

# SCIENCE & VIE

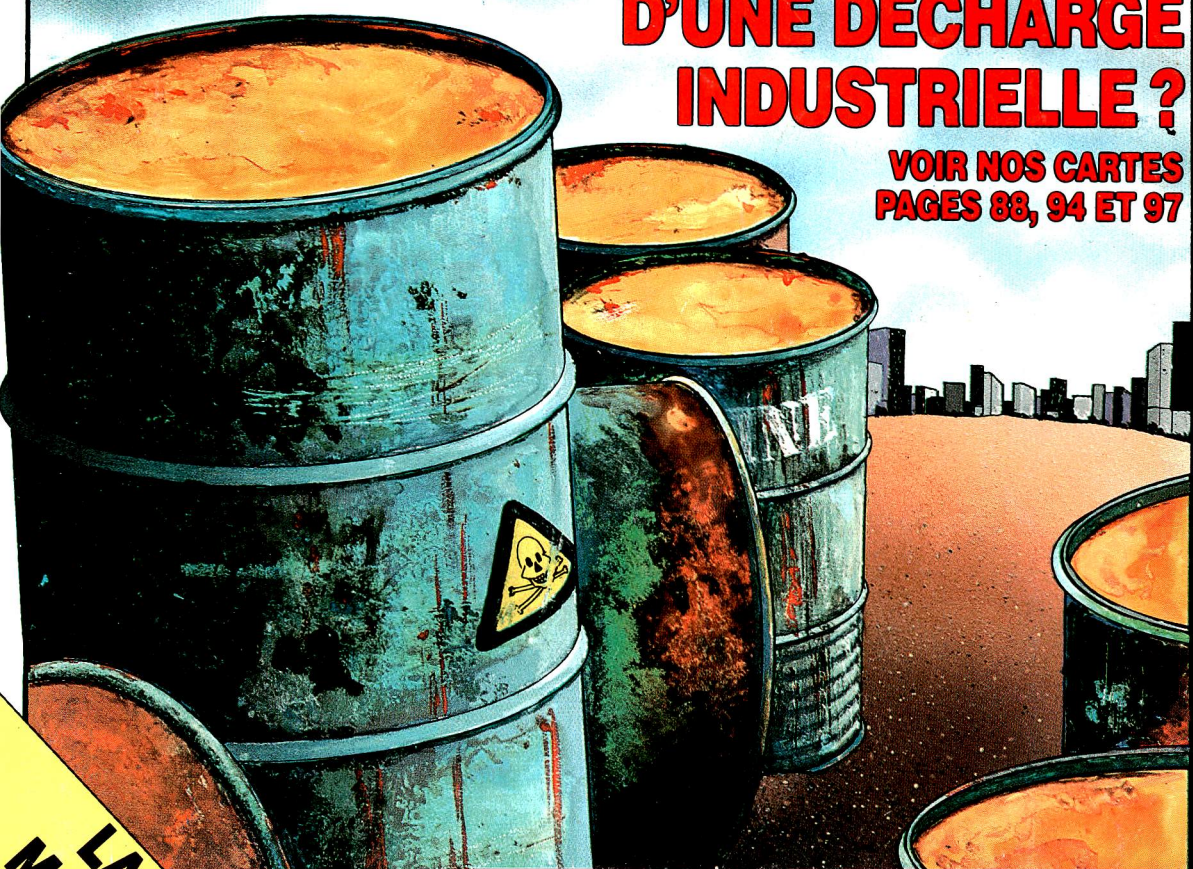
MENSUEL

N° 821 FEVRIER 1986

ISSN 0036 8369

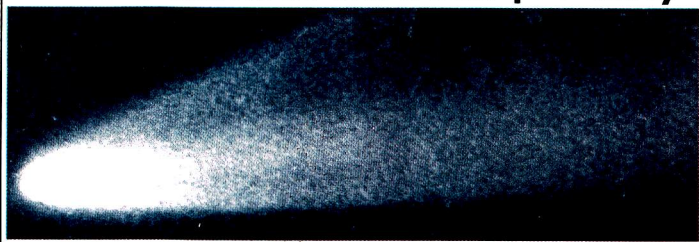
**HABITEZ-VOUS PRÈS  
D'UNE DÉCHARGE  
INDUSTRIELLE ?**

**VOIR NOS CARTES  
PAGES 88, 94 ET 97**



**LA RECHERCHE  
MALADE DE L'ÉTAT**

● **La belle comète de 1910 n'était pas Halley !**



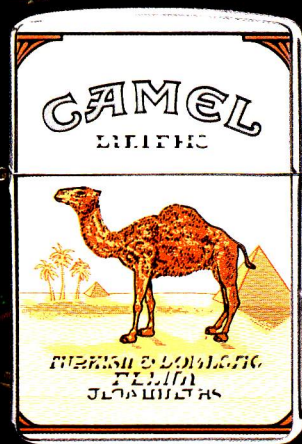
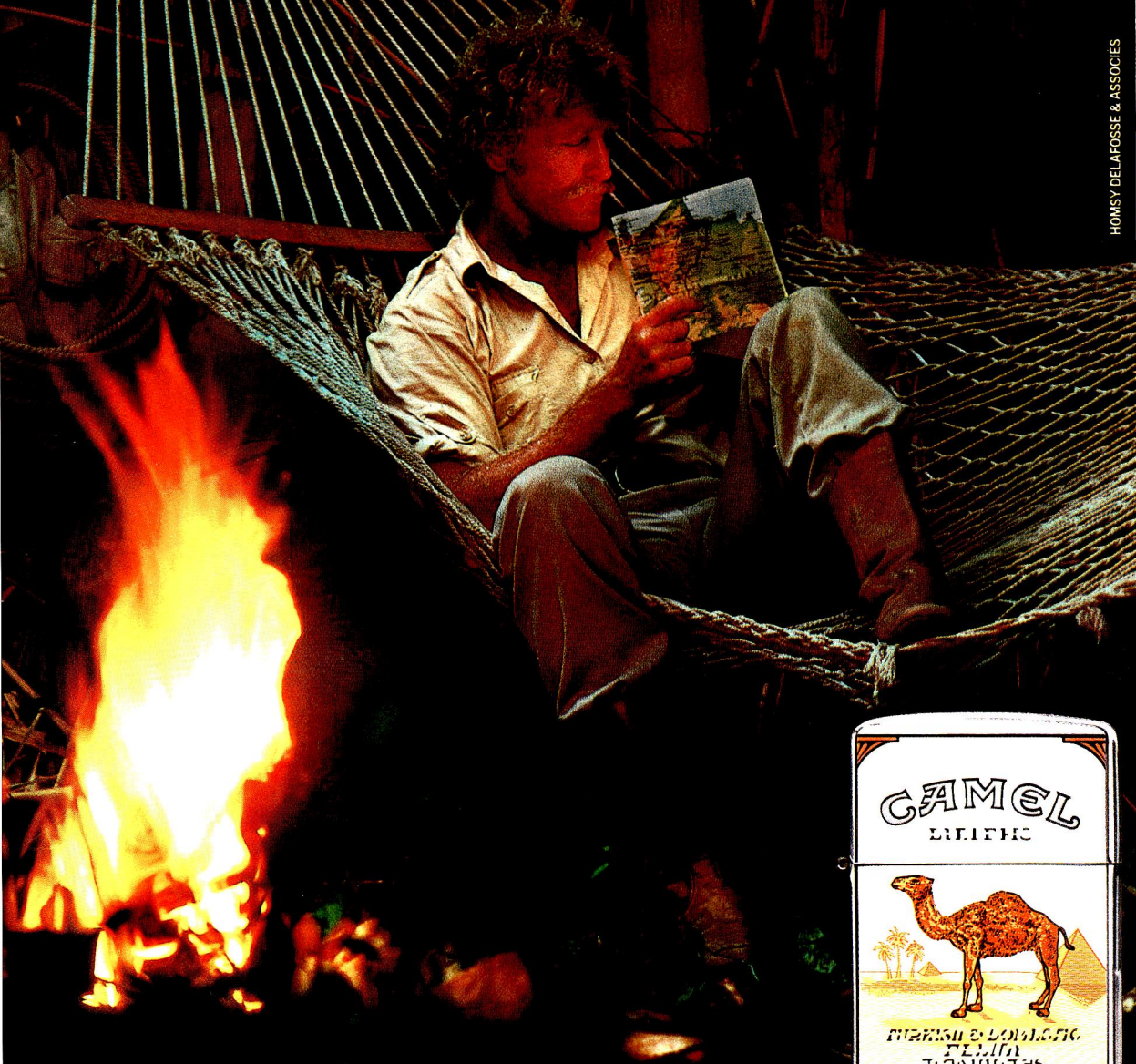
16 F  
N° 821  
SUISSE 5 FS  
CANADA \$ 2.75  
BELGIQUE 110 FB  
ESPAGNE 450 Ptas  
MAROC 16 Dh  
TUNISIE 1.6 DT



# CAMEL

## BRIQUETS

HOMSY DELAFOSSE & ASSOCIÉS



BRIQUET TEMPÊTE 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. 45 63 01 02  
Principaux associés : JACQUES DUPUY, YVELINE DUPUY,  
PAUL DUPUY

## • DIRECTION, ADMINISTRATION

Président : JACQUES DUPUY  
Directeur Général : PAUL DUPUY  
Directeur Adjoint : JEAN-PIERRE BEAUVALET  
Directeur Financier : JACQUES BEHAR

## • REDACTION

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  
Secrétaire Général de Rédaction : ELIAS AWAD  
Secrétaire de Rédaction : DOMINIQUE LAURENT  
Rédacteurs : MICHEL EBERHARDT, RENAUD DE LA TAILLE,  
ALEXANDRE DOROZYNSKI, PIERRE ROSSION,  
JACQUES MARSIAULT, FRANÇOISE HARROIS-MONIN,  
SVEN ORTOLI, JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR,  
MARIE-LAURE MOINET, OLIVIER POSTEL-VINAY  
ANNY DE LAEU, ROGER BELLONE, FRANÇOISE SERGENT

## • ILLUSTRATION

ANNE LEVY  
Photographe : MILTOS TOSCAS

## • DOCUMENTATION

CATHERINE MONTARON

## • MAQUETTE

CHRISTINE VAN DAELE  
Assistant : LIONEL CROOSON

## • CORRESPONDANTS

New York : SHEILA KRAFT 115 East 9 Street - NY 10003 - USA  
Londres : LOUIS BLONCOURT 16, Marlborough Crescent  
London W4, 1 HF  
Tokyo : MARIE PARRA-ALÉDO - The Daily Yomiuri 1-7-1  
Otemachi Chiyoda-Ku - Tokyo 100

## • SERVICES COMMERCIAUX

Directeur Commercial : OLLIVIER HEUZÉ  
Marketing - Développement : BERNARD DA COSTA  
Abonnements : SUSAN TROMEUR  
Assistée de PATRICIA ROSSO  
Vente au numéro : BERNARD HÉRAUD  
Assistée de MARIE CRIBIER  
Belgique : A.M.P. - 1, rue de la Petite-Isle 10.70 Bruxelles

## • RELATIONS EXTERIEURES

MICHELE HILLING

## • EXPORTUNITES

GHISLAINE DICHY - Poste 212

## • PUBLICITE

Excelsior publicité - INTERDECO  
67 Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 42 25 53 00  
Directeur de la publicité : DIDIER CHAGNAS  
Chefs de publicité : FRANÇOISE CHATEAU  
GHISLAINE DICHY

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
Numéro de commission paritaire : 57284

## A NOS LECTEURS

• Courrier et renseignements : MONIQUE VOGT

## A 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 210 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  
CE NUMÉRO DE SCIENCE & VIE A ÉTÉ TIRÉ À 425 000 EXEMPLAIRES.



BVP

## ABONNEZ-VOUS A

# SCIENCE & VIE

ETRANGER : BENELUX 1 an simple 1200 FB - 1 an couplé 1650 FB  
EXCELSIOR PUBLICATIONS - B.P. N° 20 IXELLES 6 - 1060 BRUXELLES  
CANADA 1 an simple 35 \$ Can. - 1 an couplé 50 \$ Can.  
PERIODICA Inc. C.P. 444, Outremont, P.Q. CANADA H2V 4R6.  
SUISSE 1 an simple 55 FS - 1 an couplé 80 FS  
NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Levrier, 1211 GENEVE 1.  
AUTRES PAYS 1 an simple 240 F - 1 an couplé 320 F.  
Commande à adresser directement à SCIENCE & VIE.  
Recommandé et par avion nous consulter.

PROFITEZ ENCORE  
DU TARIF 85

1 AN - 12 Numéros  
166 F 2 ans : 320 F

1 AN - 12 Numéros  
+ 4 Hors Série  
230 F 2 ans : 445 F

## BULLETIN D'ABONNEMENT

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

• Veuillez m'abonner pour :

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

Nom.....

Prénom.....

Adresse.....

Code postal.....

Ville.....

Pays.....

Profession.....  
(facultatif)

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

SV824



## ● SAVOIR

### FORUM

#### LA RECHERCHE MALADE DE LA BUREAUCRATIE

PAR OLIVIER POSTEL-VINAY

#### LES DIFFICILES DÉBUTS DE LA GÉNÉTIQUE FRANÇAISE

PAR DENIS BUICAN

#### L'ONDE ET LA PARTICULE : QUAND LA VÉRITÉ SORT DE LA BOUCHE DU NEUTRON

PAR SVEN ORTOLI

#### POUSSIÈRE D'ÉTOILES

PAR SVEN ORTOLI

#### L'UNIVERS REPREND UN COUP DE VIEUX

PAR ANNA ALTER

#### LA BELLE COMÈTE DE 1910 N'ÉTAIT PAS HALLEY

PAR JEAN-RENÉ GERMAIN

#### L'ÂGE DE LA PIERRE GELÉE

PAR ÉLISANDE COLADAN

#### LES PICS, FLICS ET CONSEILLERS

PAR MICHEL CUISIN

#### CONTRE LE VIEILLISSEMENT, LA GYMNASTIQUE DU CERVEAU

PAR ALEXANDRE DOROZYNSKI

#### ÉCHOS DE LA RECHERCHE

DIRIGÉS PAR GERALD MESSADIÉ

## ■ POUVOIR

#### QUI REGARDE MON SPOT TÉLÉ ?

PAR OLIVIER POSTEL-VINAY

#### LE CHAR À PATTES

PAR RENAUD DE LA TAILLE

#### LES POUBELLES DE L'INDUSTRIE DÉBORDENT

PAR JACQUELINE DENIS-LEMPEREUR

#### ÉCHOS DE L'INDUSTRIE

DIRIGÉS PAR GÉRARD MORICE

#### DES MARCHÉS À SAISIR

## ▲ UTILISER

#### L'APPAREIL PHOTO INFORMATISÉ ARRIVE

PAR ROGER BELLONE

#### LES JEUX

PAR PIERRE AROUTCHEFF, PIERRE BERLOQUIN, DANIEL FERRO, RENAUD DE LA TAILLE ET HENRI-PIERRE PÉNEL

#### "SCIENCE & VIE" A LU POUR VOUS

#### ÉCHOS DE LA VIE PRATIQUE

DIRIGÉS PAR ELIAS AWAD

#### TABLE DES MATIÈRES "SCIENCE & VIE" ET "S. & V. HORS-SÉRIE"

PAR MONIQUE VOGT

5

8

15

20

32

37

42

47

53

56

61

68

78

84

101

106

108

114

134

139

155

I-IV

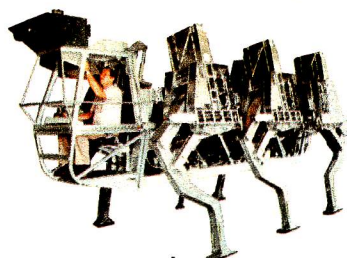


### QUI REGARDE MON SPOT TÉLÉ ?

Pour répondre à cette question des annonceurs, les systèmes de mesure d'audience rivalisent d'astuce pour saisir votre profil et le jugement que vous portez sur chaque "pub" à la télé.

O. POSTEL-VINAY

68



### LE CHAR À PATTES

Pourquoi à pattes ? Parce qu'un chien sait descendre le fossé et regimber le talus qui ont bloqué le char à chenilles. Une revanche de la nature sur la roue.

R. DE LA TAILLE

78

SO





## L'APPAREIL PHOTO INFORMATISÉ ARRIVE !



Le Canon T 90 est le premier modèle sur lequel l'amateur pourra programmer 160 données pour réussir ses photos. Mais il va aussi imposer de nouvelles techniques de prise de vues.

R. BELLONE

▲ 108

## LE POINT SUR LA COMÈTE

Cette photo a été prise le 11 janvier par l'Observatoire de Haute-Provence du CNRS. Halley se trouvait à 201 millions de km de la Terre.

J.-R. GERMAIN

42

• *Le concours photo "Science & Vie"-Leitz (p. 146)* : encore deux périodes pour réussir "la" photo dans l'hémisphère Nord.

• *Les voyages pour la voir dans l'hémisphère Sud (p. 44-45)*.

**N.B.** La photo du sommaire de notre dernier numéro était de l'observatoire de Washington.

# SOMMAIRE



# APPRENEZ A PARLER POLAROID.

QUAND LES MOTS NE SUFFISENT  
PAS A COMMUNIQUER, PARLEZ  
POLAROID.

AVEC POLAROID, VOUS DÉCRI-  
VEZ UN OBJET AVEC PRÉCISION,  
VOUS ENVOYEZ UNE INVITA-  
TION AVEC PLUS D'ORIGINALITÉ,  
VOUS PRENEZ UNE DÉCISION  
PLUS RAPIDEMENT, VOUS  
DONNEZ DES INFORMATIONS  
INSTANTANÉMENT.

UN NOUVEAU LANGAGE EST  
NÉ, UTILE A TOUT MOMENT, EN  
TOUTES OCCASIONS. EN PAR-  
LANT AVEC L'IMAGE POLAROID,  
VOUS ÊTES COMPRIS PARTOUT  
ET PAR TOUT LE MONDE.  
POUR PARLER DES CHOSES DE LA  
VIE, PARLEZ POLAROID : C'EST  
LA LANGUE UNIVERSELLE.

Polaroid est une marque déposée de Polaroid Corporation,  
Cambridge, Mass., U.S.A.  
Tous droits réservés Polaroid Corporation 1985.



Doyle Dane Bernbach

 **Polaroid. La langue universelle.**





# FORUM

Nous ouvrons sous ce titre une rubrique mensuelle où nous publierons des lettres de lecteurs qui présentent un intérêt général, ainsi que les mises au point publiques qu'appelleraient les débats éventuellement suscités par certains articles.

## L'ESSENCE SANS PLOMB ET LA LECTURE RAPIDE

Nous avons reçu la lettre suivante de M. Antoine Labeyrie, astronome français qui a remis à l'honneur l'interferométrie optique jugée trop difficile par ses pairs et auquel nous avons consacré un article dans notre numéro 774.

L'article de Luc Augier (*Science & Vie* n° 819, décembre 85) intitulé "Les Verts : l'essence sans plomb pire que l'autre" est trompeur. En effet, le Mouvement des Verts en France, comme "Die Grünen" en Allemagne, demande le remplacement de l'essence plombée par de l'essence sans plomb, en attendant l'arrivée de technologies encore plus propres, évitant toute combustion.

Les faits que vous avez déformés sont les suivants, selon Edgar Gärtner (communication privée) : en Allemagne, Greenpeace a proposé aux automobilistes d'adopter immédiatement l'essence sans plomb, sans attendre que les voitures soient équipées de pots d'échappement catalytiques. Après le début de cette campagne des analyses ont mis en évidence le problème des composants benzéniques, plus concentrés dans l'essence sans plomb, et dont une partie se retrouve dans les gaz d'échappement. Greenpeace a fait confirmer ces résultats par des

analyses indépendantes et a finalement renoncé à recommander l'essence sans plomb pour les voitures ne possédant pas de pot catalytique.

L'essence sans plomb est toutefois considérée par les écologistes comme un progrès important, allant de pair avec l'adoption des pots d'échappement catalytiques, car ceux-ci sont nécessaires pour dégrader entièrement les composés aliphatiques et benzéniques mal brûlés dans le moteur.

Il faut donc, comme cela a été fait aux Etats-Unis depuis des années, adopter en même temps les pots catalytiques et l'essence sans plomb. Le retard de l'Europe dans ce domaine, par rapport aux Etats-Unis et au Japon, est une indication de notre niveau de sous-développement. C'est par souci de la santé humaine que l'effort de reconversion a été fait dans ces pays, avant même l'apparition des maladies forestières. La toxicité directe des composés plombés dans les gaz d'échappement, à grande distance des sources de pollution, a été récemment démontrée par Faulstich et Tournaras (*Nature*, vol. 317, 1985).

Votre article appelle également les remarques suivantes : 1) vous dites vous-mêmes que les composés benzéniques, indésirables dans les gaz d'échappement, car toxiques, sont détruits par les pots d'échappement catalytiques ; 2) ces pots sont certes empoisonnés lorsque alimentés par erreur avec de l'essence plombée, mais un système détrompeur simple et efficace est utilisé aux Etats-Unis : les voitures équipées d'un pot catalytique ont un orifice de diamètre réduit pour le remplissage du réservoir. Seuls peuvent y pénétrer les tuyaux des pompes sans plomb ; 3) l'essence plombée contient aussi des solvants organochlorés servant à éviter l'encrassement des soupapes par le plomb. Ces solvants sont déjà toxiques par eux-mêmes. En outre, leur combustion engendre des produits redoutables, notamment des dioxynes, célèbres depuis Séveso, et du phosgène, utilisé comme gaz de combat ; 4) vous minimisez, de façon fort légère, la toxicité du plomb provenant des voitures (1 kg par an en moyenne est rejeté sur le paysage par chaque voiture en France). Sachez que, dans les an-

nées soixante-cinq, les animaux du zoo de New York auxquels on donna à brouter l'herbe des pelouses en sont morts rapidement, empoisonnés par le plomb. Maintenant que l'essence au plomb a presque disparu, des animaux sauvages reviennent spontanément vivre en pleine ville de New York, notamment des herbivores comme les oies du Canada (le retour de la vie sauvage dans les villes américaines est d'ailleurs encouragé par les municipalités, nous n'en sommes pas encore là en France !).

L'essence sans plomb est combattue par les lobbies rétrogrades particulièrement puissants dans notre vieille France. Il est triste de constater que *Science & Vie* pratique une désinformation favorisant ces lobbies, alors que cette revue occupe une position de pointe dans d'autres combats. Le conservatisme de la France dans ce domaine, s'attachant à freiner le progrès de l'Europe, ne lui fait pas honneur, n'améliore pas son image à l'étranger, et nuit probablement à terme à ses exportations de voitures.

Il est évident par ailleurs que le véhicule de l'avenir ne brûlera plus d'essence, mais utilisera de l'énergie solaire, captée par les photopiles dont son toit sera recouvert. Après la première course de véhicules solaires, organisée en Suisse l'été dernier, une nouvelle aura lieu au printemps prochain, et il est question d'en organiser une en France.

Malgré les performances encore limitées de ces véhicules prototypes, les gens veulent déjà en acheter ; et des constructeurs en proposent. Mercedes, dont la voiture solaire prototype a gagné la course à 80 km/h de moyenne sur 300 km, a récemment acquis la firme AEG, gros fabricant de photopiles et matériel électrique... Un nouveau marché va donc apparaître et concurrencer le marché de l'automobile "fumante".

L'article de *Science & Vie* sur cette course minimise l'impact futur de la voiture solaire. Ce n'est probablement pas une bonne tactique pour aider la France à conquérir une position de pointe dans la course industrielle vers le véhicule solaire... Le fait pour votre revue d'appartenir au même



groupe que la revue Action Automobile affecterait-il son indépendance et son jugement ?

*En Suisse encore, la circulation des véhicules à essence est interdite dans les stations de Zermatt et Saas Fe, afin de protéger leur magnifique environnement. Des voitures, petits camions, taxis, et même des motos, à propulsion électrique y circulent en silence et sans fumées. Des vacanciers apprécient la différence et ne veulent plus aller ailleurs.*

*La voiture électrique a jusqu'ici été handicapée par le poids des batteries, mais le problème n'est pas définitif : les lois de la chimie n'interdisent pas l'avènement de futures batteries qui seraient aussi légères que l'essence, à énergie égale. Le même numéro 819 de Science & Vie mentionne p. 80 la pile à combustible pour l'avion solaire ultra-léger. C'est l'une des approches. La nature en utilise d'autres dans le règne animal, principalement le stockage énergétique intersaisonnier sous forme de graisse chez l'animal, d'amidon chez la pomme de terre. Chez les poissons électriques, gymnotes, raies, torpilles, etc., l'énergie stockée dans la graisse est convertie en électricité. L'évolution de notre industrie se fera probablement en direction de systèmes biomimétiques utilisant des processus comparables.*

*Au titre du droit de réponse applicable à la personne morale du Mouvement des Verts, je vous demande de publier ce commentaire.*

**Antoine LABEYRIE**  
directeur de recherches au CNRS  
candidat des Verts  
aux élections législatives

Notre correspondant nous a-t-il lus trop vite ? Notre propos n'a jamais été de contester le bien-fondé de l'essence sans plomb, ni de défendre un quelconque lobby automobile, même si l'Action Automobile appartient au même groupe de presse que *Science & Vie*, même si l'auteur de l'article collabore aux deux revues avec le même souci d'objectivité. Loin de mener un combat d'arrière-garde, nous avons voulu alerter l'opinion sur le risque qu'a pris l'Europe en s'imposant une essence sans plomb de trop bonne qualité : mise en garde énoncée dès le début de l'article. La suite du texte prouve que

c'est sous la pression des constructeurs que le législateur a défini, à tort selon nous, un indice d'octane beaucoup trop élevé, ce que s'étaient bien abstenus de faire le Japon et les USA. Toute notre étude dénonce les dangers que peut faire craindre cette audace pour l'environnement, elle dénonce aussi le bénéfice illusoire promis à l'usager sous prétexte d'une moindre consommation. Une essence sans plomb à 91 d'octane, au lieu de 95, aurait présenté une teneur inférieure en aromatiques, donc en benzène. Le litre à la pompe aurait coûté moins cher et la différence de prix aurait compensé une consommation plus élevée. N'était-il pas dans la vocation de *Science & Vie* de dénoncer une telle aberration ? Y verrait-on encore un quelconque désir de complaire aux pétroliers, aux constructeurs ou aux pouvoirs publics ? Ce n'est en tous cas pas leur avis !

**L.A.**

## PETITES BAVURES D'UN HISTORIEN

**E**xcellent historien à son habitude, André Castelot a commis un certain nombre d'erreurs dans son hommage aux frères Lumière, présenté sur Antenne 2 le 18 décembre dernier. Erreurs sans nul doute imputables à son enthousiasme.

Il attribue ainsi l'invention absolue du cinéma à ces grands inventeurs. Or, la première projection publique au monde, pas en France, eut lieu près de deux ans avant celle organisée par les Lumière le 28 décembre 1895, au Grand Café (voir notre rubrique *Science & Vie* a lu pour vous) : elle fut réalisée le 5 février 1894 par l'Américain Le Roy au 16 rue Beekman, à New York. Le Roy avait inventé le premier projecteur efficace, ce que n'avait pu faire Edison. Les frères Lumière, eux, avaient inventé la griffe qui insère ses dents dans le film. La séance du Grand Café fut aussi la première au monde qui fut payante, et leur appareil, le premier qui fut immédiatement fiable. M. Castelot attribue aussi aux frères Lumière l'invention de la photo en couleurs : là, c'est faire bon marché de l'antériorité établie de Ducos du Hauron et de Charles Cros qui, dès 1864, inventèrent le procédé trichrome, qui permettait d'obtenir toutes les couleurs du spectre à partir des trois couleurs fonda-

mentales. Fait frappant, les deux inventeurs aboutirent séparément au même résultat.

M. Castelot attribue enfin aux frères Lumière l'invention du haut-parleur : c'est inexact, car le premier brevet appartient à Ernst Wermer, de la Siemens, et le descriptif en fut déposé en Allemagne le 14 décembre 1877. C'était le premier haut-parleur à bobine. Les frères Lumière inventèrent, eux, le haut-parleur à membrane, perfectionnement certes appréciable.

Les frères Lumière ont eu suffisamment de mérites pour qu'il ne soit pas besoin d'en rajouter. Mais enfin, *errare humanum est*, nous en savons quelque chose...

**G.M.**

## HUGO ET LE SUMÉRIEN

**M.** Franz Dyrda, lecteur parisien, nous pose une "colle" : dans notre numéro 810, de mars 85, il a relevé p. 93, un article intitulé "Comment traduit-on Jérémadeth ?", à propos de la réalisation d'un dictionnaire de sumérien.

*« Sur aucune carte de Sumer, ni d'Assur, ne figure une ville portant ce nom. On le trouve une seule fois en littérature, sous la plume de Victor Hugo, et — si mes souvenirs sont bons — dans "La légende des siècles". Brassens disait qu'il lui fallait facilement quinze jours pour trouver quatre bons vers ; l'œuvre d'Hugo ne serait pas ce qu'elle est si celui-ci s'était accordé les mêmes délais. N'ayant probablement pas d'atlas sous la main, ou peut-être même pas le temps d'aller chercher le sien dans sa bibliothèque, puisqu'il lui fallait un nom de ville qui rimât avec le vers précédent, il a fait une blague au lecteur en inventant "j'ai rime à dette" avec un graphisme à l'orientale (cf. Nazareth), ce qui a donné Jérémadeth. Mais puisqu'il va y avoir un dictionnaire de sumérien, je serais heureux d'apprendre comment on dit "j'ai rime à dette" dans cette langue, si tant est que les Sumériens aient connu la versification. »*

M<sup>me</sup> Béatrice André-Neickman, spécialiste des inscriptions orientales au Musée du Louvre, estime la traduction impossible, parce que les Sumériens ne connaissaient pas la rime. Ce qui n'enlève rien à leur connaissance de la poésie.

**NDLR ●**



Acceptez de recevoir gratuitement le livret-guide «idées lucratives» :

# Devenez votre propre patron

★ Avec moins de 1 000 F, M. Jean-Pierre Bruyères de Rieux-Volvrestre (31) a lancé une affaire d'entretien de parkings. Après 12 mois à peine, cette activité lui a déjà rapporté presque 400 000 F de bénéfice, cela représente plus de 30 000 F par mois : une belle rentabilité, une exploitation facile et sans risque. Vous pouvez même démarrer cette entreprise tout en gardant votre emploi, en travaillant le soir, le samedi... avec un minimum de capital. M. Bruyères nous avoue : Aujourd'hui, si je n'ai plus de problèmes d'argent, c'est grâce aux dossiers-études «idées lucratives». Ils sont tellement clairs et méthodiques qu'il m'a été facile de réussir.

