/Hoa-Qui ; p. 50/
51 : Astrophysical Journal — I. Correia ; p. 53 : Naoa/Ciel et
espace ; p. 56/57 : C. Lacroix ; p. 59 : Goodyear Aerospace ;
p. 60 : SCPRI ; p. 61 : ESA ; p. 64/65 : T. Morin — Archives
Curie ; p. 66/67 : I. Correia ; p. 68 : Archives Curie ; p. 69 :
Keystone — Roger-Viollet ; p. 70 : I. Correia ; p. 71 : I. Correia
— Archives Curie ; p. 72 : Keystone ; p. 74 : B. Bisson/Sygma ;
p. 75 : F. Gohier/Jacana ; p. 76 : Bisson/Sygma ; p. 79 :
A. Meyer ; p. 81 : Pr Pickard/Bee Research Univ. College Car-
diff ; p. 82 : L. Dersot ; p. 83 : Thyssen-Henschel ; p. 84 :
H. Sochurek ; p. 87 : DOD US Navy ; p. 88/89/90 : C. Lacroix ;
p. 91 : DOD US Navy ; p. 94/95 : M. Fourmy/REA — A. Ten-
nenbaum/Sygma ; p. 96/97 : I. Correia ; p. 99 : Quadrant Pictu-
re Library ; p. 100 : M. Garanger ; p. 102/103/105 : R. Sa-
batier ; p. 106 : F. Fournier/Contact ; p. 108/109/110/111 :
DR ; p. 113 : J.P. Blo/ITCF ; p. 114/116 : Papa ; p. 117 :
F. Gohin/Ifremer ; p. 118 : Papa ; p. 120/121 : Institut français
du pétrole ; p. 125 : Doc. VAG ; p. 134/135 : M. Hausard ;
p. 137 : A. Meyer ; p. 147 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 148/150/
151 : M. Roux-Sajet ; p. 152 : M. Toscas/Gal 27 ; p. 156/157/
158 : M. Roux-Sajet ; p. 164 : T. Morin — DR — M. Toscas/
Gal 27 ; p. 165 : D.R.

ÉTHANOL : L'ALCOOL QUI ENIVRE LA CEE

(suite de la page 105)



l'éthanol" doit figurer sur les appareils distribu-
teurs dès que la teneur en alcool dépasse 0,5 %, alors que le superéthanol en contient 5 %. A première vue, cette directive peut paraître insignifiante. En fait, elle impose aux stations-service de réserver une pompe exclusivement pour le superéthanol, ce qui revient à mettre en place un circuit de distribution propre au nouveau carburant. Or, nous l'avons vu, les pétroliers n'ont même pas voulu seulement évaluer le coût d'une pareille opération. A ces conditions, on les voit mal investir...

Autre mesure qui dessert le superéthanol : en 1993, l'harmonisation européenne des taxes doit ramener le différentiel des TIPP sur le super et le gazole de 1,43 F à 1,13 F. Résultat : pour que les agriculteurs compensent cette perte de subvention de 0,30 F/litre, il faudrait modifier la loi de finance de 31 décembre 1987. Or rien n'est moins sûr. Alors, si à 2,23 F le litre, les agriculteurs vendent déjà à perte, qu'en sera-t-il à 1,83 F...

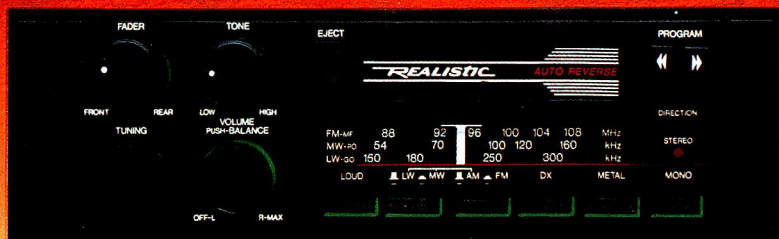
Dans ce dialogue de sourds qui oppose agriculteurs et pétroliers — avec avantage sensible pour ces derniers —, il est probable que la CEE jouera un rôle d'arbitre en désignant le vainqueur. Car s'il est vrai que les pétroliers semblent en position de force, il ne faut pas oublier que les surplus agricoles constituent un tel souci pour les Européens, qu'ils ne seront pas mécontents si un accord intervenant à Bruxelles pouvait les en débarrasser de façon durable. D'où un important atout pour le camp des agriculteurs.