**E**tablissez-vous à votre compte Imaginez-vous dans le fauteuil confortable du patron. En tant que chef d'entreprise, vous êtes toujours respecté. C'est vous qui donnez des ordres. C'est vous qui choisissez librement vos horaires de travail. Prenez votre après-midi quand vous en avez envie. Libérez-vous enfin des contraintes des salariés. Beaucoup d'entre eux peuvent se trouver au chômage, du jour au lendemain : la sécurité de l'emploi, cela n'existe plus. En tant que patron, en revanche, vous faites partie des personnes aisées.

Offrez-vous, vous aussi, des loisirs attrayants, des voyages passionnants. Goûtez aux plaisirs d'une très bonne table, et d'une cave à vin bien fournie. Décidez-vous maintenant.

## C'est plus facile que vous ne le pensez

Voici d'autres preuves :

★ Mme Annie Lissalde, installée dans les Pyrénées Atlantiques, femme chef d'entreprise à succès. Grâce à une étude parue dans le cadre des dossiers «idées lucratives», Mme Lissalde est en effet devenue une spécialiste en réparation du vinyle. Des bénéfices de 5 000 F par semaine ne sont pas rares... La création de son entreprise ne lui a pas causé de soucis, la Chambre des Métiers s'étant occupée de toutes les formalités.

★ «Avant j'avais un travail de routine, pas assez rémunéré. Heureusement, j'ai découvert une bonne affaire dans «idées lucratives». En moins d'un an, mes revenus ont triplé. Actuellement, je gagne plus de 20 000 F par mois, sans contraintes : je suis mon propre patron». Jacques de Brabant, de Lyon.

Tous ces gens et beaucoup d'autres qui réussissent dans les affaires, qu'ont-ils de plus ? Rien du tout. Ils sont comme vous. Ni plus malins, ni plus intelligents que vous. Ils n'ont pas non plus de formation particulière, ni de capital important à leur disposition. Quelques milliers de francs suffisent dans certains cas. Mais, et l'explication est très simple, ils exploitent tous des affaires faciles à réaliser, et néanmoins d'une extrême rentabilité. Ces affaires sont décrites en détail, avec exemples concrets à l'appui, dans les dossiers-études «idées lucratives» (9<sup>e</sup> année).

«Ah, ce n'est quand même pas si simple que ça», allez-vous dire. Et pourtant, tous les ans des dizaines de milliers de personnes, particuliers, salariés, chômeurs, fonctionnaires, hommes et femmes, vous prouvent le contraire. Ne vous laissez pas intimider par vos voisins, collègues et amis. Un jour viendra où ils seront jaloux de votre réussite et obligés de vous admirer.

«Mais il faut quand même un capital important pour démarrer !». C'est ce que vous pensez.

Et pourtant, l'argent n'est plus un obstacle ! Jamais auparavant les pouvoirs publics n'ont été aussi généreux à l'égard des créateurs : primes, allocations, prêts, exonérations, cadeaux du fisc, etc. Ne vous en privez pas. Des preuves ! Il y en a assez ! Tenez, l'exemple de M. J.-P. Bruyères, ou encore celui de M. Azemar d'Evian, qui lui non plus n'avait pas d'argent. Néanmoins, à l'aide d'un prêt bancaire et grâce à «idées lucratives», il possède aujourd'hui un restaurant, petit certes, mais fort rentable : 332 000 F de profit, après seulement 12 mois d'activité. Mais il y a aussi M. Munck de Mulhouse qui n'y connaissait pas grand-chose en affaires et qui maintenant est à son

compte et à la tête d'une maison de Vente Par Correspondance. Seulement sept heures de travail par jour, chez lui, à la maison. Cela laisse du temps pour la pêche, la chasse, les promenades, les loisirs. Voilà une belle petite affaire qui lui permet de réaliser 1,5 million de F de chiffre d'affaires.

## Vous êtes également capable de réussir

Comment faire ?

Actuellement, vous pouvez vous procurer gratuitement la collection complète des résumés des dossiers-études «idées lucratives» déjà publiés. Vous y découvrirez toutes les clés du succès de nombreuses affaires qui marchent bien. Les raisons pour lesquelles elles marchent bien. Vous y trouverez une méthode systématique, facile à suivre. Vous apprendrez, par étapes, comment en faire autant et même mieux.

Démarrerez immédiatement, sans perte de temps, mais sur des bases solides. Réussirez grâce à des conseils pratiques et à des cas réels dévoilés par «idées lucratives».

## Choisissez une affaire... à votre goût

Oui, choisissez parmi plus de 70 affaires dans tous les secteurs d'activité : artisanat, commerce, agriculture, service, etc.

Voici quelques-uns des dossiers-études «idées lucratives» disponibles :

- Comment créer une affaire de Vente Par Correspondance avec moins de 5 000 F.
- Comment gagner plus de 20 000 F par mois avec une agence de distribution de prospectus.
- L'entretien de parkings peut rapporter gros. J.-P. Bruyères a commencé avec moins de 1 000 F et il gagne maintenant plus de 30 000 F/mois.
- Devenez propriétaire d'un service vinyle : bénéfices annuels pouvant atteindre jusqu'à 350 000 F.
- Import/Export. C'est l'affaire qui marche depuis toujours : G. Desbonnet a réalisé 240 000 F de bénéfice avec une seule opération.
- Organisez des séminaires : un créneau lucratif, une affaire facile à mettre en place.
- Comment devenir éditeur de cassettes, certains font fortune avec ces petites boîtes : jusqu'à 1 million de F de profit par an.
- Montez un atelier de broderie informatisée : en moins d'une semaine, vous êtes opérationnel. L'une de nos lectrices, (qui désire que son nom ne soit pas publié), gagne plus de 20 000 F par mois.
- Décapez des meubles et vivez tranquillement, comme J. de Brabant, de Lyon.
- Exploitez un système de Télé-Portraits : M. Morteyrol ne le regrette pas, il encaisse jusqu'à 15 000 F en 3 jours de travail.
- Ouvrez un restaurant «Spécial-salades» et réalisez des bénéfices de plus de 200 000 F par an.
- Comment gagner plus de 300 000 F par an avec des «jus naturels». Affaire facile à monter.
- Comment réaliser un bénéfice de 690 000 F par an ? Ouvrez une boutique de perles, une activité qui ne demande pas beaucoup de capitaux.
- Comment réussir avec une agence de marketing téléphonique, un service de restauration à domicile, une boutique de progiciels, un restaurant mexicain...

## Important



Ce livret-guide est absolument gratuit pour vous

De nombreuses études sur d'autres créneaux d'affaires sont en cours. Parmi tous les dossiers-études, vous trouverez votre bonheur, vous aussi.

Pourquoi certains deviennent-ils patrons et d'autres pas ? Parce que ceux qui n'osent pas pensent qu'il faut avoir un don particulier, c'est faux ! Inutile d'être superman, ni même Bernard Tapie, la création d'une entreprise est à la portée de tout le monde. Vous êtes tout à fait capable de réussir cette aventure passionnante. Ce qui compte le plus pour l'instant, c'est que vous vous décidiez à agir.

## Gratuitement et sans risque

Demandez de suite, sans engagement de votre part, la collection comprenant plus de 70 résumés d'«idées lucratives».

Maintenant, vous avez le choix :

- 1) Vous tournez cette page, vous attendez quelques semaines, et ainsi vous laissez probablement échapper votre meilleure chance ;
- 2) Vous découpez le bon ci-dessous — seule décision intelligente — et vous serez sur la voie de l'indépendance et de la réussite.

Faites-le à l'instant même, pendant qu'il est encore temps, sinon vous risquez de l'oublier.

Adressez votre courrier aux : Editions Selz - 1, place du Lycée - B.P. 266 - 68005 Colmar Cedex. Tél. 89 24 04 64+.

## Collection gratuite

Envoyez-moi à titre gratuit et sans engagement de ma part, le livret-guide de la collection complète de plus de 70 résumés «idées lucratives»

☐ Mme ☐ Mlle ☐ M.

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code postal .....

Ville .....

A remplir en lettres d'imprimerie. Ed Selz  
B.P. 266 - 68005 Colmar Cedex

1SVB60102



# LA RECHERCHE MALADE

## MICHEL CROZIER : LE POURRISSEMENT

Directeur du Centre de sociologie des organisations, qui est un laboratoire du CNRS (Centre national de la recherche scientifique), Michel Crozier est un spécialiste du "phénomène bureaucratique".

C'est le titre d'un de ses livres les plus connus, traduit en quatre langues.

Il vit les choses de l'intérieur du système.

tains n'émergeaient que de depuis six mois...

Comment l'Etat pouvait-il ainsi décider de recruter des chercheurs sans l'accord de la communauté scientifique ? C'est très simple : les dirigeants politiques et administratifs ne savent pas, ne comprennent pas ce qu'est la recherche. Alors ils se font "rouler dans la farine". L'administration du CNRS aurait pu s'y opposer, mais son principal souci était : pas de vagues. A l'époque la commission de sociologie du CNRS était composée pour un tiers de gauchistes, pour un tiers de communistes ou apparentés, et pour un tiers de "mandarins", dont une bonne moitié de socialistes. C'était la commission la plus mal vue en haut lieu. Or elle s'est tout de même prononcée sur cette affaire, et elle a voté contre. Autrement dit, les "gauchistes" ont voté avec les "mandarins". Mais la direction du CNRS n'a pas tenu compte de cet avis. Résultat : le nombre de sociologues s'est trouvé d'un seul coup multiplié par deux et tout recrutement s'est arrêté. C'était l'asphyxie.

— Cette anecdote permet d'introduire le problème de la fonctionnarisation de la re-

Centralisation, étatisation, interventionnisme débridé, fonctionnarisation, bureaucratie galopante, tels sont les maux dont souffrent, en

cherche. Qu'en pensez-vous ?

— Du mal, pour l'essentiel. L'idée d'avoir des chercheurs à vie est une mauvaise idée. Il faut savoir que la créativité maximum se rencontre en dessous de 40 ans. Or la moyenne d'âge de l'ensemble du CNRS dépasse déjà 42 ans, et va continuer à augmenter.

Bien sûr, l'âge moyen de plus grande créativité n'a qu'une valeur statistique. Il y a des exceptions, des personnalités rayonnantes qui restent créatives jusqu'à la fin de leur vie, comme Piaget par exemple. D'autre part, il y a des différences entre les disciplines. L'âge moyen de créativité maximale est plus bas en mathématiques qu'en sociologie, où l'expérience accumulée joue un rôle important. Mais même en sociologie, on voit très tôt qui sera créatif et qui a peu de chances de le devenir. Disons qu'en moyenne, toutes disciplines confondues, l'âge moyen de créativité maximale doit se situer entre 25 et 40 ans.

Il est donc absolument fondamental que les organismes de recherche soient composés en majorité de jeunes. D'autant que les disciplines évoluent, se renouvellent constamment. La recherche exige une effervescence continue. Les jeunes sont un "challenge" salutaire pour les anciens. Or si le CNRS pouvait à la rigueur accepter la règle bureaucratique dans les belles années de croissance, autour de 1960, parce qu'il était alors en pleine

● **S & V - Vous avez évoqué récemment dans un article le "pourrissement bureaucratico-corporatiste" des institutions de recherche en France. Vous êtes bien placé pour en parler...**

**M.C.** - Je voudrais commencer par une anecdote qui montre que le problème ne date pas d'hier. C'est l'histoire de l'intégration des "hors-statut" au CNRS. C'était en 1975. Sous la pression des syndicats, l'Elysée (car ces choses-là montent souvent jusqu'au sommet de la pyramide) a accepté d'intégrer comme chercheurs à plein temps au CNRS, autrement dit comme chercheurs à vie, toute une population de gens qui avaient pour seul caractéristique d'avoir émergé à un moment donné sur certains contrats publics. Cer-



# DE LA BUREAUCRATIE

France, la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Nous avons demandé à deux spécialistes d'en parler à cœur ouvert.

## JEAN-JACQUES SALOMON : LES GAULOIS DANS LEUR GLU

Directeur du centre Science technologie et société au Conservatoire national des arts et métiers, Jean-Jacques Salomon a coordonné pendant vingt ans les analyses de l'OCDE sur la politique scientifique et technologique de ses Etats-membres. A la demande de Laurent Fabius, il a rédigé un rapport sur la politique française en matière d'innovation. Rapport peu apprécié : le directeur de cabinet du ministre de la recherche, Hubert Curien, a fait saisir les exemplaires qui lui sont parvenus et en a interdit la diffusion.

expansion et pouvait créer des postes en quantités, toujours pourvus par des jeunes, ce n'est plus le cas aujourd'hui. Le CNRS est devenu une bureaucratie pléthorique et vieillissante, saisie par le découragement et la sclérose. Pour recruter des jeunes, il faut pratiquement attendre que d'autres partent à la retraite. La réalité est que l'administration de la recherche est encore plus sclérosée que les autres administrations, où tout de même les promotions et les mutations sont des événements relativement fréquents. Chez nous, c'est l'immobilisme le plus complet. Les chercheurs à vie qui n'ont pas de qualités exceptionnelles s'enferment dans leur marotte...

— **Pourtant, des efforts récents ont été fournis, sur le plan budgétaire, notamment...**

— C'est une farce. Tout ce qu'on trouve c'est le fourre-tout de l'"enveloppe-recherche", des ratios à atteindre, qui ne signifient rien, et encore et toujours des grands programmes, prioritaires, mobilisateurs et tout ce qu'on voudra. Ce dont on a besoin, ce n'est pas d'argent, c'est de l'air pour respirer. Ce qu'on nous donne, c'est de grands discours. Le surplus d'argent fait l'objet de manipulations invraisemblables, passe au service de clientèles, d'amis ou d'études sans objet, et n'arrive pas à destination. La vérité, c'est que nous étouffons sous le carcan bureaucratique. ● ● ●

(suite du texte page 10)

● **S & V : Votre rapport a été mis à la trappe, comme dans "Ubu". Pourquoi ?**

**J.J.S. :** A vrai dire, je n'en sais rien, sinon que l'ayant adressé aux ministres concernés, y compris celui qui m'avait chargé de cette mission, je n'ai jamais eu d'accusé de réception. Cette réaction illustre malheureusement une réalité que je dénonce dans le rapport : la technocratie française n'aime ni la critique ni l'évaluation ; l'indépendance c'est l'impertinence. On préfère fonctionner en vase clos.

Il n'y aurait pas eu de fuite dans la revue britannique *Nature*, qu'on n'aurait plus jamais entendu parler de mon rapport. Mais, depuis, on le distribue aux journaux qui en rendent compte, avec une lettre expliquant qu'il est "dépassé" ! L'amusant est que je ne cesse d'y souligner que mon évaluation porte sur le long terme, puisque j'essaie de comprendre, d'une manière rétrospective et prospective, à la fois les atouts et les limites de notre politique technologique.

— **"Le Gaulois, Le Cow-boy et le Samouraï" : pourquoi ce titre ?**

— Ma mission tait précisément

de faire une évaluation comparative : il allait de soi de comparer la situation française à celle des Etats-Unis et du Japon. Le titre lui-même est inspiré d'un rapport sur la compétition nippo-américaine rédigé en 1984 par un haut fonctionnaire et intitulé *Le Cow-boy et le Samouraï*. ● ● ●

(suite du texte page 11)





## M. CROZIER : LE POURISSEMENT

(suite de la page 9)

●●● D'ailleurs, les gens du ministère eux-mêmes sont complètement démoralisés. Que voulez-vous ? On a essayé de définir les priorités de la recherche en fonction d'une soi-disant "demande sociale". C'est absurde, cela ne tient pas debout. Il y a tout un service de la programmation de la recherche. Mais la recherche ne se programme pas ! Alors on voit des gens, bien intentionnés par ailleurs, qui travaillent 15 heures par jour à remplir les cases du grand rouleau de la programmation. C'est stupide ! Cela ne peut pas marcher ! Il n'est pas souhaitable et il est catastrophique que des fonctionnaires décident d'orientations pour lesquelles ils sont par nature incompétents, et ce quelle que soit leur bonne volonté. Tout cela est de la gabegie pure et simple, et les fonctionnaires eux-mêmes finissent par s'en rendre compte.

— **Pourriez-vous illustrer la bureaucratie du CNRS par un exemple concret ?**

— Des exemples, il y en a cent, il y en a mille ! En voici un, qui n'a pas trait à l'orientation de la recherche mais à son fonctionnement matériel. Il est un peu long, mais il me tient à cœur.

C'est l'histoire des locaux où nous nous trouvons. Ils sont très bien, ces locaux, merveilleux. Voyons comment nous y avons abouti. Ce n'est pas une mince affaire de créer une équipe de recherche. Il faut y croire. J'étais au CNRS depuis 1952, et j'avais fondé l'équipe en 1961. Mais il n'était pas reconnu en tant que laboratoire du CNRS. Et nous n'avions pas de locaux. La notoriété aidant, nous avons fini par obtenir qu'une partie de l'argent de nos contrats serve à payer notre hébergement par un club de réflexion politique. Cela a tenu dix ans. Après quoi l'immeuble a été exproprié. Nous avons été hébergés quelque temps, dans des conditions de fortune, par la Maison des

sciences de l'homme, à laquelle nous n'appartenions pas. Lorsque la décision fut prise de déménager l'Ecole Polytechnique, on nous a fait miroiter des bureaux sur la montagne Sainte-Geneviève. Mais il fallait attendre une décision sur le projet de création de l'institut Auguste Comte, et l'affaire s'est enlisée.

Sur ce, on était au milieu des années 70, le directeur des sciences humaines du CNRS de l'époque nous organise une opération clandestine, qui consistait à nous faire bénéficier d'un de ces fameux programmes prioritaires que nos gouvernements affectionnent, programme avec lequel nous n'avions rien à voir, puisqu'il s'agissait du programme de l'énergie solaire. C'est la mystique des grands projets : puisque c'était un programme prioritaire, on pouvait débloquer n'importe quoi. Le CNRS a donc trouvé pour ce programme un appartement somptueux, rue de Lille.

Nous, on nous a logés dans la partie réservée au service... C'était très bien, plus calme que de l'autre côté mais cela ne pouvait pas durer. Il fallut trouver encore autre chose. On était enfin d'accord mais nouvel obstacle administratif : cette fois la commission de décentralisation s'opposait à toute implantation nouvelle à Paris. Comme nous n'étions pas reconnus comme laboratoire, nous ne pouvions arguer de notre présence autonome à Paris. Mais pour être reconnu comme laboratoire, il nous fallait un local ! Cercle vicieux.

Le CNRS découvrit alors que j'étais connu auprès du délégué général de la DATAR (Délégation à l'aménagement du territoire), qui avait la responsabilité de la commission de décentralisation. Alors, tout d'un coup, j'ai été poussé. J'ai présenté un dossier. Un dossier pour 300 m<sup>2</sup> de locaux. Et puis j'ai appris que le CNRS avait obtenu sur mon nom... 500 m<sup>2</sup> de locaux. Sans me le dire, ils avaient profité de ma demande pour s'octroyer un petit agrandissement de l'admini-

stration centrale ! Bon, après tout, pourquoi pas ? Mais ils voulaient que ce soit, bien sûr, près du quai Anatole-France, siège du CNRS. Quartier horriblement cher. Ils n'ont rien trouvé et ont fini par se replier sur la tour Montparnasse. Les chercheurs devaient suivre.

Cette fois, je me suis mis en colère. J'ai cherché moi-même, et trouvé les locaux où nous sommes aujourd'hui : immeuble modeste, sympathique, dans une petite rue du 7<sup>e</sup> arrondissement, deux fois moins cher. Quand les gens du CNRS ont vu ça, ils ont été choqués : manque de standing ! Ils ont cherché à faire échouer l'opération, utilisant des détails bureaucratiques, qui étaient de la compétence de l'administration des Domaines, c'est-à-dire du ministère des Finances : puisque c'est l'Etat, toutes les opérations immobilières doivent passer par les Domaines. Cette fois j'avais flairé le vent. Je suis parti sur la piste de la personne qui s'occupait du dossier aux Domaines. Laquelle se cachait. J'ai fini par réussir à lui expliquer que mon immeuble leur coûterait deux fois moins cher... et j'ai obtenu gain de cause, car le CNRS a beau être puissant, il n'est rien à côté du ministère des Finances. Quant aux 200 m<sup>2</sup> dont je n'avais pas besoin, le CNRS a mis 18 mois avant de leur trouver des occupants : le centre d'études arctiques. Nous sommes passés de l'énergie solaire au froid polaire !

— **Ce système bureaucratique, peut-on le réformer ?**

— L'important ce sont les hommes, bien entendu. J'avais soutenu en 1978 une thèse que je maintiens. C'est de commencer par forcer les chercheurs du CNRS à bouger, à prendre, au moins temporairement, d'autres fonctions, le plus simple étant d'aller enseigner.

Il faut bien voir que, contrairement à ce qu'on croit, beaucoup de gens n'apprécient que médiocrement d'être installés dans un fromage. L'absence de risque est



contradictoire avec la fonction de chercheur, et ceux qui ont cessé de chercher pour se contenter de voir leur salaire tomber à la fin du mois ne sont pas toujours très à l'aise. C'est déprimant. Et parmi ces gens-là, il y en a beaucoup chez qui de nombreuses potentialités sont en sommeil, et ne demanderaient qu'à se réveiller. Capacité d'enseigner, de former, de diffuser les connaissances, de vulgariser, d'administrer la recherche... Si on les bousculait un peu, les rentiers de la recherche se trouveraient sûrement de nouvelles vocations. C'est, après tout, la règle dans les entreprises et, aux Etats-Unis, pour l'ensemble des chercheurs.

Cette solution permettrait de recruter des jeunes mais surtout, avant de sélectionner les meilleurs, d'en former une grande quantité. La coupure entre l'université et la recherche est une catastrophe. Au lieu de jeter l'argent par les fenêtres, on pourrait l'employer utilement à multiplier les occasions pour de jeunes thésards de connaître une véritable expérience de recherche, pendant 3-4 ans. Pas question de leur donner une garantie d'avenir ! Mais leur donner une formation précieuse, qui influencera leur mentalité pour le reste de leur carrière, quelle qu'elle soit.

**— Une telle solution est-elle réellement envisageable, compte tenu des contraintes du système ?**

— Ce n'est pas une proposition du style "n'y a qu'à". D'abord, on l'a dit, certains chercheurs restent créatifs toute leur vie. Ensuite, il est nécessaire de maintenir une armature solide, avec de véritables patrons de recherche, qui se renouvellent, certes, mais qui assurent la continuité. A cet égard, l'une des nouvelles absurdités bureaucratiques du système actuel est la règle des 12 ans, d'après laquelle tout patron de laboratoire doit céder la place au bout de cette période. Au nom de quoi Einstein ou Piaget auraient-ils dû

s'effacer ?

Quoi qu'il en soit, il n'est pas certain que ma proposition serait si mal reçue. En 1978, je l'avais fait examiner par la fameuse commission de sociologie dont j'ai déjà parlé. Elle était toujours composée de la même manière, avec les gauchistes, les communistes et les mandarins. Or la discussion a été réelle, les syndicats n'ont pas osé faire barrage, ils ont simplement obtenu qu'on ne vote pas. La proposition a été alors adressée à la direction générale du CNRS, qui l'a enterrée. Aujourd'hui, où la démoralisation gagne un peu tout le monde, et alors que les syndicats sont en perte de vitesse, il n'est pas impensable qu'on puisse à nouveau y réfléchir. Le statut de fonctionnaire qui a été donné aux chercheurs faciliterait paradoxalement les choses. Aujourd'hui on peut leur ordonner de bouger, ce qui était impossible avant 1982...

**— Malgré tout, cela risquerait de provoquer quelques remous...**

— Mais qu'importe ! Tout le monde sait bien qu'il faut faire quelque chose. La situation actuelle ne peut plus durer, sous peine de voir la recherche française mourir à petit feu. Et qui se soucierait d'une grève de chercheurs ? Entendons-nous : je ne suis pas en train de cautionner à l'avance des mesures cho-

quantes qui pourraient être prises par un gouvernement libéral. Il faut malgré tout agir en douceur, prendre son temps.

**— Le passage de nombreux chercheurs du CNRS dans les universités apporterait à celles-ci un sang neuf. Mais un vaste mouvement de fonctionnaires suffirait-il à libérer le système de sa gangue bureaucratique ?**

— Sans doute pas. C'est pour quoi il faut envisager des mesures complémentaires. Il faudrait trouver des astuces pour défonctionnariser peu à peu. Il faudrait aussi promouvoir des initiatives originales, qui introduiraient petit à petit l'aiguillon de la concurrence entre les universités. On ne parle pas assez de l'université technologique de Compiègne, une réussite étonnante qui démontre qu'il est possible en France, même dans le système actuel, de créer des entités universitaires capables d'atteindre un niveau international. Il faut d'autres Compiègne. De dérogations en dérogations, d'exceptions en exceptions, on verrait se créer une dynamique universitaire qui viendrait à concurrencer non seulement le CNRS, mais les grandes écoles elles-mêmes. Ce serait le début d'autre chose. ●



## J.J. SALOMON : LES GAULOIS DANS LEUR GLU

(suite de la page 9)

●●● Pourquoi le Gaulois ?

Parce que les mentalités, le fond culturel et institutionnel, le système de décision français témoignent d'une étonnante continuité : le "complexe d'Asterix", en somme. C'est la permanence d'un certain nombre de traits qui me frappe, des traits qui remontent au saint-simonisme, sinon au colbertisme. L'un des plus patents est la tendance de l'Etat à vouloir se mêler de tout, à intervenir à tort et à travers en matière de recherche-développement.

**— Vous pensez à tout le système de recherche ?**

— Il faut, bien entendu, distinguer entre la recherche fondamentale et toutes les formes de recherche. En recherche fondamentale, on aura beau parler de pilotage par l'aval, le chercheur est seul à pouvoir définir son projet : il n'a d'autre client que la science ou l'humanité en général ; il s'agit de "faire avancer les connaissances" et ni lui ni personne n'ont à en attendre un retour immédiat, un profit quelconque autre que le plaisir de l'investigation et, le cas échéant, avec la joie de la découverte, la notoriété. En recherche appliquée, à plus forte raison dans les

(suite du texte page 12)







phases de développement, le chercheur n'est plus le seul juge de l'opportunité ou de l'intérêt du projet : son travail répond à une demande extérieure, au moins potentielle ; il faut un client et celui-ci n'accordera pas son soutien par philanthropie.

— **Voyons d'abord la recherche fondamentale.**

— Mon rapport ne traite que de l'innovation technique et de la politique dont elle est l'objet. Mais il est vrai que la recherche fondamentale pose aussi des problèmes spécifiques en France. Dans ce domaine, comme dans beaucoup d'autres, le modèle français est celui de la fonction publique : payés par l'Etat, les chercheurs ont toujours été plus ou moins considérés comme des fonctionnaires et le sont officiellement devenus depuis 1981. Une carrière à vie dans la recherche n'est pas évidente pour tous. Et l'impossibilité de recruter sur contrat — une décision qui date du temps de Giscard — ne facilite guère le renouvellement des chercheurs.

En outre, avec des intuitions telles que le CNRS, on a fini par trouver normale en France la séparation entre l'enseignement supérieur et la recherche. Le résultat est inévitablement une machine bureaucratique, qui n'a pas son pareil dans le monde occidental.

— **Comment caractériser le système américain par rapport au système français ?**

— Avant tout par la souplesse et la multiplicité des initiatives. Les Etats-Unis n'ont ni ministère de la recherche ni CNRS au sens d'une institution gérant à la fois des chercheurs, des programmes et des laboratoires. Le CNRS a été créé, en 1936, sur le modèle de l'Académie soviétique, et il a permis effectivement de surmonter les carences de l'université au lendemain de la Deuxième Guerre mondiale. Mais, depuis, il a aussi contribué à la quasi-disparition de toute recherche universitaire hors du label CNRS. Il n'y a pas, aux

Etats-Unis, de recherche fondamentale séparée de l'enseignement, alors que nous avons institutionnalisé cette séparation non seulement au CNRS, mais aussi à l'INSERM ou à l'INRA. Il faut aussi tenir compte du poids de l'influence syndicale au sein de ces institutions, qui fait que souvent les critères de l'ancienneté l'emportent sur ceux des qualités scientifiques : on aura beau dénoncer ceux qui, comme François de Closets, parlent de rigidités corporatistes, comment nier que l'institution ne peut plus aujourd'hui fonctionner dans les mêmes conditions d'efficacité et de créativité que dans les années soixante ?

— **Revenons à la recherche appliquée. Vous dites que l'Etat agit comme s'il voulait se passer de clients...**

— Attention, il faut nuancer. Il y a des cas où le seul client de la recherche-développement ne peut être que l'Etat : la recherche militaire, les grands équipements, certains grands programmes de caractère stratégique comme le nucléaire, l'aéronautique, le spatial ou même les télécommunications. C'est d'ailleurs dans ces domaines que nous excellons, et ce n'est pas par hasard : les Mirage, Ariane, nos systèmes radars ou de télécommunications, nos centrales nucléaires, le TGV, autant d'exemples qui prouvent les talents incontestables (et incontestés) de la technologie à la française, c'est-à-dire d'une conjonction heureuse entre "le style" de nos ingénieurs, et les commandes publiques. Seulement il s'agit là de marchés captifs où les critères de coût n'ont pas à intervenir en premier lieu. Et quand nous exportons, c'est dans des marchés d'Etat à l'Etat, c'est-à-dire à des conditions qui ne sont pas nécessairement rentables du point de vue économique et qui peuvent, simultanément, nous rendre vulnérables du point de vue politique. Autrement dit, la plupart de nos réussites technologiques sont le fait d'entreprises subvention-

nées qui n'ont pas à se soucier des contraintes du marché ni de la concurrence internationale.

— **Vous voulez dire que ces grands programmes ne sont pas notre atout...**

— Ils sont actuellement notre limite et, par conséquent, notre faiblesse. Les Etats-Unis, le Japon ou l'Allemagne interviennent aussi dans le soutien de "grands programmes", mais la grande différence entre ces pays et nous, c'est que le secteur public n'y est pas prépondérant. Dans ces pays, l'association entre l'Etat et le secteur privé vise à favoriser l'essor d'une recherche et d'une industrie concurrentielles ; en somme, l'Etat joue le rôle de la "marieuse". Il met en contact des partenaires, sans s'imposer comme partenaire privilégié. Au contraire, la France cumule deux tares, qui vont de pair : la recherche-développement est centralisée dans des entreprises qui dépendent étroitement de l'Etat, et les créneaux technologiques sont étroitement déterminés par les marchés publics. Tout va bien quand la demande est définie par les commandes de l'Etat. Mais quand il faut passer par le marché...

— **Vous voulez dire que l'Etat n'est pas le meilleur client...**

— Ni le meilleur client ni le meilleur conseil. Les grandes batailles concurrentielles ont lieu désormais — et promettent de se développer de plus en plus — sur le terrain des produits et services technologiques "grand public". Pour un fabricant de circuits intégrés, de micro-ordinateurs, de magnétoscopes, de pesticides ou de médicaments, l'Etat n'est qu'un client parmi d'autres et souvent un client modeste. Or l'Etat-entrepreneur ne sait pas s'adresser au "consommateur final", pire même, la protection qu'il offre aux entreprises les détourne en fait de s'attaquer au marché international.

— **Donnez des exemples.**

— Mais ils sont nombreux, en-



vahissants même: les Plans Calcul destinés à sauver une industrie électronique autonome, l'affaire du procédé de télévision SECAM, les "programmes mobilisateurs" plus récents de M. Chevènement en électronique, en robotique, en biotechnologie.

L'intervention de l'Etat peut devenir nécessaire, mais elle a une limite absolue, qui est tracée par la nécessité d'affronter la concurrence sur des marchés internationaux.

Le procédé SECAM pour la télévision-couleur était meilleur que tout les autres, il n'empêche que nous ne l'avons pas imposé. Pourquoi? Il coûtait plus cher à lancer que les autres. Cela se passait sous de Gaulle: son ministre des affaires scientifiques de l'époque, M. Alain Peyrefitte, l'homme du "mal français", a tout fait pour en imposer l'adoption à l'échelle européenne lors d'une conférence qui s'est tenue à Vienne. Mais la production industrielle n'était pas au point et nous avons tout simplement ignoré les contraintes du marché: ce fut l'échec.

De même, inspirés uniquement par des considérations politiques, les quatre Plans Calcul de 1966 à 1981 ont découragé nos entreprises de fonder leur développement sur des considérations économiques: la conception du "champion national" a abouti à une industrie qui n'a survécu que sous le parapluie protecteur des commandes publiques; et plutôt que d'orienter les efforts vers un marché réellement concurrentiel, on a soutenu les exportations en direction des pays de l'Est ou du Tiers Monde.

L'affaire du Minitel est un autre exemple, qui montre néanmoins des effets très positifs, bien qu'inattendus. On a d'abord rêvé d'une production massive de terminaux, une vingtaine de millions, qui auraient des effets d'entraînement sur tout le secteur industriel et pourraient être exportés. Pour les diffuser, nous avons été le seul pays au monde à les offrir gratuitement. Résultat? La production n'a pas

atteint les niveaux prévus; le marché mondial n'a pas décollé, car chaque pays défend en ce domaine ses normes; et la relance de l'industrie par ce seul moyen a d'autant moins eu lieu qu'il a fallu tenir compte du succès des micro-ordinateurs domestiques.

Cette politique volontariste a eu néanmoins un résultat: des acteurs ont émergé que l'on n'attendaient pas, les sociétés de service en informatique. Le Minitel, qui devait répondre à une logique de production industrielle, a finalement satisfait une logique d'exploitant de réseaux. C'est la ruse de l'histoire, et l'on peut s'en féliciter: les Télécom ont fini par vendre non des terminaux, mais du trafic.

**— Les exemples que vous donnez n'ont-ils pas pour effet de noircir exagérément le tableau?**

— Il ne s'agit pas de noircir le tableau; je suis le premier, au contraire, à rendre hommage à nos talents technologiques, et j'ai décrit précisément qu'Astérix n'a aucun complexe à avoir quand on compare ses talents de savant ou d'ingénieur à ceux du Cow-Boy ou du Samouraï. Dans l'histoire de notre industrialisation, le volontarisme français a remporté de grands succès. Mais n'oublions pas non plus les grands échecs, du Concorde au SECAM et aux plans Calcul. Le commerce international des produits de haute technologie a ses contraintes. Les succès américains, japonais ou allemands en électronique, bureautique, robotique, matériaux composites, biotechnologies — tous domaines où l'on ne peut guère dire que nous sommes en avance — ne sont pas le fait de politiques centralisées, ni de "champions nationaux" aux marchés protégés, ni du volontarisme d'une administration; ils sont l'œuvre d'entreprises qui savent aller au-devant des besoins d'une clientèle, prendre des risques et affronter le marché international sans dépendre étroitement du biberon de l'aide publique. Les

pays qui relèvent aujourd'hui le plus aisément les défis de la modernisation ne sont pas ceux où l'Etat intervient le plus dans la recherche industrielle, mais ceux qui, comme la Suisse, l'Allemagne, le Japon ou la Suède, incitent le mieux l'industrie à s'engager d'elle-même dans des activités de recherche.

**— Comment expliquez-vous cette prépondérance de l'Etat dans notre recherche-développement?**

— Historiquement, on ne sait plus s'il faut s'en prendre à la frilosité traditionnelle de notre industrie ou à la tradition d'interventionnisme de l'administration. Mais on peut quand même se demander si ce n'est pas parce que nos industriels ont toujours été sûrs de bénéficier du soutien des pouvoirs publics, que "le style gaulois" de gestion de l'économie se caractérise par des liens aussi étroits entre le secteur privé et le secteur public.

Il est vrai que nos phases de modernisation ont dépendu, dans le passé et naguère encore, pour la reconstruction de l'après-guerre, du dirigisme et du volontarisme technocratique. Mais, encore une fois, je ne suis pas sûr que cette recette soit à la mesure des enjeux industriels et commerciaux d'aujourd'hui, à plus forte raison de demain.

**— Ce que vous appelez "la stratégie de l'arsenal" vous paraît en somme démodé?**

— Plus exactement inadapté, donc inadéquat. Le succès des grands programmes où l'Etat est son propre client me paraît un dangereux modèle si on veut l'appliquer aux industries nées des nouvelles technologies. Ce modèle remonte à une vieille tradition; c'est ce que j'appelle, en effet, "la stratégie de l'arsenal". Déjà, Colbert avait confié aux chantiers publics la construction des navires de guerre, alors qu'en Angleterre et en Hollande, ils étaient commandés à des entreprises privées. La création de nos grandes écoles d'ingénieurs,



selon un modèle unique au monde, a permis de consolider des équipements pour l'Etat-client. Mais le revers de la médaille est évident : de Colbert à de Gaulle et à Mitterrand en passant par Napoléon III, la conjonction du centralisme et du dirigisme a conduit l'Etat à se comporter tout à la fois en entrepreneur et en guide de l'économie. Et le système se perpétue indépendamment des régimes et des majorités politiques ; grattez la fibre libérale de tout haut fonctionnaire français, l'instinct dirigiste revient toujours au galop !

— ***Voyez-vous à cet égard des leçons à tirer du modèle japonais ?***

— Aucun modèle n'est transposable, mais il faut tout de même se rendre à l'évidence, les Japonais font clairement la différence entre le privé et le public : l'Etat ne fait pas ce que l'industrie peut faire. Le MITI, le célèbre ministère de l'industrie s'est fait une règle de ne jamais financer ce qui pouvait l'être par l'industrie privée. Il s'est servi de fonds publics pour catalyser, non pour intervenir ou gérer ; il passe avec elles des contrats à long terme, fondés sur une analyse comparée de la demande et de l'offre technologique. Le MITI se demande d'abord quels sont les clients réels ou potentiels, il ne va pas pêcher à la lanterne après le sauvetage d'un canard boiteux.

— ***Peut-on, dès lors, opposer le rôle des entreprises dans l'innovation au Japon et en France ?***

— Tout à fait. Au Japon, les deux tiers de l'effort de recherche-développement, tous secteurs confondus, sont financés par les entreprises. En France la proportion est officiellement de 43 %, mais la réalité est probablement inférieure.

Quels sont les faits ? 1500 entreprises déclarent faire de la recherche-développement, pour bénéficier d'avantages fiscaux. Sur ces 1500, pas plus de 1300 en font réellement une activité

permanente. Mais 900 emploient moins de dix chercheurs et ne représentent que 7,5 % du potentiel de recherche industrielle. A l'opposé, une centaine ont plus de 50 chercheurs. Mais une dizaine d'entreprises seulement captent 80 % du soutien public à la recherche. L'aide de l'Etat va donc à un très petit nombre d'entreprises, et notre effort en recherche-développement est extraordinairement concentré : l'aéronautique, le spatial, le nucléaire, l'électronique et l'électromécanique. Ces entreprises investissent peu sur leurs propres fonds et dépendent totalement de la tutelle de l'Etat. Voilà une différence fondamentale avec le Japon — mais aussi avec les Etats-Unis et l'Allemagne.

— ***Pour vous, le système français mériterait un bon coup de pied au derrière. Mais peut-on le réformer ?***

— Ce que je dis est loin d'être entièrement nouveau. Si l'on relit le rapport Rueff-Armand du début des années 1960 ou le premier examen consacré par l'OCDE à notre politique scientifique, en 1965, on voit que les critiques majeures sont toujours les mêmes. Les choses n'ont fait que s'accroître et le drame français, c'est qu'on n'entend pas les critiques : au fond, nous ne voulons vraiment pas les réformes. Nous ne sommes pas prêts à payer le prix de l'adaptation indispensable des structures. Je voudrais en donner un exemple, à mes yeux tout à fait central : celui de l'éducation. On compte plus de 40 projets de réforme du système éducatif français depuis 1945. Combien, ont débouché sur des changements satisfaisants, à la mesure des enjeux ? Les faits sont pourtant accablants. Sur 100 jeunes de moins de 25 ans, 42 sont sans formation. Un quart seulement des jeunes Français d'une classe d'âge sortent diplômés des études secondaires, contre 75 % aux Etats-Unis et 85,6 % au Japon. La grande majorité des élèves japonais va jus-

qu'au bout des études secondaires, alors que trois élèves français sur quatre sont perdus en route. Mais surtout, les filières professionnelles de l'enseignement technique sont dévalorisées en France, reconnues au contraire en Allemagne et au Japon.

Actuellement, le nombre de titulaires de diplômes professionnels représente 40 % des travailleurs en France et 75 % en Allemagne. Quant au Japon, avec une population double de celle de la France, il produit huit fois plus d'ingénieurs par an ! Notre système d'éducation fonctionne par exclusions et mises à l'écart. Le moderniser suppose une véritable mise à niveau de la place que la formation et la cultures techniques doivent y occuper.

— ***Revenons sur nos grandes écoles d'ingénieurs : ne jouent-elles pas un rôle d'entraînement ?***

— Comme vous le savez, il y a grandes écoles et "grandes écoles". Les plus grandes forment surtout des fonctionnaires, doués, certes, et capables de gérer. Mais ils sont peu préparés à innover. Or tout notre système d'enseignement est tiré vers les grandes écoles. Dès le primaire, la sélection s'exerce en fonction de ce but, inaccessible pour l'immense majorité, puisque 20 000 élèves par an sur 600 000 sont admis à préparer les concours. La grande majorité des élèves, ceux qui ne s'inscrivent pas dans ce moule, ceux qui ne répondent pas aux critères très particuliers de cette sélection, sont plus ou moins laissés à eux-mêmes ou clairement rejetés dans des filières de rebut.

— ***Existe-t-il à votre avis un lien entre notre système d'enseignement et le colbertisme de notre politique industrielle ?***

— Un lien profond : les grandes écoles sont destinées à servir l'Etat, pas l'industrie privée, et notre système d'éducation est le plus centralisé du monde occidental. Encore aujourd'hui, il

(suite du texte page 149)



Photo J. Marquis



# LES DIFFICILES DÉBUTS DE LA GÉNÉTIQUE FRANÇAISE

## LA GÉNÉTIQUE CHROMOSOMIQUE

**N'A PAS EU, EN FRANCE, la partie facile.**

Il fallut un chantage des mathématiciens et des physiciens contre les biologistes pour qu'elle acquît enfin, et seulement après la guerre, droit de cité à l'Université.

**L'**histoire de la génétique — science de l'hérédité — évoque une course d'obstacles, dressés sur sa route par des idéologies qui tentaient d'annexer, pis de mutiler des découvertes incompatibles avec leurs partis pris dogmatiques. Ce refus de la vérité n'est pas la seule plaie aux systèmes totalitaires. La résistance acharnée à laquelle s'est heurtée, en France, la théorie chromosomique prouve que le sectarisme est un vice universel.

Pour comprendre le méchant accueil fait dans ce pays à la génétique classique, il faut remonter assez loin dans le temps. Plus précisément à 1809, date à laquelle Jean-Baptiste de Lamarck publie sa *Philosophie zoologique*, avec la "loi" de l'hérédité des caractères acquis: « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances auxquelles leur race se trouve depuis longtemps exposée et, par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de cet organe, ou par celle d'un défaut constant de l'usage de telle partie, elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent, pourvu que les changements acquis soient communs aux deux sexes ou à ceux qui ont produit ces nouveaux individus. »

A l'appui de cette assertion, Lamarck donnait des exemples

apparemment convaincants, comme l'atrophie des yeux de la taupe qui mène une vie souterraine, ou l'allongement du cou de la girafe obligée, dans la saison sèche, à chercher des feuilles sur les plus hautes branches des arbres. L'idée de telles transformations était accessible au sens commun: l'organisme vivant devait s'adapter aux exigences de l'environnement, selon la formule "la fonction crée l'organe", et l'organe ainsi formé (ou transformé) était transmis en héritage aux descendants.

Bien qu'aucune expérience ne fût venue confirmer l'hérédité des caractères acquis, elle avait l'immense avantage de fournir un soubassement théorique à l'idée de l'évolution: la transformation progressive des formes vivantes, d'une génération à l'autre, pouvait aboutir à des espèces nouvelles. Lamarck trouvait un argument de poids dans sa lutte contre la doctrine traditionnelle selon laquelle les espèces vivantes auraient été créées une fois pour toutes telles que nous les connaissons. Cette doctrine, le fixisme, occupait encore le devant de la scène scientifique dans la première moitié du siècle dernier.

Cinquante ans après Lamarck, Charles Darwin, en apportant dans l'*Origine des espèces* une vue toute différente des causes profondes de l'évolution, n'en conserve pas moins l'hérédité des caractères acquis comme une bonne arme contre le

fixisme. Mais le rôle de cette hérédité-là devient marginal. Le moteur de l'évolution, c'est la sélection naturelle, qui transmet et accumule de génération en génération les caractères nouveaux, avantageux pour l'espèce, que leur apparition soit due à un mécanisme d'adaptation, à quelque autre cause inconnue, ou simplement au hasard. Alors que le modèle de Lamarck est rigoureusement déterministe, celui de Darwin introduit la probabilité.

Cet aspect probabiliste devait être encore accentué par Auguste Weismann, fondateur, à la fin du siècle dernier, du néodarwinisme, et par Hugo de Vries, qui découvrit et étudia les mutations chez les espèces végétales.

Pour vérifier expérimentalement la thèse lamarckienne de la transmission héréditaire des caractères acquis, Weismann coupa les queues de souris blanches durant plusieurs générations successives. Ce qui n'altéra en rien l'appendice caudal des souriceaux nés: le caractère "sans queue" acquis, ou plutôt imposé aux parents, ne se transmettait pas aux descendants. Aussi bien notre propre espèce a-t-elle réalisé depuis longtemps l'expérience de Weismann: ni la circoncision, pratiquée par de nombreux groupes humains, ni la destruction de l'hymen virginal n'entraînent en aucune façon la disparition ou la diminution des parties concernées.

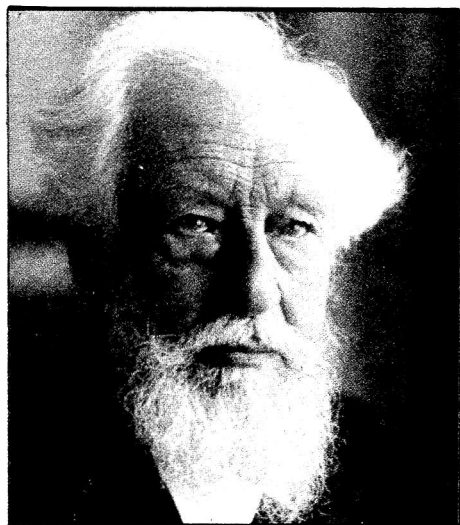
**Le dogme de l'hérédité de l'acquis n'en a pas moins survécu en France**, bien plus longtemps que dans le monde anglo-saxon, sans doute en raison de ses origines nationales. Un néo-lamarckisme tenace s'est opposé à la connaissance des lois de l'hérédité formulées par le

(1) Denis Buican est docteur d'Etat ès-Sciences naturelles et docteur d'Etat ès-Lettres et Sciences humaines. Professeur à l'université de Paris X-Nanterre.



**Gregori Mendel** (1822-1882), le père de la génétique a été très longtemps ignoré par l'establishment scientifique en France, dominé par les lamarckien. Le même sort a été réservé aux pionniers de cette science nouvelle, tels...

... **Hugo de Vries** (1848-1935)...



auteur avait-il le tort de n'avoir pas été admis dans l'establishment universitaire — jusqu'à leur redécouverte presque simultanée, en l'an 1900, par trois botanistes, l'un hollandais, Hugo de Vries, le second allemand, Carl Correns, le dernier viennois, Erich Tschermak.

**Les lois de Mendel postulaient l'existence de facteurs héréditaires invariants**, gardant leur indépendance à travers les générations successives et les hybridations répétées. Conception rejetée par les néo-lamarckiens, puisqu'elle exclut l'hérédité de l'acquis. Elle s'accordait, par contre, au plasma germinatif du néo-darwinien Weismann.

Morgan et son école identifiaient les facteurs héréditaires mendéliens et le plasma germinatif weismannien à des "gènes", unités de transmission héréditaire disposées linéairement dans les chromosomes du noyau cellulaire comme les perles d'un collier. Le morganisme rendait même compte de certaines exceptions aux lois de Mendel. Selon ces lois, chaque facteur héréditaire — chaque gène — doit se transmettre de façon indépendante à travers les générations.

Dans la réalité on constate parfois un phénomène de *crossing over*, déplacement de matériel génétique d'un chromosome à l'autre, ou de *linkage*, enchaînement de plusieurs gènes se comportant comme un seul bloc. Ces phénomènes, en apparence perturbateurs des lois de Mendel, ne font que confirmer la réalité du modèle mendélien. De même les mutations, changements brusques du matériel héréditaire, se transmettent à la descendance selon les lois de Mendel.

La théorie chromosomique de l'hérédité — avec l'invariance des gènes, entre deux éventuelles mutations — était incompatible avec l'hérédité de l'acquis. Elle faisait une différence nette — suivant en cela Weismann — entre le génotype et le phénotype. Le génotype est

le patrimoine héréditaire inscrit dans les chromosomes, le phénotype est la matérialisation de ce patrimoine dans un organisme vivant, selon les conditions d'un milieu donné.

Un exemple peut illustrer la distinction. Le botaniste Gaston Bonnier a observé qu'un plant de pissenlit transplanté de la plaine en montagne change considérablement son aspect extérieur. S'il y avait réellement une hérédité des caractères acquis, le génotype devrait être modifié parallèlement au phénotype. Ce qui ne fut pas le cas : en retransplantant les fruits de pissenlit dans leur région d'origine, Bonnier constata qu'ils reproduisaient le type initial.

La biologie moléculaire devait à son tour confirmer la non-hérédité des caractères acquis. Elle a découvert que les gènes de la théorie morganienne ne sont autres que des séquences d'acide désoxyribonucléique (ADN) où se trouvent codées les informations nécessaires à la synthèse des protéines constitutives de l'organisme vivant. Ces informations sont transmises aux organismes synthétiseurs par un intermédiaire qui est de l'acide ribonucléique (ARN). En quelques rares cas on a observé un retour de l'information de l'ARN vers l'ADN, mais jamais des protéines vers les acides nucléiques. Le patrimoine héréditaire ne saurait donc être affecté par des changements survenus au phénotype. Mais revenons au morganisme et son acceptation en France.

C'est surtout grâce aux comptes rendus de Lucien Cuénot (un de ceux qui avaient constaté la validité des lois de Mendel dans le règne animal) que la théorie chromosomique de l'hérédité fut connue des milieux scientifiques français, alors qu'elle se trouvait encore en cours d'élaboration, entre 1910 et 1920. Ce qui ne veut pas dire qu'elle était acceptée, comme en témoignent les attaques lancées contre Cuénot par Félix Le Dantec. Ce néo-lamarckien farouche s'insurge contre l'idée de



particules porteuses de l'hérédité. Il les assimile bizarrement à des microbes. De son côté Etienne Rabaud, peu avant la Première Guerre mondiale, rejette les lois de Mendel en déclarant que « la génétique des formules et des nombres équivaut à un piétinement ».

Ni la conférence internationale de génétique réunie à Paris en 1911 ni les progrès de la théorie chromosomique n'amènent Rabaud, devenu professeur de biologie expérimentale à la Sorbonne, à tempérer son hostilité envers la génétique classique.

**E**n dépit de l'obstacle du néo-lamarckisme, la théorie chromosomique de l'hérédité se frayait un chemin à l'intérieur de la communauté scientifique française. Dès 1909, Emile Guyénot commence des expériences sur la fameuse drosophile, la mouche du vinaigre, dont les chromosomes avaient été le point de départ des recherches de Morgan. Guyénot était d'ailleurs en liaison avec Morgan, qui lui fit parvenir, en 1913, quelques lignées mutantes de drosophiles.

Dépassant son point de vue initial de néo-lamarckien, Guyénot en arriva à constater « combien étaient vaines et stériles les interprétations et les critiques » qu'il entendait formuler autour de lui à l'encontre de Morgan, car il avait compris « toute l'importance du mendélisme et de la théorie chromosomique de l'hérédité ». L'introduction de sa thèse de doctorat ès-sciences (1917), consacrée au développement des drosophiles en milieu aseptique, traite du « mécanisme de l'évolution » dans une perspective non lamarckienne. Elle a probablement contribué au fait que Guyénot est devenu professeur à Genève.

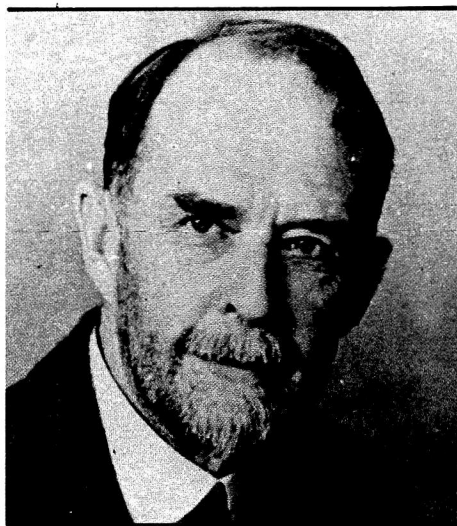
Morgan lui-même, proposé en 1924 comme correspondant de l'Académie des sciences de Paris, ne recueillit pas une seule voix. Il devait tout de même être

élu en 1931, sur un rapport de Maurice Caullery, soulignant que le candidat était « un des maîtres les plus reconnus de la biologie contemporaine » et que la Royal Society de Londres l'avait déjà inscrit parmi ses membres étrangers. « Il est évident », concluait le rapport, « que l'Académie s'honore en l'élisant parmi ses correspondants et on peut ajouter que cette marque d'estime est de celles qui gagnent à n'être pas différées. »

Ces derniers mots trahissaient peut-être la crainte qu'éprouvait Caullery de voir Morgan repoussé une nouvelle fois par la docte compagnie, comme l'avait été jadis Charles Darwin, plusieurs fois blackboulé, durant huit ans, avant d'être enfin élu correspondant de la section de botanique. Devenu à l'âge de 65 ans correspondant de l'Académie des sciences, Morgan reçoit en 1933 le prix Nobel. En 1935 il reçoit en Sorbonne son diplôme de docteur *honoris causa* et en 1938 il est élu associé étranger de l'Académie des sciences...

Si l'Académie avait commencé par mal accueillir le grand généticien américain, en revanche, à sa mort, elle lui rendit un hommage éclatant. Elle le lui rendit même deux fois. En 1943, les communications radiophoniques avec les Etats-Unis n'étaient pas toujours faciles. Un message mal compris fit croire que Morgan venait de décéder en Californie. Maurice Caullery prononça l'éloge funèbre du disparu. Mais c'est une fausse nouvelle : Morgan ne mourut qu'après la guerre, en décembre 1945 <sup>(2)</sup>. Ce qui lui valut un second éloge, prononcé cette fois par le président en exercice de l'Académie des sciences. »

**Entre les deux guerres mondiales, la théorie chromosomique de l'hérédité** avait été diffusée en France grâce à la traduction d'un livre signé de Morgan et de plusieurs de ses collaborateurs <sup>(3)</sup> ainsi que par quelques ouvrages de synthèse dus à des biologistes français : Lucien Cuénot, Emile Guyénot,

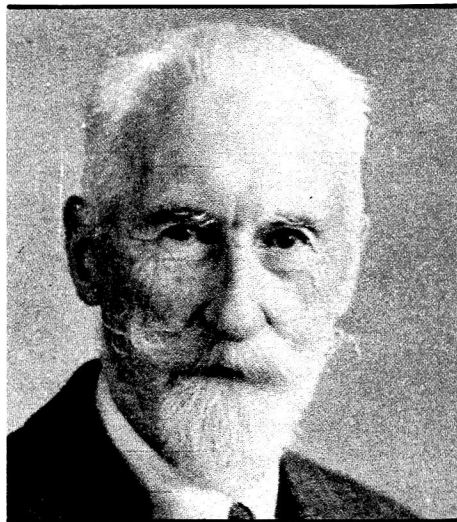


Maurice Caullery.

**Thomas Hunt Morgan**  
(1866-1945)...

Le livre de Jean Rostand fut à l'époque un *best-seller* <sup>(4)</sup>. Mais la science nouvelle n'arrivait pas à s'imposer vraiment dans les milieux qui dominaient la vie scientifique. Etienne Rabaud poursuivait farouchement ses attaques contre Guyénot et Caullery, coupables à ses yeux d'avoir adhéré à la théorie chromosomique. En 1936 et 1937, dans le *Bulletin biologique de la France et de la Belgique*, il pourfend le morganisme, comme naguère, dans la même revue, il avait combattu le mendélisme. « Rien n'autorise, écrit-il avec malveillance, à construire une théorie, non seulement en lais-

... **Lucien Cuénot**  
(1866-1951)...



(2) Pour plus de détails, on peut se reporter à l'ouvrage de Denis Buican, *Histoire de la génétique et de l'évolutionnisme en France*, P.U.F., 1984.

(3) T. H. Morgan, A. H. Sturtevant, H. J. Muller, C. B. Bridges, *Le mécanisme de l'hérédité mendélienne*, Lamartin éd., Bruxelles, 1923.

(4) Jean Rostand, *Les Chromosomes*, Hachette, 1928.



... **Emile  
Guyénot...**  
(1885-1963)

sant de côté un certain nombre de faits, mais encore en utilisant des faits imaginaires. Et rien n'est plus représentatif, à cet égard, que la théorie de Morgan. L'hypothèse du *crossing-over* pouvait être formulée; elle parlait d'une apparence cytotologique; seulement il fallait la soumettre à un contrôle rigoureux et la démontrer. Or elle est indémontrable... »

Rabaud se trompe et trompe son lecteur. La théorie de Morgan repose sur une base expérimentale solide. Le phénomène de *crossing-over*, consistant en migrations accidentelles de segments chromosomiques d'un chromosome à

l'autre, est parfaitement démontrable et il était déjà démontré quand Rabaud écrivait ces lignes.

Malgré cette atmosphère hostile, quelques chercheurs français, à la veille de la Seconde Guerre mondiale, osaient se lancer dans des travaux de génétique. S'inspirant des recherches anglo-saxonnes, l'équipe de Philippe L'Héritier et Georges Teissier met au point une technique d'élevage des drosophiles dans des cages à population, ou "démodètres", qui permet une observation correcte des fluctuations démographiques.

Un cas particulièrement significatif est celui de Boris Ephrussi, né à Moscou en 1901, émigré en France où il est licencié ès-sciences en 1923, avant de passer ensuite plusieurs années aux Etats-Unis, où il travaille notamment avec un des collaborateurs de Morgan, G. W. Beadle, ce qui ne l'empêche pas, en 1932, de soutenir deux thèses de doctorat à Paris. Ses recherches portent en particulier sur les mécanismes biochimiques grâce auxquels le programme génétique contrôle le développement de l'embryon. A la veille de la Deuxième Guerre mondiale, il est directeur de laboratoire à l'Ecole pratique des Hautes-Etudes à Paris et l'Académie des sciences lui attribue un grand prix de sciences biologiques.

**En dépit de ces percées, la génétique demeurait encore marginalisée** dans la structure universitaire française. Elle aurait dû être enseignée depuis 1900, après la redécouverte des lois de Mendel, ou tout au moins depuis 1905, alors que Lucien Cuénot avait déjà réalisé l'essentiel de ses découvertes sur le mendélisme dans le règne animal. Or la première chaire de génétique en France, qui aurait dû normalement échoir à Cuénot, ne devait être créée qu'en 1945, pour Boris Ephrussi.

Les circonstances qui ont entouré cet événement sont exemplaires pour l'histoire et la philosophie des sciences. Selon Boris

Ephrussi, c'est la situation de dépendance où la France, au sortir de l'occupation, se trouvait à l'égard des Etats-Unis, qui l'a rendue enfin perméable à l'apport scientifique américain, et permis l'introduction de la génétique dans son enseignement supérieur.

Encore fallut-il employer les grands moyens pour vaincre la résistance des mandarins du néo-lamarckisme, cramponnés à l'hérédité de l'acquis. Le Pr Pierre Auger, physicien de renommée internationale, à l'époque directeur au ministère de l'Education, menaçait de couper leurs crédits aux biologistes tant que la génétique serait proscrite de leur discipline. De leur côté, les physiciens et les mathématiciens de la Sorbonne firent planer sur leurs collègues biologistes le danger d'une obstruction opposée à toutes les demandes qu'ils présenteraient devant le conseil de l'Université. Ce chantage pour une bonne cause fit capituler la résistance.

Ainsi commença la fin d'une longue période dont Philippe L'Héritier a pu dire : « ... Mon premier poste a été un poste de zoologiste et non pas de généticien. La génétique s'est implantée, en somme, sous une forme cachée, si j'ose dire. Elle s'est insérée insidieusement dans les sciences naturelles proprement dites et ceci a duré pratiquement jusqu'à la Libération. A cette époque, l'installation officielle de la génétique à la Sorbonne s'est faite non pas grâce aux biologistes, mais avec l'appui des physiciens et des mathématiciens... En fait, quand plus tard la génétique a essaimé en province, la situation a été plus ou moins la même... »

Après la création de la première chaire de génétique en Sorbonne, le développement de cette science tend à devenir normal. Les survivances tardives du néo-lamarckisme ne représentent plus un danger pour une science déjà consolidée. Mais après 1948 un nouveau péril surgit avec les retombées en France de l'affaire Lyssenko.



... **Maurice  
Caullery...**  
(1868-1958).