En attendant, chacun compte ses points. Les pétroliers justifient leur résistance à l'éthanol d'origine agricole par deux arguments : actuellement à 0,70 F/l l'additif pour le superéthanol est jugé rentable mais cela ne pourra durer vu que les sucriers le vendent encore à perte malgré l'apport de 1,43 F de la subvention ; la production d'éthanol agricole actuelle ne pourra pas faire face aux futures demandes. A quoi les agriculteurs répondent qu'ils s'engagent à multiplier les unités de production dès qu'ils auront des garanties sérieuses de marché, et qu'ils pourront diminuer leur prix de revient en optimisant la valorisation des sous-produits de leur industrie (les mélasses notamment).

Quoi qu'il en soit, il y a fort à parier que tout cela ne changera pas grand-chose pour le consommateur, qui continuera à payer son carburant au prix fort. Qu'il s'agisse de l'eurosuper sans plomb de couleur verte ou du superéthanol de couleur brune.

Didier Dubrana

690^F*



TANDY
PREND
VOS
REVES
AU
SERIEUX

* Prix spécial en vigueur du 27 septembre au 26 octobre 1988

Pour connaître l'adresse
de votre magasin TANDY
le plus proche :
faire le 05 10.10.00

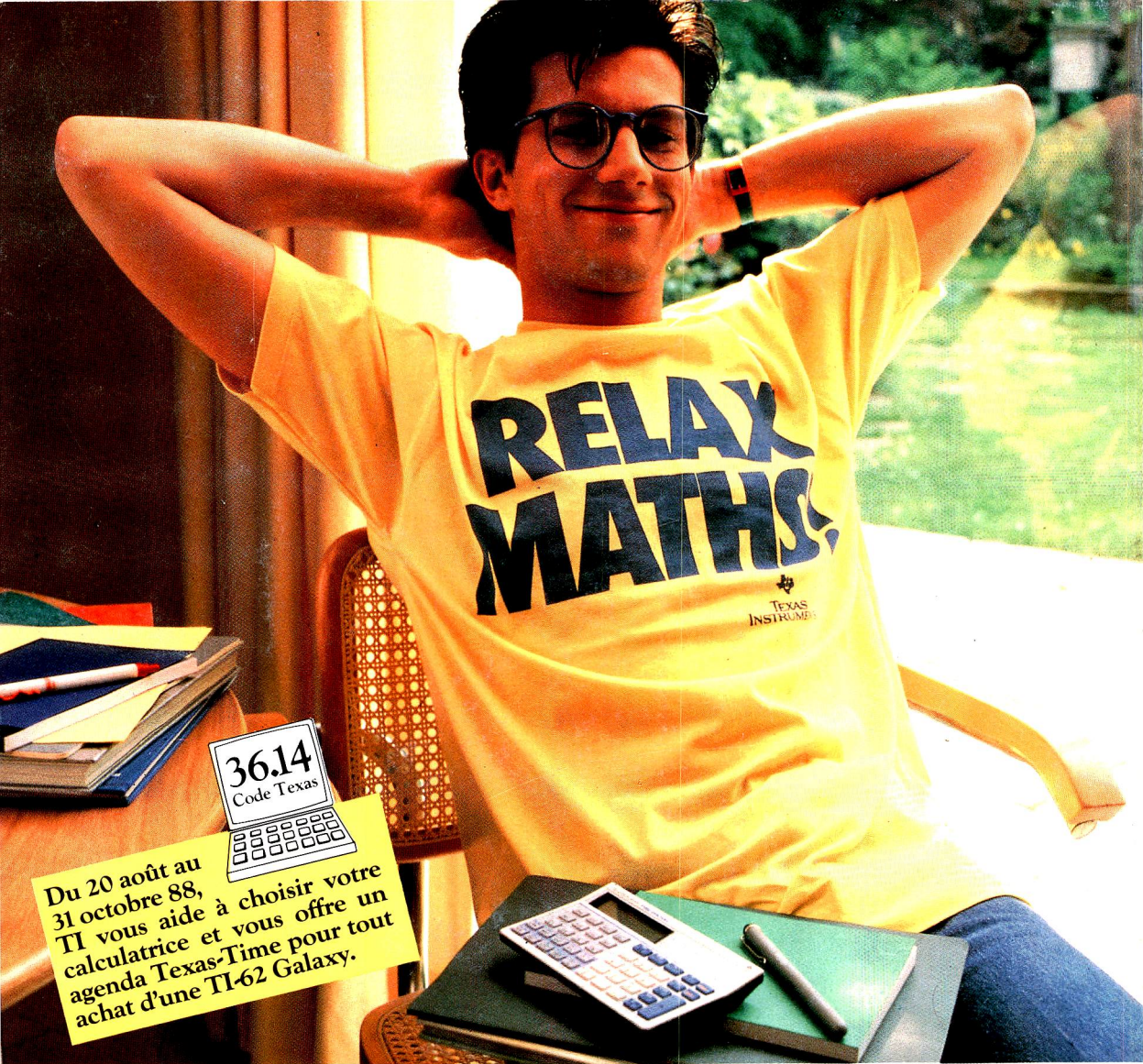
NUMERO VERT
APPEL GRATUIT

- AUTORADIO A TUNER ANALOGIQUE PO/GO/FM :
- Radio : touche LO-DX • Lecteur de cassettes : auto-reverse
 - Fader • Indicateur du sens de défilement de bande
 - Ampis 2 x 7 W • Loudness • Éclairage des commandes • Touche MÉTAL.
- Réf. 129381 (prix normal : ~~890 F~~ - prix spécial : 690 F)

TANDY®

DÉJÀ PLUS DE 260 MAGASINS EN FRANCE

HI-FI — ÉLECTRONIQUE — TV — VIDÉO — MICRO INFORMATIQUE



Question maths, j'ai tout compris !

Calculatrices programmables Texas Instruments : pour comprendre les maths et la programmation.