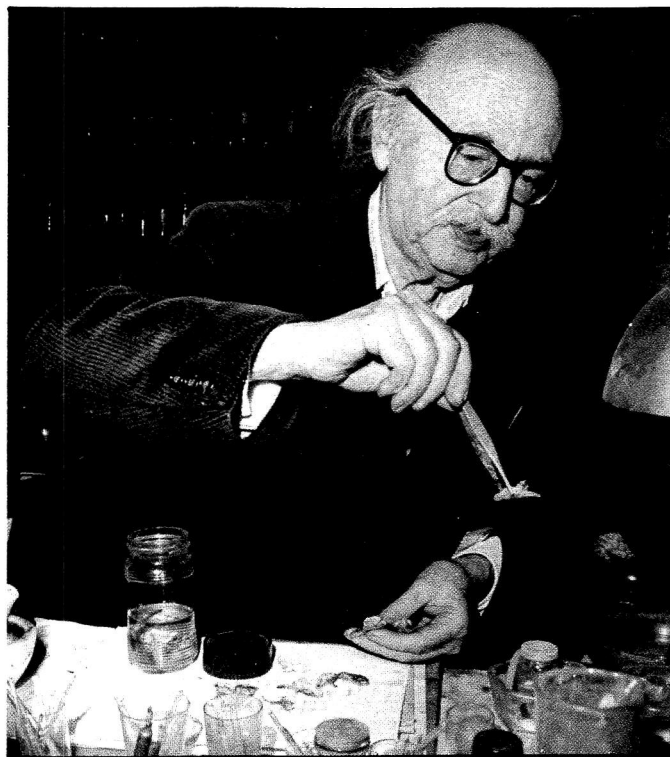


Quelques jours après la célèbre session, de l'Académie Lénine, tenue en 1948, où Lysenko fut sacré biologiste officiel, sa doctrine commence à être répercutée par plusieurs journaux et périodiques de France. Le lysenkisme affirme avoir fait table rase de la génétique "réactionnaire" de Mendel et Morgan. En conséquence la génétique est interdite en URSS et dans les pays satellites. La plupart des généticiens sont physiquement liquidés ou envoyés en Sibérie.

Jusqu'à un certain point le lysenkisme s'apparente au néo-lamarckisme. On pourrait dire que c'est un néo-lamarckisme exacerbé par la déraison idéologique. Non seulement il reprend le dogme de l'hérédité de l'acquis, mais encore, selon Lysenko, il suffit de modifier le milieu, pour modifier, comme par un coup de baguette magique, l'hérédité des végétaux, des animaux, voire celle de l'homme.

Allant bien plus loin que les lamarckiens, les lysenkistes s'attribuent le pouvoir de transformer les espèces : avec eux le blé se change en seigle ou en orge, et *vice versa*, l'avoine en folle avoine, les plantes cultivées en mauvaises herbes, des races de vaches deviennent d'autres races avec un lait miraculeusement gras. Après la disgrâce de Lyssenko en 1965, on a pu constater, même en URSS, qu'il ne s'agissait que de truquages expérimentaux qui n'avaient rien à voir avec la réalité scientifique ou pratique. Mais entre-temps la génétique soviétique avait été anéantie, ses laboratoires détruits et les généticiens qui avaient survécu durent plier le genou devant le dogme.

La résonance du lysenkisme fut plus importante en France que dans tout autre pays occidental, en raison, d'une part des sympathies idéologiques qu'il y trouvait, et, d'autre part d'un terrain scientifique plus réceptif aux attaques contre la génétique de Mendel et de Morgan. On observa même l'existence d'un



**Jean Ros-tand** publia "Les Chromosomes" en 1928. Ce fut un best-seller, mais la génétique n'arrivait pas pour autant à s'imposer auprès de ceux qui dominaient la vie scientifique en France. Il fallut attendre 1945 pour assister à la création de la première chaire de génétique dans ce pays.

lysenkisme expérimental qui, dans les années 60, s'imagina avoir obtenu des "hybrides de greffe" chez les céréales et des mutations de races, voire d'espèces, par des transfusions sanguines chez des oiseaux domestiques. Tout cela s'avéra vite n'être que pure illusion<sup>(5)</sup>.

**L**a tendance de certains scientifiques à s'enfermer dans des groupes idéologiques ou des cercles plus ou moins sectaires avait entravé l'essor de la génétique en France. Elle a porté aussi sa part de responsabilité dans le bruit fait autour du lysenkisme à Paris. Cette particularité de quelques scientifiques français, notamment dans les sciences de la vie, fait que Roger Guillemin, prix Nobel 1977, français d'origine et américain d'adoption, regrette de moins en moins son choix de travailler aux Etats-Unis, quand il lui arrive parfois, dit-il, « des échos de nominations à des postes de titulaire qui

sont d'évidentes aberrations quand on les voit en scientifique, dans leur contexte scientifique, et où les seules explications sont des considérations personnelles ou des chapelles locales ».

L'histoire de la génétique expérimentale en France nous montre pendant longtemps des "îles" de recherche, depuis Lucien Cuénot jusqu'à Emile Guyénot, Boris Ephrussi et Philippe L'Héritier, reliées surtout au continent américain et battues sans trêve par les vagues hostiles du néo-lamarckisme, voire du lysenkisme. Peut-on espérer que l'histoire des erreurs passées économisera leur répétition dans l'avenir ? Devant la génétique de notre époque, étouffée dans l'affaire Lyssenko et détournée ailleurs au service du racisme, nous devons garder en mémoire les paroles de Claude Bernard : « Il vaut mieux ne rien savoir que d'avoir dans l'esprit des idées fixes appuyées sur des théories dont on cherche toujours la confirmation en négligeant tout ce qui ne s'y rapporte pas. »

notamment des variations non programmées de l'ADN du maïs. Les travaux de Cullis et, auparavant, de Durrant sur le lin ont également révélé des modifications

singulières de l'ADN. Voir *Science & Vie*, n° 804, p. 80 : « Le lin est-il lamarckien ? ».

# L'ONDE ET LA PARTICULE

## QUAND LA VÉRITÉ SORT D



### UN NEUTRON C'EST QUOI ?

**TANTOT UNE ONDE,** tantôt une

particule, répondent depuis 50 ans les physiciens de l'école de Copenhague. Pas du tout, réplique dans cet article Jean-Pierre Vigier. Suivant en cela les idées de Louis de Broglie dont il fut le principal assistant, il affirme que le neutron est à la fois onde *et* particule. S'il a raison on pourra décrire objectivement la matière. Encore un pavé dans une mare diablement opaque.

**O**n raconte que le dernier dessin tracé par Niels Bohr sur le tableau noir de son bureau, quelques heures avant sa mort, représentait le schéma de la fameuse expérience dite des "fentes de Young", expérience datant du début du XIX<sup>e</sup> siècle (1803), mais reprise maintes fois par les physiciens du XX<sup>e</sup> siècle, avec des interprétations pour le moins controversées.

Cette expérience, pour laquelle Young avait utilisé la lumière fournie par une bougie, peut être réalisée soit au moyen d'ondes électromagnétiques



# ULE

## E LA BOUCHE DU NEUTRON



(des ondes lumineuses, par exemple), soit à l'aide de particules indépendantes (des neutrons, par exemple). Supposons que l'on se serve de particules : l'expérience, traduite en termes imagés, peut être décrite de la façon suivante (1) :

Un homme, les yeux bandés, tire à la carabine sur un mur de pierre dans lequel ont été pratiquées deux ouvertures verticales identiques, très étroites et assez proches l'une de l'autre (**dessin 3** page suivante). Le tireur se tient à égale distance des deux ouvertures. Derrière ce mur et parallèlement à lui, se trouve un second mur, en bois

celui-là, qui absorbe les balles qui ont franchi le premier mur. A vrai dire, la plupart des balles sont arrêtées par la première enceinte ; certaines cependant passent par l'ouverture de gauche, directement ou en ricochant sur l'un des bords de la fente ; d'autres enfin passent de la même façon par l'ouverture de droite. Au bout, par exemple, d'un million de tirs successifs, on relève les impacts sur le mur de bois et, à partir de leur répartition, on trace une courbe donnant le nombre d'impacts par unité de surface (disons par mètre carré).

Ceci fait, on remplace le se-

### DE QUOI EST FAITE LA MATIÈRE ?

**Dans l'interprétation de l'école de Copenhague,** lorsqu'un neutron (1, le surfeur sur sa vague) passe dans un interféromètre (l'île), il n'est pas particule mais seulement onde (le surfeur devient fantôme) qui se scinde en deux (comme la vague passe de part et d'autre de l'île). Il retrouve son aspect particule (le surfeur réapparaît) en arrivant sur un détecteur (voir pages suivantes).

**Dans l'interprétation de Broglie et Vigier,** le neutron est une particule accompagnée d'une onde pilote (2, le surfeur et sa vague). Dans l'interféromètre, l'onde agit comme précédemment ; le neutron, lui, passe d'un côté ou de l'autre.

cond mur par un mur de bois neuf et l'on bouche l'ouverture de gauche. L'homme à la carabine tire à nouveau un million de coups. Puis on rouvre l'ouverture de gauche et l'on ferme

(1) Nous empruntons cette description à un livre récent : *Le cantique des quantiques*, par Sven Ortoli et Jean-Pierre Pharabod, éditions La Découverte.



celle de droite. Le tireur effectue encore un million de tirs. Finalement, on retrouve la même courbe que lors de la première expérience. Cette courbe est la somme des deux courbes obtenues, l'une avec la fermeture de la fente de gauche, l'autre avec la fermeture de la fente de droite.

Autrement dit, la probabilité pour qu'une balle arrive en un point donné du second mur lorsque les deux fentes sont ouvertes, est la somme des probabilités pour qu'il en soit ainsi lorsque l'une ou l'autre des deux ouvertures est fermée. Ce qui peut être résumé par la formule  $P = P_1 + P_2$ .

Au lieu de particules, utilisons maintenant des ondes, comme l'avait fait le médecin et physicien anglais Thomas Young à une époque où, mis à part une intuition géniale de Newton, personne ne soupçonnait l'existence des photons. Le tireur est remplacé par une source lumineuse monochromatique (**dessin 4** page de droite), c'est-à-dire une source qui émet de la lumière d'une seule longueur d'onde bien définie. En lieu et place du premier mur (et beaucoup plus près de la source), on dispose un écran percé de deux fentes verticales. Une plaque photographique tient lieu de second mur (Young avait utilisé une simple feuille-écran). Si l'on fait fonctionner la source pendant un temps suffisant pour impressionner la plaque, mais assez bref pour ne pas la surexposer, on observe sur ladite plaque une alternance de bandes verticales (**dessin 4 bis**) plus ou moins claires et plus ou moins foncées. C'est le phénomène des interférences.

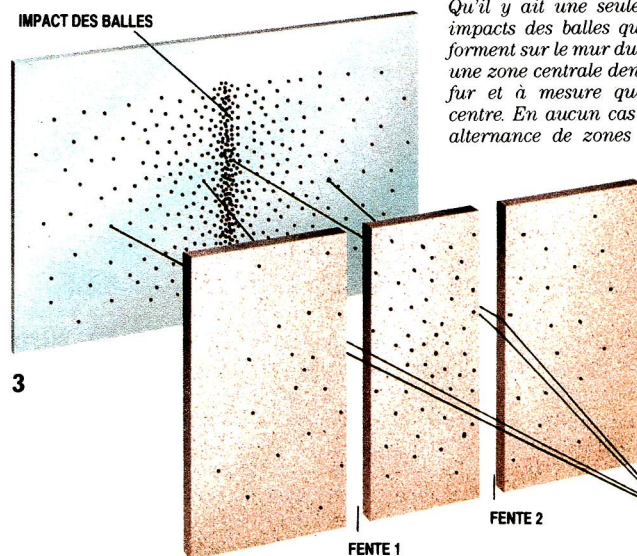
Il s'explique par le fait que les deux fentes se comportent comme deux sources en accord de phase (puisque elles se trouvent à la même distance de la source lumineuse primaire), lesquelles engendrent deux nouveaux systèmes d'ondes. Ces trains d'ondes viennent se superposer sur la plaque photographique où, selon les endroits, leurs

amplitudes s'ajoutent ou se retranchent, donnant naissance à ces bandes alternativement sombres et brillantes. La courbe représentant l'intensité de la lumière arrivant sur la plaque sera donc une succession de creux et de bosses correspondant aux franges claires et foncées.

Si maintenant, après avoir changé la plaque photographique, on obture tour à tour la fente de gauche, puis la fente de droite, on obtient deux courbes dont la somme ne redonne absolument pas la courbe précédente. Pour passer des courbes relatives à l'ouverture d'une seule fente à la courbe globale correspondant à l'ouverture des deux, il faut appliquer une formule mathématique plus compliquée qu'une simple somme : l'intensité globale est la somme des intensités partielles augmentée d'un terme oscillant entre plus deux fois et moins

vibrations qui se communiquent au milieu ambiant et s'y propagent sous forme d'ondes sphériques. Depuis lors, on sait que la lumière est aussi composée de photons, que l'on représente souvent comme des corpuscules. On peut donc se demander si le phénomène des interférences n'est pas dû également à d'éventuelles collisions ou interactions entre les myriades de photons qui composent la lumière. Pour le savoir, il suffit de réduire l'intensité de la source de telle sorte qu'elle émette ses photons un par un. On constate alors que chaque photon produit sur la plaque photographique un impact parfaitement localisé et quasi ponctuel : il s'agit donc bien de corpuscules. Mais, si les deux fentes sont ouvertes, l'accumulation des impacts reproduira au bout d'un certain temps des franges d'interférences !

## LES BALLES DE FUSIL N'INTERFÈRENT PAS



*Qu'il y ait une seule fente ou deux, les impacts des balles qui arrivent à passer forment sur le mur du fond le même motif : une zone centrale dense, qui s'éclaircit au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre. En aucun cas on n'obtiendra une alternance de zones à haute densité et*

*d'autres à impacts épars, motif caractéristique d'interférences.*

deux fois la racine carrée du produit de ces deux intensités (soit la formule :  $I_{1+2} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}$ ).

Pour Young, c'était le caractère ondulatoire de la lumière qui expliquait les interférences : toute source lumineuse émet des

En revanche, si l'une des deux fentes est bouchée (**figure 5**), la superposition des impacts individuels ne donnera plus de figure d'interférences, mais une concentration similaire à celle que l'on obtient avec les balles de carabine. Aussi surprenant



que cela puisse paraître, le photon ne se comporte donc pas du tout de la même façon suivant qu'une seule fente ou les deux sont ouvertes. Tout se passe comme si, au moment où il traverse la fente, il était informé à distance de l'ouverture ou de la fermeture de l'autre fente.

La même expérience a été faite avec des électrons : elle a donné des résultats identiques. Ainsi, toute particule élémentaire (photon, électron, etc.) se conduit à la fois comme un corpuscule, puisqu'elle produit un impact sur la plaque photographique, et comme une onde, puisque, dans certaines conditions, elle compose avec ses semblables des figures d'interférences. Cette distribution en forme de franges n'a lieu que lorsque les deux fentes sont ouvertes, et elle subsiste même si les particules en question sont émises une à une, c'est-à-dire d'une façon qui exclut toute interaction entre elles. Pour reprendre une formule célèbre de Dirac, « chaque particule n'interfère qu'avec elle-même ». C'est ce que l'on appelle la « self-interférence ».

Cette dualité onde-corpuscule a été interprétée de deux façons contradictoires, que nous allons analyser successivement :

• **La complémentarité de Bohr.** Pour Niels Bohr et ses disciples de l'école de Copenhague, un micro-objet (électron, photon, etc.) est onde OU corpuscule, jamais les deux à la fois. L'aspect corpusculaire et l'aspect ondulatoire sont deux représentations « complémentaires » d'une même réalité. Complémentaires, mais incompatibles, car l'une exclut l'autre. Autrement dit, un être physique se comporte tantôt comme un corpuscule (quand, par exemple, il provoque une scintillation sur un écran fluorescent, en échangeant ponctuellement de l'énergie avec lui), tantôt comme une onde (quand il produit une figure d'interférence). Quelle est la nature de cette onde ? Pour Max Born<sup>(2)</sup>, suivi par Bohr et toute l'école de Copenhague, il

s'agit essentiellement d'une onde de probabilité, c'est-à-dire d'une onde qui délimite un certain volume spatial dans lequel on a toutes les chances de trouver l'être physique en question (d'une manière plus précise, les physiciens disent que le carré de l'amplitude de l'onde donne la probabilité de présence du micro-objet en chaque point).

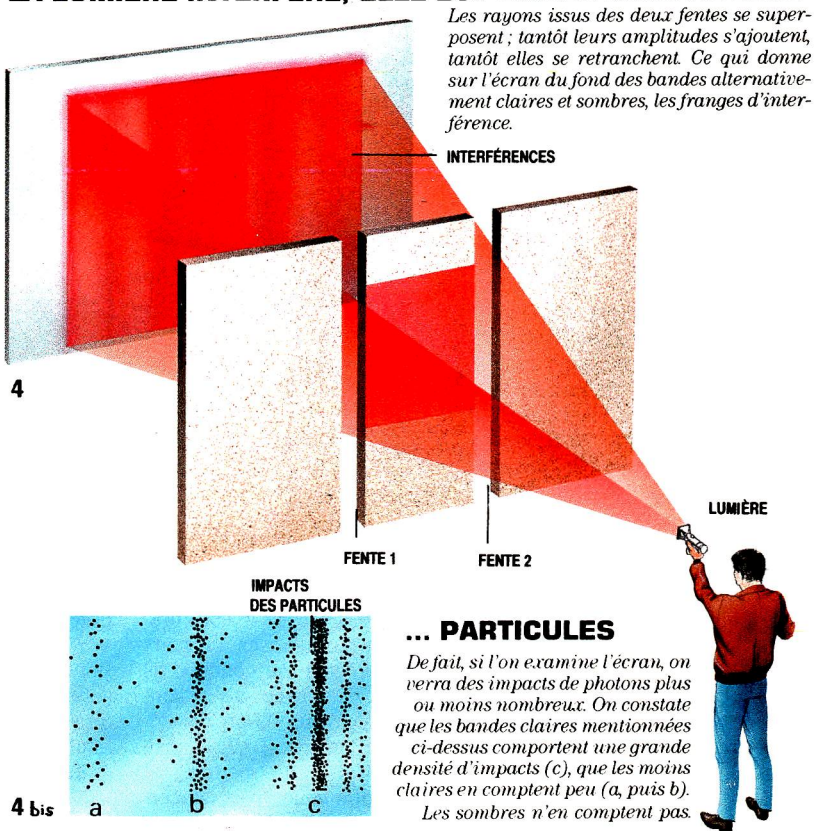
Dans le cas de l'expérience des fentes de Young, Bohr et ses disciples se gardent bien de dire par quelle fente sont passées la ou les particules lorsque les deux voies sont ouvertes car pour eux elles n'ont pas voyagé dans l'espace-temps. De plus, le problème ne se pose pas puisque, conformément au principe de complémentarité, l'aspect corpusculaire ne peut pas coexister avec l'aspect ondulatoire. Quand les deux fentes sont libres, c'est l'aspect ondulatoire qui prévaut puisqu'il y a des

interférences. En conséquence, la seule chose que l'on puisse dire, c'est que l'onde de probabilité passe par les deux fentes ; quant aux particules, elles ne se matérialisent qu'au moment de leur impact sur la plaque photographique.

Telle est l'interprétation classique de la théorie quantique, interprétation connue aujourd'hui sous le sigle CIQM (*Copenhagen Interpretation of Quantum Mechanics*).

• **L'interprétation d'Einstein et de Louis de Broglie.** Pour la différencier de la CIQM, on l'a baptisée SIQM ou interprétation stochastique<sup>(3)</sup> de la mécanique quantique. D'après ce modèle, chaque micro-objet est à la fois, et à tout moment, onde ET particule. L'onde, cette fois, n'est plus seulement une onde de probabilité, c'est-à-dire une sorte de couloir sinueux dans lequel erre le fantôme d'une par-

## LA LUMIÈRE INTERFÈRE, ELLE EST ONDES MAIS AUSSI...



(2) Physicien allemand, naturalisé anglais en 1933. A participé très activement au développement de la mécanique quantique. Prix Nobel en 1954.

(3) Stochastique = aléatoire, qui relève de la statistique. Dans le cas présent, le terme « stochastique » laisse entendre que la théorie suppose l'existence de variables

cachées.



ticule, avec une plus ou moins grande "probabilité de présence" en tel ou tel endroit du couloir, mais une onde véritable, c'est-à-dire un champ physique bien réel qui "porte" la particule comme la vague porte le surfeur sur sa crête (voir nos **dessins 1 et 2** pages 20-21). On voit donc que la particule existe à tout instant, et non pas uniquement au moment où on la mesure, comme dans l'interprétation de Copenhague.

L'onde, selon le modèle stochastique, sert en quelque sorte de guide à la particule (c'est pourquoi Broglie l'a baptisée "onde pilote"), car elle reflète à tout moment les conditions physiques de l'environnement. Elle détermine un potentiel quantique qui infléchit la trajectoire. Reprenons l'image de la vague : sa forme est modifiée lorsqu'elle passe à travers un archipel d'îlots. Eh bien, de la même façon, la forme de l'onde est déterminée par le "paysage" qu'elle traverse, si bien que la particule qu'elle véhicule parvient à "slalomer" entre les obstacles dressés sur sa route. Point essentiel de cette description : la particule suit bien une trajectoire continue, mais cette trajectoire n'est en général pas rectiligne, car, ainsi que nous venons de le voir, elle peut être réfléchie par les modifications des conditions physiques aux limites de l'onde.

Ceci étant, Einstein et Louis de Broglie interprètent l'expérience des fentes de Young de la façon suivante : l'onde passe par les deux fentes et vient interférer sur la plaque photographique. La particule, elle, passe par l'une ou l'autre des deux fentes et poursuit sa trajectoire jusqu'à la plaque, en se laissant guider par le potentiel quantique défini par l'onde qui l'entoure, cette onde résultant elle-même de la superposition des ondes passant par deux fentes. Peut-on savoir à l'avance par quelle fente passera la particule ? Non, car le comportement individuel de chaque particule est aléatoire (stochastique). Cependant la

statistique, en s'appuyant sur un très grand nombre de cas, montre que les deux ouvertures ont des chances égales d'être empruntées.

Pour les partisans de l'interprétation stochastique, si l'on ne peut pas déterminer la position de la particule à tout instant — et par conséquent prévoir par quelle fente elle passera —, c'est parce qu'il nous manque un certain nombre d'informations, qu'ils désignent sous le nom de "variables cachées". Si nous connaissions ces paramètres (position, vitesse, etc.), nous saurions ce qui oblige la particule à passer par une fente plutôt que par l'autre.

De ces deux interprétations opposées, la CIQM et le SIQM, quelle est la bonne ? Les objets de la microphysique sont-ils tantôt ondes, tantôt corpuscules, ou bien à tout moment les deux à la fois ? En l'absence d'argu-

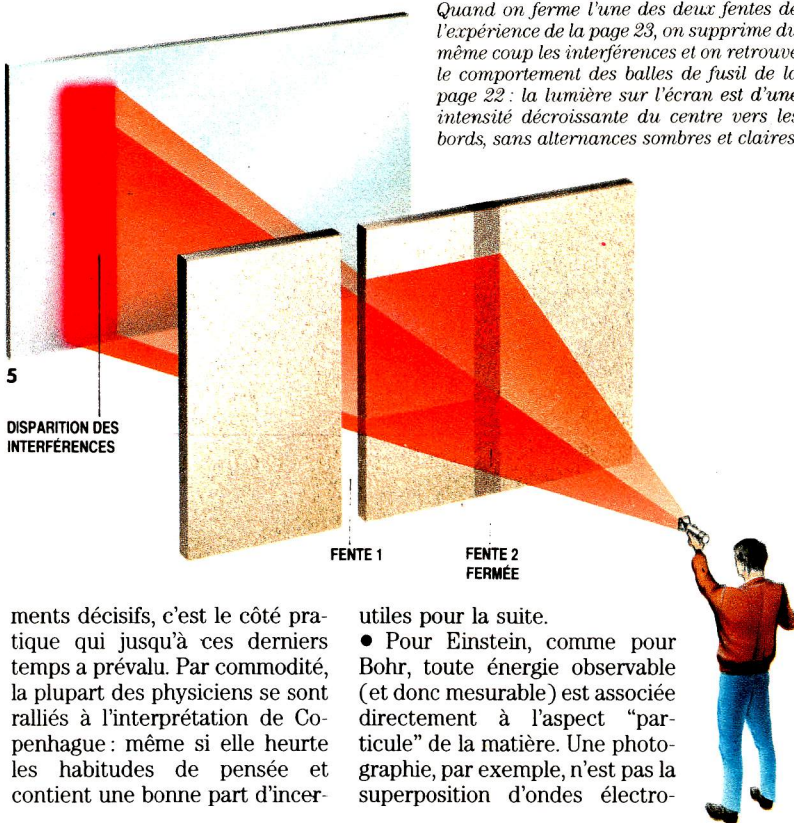
titude, elle a le mérite d'être efficace.

Le modèle stochastique n'en était pas pour autant condamné. Albert Einstein et Louis de Broglie avaient eux aussi de chauds partisans et des continuateurs attentifs qui pensaient que leur interprétation n'avait pas dit son dernier mot et qu'un jour ils auraient les moyens d'en démontrer la pertinence, non point pour détruire le formalisme quantique mais pour le compléter avec les paramètres cachés comportant des actions à distance.

Mais n'anticipons pas, et, avant d'en venir aux derniers développements de ce qui pourrait ne paraître qu'une affaire de conjonction de coordination (onde ET particule, ou bien onde OU particule) et qui est en réalité un débat fondamental de la physique, éclairons et résumons quelques points qui nous seront

## AVEC UNE SOURCE UNIQUE, LA LUMIÈRE N'INTERFÈRE PLUS

*Quand on ferme l'une des deux fentes de l'expérience de la page 23, on supprime du même coup les interférences et on retrouve le comportement des balles de fusil de la page 22 : la lumière sur l'écran est d'une intensité décroissante du centre vers les bords, sans alternances sombres et claires.*



ments décisifs, c'est le côté pratique qui jusqu'à ces derniers temps a prévalu. Par commodité, la plupart des physiciens se sont ralliés à l'interprétation de Copenhague : même si elle heurte les habitudes de pensée et contient une bonne part d'incer-

utiles pour la suite.

• Pour Einstein, comme pour Bohr, toute énergie observable (et donc mesurable) est associée directement à l'aspect "particule" de la matière. Une photographie, par exemple, n'est pas la superposition d'ondes électro-



magnétiques, mais celle de points associés à l'apparition individuelle de graines d'énergie lumineuse baptisées photons. Certes, il existe d'autres réalités dotées d'énergie que les particules : le champ de gravitation par exemple. Mais les énergies de champ ne sont pas directement observables ; on ne peut les mesurer qu'indirectement en évaluant les altérations du mouvement des particules qui sont plongées dans ces champs.

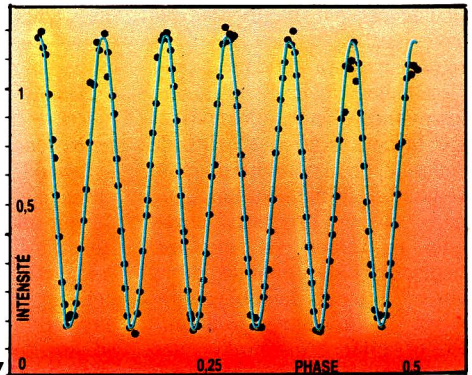
• Pour Bohr et l'école de Copenhague, une particule, en dehors des moments où elle se manifeste comme telle, perd toute matérialité pour n'être plus qu'un paquet d'ondes. En conséquence, il n'est plus possible de lui assigner une position déterminée ; on peut seulement évaluer les chances qu'on a de la trouver dans une certaine portion d'espace. C'est le rôle de la fonction d'onde, formule mathématique qui décrit le comportement de la particule et indique les différentes possibilités de sa présence en tel ou tel endroit de la portion d'espace considérée.

• Pour Bohr et l'école de Copenhague, la fonction d'onde dont nous venons de parler est donnée par une équation : l'équation de Schrödinger. Entre deux observations, le comportement de tout système microphysique obéit donc rigoureusement à cette formule mathématique. Mais, lors d'une observation (ou d'une mesure), l'équation en question cesse brusquement d'être valable, et la fonction d'onde se réduit à l'une des possibilités qu'elle décrit : c'est ce que l'on appelle la "réduction du paquet d'ondes". Une fois l'observation effectuée, la fonction d'onde évolue à partir de cet "état réduit" en obéissant de nouveau à l'équation de Schrödinger, ce qui fait apparaître en général de nouvelles possibilités, et cela jusqu'à la prochaine observation.

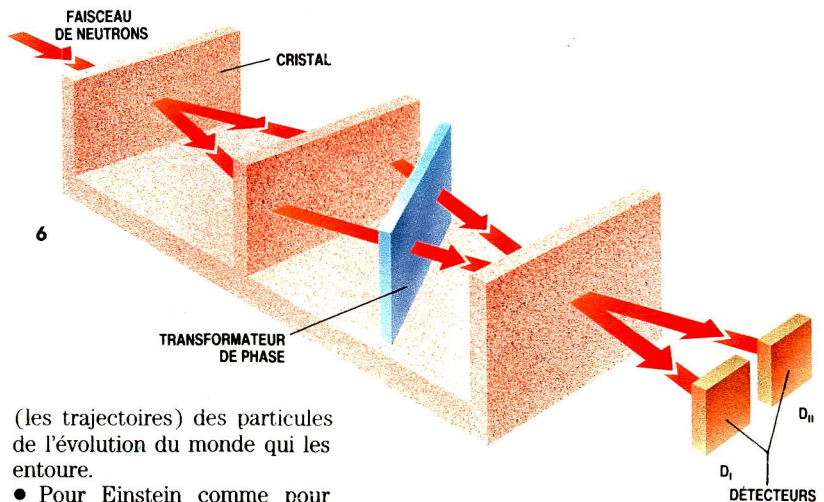
• Pour Broglie comme pour Einstein, l'onde qui accompagne la particule dans ses évolutions n'est pas une simple formule mathématique qui indique une

"probabilité de présence", mais un champ physique réel qui détermine le comportement de la particule de la même façon qu'un champ de gravitation, par exemple, modifie le mouvement des corps qui le traversent. La manière dont l'onde agit sur la particule peut donc être décrite comme résultant d'une distribution de "potentiel quantique" dans l'espace-temps, exactement comme on décrit l'action d'un champ de gravitation par une distribution de potentiel gravitationnel dans l'espace-temps. Pour prendre une image, l'onde guide la particule à travers les dédales du potentiel quantique, comme l'eau entraîne le fétu de paille par le chemin de meilleure pente à travers les accidents du terrain. L'existence d'ondes de champ réelles et d'un potentiel quantique qui reflète l'évolution du milieu dans lequel se meuvent les particules, constitue une grande nouveauté dans la prescription des mouvements de la matière au niveau quantique. Désormais, si l'on suit Broglie et Einstein, on ne peut plus séparer le comportement

## LES NEUTRONS AUSSI INTERFÉRENT...



La preuve : l'existence de franges d'interférence, que traduit cette courbe établie à partir du nombre de neutrons enregistrés sur un détecteur. Les pics représentent un maximum d'impacts ; les creux, un minimum. L'expérience est faite avec un dispositif analogue dans son principe aux fentes de Young. Un premier cristal scinde en deux faisceaux ( $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ ) le paquet d'ondes représentant un neutron (en mécanique quantique toute particule est représentée par un paquet d'ondes). Un second cristal joue le rôle des fentes de Young. Un transformateur de phase décale un des deux faisceaux par rapport à l'autre. Un dernier cristal recombine les deux faisceaux, détectant la particule sur l'un ou l'autre des deux détecteurs  $D_I$  et  $D_{II}$ .



(les trajectoires) des particules de l'évolution du monde qui les entoure.

• Pour Einstein comme pour Broglie, la matière, l'espace et le temps conservent une réalité objective. Pour eux, "si tous les êtres vivants et pensants venaient à disparaître, les étoiles n'en poursuivraient pas moins leurs mouvements." Toutefois, conformément à la théorie de la relativité, temps et espace (donc

vitesse) ne sont pas indépendants, car, selon des formules données par Lorentz, les distances raccourcissent et le cours du temps se ralentit quand l'observateur change de vitesse. De plus, tout mouvement se produit en avant dans le temps (il n'y a pas de retour en arrière), et



l'évolution d'un système de particules est par nature irréversible. Il est gouverné par des lois rigoureusement déterministes (les mêmes causes entraînent les mêmes effets), qui reposent sur la conservation absolue de l'énergie, de la quantité de mouvement et du moment cinétique dans tous les processus physiques individuels (si une particule perd de l'énergie, de la vitesse, etc., cela doit obligatoirement se retrouver ailleurs). Enfin, pour Einstein comme pour Broglie, l'ordre d'une séquence d'événements dans la vie d'une particule est le même pour tous les observateurs. En terme de logique, on dira que l'ordre des causes et des effets s'impose à tous, même si leur écart dans le temps peut varier en fonction des vitesses relatives entre l'observateur et l'observé.

● Pour Bohr et l'école de Copenhague, au contraire, il n'y a pas de réalité objective en physique puisque les micro-objets n'existent pas en dehors et indépendamment des mesures qui les définissent. De plus, la réduction instantanée du paquet d'ondes dans tout processus de mesure signifie qu'aucun autre observateur ne pourra plus détecter le micro-objet mesuré. Enfin, Bohr et ses disciples ont introduit l'idée que l'énergie, la quantité de mouvement et le moment cinétique ne sont pas forcément conservés dans tous les processus individuels, mais seulement en moyenne sur un ensemble statistique de processus identiques. Comme le disait Heisenberg, voulant marquer ce qui le séparait d'Einstein, « la loi de causalité n'est pas applicable en théorie quantique, et la loi de conservation de l'énergie n'est plus vraie pour les particules élémentaires ».

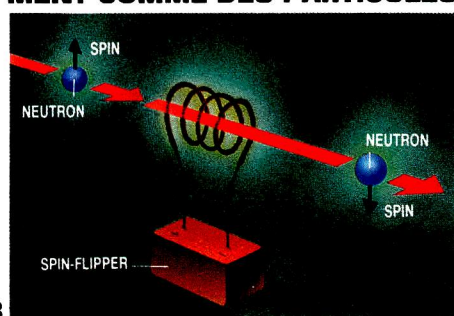
Comme on le voit, sur au moins deux points essentiels — le déplacement des particules dans l'espace-temps et l'universalité des lois de conservation de l'énergie —, il y a un conflit ouvert entre la théorie de la relativité d'Einstein et la théorie quan-

tique telle que l'interprète Niels Bohr. Plus profondément, il y a même deux visions contradictoires et apparemment inconciliables de la nature du monde réel et de la valeur de la connaissance scientifique.

Cela dit, un certain nombre de physiciens ne désespèrent pas de voir un jour tranché le débat Bohr-Einstein. Selon eux, c'est l'expérience qui décidera du sort des interprétations, à commencer par celles qui ont trait à la dualité onde-particule. Or, précisément, sur ce point, ce qui se passe actuellement à Grenoble est d'une importance capitale.

La grande nouveauté aujourd'hui, c'est que, grâce aux progrès de la technique, on peut réaliser en laboratoire les fameuses "expériences de pensée", c'est-à-dire les expériences fictives que Bohr, Einstein et leurs disciples respectifs

## ... MAIS ON LES DÉCRIT ÉGALEMENT COMME DES PARTICULES

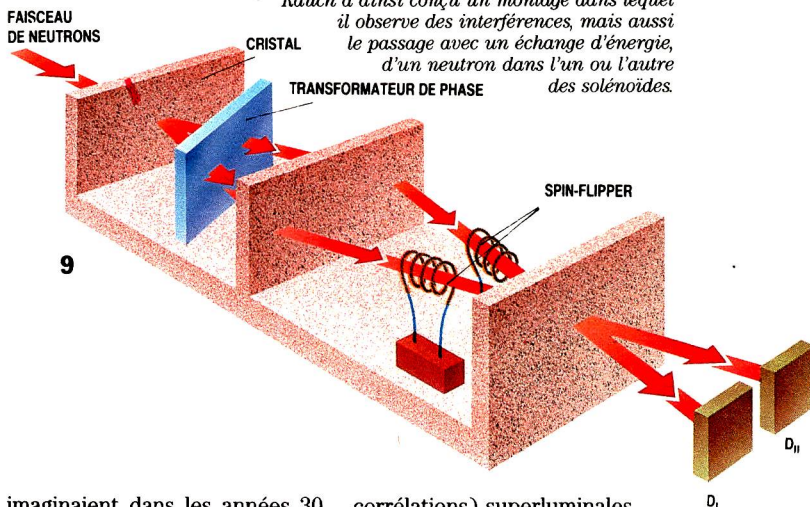


8 En passant dans un "spin flipper" (un solénoïde), le neutron se comporte en particule : il inverse l'orientation de son spin en cédant de l'énergie (par échange d'un photon avec le dispositif de l'expérience).

paires de particules corrélées, concluaient au caractère incomplet de la physique quantique. En l'occurrence, les faits ont, semble-t-il, donné raison au formalisme quantique le plus rigoureux, en y ajoutant toutefois la notion d'interactions (ou de

## PEUT-ON OBSERVER LES NEUTRONS À LA FOIS COMME ONDE ET PARTICULE ?

En ajoutant deux "spin flippers" à son interféromètre, Rauch a ainsi conçu un montage dans lequel il observe des interférences, mais aussi le passage avec un échange d'énergie, d'un neutron dans l'un ou l'autre des solénoïdes.



9 imaginaient dans les années 30 pour illustrer leur point de vue ou défendre leur position. C'est ainsi, par exemple, que les célèbres expériences d'Alain Aspect (\*) ont permis en 1983 de faire avancer de façon décisive le débat ouvert en 1935 par Einstein, Podolski et Rosen, qui, à propos du comportement de

corrélations) superluminales.

De la même façon, l'emploi de neutrons dans des expériences de type fentes de Young (figures d'interférences produites par des neutrons isolés) permet de poser en termes concrets des questions que les "expériences de pensée" ne sont pas capables de résoudre, telle celle du



chemin emprunté par des photons isolés (passent-ils par une fente seulement, ou par les deux à la fois ?).

S'il est devenu possible de réaliser une expérience de Young avec des neutrons, c'est parce qu'aujourd'hui on sait :

1. produire des monocristaux macroscopiques (de 5 à 10 centimètres) et pratiquement parfaits de silicium très pur (au moins à 99 %), dont on utilise les plans cristallins internes (dits plans de Bragg) pour faire interférer un neutron avec lui-même ;
2. détecter et compter les neutrons un à un ;
3. mesurer avec une extrême précision la valeur ainsi que l'orientation de spin de chaque neutron (le spin, rappelons-le, peut être comparé de façon très approximative au mouvement de rotation de la particule sur elle-même, et l'orientation du spin à l'axe de cette rotation) ;
4. agir sur ce spin, qui est parallèle au moment magnétique du neutron, à l'aide de champs magnétiques (les neutrons, bien que dépourvus de charge électrique — d'où leur nom —, possèdent néanmoins, du fait qu'ils contiennent des sous-particules — des quarks — de charges opposées, un moment magnétique individuel qu'il est possible d'orienter au moyen d'un champ magnétique) ;
5. mesurer non seulement l'impulsion (c'est-à-dire la vitesse) des neutrons et leur énergie individuelle, mais même les changements liés au changement d'orientation de leur moment magnétique lorsqu'ils sont soumis à un champ magnétique extérieur.

Partant de là, plusieurs expériences d'interférences de neutrons ont été menées ces dernières années. Les plus connues sont l'œuvre d'un groupe de physiciens autrichiens de l'université de Vienne, dirigé par le Pr Rauch et composé notamment des Prs Badurek, Zeilinger et Zummhamer. Afin de bénéficier de certaines facilités, comme la mise à disposition d'une source de neutrons, cette équipe tra-

vaille à l'institut franco-allemand Laue-Langevin de Grenoble.

Le montage adopté par Rauch repose sur une idée ancienne, déjà mise en pratique par Bonse pour faire de l'interférométrie avec des rayons X. Elle consiste à découper dans un cristal unique de silicium trois parallélépipèdes parfaitement alignés, en prenant soin de laisser assez de matière pour les soutenir. Comme il s'agit d'un cristal unique, on est assuré que les plans internes (les plans de Bragg) sont eux aussi exactement alignés dans les trois parallélépipèdes, ce qui garantit la cohérence du système, pour peu que l'appareil soit isolé des vibrations et placé dans une enceinte à température constante.

Voyons maintenant comment fonctionne ce dispositif. Des neutrons monocinétiques (ayant tous la même vitesse) sont envoyés un à un dans l'appareil, séparés par un intervalle de temps tel qu'il n'y en ait qu'un à la fois à parcourir le circuit. Chaque neutron pénètre dans le premier parallélépipède sous forme de paquet d'ondes. Ce paquet d'ondes incident  $\psi_i$ , lorsqu'il est envoyé selon un certain angle sur le cristal, se scinde en deux paquets,  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ , qui, après avoir suivi deux chemins différents (**dessin 6** page 25), viennent se rejoindre dans le troisième parallélépipède. Là,  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$  se superposent et interfèrent, si bien que chacun des deux faisceaux qui sortent de ce troisième parallélépipède contient une contribution de  $\psi_I$  et de  $\psi_{II}$ . Enfin, deux détecteurs de neutrons,  $D_I$  et  $D_{II}$ , accueillent les faisceaux de sortie et indiquent dans lequel se trouve la particule.

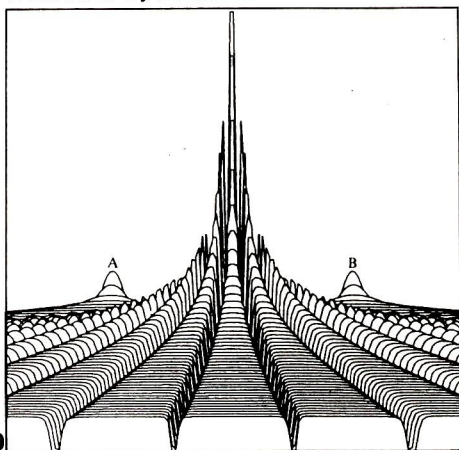
Afin de pouvoir faire varier les figures d'interférences, une plaque de cristal de silicium est disposée entre deux parallélépipèdes. Cette plaque est mobile et, en la tournant, on crée une plus ou moins grande différence de phase en  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$  (cette différence de phase équivaut en fait à une différence de chemin optique dans un interféromètre

optique).

Le calcul quantique montre — et une première série d'expériences menées par Rauch l'a confirmé — qu'une variation de la différence de phase entre  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$  entraîne une variation du nombre des neutrons décelés respectivement par chacun des deux détecteurs. Si bien que, en faisant tourner la plaque transformatrice de phase, on peut avantager alternativement l'un ou l'autre détecteur.

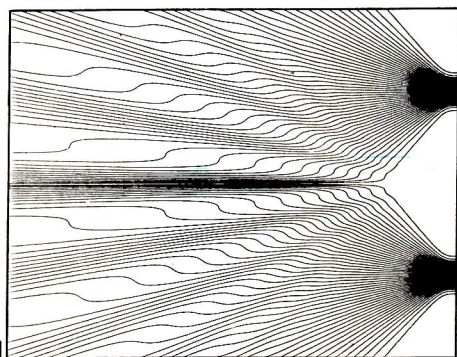
A partir de cette constatation, Rauch et son équipe ont

## SI OUI, IL FAUT UN NOUVEAU CONCEPT, PERMETTANT...



10 Le potentiel quantique créé par l'onde pilote qui accompagne la particule agit sur celle-ci comme le potentiel gravitationnel agit sur une planète. On voit ici sa forme dans une expérience de fentes de Young.

## ... UNE DESCRIPTION OBJECTIVE



11 Dans le modèle de Vigier, toute particule a une trajectoire bien réelle. Ainsi dans la même expérience de fente de Young, le calcul par ordinateur permet de représenter les trajectoires suivies par les particules après passage à travers les fentes A et B jusqu'à gauche de la figure, où elles se concentrent en franges d'interférence.

construit la courbe représentant le nombre des neutrons enregistrés par unité de temps sur l'un des détecteurs au fur et à mesure que croît et décroît la différence de phase entre  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ . Ils ont obtenu la remarquable courbe d'interférence reproduite sur le **dessin 7** courbe parfaitement conforme aux prévisions établies par le formalisme de la mécanique quantique.

Le fait essentiel de cette première série d'expériences, c'est qu'elles nous font pour ainsi dire toucher du doigt l'étrange comportement des neutrons, qui, en fin de compte, interfèrent avec eux-mêmes, puisque, rappelons-le, il n'y a jamais plus d'un neutron à la fois dans l'appareil. Chaque neutron émis par la source est enregistré, soit dans le détecteur  $D_I$ , soit le détecteur  $D_{II}$ , par un "click" unique. Il n'y a jamais de demi-"clicks" ni de "clicks" simultanés dans les deux détecteurs à la fois. La répartition des "clicks" entre les deux détecteurs, tantôt au bénéfice de l'un, tantôt au bénéfice de l'autre, correspond exactement à la répartition des photons sur certaines franges seulement, à la sortie d'un interféromètre optique. Dans les deux cas, on constate que les inégalités de distribution proviennent de facteurs (comme la différence de chemin ou la différence de phase) qui concernent, non pas directement la particule, mais les deux paquets d'ondes  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ .

D'autre part, faite avec des neutrons polarisés (c'est-à-dire des neutrons dont le spin est orienté dans une direction donnée par un champ magnétique extérieur), cette expérience a donné des résultats absolument conformes aux prévisions de la théorie quantique. Chaque neutron qui entre dans l'appareil avec un spin orienté disons vers le haut, en ressort toujours pointé vers le haut.

Pour l'école de Copenhague, l'interprétation de ce type d'expérience est la suivante : le neutron est d'abord particule lorsqu'il est émis dans la pile ; mais,

## LE PR RAUCH : « ... ALLER PLUS LOIN QUE L'ÉCOLE DE COPENHAGUE »



Le Pr Rauch, physicien autrichien qui dirige les expériences d'interférences de neutrons à Grenoble.

Les expériences de mécanique quantique posent généralement plus de questions qu'elles n'amènent de réponses. L'expérience d'Aspect a testé la validité de la mécanique quantique ; mais en montrant du même coup deux photons qui semblent se communiquer instantanément (du moins à vitesse supraluminique) une information (sur leur polarisation). Comment, pourquoi, que devient l'espace ? Il n'y a pour l'instant aucune réponse satisfaisante. L'expérience de Rauch montre des effets quantiques prévus par la théorie.

Bravo donc pour la mécanique quantique ; mais voilà un neutron qui se comporte comme une particule en passant par l'une des deux bobines du dispositif, mais qui semble aussi connaître la position physique de l'autre bobine puisque les interférences sont conservées ! L'interprétation de Jean-Pierre Vigier devient alors très séduisante puisque son potentiel quantique explique ces phénomènes. Séduira-t-elle la communauté des théoriciens ?

C'est loin d'être évident. D'abord, répétons-le, parce que la théorie quantique traditionnelle, dans son imperfection, prévoit quand même le résultat de l'expérience. Ensuite, parce qu'il faudrait trouver l'origine de ce potentiel quantique. Enfin parce que la théorie de Vigier repose sur une assertion — seule une particule peut échanger de l'énergie — que certains physiciens considèrent comme fausse.

dès qu'il sort de cette pile, et tout au long de son parcours dans l'interféromètre, il n'est plus qu'une onde, c'est-à-dire qu'il est représenté successivement par  $\psi_I$ , puis par  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ , puis par les deux faisceaux qui se dirigent vers  $D_I$  et  $D_{II}$  ; enfin, il se manifeste de nouveau comme particule en déclenchant un "click" dans  $D_I$  ou dans  $D_{II}$ , où il arrive avec la même énergie qu'au départ et avec la même orientation de spin.

Pour les partisans du modèle stochastique, l'interprétation est nettement différente : le neutron est bel et bien présent dans le paquet d'ondes incident ; lors de

la scission de ce paquet en deux faisceaux, il se glisse dans le faisceau  $\psi_I$  ou dans le faisceau  $\psi_{II}$  (l'autre faisceau demeurant une onde réelle, mais vide de particule). Après interférence des deux faisceaux dans le troisième parallélépipède, le neutron emprunte soit le rayon qui se dirige vers le détecteur  $D_I$ , soit celui qui va vers  $D_{II}$ , la voie choisie dépendant de l'inclinaison de la plaque transformatrice de phase et de la position du neutron dans l'onde.

Au cours d'une seconde série d'expériences, qui ont eu lieu récemment, et toujours à Grenoble, Rauch a introduit un élé-

« La forme n'est souvent qu'une mise en scène qui déforme » écrivait Léautaud. Le comportement de nos neutrons et autres constituants de la matière s'adapte diablement à cette définition. C'est peut-être pour cela que le Pr Rauch, dans l'entretien qu'il nous a accordé, se montre aussi prudent quant à une interprétation de son expérience...

**S & V** — Pour vous, expérimentateur, quel est l'intérêt de cette expérience ?

**Pr Rauch** — D'abord elle montre des phénomènes quantiques macroscopiques, c'est-à-dire des effets habituellement réservés aux échelles atomiques et que l'on observe ici sur une distance de 10 centimètres. Ensuite, tout l'intérêt de cette expérience, proposée par Vigier, est de tester ou plutôt d'essayer de tester une interprétation de la mécanique quantique. Précisément de montrer si des neutrons se comportent comme des particules dans un interféromètre où usuellement ils se comportent en ondes.

**S & V** — Est-ce qu'elle permet de trancher entre Bohr et Einstein ?

**Pr Rauch** — C'est la question la plus délicate parce que les prédictions sur le résultat de l'expérience sont identiques selon l'école de Copenhague et l'école Einstein, Broglie, Vigier. Il me semble malgré tout que Vigier a de très forts arguments pour étayer sa thèse. Mais je n'en jugerais pas. Mon équipe et moi-même sommes des expérimentateurs.



## HAGUE »

lateurs : nous avons vu des interférences tout en étant certains qu'il y a échange d'énergie entre le neutron et l'une ou l'autre bobine à l'intérieur de l'interféromètre. Voilà ce que l'on peut dire. Maintenant, si l'on accepte l'idée, comme l'affirme Vigier, que tout transfert d'énergie est associé à un comportement de particule, alors on est forcé de conclure que le neutron est à la fois onde et particule dans l'interféromètre. Mais c'est un problème qui concerné les théoriciens et les philosophes.

**S & V** — Est-ce que votre expérience montre des effets non locaux ?

**Pr Rauch** — L'échange d'énergie entre le neutron et la bobine par l'intermédiaire d'un photon est un effet local. Mais dans la mesure où il y a des interférences, il y a aussi un effet non local puisque le neutron « connaît » la position physique de l'autre bobine. Il est donc difficile de conclure à un effet purement local ou non local. Vigier interprète cela en postulant l'existence d'un potentiel quantique, ce qui a l'avantage de fournir une description déterministe de l'expérience tout en l'expliquant sans problème. Mais cela entraîne une nouvelle question : comment est créé ce potentiel ?

**S & V** — Mais ce type de théorie vous attire-t-il ?

**Pr Rauch** — Je voudrais avoir une description plus fonctionnelle de ce que j'observe ; j'aimerais une

théorie déterministe, mais je reste très sceptique quant à sa possibilité. Quoi qu'il en soit, aussi longtemps que le formalisme des deux interprétations sera le même, les gens pourront l'utiliser pour soutenir l'une ou l'autre. Il n'y a que sur l'interprétation qu'il y a discussion. Tout le problème est de tester réellement la mécanique quantique en essayant de voir une violation.

**S & V** — Allez-vous affiner votre expérience ?

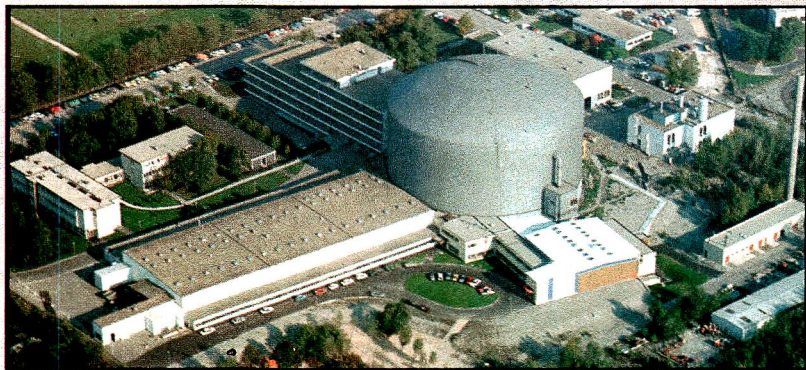
**Pr Rauch** — Nous discutons actuellement la possibilité de ce que j'appellerais une « mesure douce ». Je veux dire une mesure sans réduction du paquet d'ondes, sans absorber la particule ou sans détruire la fonction d'onde. C'est peut-être possible en utilisant un autre système quantique : l'interféromètre à neutrons est un système quantique et il suffirait peut-être

de le coupler, non plus à une bobine, mais à un SQUID pour obtenir une nouvelle forme de mesure.

**S & V** — Avez-vous l'impression qu'une théorie plus puissante que la mécanique quantique va se développer ?

**Pr Rauch** — Je l'espère. Les physiciens essaient toujours de bouger les théories. Mais jusqu'ici la mécanique quantique s'est avérée excellente. Maintenant, je constate qu'il y a un mouvement et des discussions pour aller plus loin que l'école de Copenhague ; parce que je pense que l'école de Copenhague a réellement essayé de stopper toute discussion sur la mécanique quantique. En gros, elle affirmait que la mécanique quantique était complète et qu'il n'y avait rien de plus à discuter. Je pense évidemment que ce n'est pas le bon point de vue.

A l'Institut Laue-Langevin, le réacteur à flux neutronique qui a permis l'expérience du Pr Rauch et de son équipe (Badurek et Tüping).



ment supplémentaire dans son montage, sous la forme d'un dispositif que les Américains dénomment "spin-flipper" et que l'on pourrait appeler un "inverseur de spin". Ce dispositif, composé d'un solénoïde (**dessin 8**) relié à un oscillateur, a la propriété de faire basculer de 180 degrés le spin des neutrons qui le traversent, avec une efficacité mesurée de plus de 99,6 %. En clair, un neutron qui arrive dans le "spin-flipper" avec un spin orienté vers le haut, en ressort avec un spin orienté vers le bas. De plus, au cours de l'opération, il échange avec le solénoïde un photon, c'est-à-dire qu'il perd un

quantum d'énergie.

A la suggestion des théoriciens de l'institut Henri-Poincaré de Paris (Kyprianidis, Dewdney, Gueret, Holland, Garuccio et Vigier), le Pr Rauch a intégré deux "spin-flippers" au montage décrit précédemment, de telle sorte que les deux paquets d'ondes en traversent chacun un avant de venir se superposer et interférer dans le troisième parallélépipède (**dessin 9**).

L'expérience, une fois encore, a confirmé les prévisions de la théorie quantique : chaque neutron voit bel et bien son spin basculer de 180° lorsqu'il traverse l'un ou l'autre "spin-

flipper" ; cela ne l'empêche nullement d'interférer avec lui-même, comme précédemment. En outre, il a perdu dans l'opération un quantum d'énergie, par échange d'un photon avec le solénoïde du "spin-flipper".

Reste maintenant à tirer la leçon de cette seconde série d'expériences. On peut en résumer les conditions et les résultats par les 7 propositions suivantes :

1. Le processus d'expérimentation ne met en œuvre qu'un seul neutron à la fois, c'est-à-dire qu'il n'y a jamais plus d'un neutron dans le dispositif d'interférence.
2. Chaque neutron entre dans

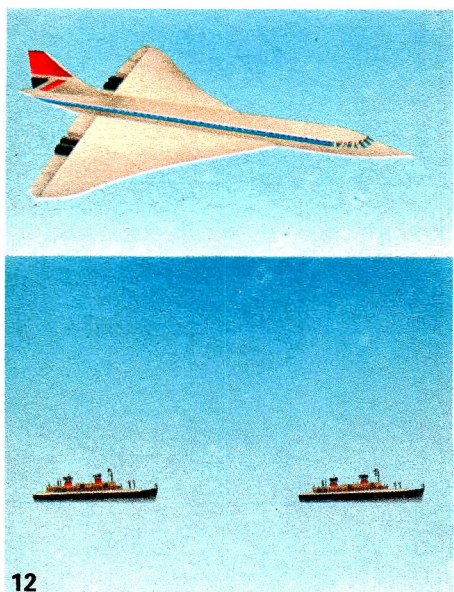


l'appareil avec son spin orienté vers le haut, parallèlement au champ magnétique constant dans lequel baigne le dispositif.

3. A la sortie de l'appareil, chaque neutron mesuré par l'un ou l'autre des détecteurs a son spin orienté vers le bas, c'est-à-dire antiparallèlement au champ magnétique ambiant. Chaque fois, il a perdu un quantum identique d'énergie ;

4. Si l'on admet

a) avec Einstein et de Broglie que l'énergie et l'impulsion (le produit de la masse par la vitesse sont toujours conservées dans les microprocessus individuels



**La vision classique du monde** (celle de la relativité) ressemble à celle d'un passager du Concorde survolant la surface (apparemment lisse) de la mer et analysant le comportement des paquebots.

où il y a échange d'énergie, c'est-à-dire, en l'occurrence, que le quantum perdu par le neutron doit se retrouver dans le photon échangé avec le solénoïde ;

b) avec Einstein et Bohr que tout échange d'énergie est lié à l'aspect particule de la matière ;  
c) avec Bohr et Einstein que, dans un processus individuel d'échange d'énergie, on ne peut pas diviser les quanta (un photon n'est pas divisible en demi-photon), alors il faut admettre (toujours si

l'on veut conserver l'énergie-impulsion) que l'échange d'énergie, et par conséquent la présence du neutron en tant que particule, n'a pu avoir lieu que dans le "spin-flipper" n° 1 ou le "spin-flipper" n° 2, mais pas dans les deux à la fois.

5. L'expérience ayant apporté la preuve que chaque neutron vient se localiser individuellement sur la courbe d'interférence, c'est-à-dire, en raison de la proposition n° 1 énoncée plus haut, qu'il interfère avec lui-même au sens où Dirac l'entendait, on peut conclure, selon les termes mêmes de Rauch, qu'« à l'endroit de la superposition des ondes, chaque neutron dispose de l'information qu'il y a eu deux voies liées,  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ , dans la traversée de l'interféromètre, trajectoires dont la différence de phase oblige ledit neutron à se diriger soit vers le détecteur n° 1, soit vers le détecteur n° 2 ».

6. De la combinaison des points 4 et 5 exposés ci-dessus, il résulte qu'entre la source et les détecteurs, les neutrons se manifestent à la fois comme onde (à cause de l'interférence) et comme particule (à cause de la perte d'énergie). Autrement dit, ils sont simultanément onde ET particule.

7. Il ressort du point précédent qu'entre la source et l'observation (le détecteur), la description en termes d'ondes ( $\psi_I$ , puis  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$ ) n'est pas complète puisqu'elle passe sous silence le fait que chaque neutron s'est manifesté dans le "spin-flipper" n° 1 ou le "spin-flipper" n° 2. Comme le dit encore Rauch, « cette expérience montre explicitement que les propriétés d'interférence des faisceaux  $\psi_I$  et  $\psi_{II}$  peuvent être préservées même quand un échange réel d'énergie a lieu, ce qui est intuitivement un processus de mesure ». Or, souvenons-nous que, pour l'interprétation de Copenhague, toute mesure entraîne automatiquement la réduction du paquet d'ondes ; que donc l'apparition du neutron au

"spin-flipper" n° 1 ou n° 2 devrait faire instantanément disparaître le faisceau  $\psi_{II}$  ou  $\psi_I$  et, par voie de conséquence, empêcher la production d'interférence.

Cela dit, empressons-nous d'ajuster que les résultats des expériences de Rauch ne remettent nullement en question la valeur du formalisme de la mécanique quantique, puisque, avant même leur vérification expérimentale, ces résultats avaient été prévus par l'application de ce formalisme. Ce qui est en cause, c'est seulement l'interprétation qu'a donnée l'école de Copenhague de la théorie quantique, et plus particulièrement le concept de réduction du paquet d'ondes par toute opération de mesure. Le formalisme quantique est juste, mais dans cette expérience le prix à payer par la CIQM est l'abandon du principe de conservation de l'énergie-impulsion dans chaque processus individuel.

Dans l'interprétation stochastique d'Einstein et de Louis de Broglie, en revanche, la mesure ne provoque par la réduction des paquets d'ondes. L'aspect particule du neutron voyage dans le paquet  $\psi_I$  ou le paquet  $\psi_{II}$  suivant la position que la particule occupait dans le paquet incident  $\psi_I$  avant que celui-ci soit scindé en deux dans le premier parallépipède. Ceci étant, les deux sous-paquets résultant du fractionnement de  $\psi_I$  existent objectivement pendant la traversée de l'interféromètre, même celui qui ne transporte pas le neutron. Lorsque ce dernier échange un photon avec l'un des "spin-flipper", les deux faisceaux d'ondes ne subissent aucune altération, si bien qu'ils viennent normalement se superposer dans le troisième parallépipède, produisant les interférences que l'on sait.