Les calculatrices Texas Instruments ne se contentent pas de donner des résultats, elles sont conçues pour aider à une meilleure compréhension du raisonnement mathématique et de la logique informatique lors de l'exécution des programmes.

La TI-62 Galaxy, un outil hors du commun pour l'initiation et la pratique de la programmation. Elle possède toutes les fonctions pour apprendre à programmer : labels, branchements conditionnels, boucles...

D'une facilité d'utilisation inégalée, elle permet, grâce à ses fonctions uniques d'édition, de relire et modifier un programme saisi.

Avec Texas Instruments, on a le choix. Chacun peut trouver la calculatrice programmable qui lui convient. Ainsi, pour les plus scientifiques, la TI-65 est un outil idéal. Très puissante, elle est dotée de caractéristiques très performantes. Son chronomètre intégré permet de réaliser des séries expérimentales et de stocker jusqu'à 16 de ces données. Pour simplifier les calculs répétitifs, elle possède 8 constantes de physique et chimie ainsi que 16 conversions métriques.



**TI-65
Classes
scientifiques**



En réponse aux nouveaux programmes d'informatique des classes préparatoires scientifiques, Texas Instruments a conçu le TI-74 Basicalc. C'est le seul micro-ordinateur de poche du marché programmable en Basic et en Pascal (module Pascal en option). Sa conception modulaire permet d'y ajouter de nombreux périphériques et d'accroître sa puissance et sa souplesse d'utilisation.

Performantes et simples à programmer, les calculatrices Texas Instruments offrent également un maximum de confort d'utilisation et sont garanties deux ans (échange standard dans votre magasin).

Faire équipe avec Texas Instruments, c'est vraiment génial !

Des calculatrices pour des maths plus faciles et une vie plus relax.

**TI-74
BASICALC
Prépas et Sup.**

**TEXAS
INSTRUMENTS**