Sous réserve que des expériences ultérieures — et leur analyse théorique — confirment les résultats obtenus par Rauch à Grenoble, il est d'ores et déjà possible d'en tirer certaines conséquences, et même de spé-





Jean-Pierre  
Vigié,  
directeur  
de recherches  
au CNRS.

culer sur les perspectives que ces résultats sont susceptibles d'ouvrir tant sur le plan théorique que sur le plan expérimental. Nous nous bornerons pour le moment à faire trois remarques.

La première remarque est que, comme nous le disions plus haut, les expériences de Rauch n'infirment en aucune manière la validité des prédictions statistiques obtenues à l'aide du formalisme mathématique de la théorie quantique : elles enrichissent au contraire cette théorie en y introduisant la notion de trajectoire réelle déduite de ce même formalisme. En d'autres termes, alors que, dans l'interprétation classique de la théorie quantique, la notion de trajectoire n'a pas de sens, puisque le neutron, en dehors des moments où il est observé, n'est pas une particule matérielle, mais seulement une onde, et qui plus est une onde de probabilité, les expériences de Rauch suggèrent que ce même neutron existe constamment à la fois sous forme d'onde (décrite par l'appareil mathématique de la théorie quantique) et sous forme de corpuscule, auquel on peut assigner une trajectoire.

La réintroduction dans la mécanique quantique de la notion de trajectoires objectives suivies par les particules dans l'espace-temps réel a une portée considérable. Par exemple, ainsi que l'a remarqué Louis de Broglie, elle fait sauter l'une des principales barrières qui séparent la vision matérialiste et déterministe du monde qu'avait Einstein, de l'interprétation plus idéaliste, acausale, proposée par l'école de Copenhague. Il devient même possible, à partir de là, d'envisager la fusion de la théorie quantique et de la théorie de la relativité générale en une théorie unique — ce qui était le rêve d'Einstein, mais qu'il n'est pas parvenu à réaliser. Il suffirait

pour cela de remplacer, à l'échelle des phénomènes microscopiques, le caractère régulier du champ gravitationnel tel que le définissait Einstein, par le concept de potentiels gravitationnels déterminant des champs qui fluctuent aléatoirement et reproduisent les propriétés du potentiel quantique. On peut illustrer cette double façon de voir les choses par l'image suivante, proposée par Louis de Broglie lui-même : la vision classique du monde (celle de la relativité) ressemble à celle d'un observateur qui survole l'océan en Concorde à 10 000 mètres d'altitude et analyse le comportement de gros paquebots sur une surface qui lui paraît courbe et parfaitement lisse (*figure 12*) ; la vision quantique, elle, s'apparente davantage à celle d'un observateur installé dans un hélicoptère volant au ras des flots, et qui étudie le comportement de petits canots (*figure 13*) constamment balotés par une mer violemment agitée (mais dont les vagues, bien entendu, ne sont pas perceptibles par le passager du Concorde). La mer apparemment d'huile vue de très haut, c'est le champ de gravitation observé à notre échelle ; la surface agitée de vagues incessantes, c'est le champ de gravitation vu à l'échelle de la microphysique.

La deuxième remarque est que, pour justifier l'existence d'ondes pilotes réelles qui accompagnent dans leur mouvement (leur trajectoire) les aspects "corpuscules" de la matière, il faut considérer que le vide des physiciens n'est pas vide, mais qu'il possède une réalité matérielle objective. Quelle est cette réalité ? Sans entrer dans des détails fastidieux, disons que le vide pourrait être rempli de particules subquantiques, distribuées de façon telle qu'elles sont absolument indiscernables. Ces particules, en outre, seraient animées de mouvements chaotiques violents. Partant de cette hypothèse, les ondes pilotes peuvent alors être interprétées comme des mouve-

ments collectifs organisés qui se propagent dans le chaos du vide, exactement comme les ondes sonores sont des mouvements collectifs organisés qui se propagent dans le chaos des molécules de l'air qui nous entoure.

Un tel "vide subquantique", version moderne de l'éther, a déjà été proposé sous diverses formes par Bohm, Dirac, de Broglie ou le physicien indien Sudarshan. En revanche, il n'existe pas dans l'interprétation de Copenhague, pour laquelle, nous l'avons dit, les ondes sont seulement des ondes de probabilité. Pourtant cette hypothèse



**La vision quantique du monde** est davantage comparable à celle du passager d'un hélicoptère, volant au ras d'une mer violemment agitée et étudiant le comportement de canots malmenés par les vagues.

d'un vide "habité" n'est nullement en contradiction avec la théorie quantique ; on peut même dire qu'elle en éclaire les principes. En effet toute particule oscillante plongée dans un tel milieu y engendre une perturbation en forme d'onde, comme l'avion volant à Mach 1 engendre dans l'air ambiant une onde sonore qui accompagne sa progression. D'où l'existence d'ondes physiques réelles (les ondes de Broglie) qui accompagnent les particules. Mais, ne

(suite du texte page 148)



# POUSSIÈRE D'ÉTOILES

**DEUX PHYSICIENS FRANÇAIS ONT**

**DÉCOUVERT** dans le spectre infrarouge de notre ciel, les traces d'agrégats de quelques dizaines d'atomes de carbone. Ceux-ci seraient les plus abondants parmi les molécules organiques interstellaires. Cette découverte permettra peut-être de résoudre la plus vieille énigme de la spectroscopie astronomique.

**E**lles avaient été baptisées "raies infrarouges en émission non identifiées", des OVNI en quelque sorte ! "Elles", c'est-à-dire cinq émissions infrarouges apparaissant toujours ensemble et provenant de diverses nébuleuses et galaxies. Connues depuis 1973, ces raies spectrales laissaient perplexes les astronomes ; aucune explication satisfaisante n'avait été proposée. Du moins jusqu'à ce que l'année dernière deux chercheurs français, Alain Léger et Jean-Loup Puget (1), découvrent que ces rayonnements étaient émis par des agrégats carbonés, formés d'une cinquantaine d'atomes. En fait, des molécules ressemblant diablement au graphite et plus exactement à du graphite entouré d'hydrogène. Or, on pensait que de telles molécules, planes et cycliques (se refermant en boucle), n'existaient pas dans l'espace. C'était déjà étonnant mais ça l'est devenu plus encore quand les chercheurs ont déterminé, en mesurant leurs flux infrarouges, que ces agrégats représentaient selon toute vraisemblance les molécules organiques les plus abondantes de l'Univers ! Cent fois plus que les molécules du

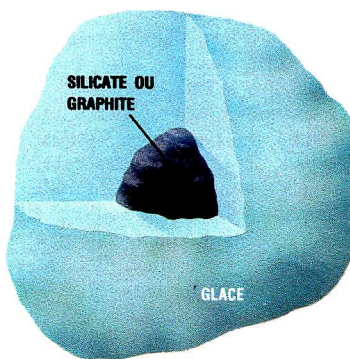
même type jusque là détectées dans le vide intersidéral.

Car celui-ci, rappelons-le, est plus une licence poétique qu'une réalité physique. Entre les étoiles il y a de la matière, disons plutôt des poussières. Pas de quoi en faire des ponts — la densité moyenne dans la voie lactée est d'un atome par  $\text{cm}^3$  — mais tout de même : toujours dans la voie lactée, ces poussières représentent environ 10 % de la masse des étoiles. Ce n'est pas rien !

Alors, de quoi sont-elles faites ? Essentiellement d'hydrogène et d'hélium ; à l'état gazeux parce que la température qui règne dans l'espace — 3° Kelvin donc - 270° Celsius — pour aussi basse qu'elle soit, est

encore trop haute pour que ces gaz se condensent et se solidifient. Mais il existe cependant de petits objets solides : d'abord de minuscules particules congelées, les grains interstellaires (**voir dessin ci-dessous**). D'une taille proche du micromètre (1 milliardième de mètre), ces grains sont formés d'éléments chimiques assez lourds (oxygène, carbone, azote, silicium) entourés d'un manteau de glace. Ensuite, les astronomes ont détecté dans les nuages interstellaires plus de cinquante molécules : hydrogène moléculaire ( $\text{H}_2$ ) bien sûr, mais aussi de l'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), du formaldéhyde (à partir duquel se forme le sucre) et même du  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ... plus connu sous le nom de vodka. Entre ces molécules dont la plus complexe détectée comprend 13 atomes (**voir dessin page ci-contre**) et les grains mille fois plus grands, on n'avait rien observé de notable jusqu'à la détection de nos amas de graphite.

L'histoire de cette découverte commence en 1984 ; lancée l'année précédente, le satellite IRAS cartographiait le ciel d'une manière quasi complète, du moins dans le rayonnement infrarouge. Et plus précisément IRAS analysait toutes les émissions spatiales dans quatre bandes de longueur d'onde centrées à 100, 60, 25 et 12  $\mu\text{m}$ . Toutes les émissions, c'est-à-dire les sources "ponctuelles" (étoiles, galaxies lointaines, etc.) mais aussi, grâce à une stabilité des détecteurs supérieure à celle qui était prévue, les sources étendues (nuages de matière interstellaire). Or, après avoir récupéré les enregistrements faits par IRAS, après avoir séparé les émissions provenant de notre







système solaire (lumière zodiacale) de celles provenant de l'espace extérieur, les astronomes constatèrent avec surprise que les émissions "outre-système" étaient beaucoup plus intenses que prévues dans la bande centrée à  $12\text{ }\mu\text{m}$ .

De fait, ils s'attendaient à ce que l'essentiel de l'émission infrarouge de notre galaxie provienne des grains interstellaires. Cela posait une énigme : les émissions de tels grains sont fixées par la rayonnement qu'ils reçoivent des étoiles : ils absorbent la lumière stellaire et la réémettent en fonction de ce qu'ils ont reçu. Mais la densité moyenne du rayonnement dans la galaxie implique une température moyenne de  $30^\circ\text{K}$  (soit  $-243^\circ\text{C}$ ) pour ces grains. Or un corps porté à cette température rayonne non pas dans la région de  $12\text{ }\mu\text{m}$ , mais plutôt vers  $100\text{ }\mu\text{m}$ . En fait, pour que ces grains émettent dans une bande

centrée à  $12\text{ }\mu\text{m}$ , il faudrait qu'ils aient une température au moins égale à  $120^\circ\text{K}$ . Et pour cela, il serait nécessaire qu'ils se trouvent très près d'une étoile ; c'est possible bien sûr (certaines étoiles sont entourées d'un cocon de poussière) mais certainement pas dans l'ensemble de la galaxie. Telle était donc l'énigme de départ : d'où venait cette émission à  $12\text{ }\mu\text{m}$  ?

Un problème sensiblement analogue s'était posé lors de l'étude de nuages de matière interstellaire assez denses, les nébuleuses par réflexion, baptisées ainsi parce qu'elles sont illuminées par une étoile de leur voisinage et présentent alors un aspect identique à celui d'un nuage éclairé par le Soleil. Une jeune étudiante américaine, Karin Sellgren avait, en 1983, étudié pour sa thèse, l'émission infrarouge de ces nébuleuses. Son but : comprendre les propriétés de diffusion de la lumière

infrarouge par les grains interstellaires. Elle commença donc par mesurer leurs spectres. Mais quand elle voulut les interpréter, elle constata que le spectre infrarouge présentait outre son fond continu, une raie proéminente à  $3,28\text{ }\mu\text{m}$ . Or celle-ci n'était pas présente dans le spectre de l'étoile voisine de la nébuleuse. De plus l'émission infrarouge de cette nébuleuse ne pouvait pas être imputée à une réflexion de la lumière de l'étoile : son flux dans ce domaine était supérieur à celui de l'étoile. Conclusion logique, l'objet astronomique qu'elle étudiait n'était pas une nébuleuse par réflexion en infrarouge. D'une manière ou d'une autre, il fallait que ce nuage puisse convertir les photons ultraviolets ou visibles en provenance de l'étoile, en photons infrarouges. Le processus le plus naturel dans ce cas aurait alors été le chauffage des grains par les photons stellaires puis la réémission thermique. Mais, quoi qu'il en soit, la température (la couleur) de l'émission continue aurait dû refléter celle des grains. En particulier cette température aurait dû diminuer au fur et à mesure de l'éloignement de l'étoile chauffante. Or il n'en était rien : la brillance de la nébuleuse diminuait avec l'éloignement mais la distribution spectrale de l'énergie, elle, ne variait pas. Et de toutes façons la température obtenue ( $1\,000^\circ\text{K}$ ) était incompatible avec un équilibre radiatif entre ces grains classiques et l'étoile.

K. Sellgren eut alors l'idée d'étudier un modèle de nuage fait, non pas de grains, mais de micrograins ; hypothèse intéressante puisque la capacité calorifique d'un objet, c'est-à-dire le coefficient déterminant l'élévation de température en fonction de la chaleur reçue, diminue avec la taille. Autrement dit, plus cette capacité devient faible et plus vite l'objet est porté à haute température : de fait les micrograins du modèle de K. Sellgren devaient parvenir à  $1\,000^\circ\text{K}$  à chaque photon absorbé, puis se

(suite du texte page 35)

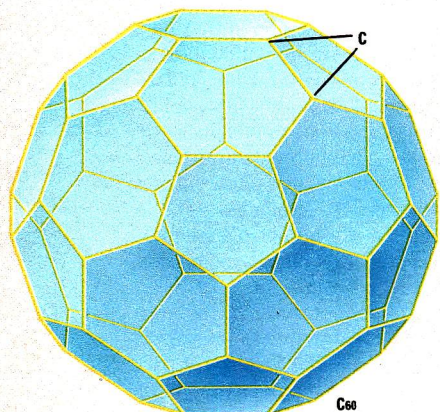
CYANOPENTAACÉTYLÈNE





## FOOTBALL COSMIQUE

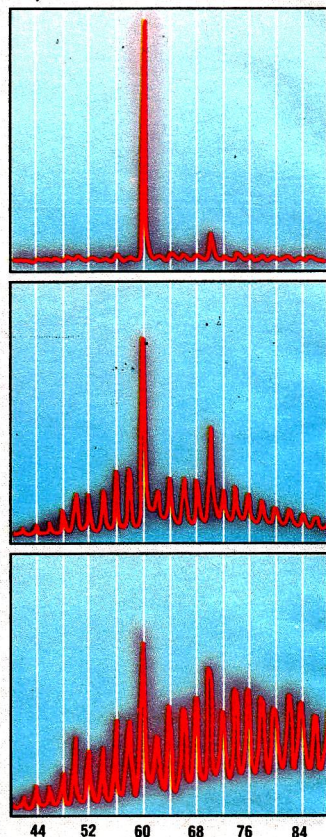
L'étude des poussières cosmiques se heurte à un problème difficilement soluble : on ne peut pas aller en prélever des échantillons sur place pour les analyser ensuite en laboratoire. D'où l'idée de recréer les conditions dans lesquelles elles se forment. C'est ce qu'ont essayé de faire des chimistes de l'université Rice (Houston, Texas). Ils ont ainsi fabriqué une molécule composée de 60 atomes de carbone. *A priori* très proche des molécules HAP observées par les Français, bien que les Américains considèrent que la forme de leur molécule devrait être celle d'un



ballon de football plus qu'une structure plane (**dessin ci-dessus**). Pour fabriquer et étudier leurs amas de carbone, les chimistes ont utilisé le graphite comme matériau brut. C'est en effet l'une des deux structures (l'autre étant le diamant) dans laquelle cristallise le carbone. En soumettant un disque de graphite au rayonnement d'un laser, on obtient facilement des amas de carbone : sous l'effet du laser, la

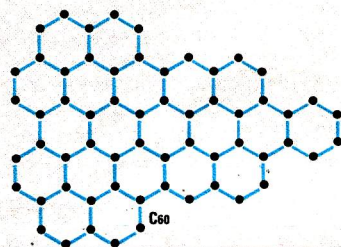
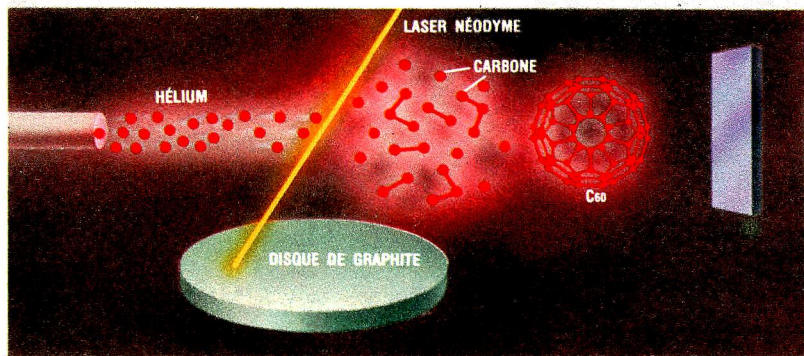
surface du disque est portée à haute température (10 000 à 20 000° Celsius) et par conséquent se vaporise en éjectant des paquets d'atomes (par groupe de 2 ou 3). Pour que ces paquets s'unissent en agrégats plus importants, le disque est placé dans une enceinte traversée par un courant d'hélium gazeux (**dessin ci-dessous**). L'hélium ne peut pas se lier avec les atomes de carbone qu'il rencontre ; mais il peut les bousculer et ainsi les mettre dans des conditions suffisantes pour qu'ils se lient ensemble. Cette opération réalisée, les agrégats formés sont entraînés par le courant d'hélium jusque dans un appareil de détection. En fait un spectromètre de masse, c'est-à-dire un appareil qui ionise d'abord les agrégats (un autre faisceau laser vient arracher les électrons) puis qui les accélère dans un champ électrique. L'intérêt, c'est que les molécules récupèrent toutes la même énergie cinétique, mais que leurs masses étant proportionnelles à leurs tailles, elles prennent des vitesses différentes. En mesurant alors leur temps d'arrivée sur une électrode, on en déduit leur taille.

Les chercheurs ont ainsi obtenu trois spectres de masse (**dessin ci-contre, à droite**) : avec un faible courant d'hélium ils ont observé une large distribution d'agrégats de 44 à 84 atomes. Avec un courant moyen, les agrégats de 60 et 70 atomes sont les plus nombreux. Avec un courant fort, il ne reste quasiment plus que ceux de 60 atomes. Pourquoi de telles différences ? Parce que plus l'hélium est dense et plus il y a de collisions. Conséquence : à courant fort, seuls les agrégats les plus stables résistent. C'est pour cela que



ceux à 60 atomes paraissent être de bons candidats au titre de molécule interstellaire.

Reste un problème : 60 atomes, les chimistes en sont sûrs, mais comment s'ordonnent-ils ? La structure la plus vraisemblable est celle d'un icosaèdre tronqué, le ballon de football, affirment ceux qui ont fait l'expérience. « C'est peu probable dit l'un des chercheurs français, sans doute faut-il plutôt chercher du côté des structures planes analogues à celles que nous avons observées » (**dessin ci-dessous**). Et tant pis pour le football cosmique !





refroidir très vite jusqu'à l'absorption du prochain photon. C'était une hypothèse qui permettait d'éliminer, disons de contourner, le problème de l'équilibre radiatif : ces températures très hautes ne correspondant qu'à la phase chaude du micrograin et non à une température d'équilibre, que celui-ci atteignait après l'absorption d'un photon et la réémission en résultant. Sellgren calcula que des agrégats de 50 atomes environ pouvaient, s'ils étaient en nombre suffisant, expliquer l'émission infrarouge des nébuleuses.

Ce modèle aussi fin soit-il, expliquait le fond infrarouge continu mais pas la raie à  $3,28\text{ }\mu\text{m}$ . Or sa présence ne pouvait guère être ignorée puisque son intensité était 10 fois supérieure à celle du continuum. En plus, cette raie faisait même partie d'un ensemble de 5 raies (apparaissant toujours ensemble) déjà observées en émission dans de nombreux objets astronomiques<sup>(2)</sup> à  $3,28, 6,2, 7,7, 8,6$  et  $11,3\text{ }\mu\text{m}$ . C'était les raies non identifiées dont nous parlions au début.

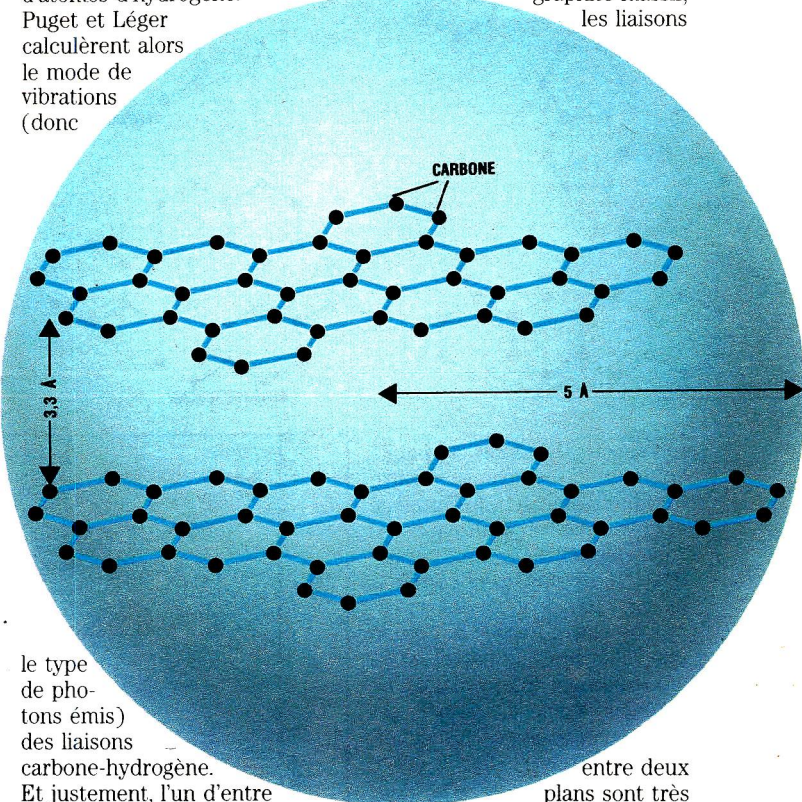
En bref, la présence de ces 5 raies dans des objets différents posait une nouvelle énigme, c'est à elle que s'attaquèrent les deux Français. Et pour cela ils partirent du modèle des micrograins proposé par K. Sellgren.

Première question : quel type de grains pouvait résister à des sautes de température de  $1000^\circ\text{K}$  ? Entre les deux matériaux composant probablement

les grains interstellaires, le silicate et le graphite, seul le second pouvait résister (**voir dessin ci-contre, en bas**). Et l'abondance d'hydrogène dans l'espace pouvait faire penser que le graphite était entouré d'atomes d'hydrogène.

Puget et Léger calculèrent alors le mode de vibrations (donc

des variations brutales de température subies par les micrograins, une telle sphère (**voir dessin ci-dessous**) formée en fait de deux plans de graphite, se séparerait très vite en deux parties puisque, comme dans le graphite massif, les liaisons

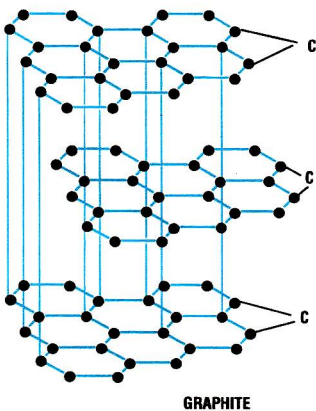
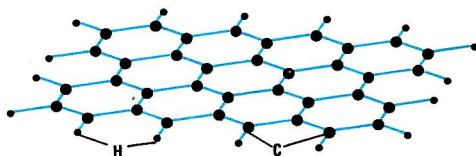


le type de photons émis) des liaisons carbone-hydrogène.

Et justement, l'un d'entre eux était à  $3,28\text{ }\mu\text{m}$ . C'était un premier indice, il en manquait au moins quatre autres. Malheureusement les calculs effectués à partir d'un modèle de graphite massif ne prédisaient rien d'autre que cette émission à  $3,28\text{ }\mu\text{m}$ .

Mais le graphite que l'on peut espérer trouver dans l'espace n'a rien de massif. Il ne s'agit pas de millimètres cubes de poussière comprenant quelques millions de milliards d'atomes, mais bien d'agrégats de quelques dizaines d'atomes. Et des objets aussi différents n'ont pas les mêmes propriétés électroniques. Il fallait donc calculer les modes de vibrations d'un agrégat et pour cela définir *a priori* sa forme : pouvait-il s'agir d'une sphère de graphite hydrogéné ? En raison

entre deux plans sont très faibles. Les physiciens de l'ENS proposèrent alors un modèle plan (**voir dessin ci-dessous**). De tels amas de carbone entourés d'hydrogène sont d'ailleurs bien connus des spécialistes de la chimie organique, puisqu'il s'agit de molécules d'hydrocarbure aromatique polycyclique (HAP). Restait à vérifier si les spectres d'émission des molécules HAP se rapprochaient peu ou prou de ceux des molécules interstellaires. Le spectre de l'une d'entre elles, le co-

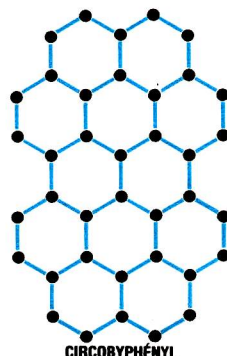
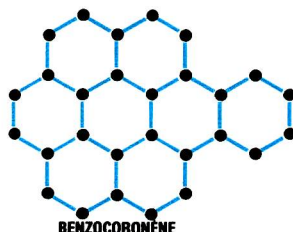
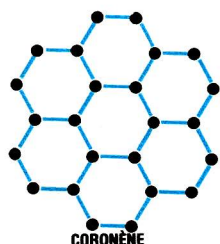
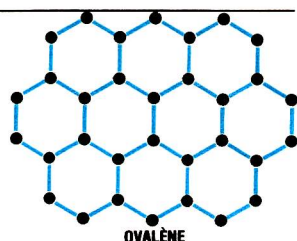
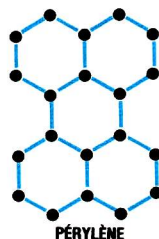
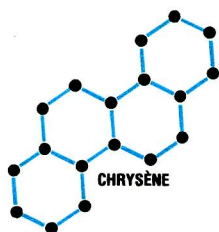


Dessin I. Correia

(2) On les a observées dans des objets brillants où la matière interstellaire est fortement irradiée par un flux stellaire mais rien ne prouve que ces raies ne soient

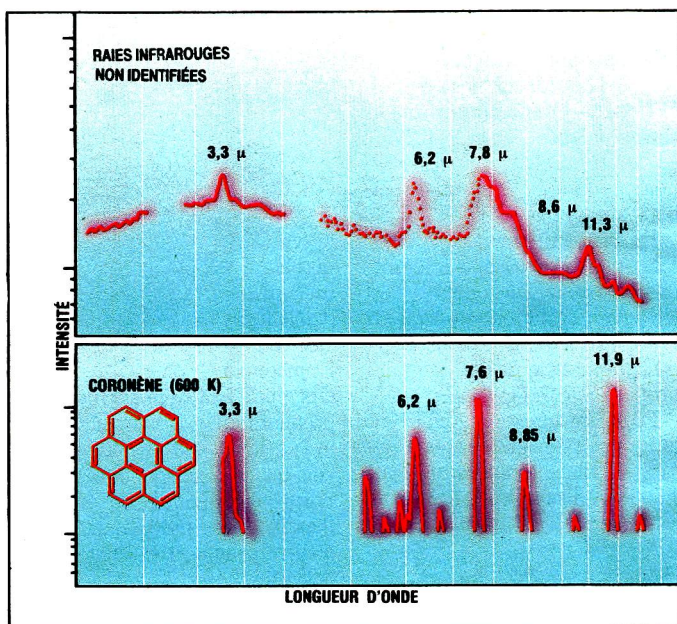
pas présentes dès lors que cette matière est éclairée. Leur observation est peut-être limitée par les performances des spectromètres actuels.





ronène ( $C_{24}H_{12}$ ) avait été publié en 1959. La comparaison entre les raies d'émission du coronène et celles que l'on avait baptisées "non identifiées", était stupéfiante (*voir dessin ci-contre*) : les cinq principales raies du coronène chauffé à 600 °K correspondaient presque parfaitement aux cinq raies interstellaires. Le coronène rejoignait ainsi la cohorte des poussières cosmiques. Et avec lui toute la famille (*voir dessin ci-dessus*) des molécules proches du coronène, donc toutes les molécules HAP.

Et, elles ne sont pas quantité négligeable ! Dans les régions du ciel suffisamment brillantes en infrarouge pour qu'on en ait déjà fait la spectrographie, le calcul montre que les molécules HAP contiennent 1 à 5 % du carbone cosmique (le carbone présent



MOLÉCULE	H <sub>2</sub>	CO	HAP	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	HCN, H <sub>2</sub> CO	HC <sub>11</sub> N
ABONDANCE RELATIVE	1	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	?	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-10</sup>

dans le cosmos sous quelque force que ce soit), cela veut dire qu'elles sont au 3<sup>e</sup> rang (*voir tableau ci-dessus*) après H<sub>2</sub> et CO. Ce sont donc les molécules organiques les plus abondantes jamais détectées dans l'espace ! Quant aux autres régions du ciel,

celles qui sont moins brillantes en infrarouge et pour lesquelles la spectroscopie n'a pas encore été faite, rien n'est encore établi ; il faudra attendre les résultats des observations que fera ISO, le prochain observatoire spatial que l'Agence spatiale européenne devrait lancer en 1992.

Mais il y a une autre énigme, la plus vieille de la spectroscopie astronomique, que pourraient

résoudre les molécules HAP : l'existence des bandes interstellaires diffuses ; ces bandes sont observées dans le spectre visible de certaines étoiles dont le rayonnement a traversé une quantité importante de matière interstellaire. Reste simplement à comparer le spectre de ces bandes aux rayonnements visibles émis par différentes molécules HAP. ●



# L'UNIVERS REPREND UN COUP DE VIEUX

## QUEL AGE A DONC L'UNIVERS? LES ESTIMATIONS

**DES ASTROPHYSICIENS** ont varié de moins de 2 milliards à plus de 20 milliards d'années ; le dernier chiffre serait de 15 milliards d'années. Comment une telle imprécision est-elle possible dans une science qui se donne pour exacte et sur un sujet aussi important. C'est la faute de la constante de Hubble.

**L**e "lifting" de l'Univers n'a pas tenu. En 1979, on estimait qu'il pouvait avoir entre 15 et 20 milliards d'années. Mais cette année-là, l'astronome américain Gérard de Vaucouleurs le rajouta d'un coup : selon ses calculs, l'Univers ne dépasserait pas les 10 milliards 800 millions d'années... un tout jeune homme en somme !

Mais — nouveau rebondissement — une équipe française, reprenant les travaux de Vaucouleurs vient de trouver une erreur dans l'application d'une formule : tout compte fait, l'Univers reprend quelques rides, il repasse à 15 milliards d'années.

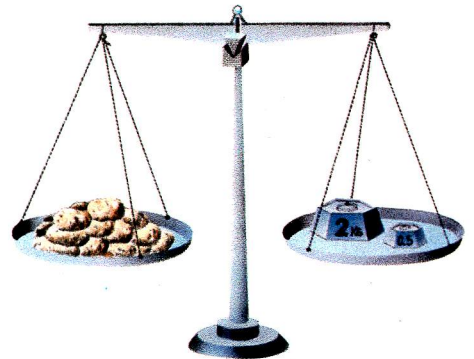
Comment cet âge peut-il varier d'autant, en aussi peu de temps, presque au gré de l'humeur des chercheurs ? A travers ces vicissitudes, c'est un paramètre-clé de l'astronomie, très difficile à évaluer, qui est mis en cause : la constante de Hubble.

L'Univers s'enfle de jour en jour. On s'en doutait depuis 1922, où le mathématicien russe Alexandre Friedmann résolut les équations de la relativité générale. On n'en douta plus du jour où, sept ans plus tard, l'astronome américain Edwin Hubble observa, à l'aide du grand télescope du mont Wilson, la fuite des galaxies, confirmant les travaux de Friedmann. Toutes les galaxies se fuient les unes les autres. Mais, par rapport à un

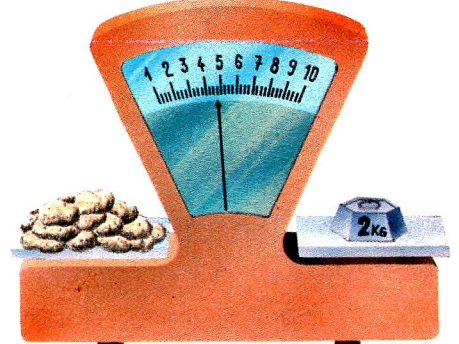
observateur terrestre elles n'ont pas toutes la même vitesse. Les galaxies s'éloignent d'autant plus vite qu'elles sont déjà loin de notre propre galaxie (*voir dessin page 38*). L'année suivante, Hubble énonça la loi qui porte son nom et qu'il vérifia empiriquement : les galaxies s'éloignent de nous à des vitesses proportionnelles à leurs distances. Ce qui se résume par la formule lapidaire :  $v = Hd$ , où "v" est la vitesse, "d" la distance et "H" la fameuse constante de Hubble.

Notons que notre propre galaxie n'occupe pas de position privilégiée par rapport aux autres. Un observateur assis sur NGC 4595, galaxie dite du Sombrero, constaterait cette même fuite galactique et appliquerait aussi la loi de Hubble. Pour com-

*On connaît le prix total (10 F) de la pesée de patates. Mais si on n'arrive pas à déterminer exactement le poids total (qui varie selon la balance utilisée), on n'est pas fixé sur le prix au kilo (la constante, pour la ménagère qui fait son marché). Même chose ou presque avec l'âge de l'Univers, donné par H, la constante de Hubble, dans l'équation  $v = Hd$ . On sait bien mesurer v, la vitesse à laquelle une galaxie s'éloigne de la nôtre, mais les méthodes utilisées (voir pages 39 et 41) pour savoir à quelle distance de nous (d) se trouve cette galaxie varient, et avec elles, la constante de Hubble.*



PRIX TOTAL = PRIX 1 kg × POIDS TOTAL  
10 F = PRIX 1 kg × 2,5 kg  
PRIX 1 kg = 10 : 2,5 = 4,000



PRIX TOTAL = PRIX 1 kg × POIDS TOTAL  
10 F = PRIX 1 kg × 2,49 kg  
PRIX 1 kg = 10 : 2,49 = 4,016



PRIX TOTAL = PRIX 1 kg × POIDS TOTAL  
10 F = PRIX 1 kg × 2,484 kg  
PRIX 1 kg = 10 : 2,484 = 4,009



prendre ce phénomène de fuite galactique, tentons de passer, à l'envers et en accéléré, le film de la naissance de l'Univers.

D'abord, on verrait les galaxies se rapprocher de plus en plus les unes des autres. Il arriverait fatalement un moment où on ne pourrait plus les dissocier. N'ayant plus d'existence individuelle, elles formeraient un immense tas d'étoiles.

La naissance de l'Univers à proprement parler, remonte à une époque encore antérieure. Quand elle eut lieu, il n'y avait ni

matissant, on peut dire que l'explosion originelle les projette les unes loin des autres. Sous cette impulsion, elles vont conserver par la suite une vitesse d'inertie "v". Aussi en en prenant aujourd'hui deux au hasard dans le ciel, on peut dire que depuis le "grand boum", elles ont fait un bon bout de chemin : en fait, elles ont parcouru la distance qui maintenant les sépare. Cette distance, "d", elles l'ont couverte à la vitesse "v".

En réalité, ce n'est pas tout à fait exact car au début, sous

conséquent inférieur ou égal au rapport de la distance d sur la vitesse de fuite v ( $t \leq d/v$ ).

Revenons maintenant à la loi de Hubble. D'après elle, la distance d est égale à la vitesse v divisée par la constante H. En utilisant nos deux équations, on voit que l'âge de l'Univers est donc inférieur ou égal à  $1/H$  ( $t = d/v = v/H \cdot 1/v = 1/H$ ) (1). C'est à cause des techniques successives utilisées pour évaluer cette constante de Hubble que l'âge de l'Univers n'a cessé de varier.

A l'époque des premières mesures, empiriques et approximatives, effectuées par Hubble lui-même, on avançait la valeur de  $550 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mégaparsec}^{-1}$ , ce qui conférerait à l'Univers un âge de 1 milliard 800 millions d'années seulement ! Ce n'était guère raisonnable car diverses méthodes physiques, notamment la mesure de la radioactivité des roches, font connaître avec une assez bonne précision l'âge de la Terre : 4 milliards 600 millions d'années. En bonne logique, on ne pouvait accepter que l'Univers dans son immensité soit plus jeune que notre propre planète qui n'en est qu'une infime partie. Il fallait donc trouver une méthode vraiment fiable pour évaluer cette constante.

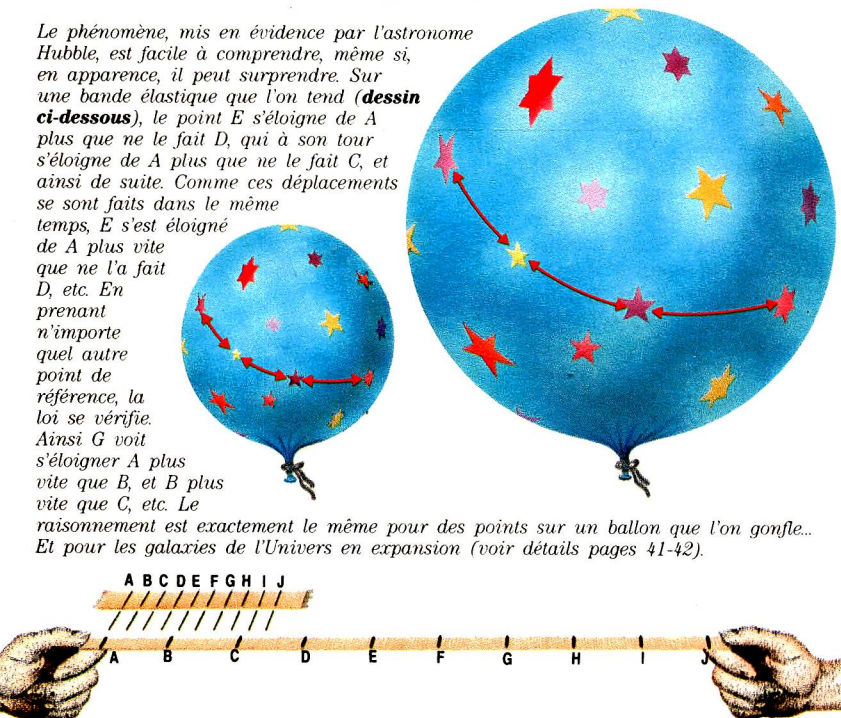
Le problème est délicat ; il s'agit d'arriver à évaluer la distance des galaxies par deux méthodes différentes, l'une faisant intervenir H comme inconnue, l'autre pas.

La première méthode, bien sûr, repose sur l'effet Doppler-Fizeau. Elle dérive d'une observation faite au siècle dernier par l'Autrichien Doppler. Celui-ci avait remarqué que la hauteur d'un son émis par une source en mouvement est altérée : lorsque la source émettrice se rapproche, les ondes qui arrivent à l'observateur sont compressées, la longueur d'onde est plus courte et il entend un son plus aigu. Au contraire, lorsque la source s'éloigne, les ondes sont décompressées, la longueur d'onde est plus longue, le son

## LES GALAXIES LOINTAINES S'ÉLOIGNENT PLUS VITE . . .

Le phénomène, mis en évidence par l'astronome Hubble, est facile à comprendre, même si, en apparence, il peut surprendre. Sur une bande élastique que l'on tend (dessin ci-dessous), le point E s'éloigne de A plus que ne le fait D, qui à son tour s'éloigne de A plus que ne le fait C, et ainsi de suite. Comme ces déplacements se sont faits dans le même temps, E s'est éloigné de A plus vite que ne l'a fait D, etc. En prenant n'importe quel autre point de référence, la loi se vérifie. Ainsi G voit s'éloigner A plus vite que B, et B plus vite que C, etc. Le raisonnement est exactement le même pour des points sur un ballon que l'on gonfle...

Et pour les galaxies de l'Univers en expansion (voir détails pages 41-42).



étoiles, ni atomes, ni même noyaux atomiques ; instant très singulier, caractérisé par une densité et une température infinies.

Une gigantesque explosion se produisit alors, feu d'artifice silencieux car il n'y avait pas d'air pour propager le son. D'un "big-bang" muet, l'Univers est né. Repassons notre film à l'endroit maintenant. Au départ c'est la confusion générale : toutes les galaxies sont unies, la distance qui les sépare est nulle. En sché-

l'impulsion de l'explosion initiale, l'expansion était probablement beaucoup plus rapide, les galaxies déchainées se fuyaient beaucoup plus vite. Ce n'est que sur le tard qu'elles se sont calmées et ont adopté la vitesse actuelle, "v". Dans la mesure où elles allaient plus vite au départ, la distance, d, qui les sépare est donc supérieure ou égale à la vitesse v multipliée par le temps de fuite t ( $d \geq vt$ ). Ce temps correspond grosso-modo à l'âge qu'aurait l'Univers et est par

(1) Cela n'est vrai que si à l'exemple d'Alexandre Friedmann, pour simplifier les calculs, on annule la constante cosmologique dans les équations de la relativité

générale. C'est ce qu'on fait habituellement, car sinon on a du mal à résoudre ces équations.



plus grave. Tous les amateurs de course automobile connaissent ça : le son de la voiture qui approche se décale vers l'aigu ; celui de la voiture qui s'éloigne se décale vers le grave.

En 1848, le Français Henri Fizeau émit l'idée que la lumière pouvait subir le même effet que le son et démontra que l'on pouvait observer le rapprochement ou l'éloignement d'une étoile rien qu'en repérant la position de ses raies spectrales. Le décalage étant d'autant plus important que l'objet céleste se déplace vite, on peut également en déduire sa vitesse. Connaissant celle-ci, on estime sa distance en fonction de  $H$ , simplement en appliquant la loi de Hubble. Reste à évaluer la distance de la même galaxie par une autre méthode n'utilisant pas la constante de Hubble, puisque c'est justement celle-ci qu'on essaie d'étalonner.

Et c'est là que le bât blesse. La mesure des distances galactiques n'est pas une mince affaire. Les galaxies sont beaucoup trop éloignées pour présenter une parallaxe et permettre une triangulation. Trop éloignées également pour qu'on puisse y distinguer des étoiles individuelles et appliquer les méthodes de mesure des distances photométriques classiques (comparaison des éclats lumineux). Il faut trouver d'autres astuces.

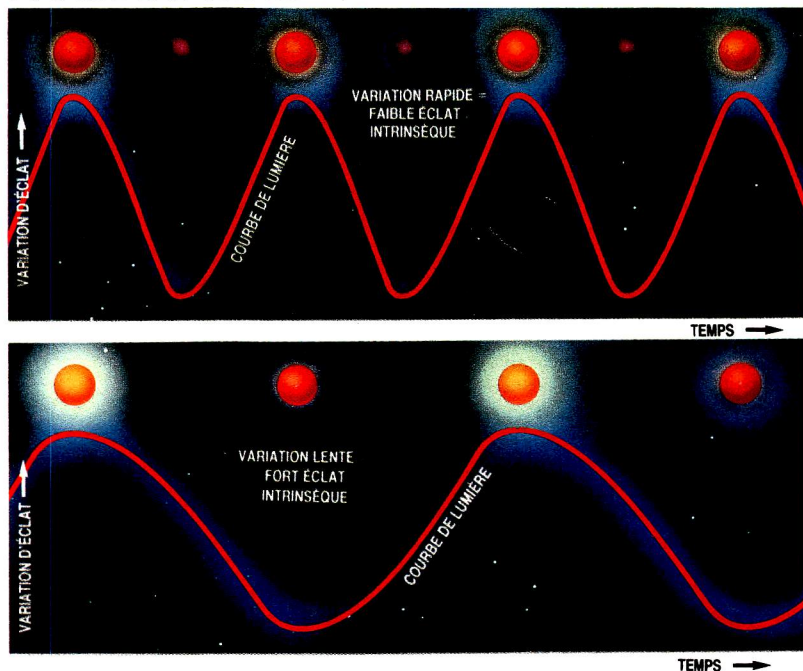
L'une d'elles consiste à repérer des céphéides dans la galaxie dont on veut connaître la distance. Les céphéides sont des étoiles dont l'éclat varie périodiquement au cours du temps. Une Américaine, M<sup>lle</sup> Leavitt, a découvert en 1912 que la période de variation de leur éclat lumineux était directement proportionnelle à leur éclat intrinsèque : les céphéides présentent la particularité de clignoter d'autant plus rapidement qu'elles sont moins lumineuses intrinsèquement. En connaissant son rythme de pulsation on pourrait déterminer l'éclat réel de l'astre. Ceci fait, on pourrait comparer cet éclat à celui observé depuis la Terre — l'éclat apparent — et évaluer la

distance de cette étoile et du même coup celle de la galaxie à laquelle elle appartient (2).

Les astronomes ont affiné les découvertes de M<sup>lle</sup> Leavitt. Ils ont répertorié plusieurs types d'étoiles variables, les céphéides, mais aussi les RR Lyrae, les Mira, etc., chacune pulsant à sa manière. Toute la difficulté consiste à déterminer précisément à quel type d'étoiles on a affaire car des types différents peuvent avoir une même période, mais pas le même éclat. De plus cette manière de procéder a ses limites.

encore est de considérer la luminosité des galaxies (spirale, irrégulière, elliptique...) comme constante au sein d'un même type morphologique et, toujours en comparant ce qu'on pense être leur éclat intrinsèque à l'éclat apparent, déduire directement leurs distances. Malheureusement ces techniques d'estimation des distances des galaxies (sans utilisation de la constante  $H$ ) n'ont pas la précision des mesures spectrales (méthode Doppler-Fizeau) ; même pour Andromède notre

### ... QUE LES PROCHES



On ne distingue pas les étoiles variables dans les galaxies lointaines.

Une autre méthode consiste à repérer dans ces galaxies des explosions de supernovae. Lorsque celles-ci explosent, leur luminosité maximale absolue est à peu près toujours la même, compte tenu du fait qu'on les répartit en deux grands types, dits I et II. Le principe de la mesure est le même qu'avec les céphéides : là aussi la comparaison entre l'éclat intrinsèque et l'éclat apparent donne la distance. Enfin une autre méthode

*Les céphéides sont des étoiles qui ont la particularité de clignoter d'autant plus vite qu'elles sont moins lumineuses. On peut connaître leur distance, et partant celle de la galaxie qui les contient, en comparant leur éclat apparent (leur luminosité vue de la Terre) avec leur éclat intrinsèque. Ce dernier se déduit de leur période (temps écoulé entre l'observation de deux éclats maximaux ou minimaux successifs). L'autre méthode d'évaluation de la distance des galaxies est l'étude de leur spectre (voir pages 41).*

proche voisine, il a fallu s'y reprendre à plusieurs fois pour savoir à quelle distance de nous elle se loge dans le ciel. C'est bien pourquoi les valeurs attribuées à  $H$  ont pu subir toutes ces variations.

Vers la fin de la Deuxième

(2) La formule donnant la distance s'écrit :  $m = M + 5 \log d + 25$ ,  $m$  étant la magnitude apparente,  $M$  la magnitude absolue,  $d$  la distance.



Guerre mondiale, une révision des mesures des distances des étoiles variables conduit à diviser par deux la valeur de la constante  $H$  déterminée par Hubble. Mais ce n'est pas suffisant.

En 1956, grâce aux progrès de l'observation, on trouve  $H = 200$ , puis en 1974  $H = 55$  ce qui donne à l'Univers quelques 16 milliards d'années. Puis c'est le creux de la vague. L'Américain Donald Gudhehus propose en 1978 la valeur la plus basse,  $H = 43$  qui donne à l'Univers un sacré coup de vieux. D'un seul coup il prend 6 milliards 700 millions d'années dans les gencives ; et il semble avoir 22 milliards 700 millions d'années.

Ainsi, au cours du dernier demi-siècle l'âge de l'Univers s'est accru de 400 millions d'années par an ! Notre vieux monde pouvait-il espérer une bonne cure de jouvence ?

A la fin des années 1970 Gérard de Vaucouleurs de l'Observatoire McDonald au Texas, décide de recalibrer la constante de Hubble, en réduisant au maximum les incertitudes des différentes méthodes de mesure des distances. Il procède à une nouvelle évaluation de la relation période-luminosité d'étoiles variables comme les céphéides, les RR Lyrae et les Mira. Par ailleurs, il utilise une méthode originale dite "TF", du nom des astronomes B. Tully et R. Fischer. Elle repose sur le fait que la luminosité propre d'une galaxie est liée à sa vitesse de rotation. On constate que cette luminosité est d'autant plus élevée que la galaxie tourne plus vite sur elle-même. Si l'on mesure la vitesse de rotation, ce qui est possible en étudiant à nouveau le décalage Doppler de la raie à 21 centimètres de l'hydrogène neutre de part et d'autre de la galaxie par exemple, on connaît la magnitude absolue. On en déduit la distance par comparaison avec l'éclat apparent. A condition bien entendu d'avoir préalablement étalonné cette relation de manière empirique.

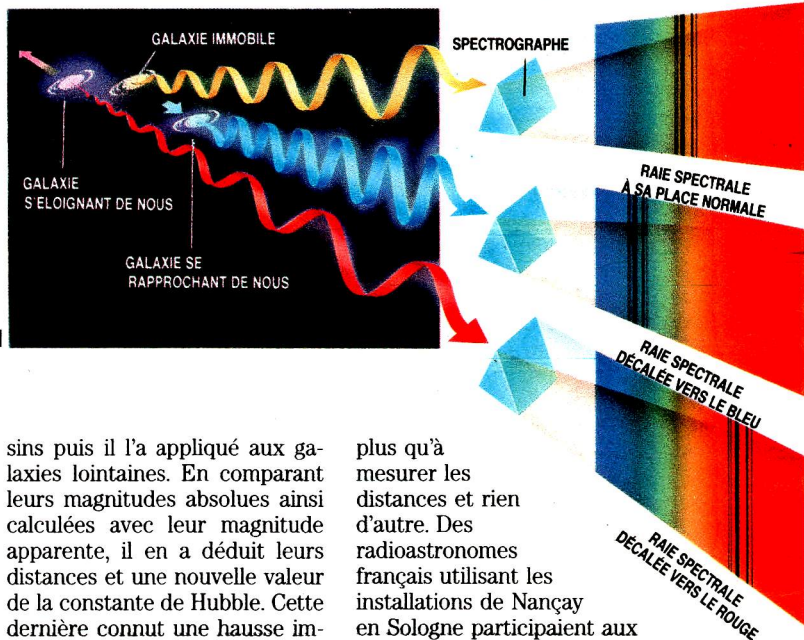
La relation s'écrit  $M =$

$a \log V_m + b$ , où  $M$  est la magnitude absolue, " $V_m$ " la vitesse de rotation maximum, " $a$ " et " $b$ " les constantes dont il faut empiriquement trouver la valeur. En fait, on raisonne sur des valeurs moyennes. Sur un échantillon de galaxies dont la vitesse de rotation maximum est  $V_m$  en moyenne, la magnitude absolue est en moyenne  $M$ .

Gérard de Vaucouleurs a étalonné la relation de Tully-Fischer sur les galaxies du groupe local auquel appartient notre Galaxie et des groupes voi-

pour si peu. Il recommanda sans hésiter d'adopter pour le cadastre de l'Univers lointain, la plus forte valeur de  $H$ . Aux cosmologistes de se dépatouiller avec. Ne devraient-ils pas renoncer à leur contraignant "big-bang" ? Ou se contenter de revoir le modèle de Friedmann et cesser d'annuler la constante cosmologique, qui apparaît dans les équations de la relativité générale, afin de faire en sorte que l'âge de l'Univers et la constante de Hubble ne soient plus corréliées. De la sorte  $H$  ne servirait

## SAVOIR SI UNE GALAXIE SE RAPPROCHE OU S'ÉLOIGNE DE



sins puis il l'a appliqué aux galaxies lointaines. En comparant leurs magnitudes absolues ainsi calculées avec leur magnitude apparente, il en a déduit leurs distances et une nouvelle valeur de la constante de Hubble. Cette dernière connut une hausse impressionnante, ce qui n'était pas arrivé depuis vingt ans. Elle grimpa subitement à  $100 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ . Notre Univers s'en trouva rajeuni ; il n'avait plus que 10 milliards 300 millions d'années.

Ce rajeunissement soudain était pour le moins troublant. L'âge de certaines étoiles, notamment dans les amas globulaires se trouve être d'environ 15 à 18 milliards d'années. Cette fois ce n'est plus la Terre qui était plus vieille que l'Univers, mais la Galaxie, ce qui est tout aussi absurde.

Gérard de Vaucouleurs ne se départit pas de son assurance

plus qu'à mesurer les distances et rien d'autre. Des radioastronomes français utilisant les installations de Nançay en Sologne participaient aux travaux de Gérard de Vaucouleurs. Dans un premier temps Lucienne Gougenheim et L. Bottinelli de l'observatoire de Paris et Georges Paturel de l'observatoire de Lyon contribuèrent efficacement au rajeunissement de l'Univers en prenant les spectres radio d'un bon nombre de galaxies et en optant pour la valeur maximum de  $H$ . Puis, après mûres réflexions, ils se sont rétractés. Ils viennent de se rendre compte de leur erreur. La relation de Tully-Fischer reste certes valable, mais à leur avis on n'avait pas le droit de l'appliquer telle quelle aux galaxies lointaines. En ce qui les concerne la



valeur moyenne observée n'est pas la magnitude absolue moyenne. Dans l'échantillon ne figurent pas les galaxies intrinsèquement peu lumineuses, puisqu'elles sont absentes des catalogues, car invisibles ou presque. On sous-estime donc le nombre des petites galaxies peu lumineuses tout en surestimant celui des grosses brillantes. En se laissant ainsi impressionner par celles-ci et en négligeant celles-là, on commet une grave erreur d'appréciation. Cela a des répercussions sur les estimations des

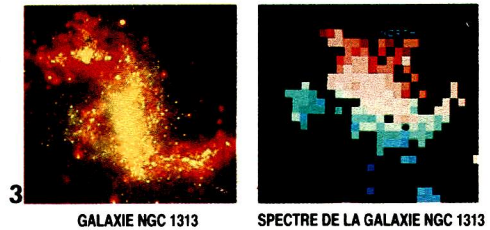
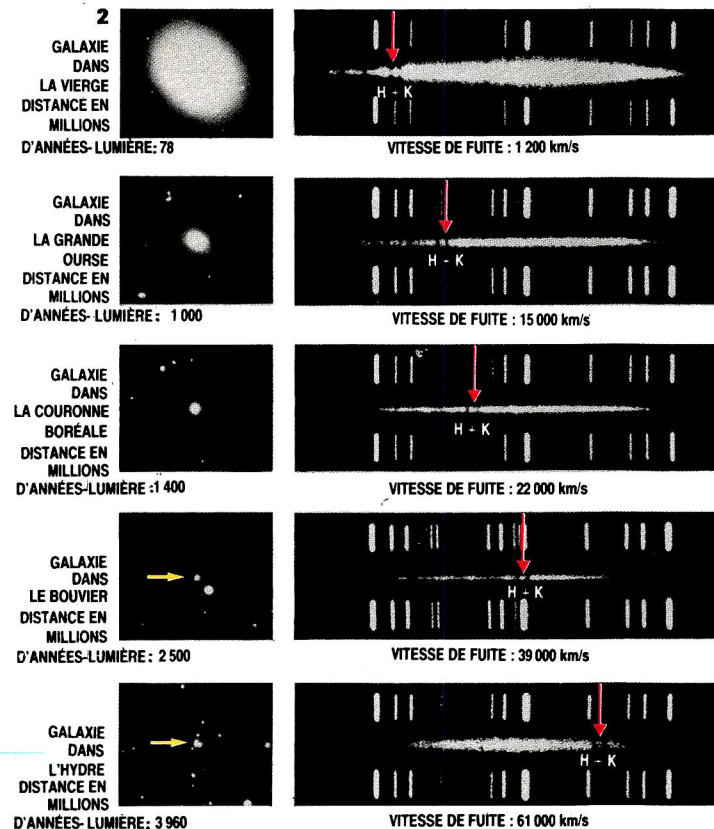
par la relation de Tully-Fischer. Ils ont observé très précisément 42 de ces galaxies à 21 centimètres de longueurs d'onde. Puis à partir de là, ils ont déterminé une nouvelle valeur de  $H$ , égale à  $75 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ . Cette baisse de la constante de Hubble a vieilli, à nouveau, notre Univers, qui s'est vu attribué un âge respectable de 15 milliards d'années.

Aux Etats-Unis, Bartel et ses collègues l'imaginent plus décati encore. Ils ont évalué la constante par une autre

déduit la distance de cette supernova et par là même celle de M 100, la galaxie qui l'abrite. Puis par comparaison avec le décalage des raies spectrales de cette dernière, ils ont estimé que la constante de Hubble devait s'élever à  $65 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ , ce qui correspond à un âge d'environ 18 milliards d'années.

Ainsi, après le premier "lifting" réalisé en 1979 par Gérard de Vaucouleurs, notre Univers a déjà repris quelques rides. Mais rien n'est définitif. Le grand télescope spatial qui sera mis en

## NOUS, ET À QUELLE VITESSE, POUR MESURER LA DISTANCE QUI NOUS EN SÉPARE



Lorsqu'une galaxie se rapproche de nous, les ondes lumineuses qui nous arrivent sont "compressées", leur longueur d'onde est plus courte et leur lumière plus bleue. Lorsqu'elles s'éloignent, leurs ondes nous arrivent "décompressées", leur longueur d'onde est plus grande et leur lumière plus rouge (1). On appelle cela l'effet Doppler-Fizeau (le même effet qui fait qu'une voiture venant vers nous à toute vitesse donne un son aigu, qui devient plus grave quand elle nous dépasse et s'éloigne). Décomposée par spectrographe, la lumière des galaxies fait apparaître une petite raie double d'absorption, due à la présence dans l'atmosphère des galaxies, d'hydrogène et de potassium qui absorbent la lumière. Cette raie se décale vers le bleu pour les galaxies qui se rapprochent de nous, et vers le rouge pour celles qui nous fuient ; et le décalage est fonction de la vitesse de rapprochement ou de fuite des galaxies (2). L'image spectrale d'une galaxie tournant sur elle-même (3) nous montre aussi la région qui se rapproche de nous (en bleu) et celle qui nous fuit (en rouge).

distances et fait monter artificiellement le cours de la constante de Hubble.

Les radioastronomes français ont refait de nouvelles études. Sans tenir compte des distances, ils ont cherché des galaxies "sosies", c'est-à-dire identiques à tout point de vue, et calculé leur magnitude absolue instantanée

méthode. En utilisant les ondes centimétriques, avec un grand interféromètre, le VLBI (very long base line interferometry) ils ont mesuré le diamètre angulaire de la radio-source associée à l'explosion de la supernova SN1979C qui s'est produite le 1<sup>er</sup> avril 1979 dans la galaxie M 100 de l'amas de Virgo. Ils en ont

service en août prochain, en apportant des données supplémentaires au problème, lui redonnera peut-être un coup de fouet et, qui sait, une nouvelle jeunesse.

La cote de la constante de Hubble est décidément en chute libre, en dépit de la politique expansionniste de l'Univers. ●

# LA BELLE COMÈTE DE 1910 N'ÉTAIT PAS HALLEY !



**LES PLUS BELLES PHOTOS DE "LA" COMÈTE,  
FAITES A SON PRECEDENT PASSAGE,**

représentent une inconnue magnifique, qui passa 3 mois plus tôt, alors qu'on attendait Halley. Le temps a confirmé la confusion. La vraie Halley passa d'ailleurs quelque 3 fois plus près que cette année. Deux raisons qui nous ont fait espérer un spectacle plus grandiose qu'il ne sera sans doute.



**E**dmund Halley, deuxième astronome de Sa Majesté britannique, avait eu en 1705 la géniale intuition que les comètes reviennent périodiquement en se déplaçant dans le système solaire, selon des ellipses dont le Soleil occupe l'un des foyers ; il en déduisit qu'une comète qu'il avait observée en 1682 reviendrait en 1758, parce qu'elle avait une période de 76 ans. Mort en 1742, il n'eut pas la joie de vérifier ses calculs, mais on donna quand même son nom à cette visiteuse régulière. Était-elle vraiment si régulière, d'ailleurs ?

En 1909, on attendait son troisième retour prévisible avec impatience. N'était-elle pas revenue ponctuellement depuis 1537 ? On se promettait de l'observer selon les techniques nouvelles de la photographie et de la spectroscopie ; ce fut d'ailleurs sur une plaque sensible placée au foyer d'un télescope de 71 cm de focale qu'elle fut fixée pour la première fois, à côté de l'étoile Gamma des Gémeaux et dans la nuit du 11 au 12 septembre 1909, par l'astronome Max Wolf, de l'observatoire de Heidelberg. Le 31 décembre de la même année, Halley devint visible dans les petits télescopes.

Cette période d'observation télescopique fut mise à profit. Les astronomes précisèrent les mesures de l'orbite qui étaient encore floues. Ils établirent qu'elle allait contourner le Soleil le 20 avril 1910 avant de frôler la Terre le 20 mai à 0,14 unité astronomique de distance (1 UA) est égale à la distance moyenne Terre-Soleil, soit 149 597 870 km). Puis elle repartirait vers son "aphélie" (le point le plus éloigné du Soleil) qu'elle ne devait atteindre qu'en 1948.

C'est alors qu'on s'imaginait qu'en passant si près de la Terre, sa queue balayerait notre globe en y "empoisonnant" l'atmosphère, y tuant toute vie. Camille Flammarion, le célèbre astronome, rassura le public dans le *Bulletin de la société astro-*

*nomique de France* du 9 janvier 1910. Il rappelait que le gaz cométaire était bien trop ténu et l'atmosphère terrestre bien trop dense pour que la vie fût menacée : « La fin du monde n'arrivera pas le 19 mai prochain », déclara-t-il. Il ne se passera « rien de plus que lorsqu'une locomotive traverse une nappe de brouillard », ajouta-t-il.

A peine son article venait-il d'être publié, en janvier 1910, que la visiteuse inattendue apparut dans le ciel. Le 12 janvier 1910, des mineurs de diamants du Transvaal, dans l'hémisphère austral, aperçurent une comète qui devint de plus en plus brillante au fur et à mesure qu'elle remontait parmi les étoiles vers l'hémisphère céleste Nord. Elle était si brillante qu'on pouvait la voir en plein jour, ce qui lui valut le nom de "Grande Comète du Jour", ou "Grande Comète de 1910". D'abord basse sur l'horizon de l'hémisphère Nord, elle étincela dans la nuit du 29 au 30 janvier 1910, déployant sa queue sur plus de 50°, entre les constellations des Poissons et de Pégase. Aussi brillante que Vénus, avec une magnitude de -4 et une queue 25 fois aussi grande que le diamètre de la pleine Lune, on l'admira à l'œil nu jusqu'au 5 février, après quoi elle fut suivie au télescope jusqu'au 5 juillet 1910. Mais fin janvier — *Science & Vie* n'était pas encore né ! — beaucoup de gens crurent qu'il s'agissait de la comète de Halley : en Chine, on tira des pétards et des feux d'artifice pour la chasser ; en Hongrie, des gens quittèrent leurs domiciles dans l'effroi.

La belle inconnue n'était pas périodique ou du moins pas à l'échelle temporelle des humains. Car lorsqu'on dit qu'une comète n'est pas périodique, c'est tout simplement qu'on ignore ses caractéristiques orbitales. Il s'agit, soit de comètes de très, très longue période (30 000, 40 000 ans et plus), soit de comètes dont les trajectoires initiales ont été changées par l'attraction gravitationnelle des

grosses planètes. De ce fait, elles sont devenues imprévisibles.

Alors, que la belle comète de janvier 1910 commençait à disparaître, celle de Halley devenait de plus en plus visible à mesure

(suite du texte page 44)



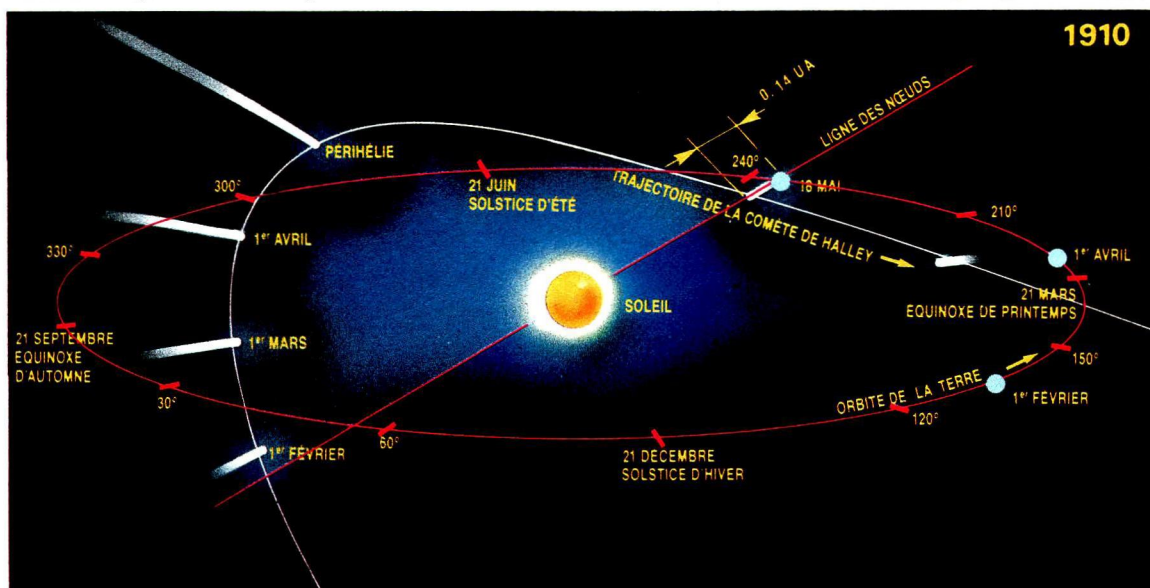
En toute bonne foi, l'agence qui diffuse le document reproduit en page de gauche, a écrit au dos : « Photo de la comète de Halley prise en 1910 à l'observatoire de Juvisy », et sans d'ailleurs préciser la date. Or, Halley n'a jamais eu cette silhouette. Mais c'est bien plutôt celle de la "Grande comète de janvier" qui passa 3 mois avant Halley (voir article). Ci-dessus la vraie Halley vue le 13 mai 1910 aux USA.

#### Avis

Nos lecteurs intéressés par la carte du ciel figurant en couverture de notre n° 819 (décembre 85) peuvent se la procurer

auprès de l'Institut géographique national, 107 rue de la Boétie, 75008 Paris.

# HALLEY, LA VRAIE, PASSERA TROIS FOIS PLUS LOIN DE NOUS CETTE AN



*Si l'on compare les deux passages de la comète de Halley autour du Soleil en 1910 et maintenant, on s'aperçoit que cette fois-ci, la comète passera à 0,42 UA de la Terre (1 UA = 149 597 870 km), soit à une distance 3 fois supérieure à celle de 1910.*

(suite de la page 43)

qu'elle se rapprochait du Soleil. Ce fut à nouveau le Pr Wolf qui la repéra le premier, à l'œil nu cette fois. Elle se rapprochait du Soleil, mais devenait pourtant difficile à observer à partir de fin mars, disparaissant dans la lumière solaire, pour passer au périhélie le 20 avril. Durant cette période d'approche du Soleil, peu d'observations purent être faites. Tout à fait comme aujourd'hui.

Depuis le mois d'août dernier, en effet, les télescopes la suivent et en analysent sa lumière : elle n'est pas différente de celle des autres comètes. Ce genre de corps célestes est toujours plus brillant après le périhélie qu'avant. La raison en est très simple : le passage au plus près du Soleil a pour effet de sublimer d'importantes quantités du noyau, fournissant ainsi les gaz et poussières qui alimentent la queue qui se trouve ainsi à son maximum. Sans être spectaculaire, elle fut cependant visible aux jumelles le soir, avant le

périhélie, de la fin de février au début de mars 1910.

Quand elle eut contourné le Soleil, elle déploya sa majesté dans le ciel occidental, "frôlant" la Terre à 20 millions de kilomètres, au soir du 20 mai 1910, alors qu'elle venait de passer sous le plan de l'écliptique (le plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil) pour s'enfuir vers l'aphélie, à 34,3 UA de là. Les astronomes la perdirent de vue le 23 mai 1911, un an et trois jours après.

"Notre" comète de Halley ne devait repasser près du Soleil que le 9 février 1986. Mais elle passera plus loin de la Terre qu'il y a 76 ans. Le 17 novembre 1985, elle était à 0,62 UA de nous. Soixante jours après le périhélie, le 11 avril prochain, elle repassera à 0,42 UA, soit à une distance trois fois plus grande qu'en 1910. Son éclat en souffrira, car déjà sa magnitude apparente sera plus faible vraisemblablement qu'en 1910 où elle atteignait - 3,5 (moins que Vénus). Lors de sa venue dans notre système solaire, jusqu'à ce qu'elle atteigne l'orbite de Jupiter (cinquième planète en venant de l'extérieur), son éclat croît normalement avec la diminution de sa distance au Soleil. A

partir de Jupiter son éclat augmente plus vite que son rapprochement ne l'implique. Tout simplement parce que le Soleil commence à sublimer les matériaux du noyau, ce qui forme sa queue.

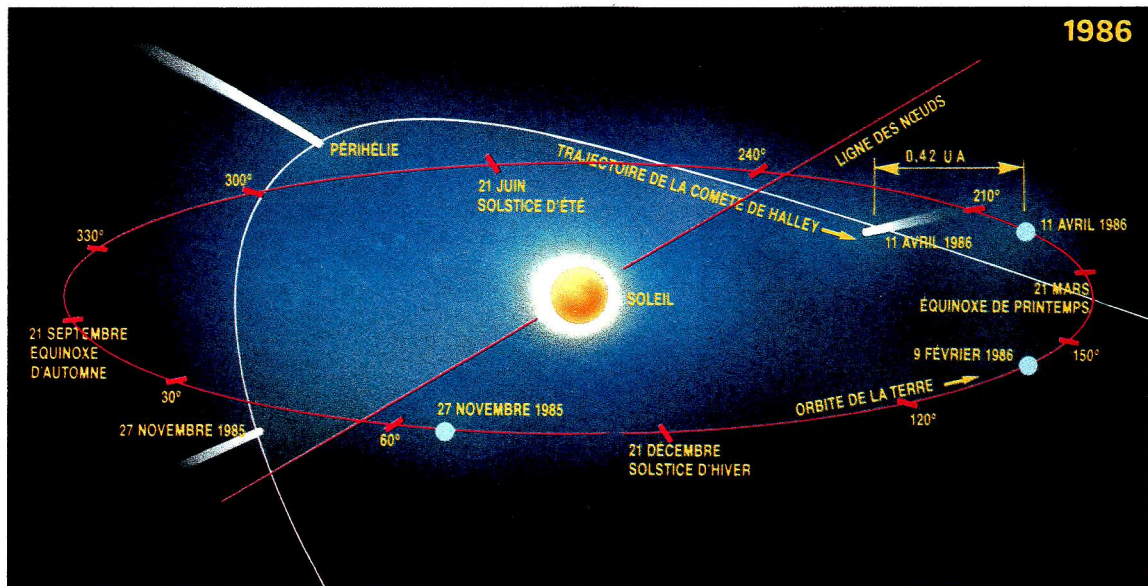
## FAITES UN BEAU VOYAGE

La comète, toute chevelure déployée, se montrera surtout en Amérique du Sud, en mars et avril. *Science & Vie* et FNAC-Voyages vous proposent d'assister à ce spectacle céleste dans le cadre d'un voyage exclusif de traversée de la Cordillère des Andes, soit du 26 mars au 7 avril, soit du 9 au 21 avril. Il commencera par la vallée de Mendoza en Argentine, se poursuivra par les plateaux de San Juan caractérisés par la sécheresse et l'extrême pureté de l'atmosphère (très favorable à l'observation de la comète) et se terminera au Chili avec la visite de Santiago, Valparaíso et La Serena. Durant le voyage, les visiteurs seront reçus dans deux des plus grands observatoires américains : celui de Barreal en Argentine, géré par l'université de Yale (USA), et l'observatoire austral européen de la Silla au Chili.

Le prix du voyage, 18 000 F environ, avec possibilité d'un crédit au faible taux d'intérêt de 2,1 % mensuel sur le seul découvert, peut paraître élevé. En fait, il est avantageux et sans concurrence, compte tenu de



## ÉE QU'EN 1910



Bref, les deux facteurs qui déterminent l'éclat apparent d'une comète, sa distance à la Terre et sa distance au Soleil, sont cette fois-ci moins favorables. De décembre à janvier, la comète a

passé de la magnitude 6 à la magnitude 5, juste au-dessus du seuil de visibilité à l'œil nu, et, le 11 avril, à son périhélie, sa magnitude sera de 2, comme l'étoile polaire.

Mais tout le monde apprécie diversement sa brillance, car celle-ci dépend aussi un peu des yeux de l'observateur, de la luminosité ambiante du ciel et du type d'instrument d'observation, sans parler des phases de la Lune: pendant la pleine Lune, toute observation sera exclue. Toutes ces raisons font que l'éclat d'une comète est très difficile à estimer, et, encore plus, à prévoir. Beaucoup de nos lecteurs l'ont vue, en particulier dans le vol que nous avons organisé avec GO Voyages au-dessus de Dijon et grâce aux indications de M. Emilio Ortiz, ancien pilote de ligne et découvreur de comètes.

En 1910, la comète a été surtout observée fin mai, au crépuscule, sous les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord, comme la France, après le périhélie. Cette fois-ci (voir *Science & Vie* de décembre 1983), on l'observera le mieux dans l'hémisphère Sud, fin mars - début avril: la comète sera haute sur l'horizon avec une queue dont on

espère qu'elle sera déployée sur plus d'une quarantaine de degrés, soit 20 fois le diamètre apparent de la pleine Lune! Mais cela, personne ne peut vraiment le prévoir. En 1910 elle atteignit le double: 40 degrés. Sous nos latitudes, la comète se trouvera, hélas, sous l'horizon et ne sera guère observable. Après le passage au périhélie, il restera toutefois deux courtes occasions pour l'observer d'ici:

- du 5 mars au 5 avril: avec une magnitude visuelle de 4, elle sera en mars dans la constellation du Sagittaire, très basse sur l'horizon le matin et évoluant entre l'est et le sud. Du 21 au 27, il devrait être possible de l'apercevoir au sud-est, très bas sur l'horizon français, une heure et demie avant le lever du Soleil. C'est un bon moment pour prendre des photos pour notre concours (voir encadré). On pourra essayer de distinguer ses deux queues (la queue ionique et la queue de poussière);
- du 20 avril au 20 mai, elle sera visible à la tombée de la nuit, de plus en plus haut au-dessus de l'horizon dans la direction sud-est-sud, mais perdra de son éclat au fur et à mesure qu'elle s'éloignera de la Terre.

**Pourquoi les observateurs**

Dessin I. Corréa

## STRONOMIQUE

L'originalité du circuit et des prestations: transports, pension complète, prêts de matériel d'observation essentiellement fourni par la firme Pentax. Pour la partie scientifique, les participants seront conseillés par notre collaboratrice Anna Alter, astrophysicienne. Le programme de ce voyage a été annoncé dans notre numéro de décembre dernier. Au moment de mettre sous presse, des places sont encore disponibles. Renseignements et inscriptions: FNAC-Voyages, 6 bd de Sébastopol, 75004 Paris. Tél. (1) 42 71 31 25.

## Voir la comète à Rio de Janeiro.

Si vous ne disposez que d'une semaine, *Science & Vie* et Daro-Voyages vous proposent un voyage plus modeste, du 31 mars au 6 avril à Rio de Janeiro. Vous pourrez y observer la comète dans la région du Petropolis, à 63 km de Rio. Prix: 8 500 F par personne en chambre double ou 9 100 F en chambre individuelle (prix ne comprenant pas les repas du midi à Rio de Janeiro). Inscriptions: Daro-Voyages, 22 rue Royale, 75008 Paris, tél. (1) 42 60 34 29.



**de l'hémisphère Nord sont-ils défavorisés ?** Comparons l'orbite de la comète et celle de la Terre (**dessin p. 45**) : elles font entre elles un angle de  $162^\circ$ . La comète a franchi pour la première fois le plan de l'orbite terrestre (ou écliptique) le 9 novembre dernier (le point commun aux deux orbites s'appelle le nœud ascendant). Elle atteindra sa hauteur maximale au-dessus de ce plan (soit  $180^\circ - 162^\circ = 18^\circ$ ) au périhélie, le 9 février, pour repasser sous l'orbite terrestre le 10 mars prochain (c'est le nœud descendant). Or, là, le plan de l'écliptique est incliné de  $23^\circ 27'$  sur celui de l'équateur céleste, du fait de l'inclinaison de l'axe de la Terre sur son orbite autour du Soleil. C'est le point important.

En effet, la comète déjà vue au télescope en août 1982, d'abord dans l'hémisphère céleste Nord sous le plan de l'écliptique, a franchi l'équateur céleste le 17 novembre 1985 pour pénétrer dans l'hémisphère céleste Sud le 25 décembre dernier. Elle y descendra jusqu'à atteindre la déclinaison de  $-47^\circ$  le 11 avril, pour remonter à  $-5^\circ$  sous l'équateur,

toujours dans l'hémisphère céleste Sud, le 30 juin, et redescendre à  $-16^\circ$  fin décembre (ces "errements" parmi les étoiles résultent de la combinaison de son mouvement propre sur son orbite et de celui de la Terre autour du Soleil). Il est évident que, lorsqu'elle présente les meilleures caractéristiques au périhélie et lorsqu'elle refranchit le plan de l'écliptique le 11 mars, elle se trouve dans l'hémisphère céleste Sud, favorisant alors les observateurs qui la verront haut dans le ciel : à la latitude de  $47^\circ$  sud, elle sera au zénith !

En comparaison, en 1910, la comète a franchi le nœud descendant le 21 mai, plus tard que cette fois-ci, donc à une époque de l'année où ce point est situé dans la voûte céleste non loin de l'équinoxe de printemps, plus haut, permettant des conditions d'observation meilleures cette fois, pour l'Europe.

Son approche du périhélie aura été scrupuleusement étudiée. Fin décembre, les résultats préliminaires d'observations de l'ESA, "International Ultraviolet Explorer" (IUE) ont été

(suite du texte page 146)

## HALLEY NE SERA SANS DOUTE PAS PLUS BRILLANTE QUE LA POLAIRE

*Lorsque cette photo de la comète de Halley a été prise à la mi-décembre, elle se trouvait à 200 millions de km du Soleil et 110 millions de km de la Terre. Sous l'action du rayonnement solaire, deux queues commencent à se développer à partir du noyau dif-fus entouré de poussière. La première, droite et fine, est constituée de particules chargées et d'ions, la seconde plus large, a été courbée sous l'action d'un changement de direction des vents solaires.*

*Dans le tableau ci-contre, la magnitude visuelle apparente de la tête de la comète de Halley est comparée à celle des autres astres. C'est l'étoile Vega qui sert de référence. Plus une étoile est faible, plus sa magnitude est élevée. Ainsi les magnitudes négatives correspondent aux objets les plus brillants. Une différence de 5 magnitudes correspond à une différence d'éclat de l'ordre de 100. L'éclat apparent de la comète tel qu'on a pu le prévoir, ne dépassera pas celui de l'étoile polaire. La brillance de la queue est encore plus difficile à estimer. Par contre son étendue dans le ciel serait de  $30^\circ$  à  $40^\circ$ .*

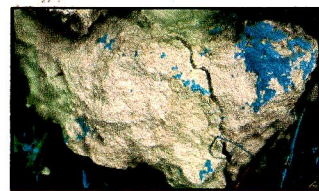
OBJET	MAGNITUDE VISUELLE (1)	DIAMÈTRE APPARENT
SOLEIL	- 26	1/2 DEGRÉ
PLEINE LUNE	- 12	1/2 DEGRÉ
VÉNUS (ASTRE LE PLUS BRILLANT APRÈS LA LUNE)	- 4,4	11" À 1'07"
COMÈTE DE HALLEY (MARS-AVRIL 86)	- 3 À - 5 (?)	MAGNITUDE VISUELLE DU NOYAU DE LA COMÈTE. LA QUEUE QUI S'ÉTENDRA SUR $30^\circ$ À $40^\circ$ EST BEAUCOUP MOINS LUMINEUSE
SIRIUS (ÉTOILE LA PLUS BRILLANTE)	- 1,4	SOURCE PONCTUELLE (2)
VEGA (ÉTOILE DE RÉFÉRENCE POUR L'ÉCHELLE DES MAGNITUDES VISUELLES)	0	
ÉTOILE POLAIRE	2	SOURCE PONCTUELLE
GALAXIE ANDROMÈDE M31	4	
COMÈTE DE HALLEY (FIN DÉCEMBRE 85 MI-JANVIER 86)	5 À 6	
ASTRE LE PLUS FAIBLE VISIBLE À L'ŒIL NU	5	SOURCE PONCTUELLE
ASTRE LE PLUS FAIBLE VISIBLE AVEC UNE JUMELLE 7X50	9	SOURCE PONCTUELLE
ASTRE LE PLUS FAIBLE VISIBLE AVEC UN GRAND TÉLESCOPE	24	SOURCE PONCTUELLE

(1) Brillance à l'œil nu.

(2) Pas de diamètre, seul un point apparaît (c'est ce qui fait scintiller les étoiles et non les planètes, qui ont un diamètre apparent).



# L'ÂGE DE LA PIERRE GELÉE



## LES ÉCLATS DE ROCHES PEUVENT

### RÉVÉLER LES CLIMATS

du passé. Une méthode inédite d'étude de ces paléoclimats, qui ont déterminé les conditions de vie sur la planète, vient d'être mise au point par un chercheur français. Elle conjugue modélisation sur ordinateur et reconstitution des phénomènes sur le terrain.

**L**e quaternaire est la plus récente des périodes géologiques. C'est notre passé le plus proche, qui inclut à la fois les temps préhistoriques et l'époque contemporaine. Sa durée, évaluée selon les auteurs entre 5 millions et 2 millions d'années<sup>(1)</sup>, ne représente qu'une partie infime de la longue histoire biologique et géologique de la Terre.

Cette période est marquée par un événement considérable : l'apparition de l'homme. Elle est aussi caractérisée par d'importantes variations climatiques, principalement l'alternance de périodes glaciaires très froides et de périodes interglaciaires plus tempérées, dont les principales expressions sont une succession d'avancées et de reculs des calottes glaciaires à la surface des continents, des changements dans le niveau des mers, l'alternance de reblaiements et de creusements des lits des rivières et la formation de vallées glaciaires. Ces différents épisodes climatiques ont également entraîné, jusqu'aux plus basses latitudes, des changements dans la flore et la faune.

La dynamique et la chronologie des mutations climatiques, aux effets considérables et qui

intéressent un grand nombre de domaines scientifiques, ne s'expliquent pas encore aisément.

Curieusement, les signes des climats du passé sont plus lisibles dans les océans que sur les continents. Grâce à la mesure du rapport  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  des foraminifères<sup>(2)</sup> dans les carottes de sondage des grands fonds marins, une stratigraphie climatique a pu être établie pour l'ensemble du quaternaire. Mais les terres continentales sont bien moins aptes à révéler l'ordre des séquences climatiques anciennes, car les dépôts géologiques, pour la plupart, y sont discontinus ; d'autre part, les scientifiques ont du mal à tirer des corrélations significatives entre le domaine marin et le domaine continental.

Or, un jeune chercheur de l'Institut du quaternaire de l'université de Bordeaux, Marc Le Ber, procède actuellement à la mise au point d'une méthode originale, dans le but de quantifier les relations existant entre les paléoclimats et un type de dépôt continental très répandu sur toute la surface de la planète.

Le point de départ de cette méthode est l'étude des dépôts accumulés au pied des parois rocheuses, qui constituent des systèmes sédimentaires très

sensibles aux conditions climatiques. En effet, les parois rocheuses subissent les influences des agressions climatiques, essentiellement les différences de température et le gel. Ces attaques climatiques ont pour résultat le détachement de fragments rocheux, qui s'accumulent en contrebas des parois, et sont eux-mêmes très sensibles aux conditions extérieures.

**La gélifraction** — fractionnement par le gel — est un mécanisme primordial dans cette dégradation des parois rocheuses. Lorsque l'eau qui remplit les pores de la roche se transforme en glace par l'action du froid, la roche se fragilise, se fissure, puis se fragmente. Cette fragmentation dépend de multiples facteurs : intensité et durée du gel, fréquence des alternances gel-dégel, humidité, structure et texture de la roche, parmi bien d'autres.

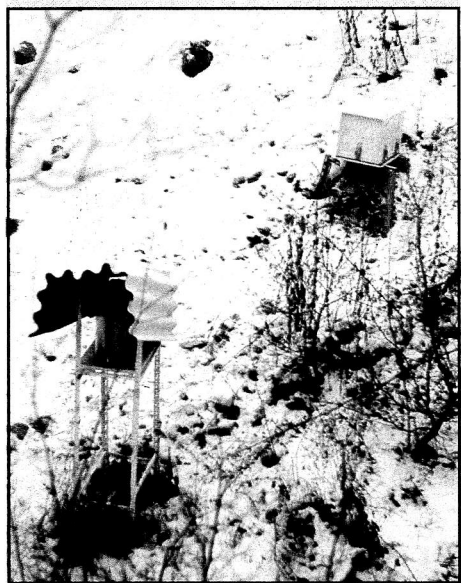
Ces éléments conditionnent la vitesse de fractionnement, la dimension et la quantité des fragments qui s'accumulent par couches successives à la base des parois rocheuses. Ces amoncellements de pierres représentent de véritables archives, les annales climatiques des millénaires passés. Encore faut-il savoir les déchiffrer.

Différents procédés sont utilisés à cette fin. Par exemple, en analysant la granulométrie des échantillons recueillis sur le terrain, pour obtenir une répartition statistique de la taille des fragments. Ou encore, en observant la morphologie respective des débris rocheux dans les différentes couches de dépôt. Mais aucune des méthodes utilisées jusqu'ici ne donne de résultats

(1) La limite inférieure du quaternaire est encore très imprécise et peut varier considérablement selon les critères adoptés

## UNE STATION D'ÉTUDE À FLANC DE ROCHER

L'installation de mesures et d'enregistrements sur le terrain, près de Mussidan, en Dordogne, comprend une série d'équipements évolués, capables de cerner les paramètres impliqués dans les phénomènes climatiques. Un thermo-baro-hygrographe, au pied du dépôt, relève l'état de l'atmosphère (température, humidité relative, pression). Sept sondes thermiques, reliées à un enregistreur potentiométrique, mesurent les températures à faible distance de la paroi, en surface et en profondeur, l'enfoncement allant de quelques centimètres à un mètre. Deux autres sondes sont introduites dans le dépôt en cours de formation au pied de la paroi. Le contact thermique entre la sonde et la roche est assuré par un mélange de graisse et de poudre d'aluminium, un procédé développé, de même que l'ensemble du matériel



utilisé ici, par le laboratoire de géomorphologie du CNRS à Caen.

Étant donné que les oscillations de la température de surface produisent dans la paroi une onde thermique qui s'amortit avec la profondeur, la majorité des sondes intérieures sont disposées près de la surface, là où les variations thermiques sont le plus sensibles. Ces capteurs sont isolés de l'extérieur par un bouchon de polystyrène en poudre et de silastène.

Les neuf sondes sont formées d'un fil de platine protégé par un tube de verre, lui-même protégé par une gaine en inox, le tout noyé dans l'araldite. L'enregistreur potentiométrique recueille leurs signaux grâce à la résistance en platine qui varie selon les températures : il envoie à chaque sonde un courant électrique, mesure la résistance, la traduit en degrés de température et l'enregistre. Les milliers de données consignées en cours d'année sont saisies au centre de Caen, sur disquettes, grâce à une table à digitaliser.

absolus, car les rapports entre la morphologie et la granulométrie des fragments d'une part, le climat de l'autre, sont encore tout à fait imprécis.

L'expérimentation en laboratoire, comme elle est pratiquée au Centre de Géomorphologie du CNRS à Caen (**voir encadré page ci-contre**), consiste à soumettre des échantillons de roche dont toutes les caractéristiques (poids, dimension, forme, porosité, fissurations, etc.) sont connues, à diverses agressions physiques, thermiques, hygrométriques, chimiques, qui reproduisent certains chocs climatiques. Ces expériences permettent de rapprocher telles causes de tels effets, et de mesurer l'importance relative des différents facteurs responsables de l'altération des parois rocheuses. Ces travaux apportent des renseignements révélateurs, mais souvent difficilement transposables aux dépôts anciens.

Nous sommes pratiquement, aujourd'hui, à un tournant de ces études essentielles à une compréhension de nos origines préhistoriques. Les véritables relations causales entre un certain climat et un type de fragmentation donné, sont encore un mystère. Si elles pouvaient être établies, nous aurions du même coup le calendrier climatologique du quaternaire, par référence aux couches sédimentaires, dont la datation est parfois possible. Non seulement pour les grands mouvements, glaciaires ou autres, qui ont affecté l'ensemble du globe, mais pour les microclimats et variations météorologiques locales. Quel temps faisait-il à Maubeuge à tel moment du pléistocène ?

**U**n des problèmes encore en suspens concerne justement la connexion entre les climats qui coexistaient à des échelles diverses. Comment se relie le microclimat au pied d'une paroi rocheuse et le climat régnant sur une région ou même sur tout un continent ? Quand on

sait que plusieurs points le long d'une même paroi actuelle peuvent livrer des témoignages très différents, on comprend combien il est difficile de coordonner tous les résultats.

A l'université de Bordeaux, on essaie de découvrir le lien logique et mathématique qui permettra d'extrapoler une vue climatologique globale à partir de constatations partielles. Et c'est là qu'intervient la méthode qu'expérimente Marc Le Ber à l'Institut du quaternaire de cette université : son but est de quantifier les facteurs du climat d'une région déterminée, à partir des fragments qui se sont détachés d'un certain nombre de parois de cette région.

**Marc Le Ber part du principe suivant :** des relations exactes existent entre, d'une part, les paramètres du climat qui sévissait autour d'une formation rocheuse, et, d'autre part, la répartition granulométrique et morphométrique<sup>(3)</sup> des fragments retrouvés en contrebas. Ces relations correspondent à des phénomènes quantifiables, elles répondent à des lois physiques et statistiques ; elles peuvent donc s'exprimer en termes mathématiques.

La méthode consiste à déterminer sur le plan théorique des lois physiques et statistiques — des "modèles mathématiques" — qui énonceront les rapports entre ces phénomènes et rendront compte de leur évolution réelle. A partir d'une série de paramètres connus, reposant sur des faits observables et mesurables (granulométrie, morphologie, caractéristiques physiques de la roche par exemple), ces modèles permettront de calculer les paramètres inconnus : température, pression et autres conditions à l'époque du détachement des fragments.

Tout revient alors à résoudre des équations. L'outil au cœur de cette recherche est donc l'ordinateur. La "modélisation" elle-même est un travail essentiellement de programmation. Elle permet à la machine de simuler numériquement les phénomènes

(2) Les foraminifères sont des organismes unicellulaires qui sécrètent un test (sorte de coquille). A leur mort, cette coquille se

dépense sur les fonds marins. Le rapport  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  est mesuré à partir de l'oxygène contenu dans les tests. Il permet d'appré-

cier la composition isotopique de l'eau de mer, qui varie selon l'importance des masses de glace continentales.



décrits par les différents modèles mathématiques. Ceux-ci auront été définis de façon à faire connaître, par exemple, les conditions paléoclimatiques régionales à partir d'un microclimat; la température de surface de la paroi et du dépôt en formation, à partir des données microclimatiques; les températures en profondeur dans la roche et le dépôt, à partir des températures en profondeur.

Dans chaque cas, les données sont inversables: on peut aussi bien déterminer le deuxième terme en fonction du premier. On possède alors une sorte de règle à calcul qui, par le jeu des équations, permet de définir n'importe quel paramètre à l'aide d'un autre.

Tout cela demande, au départ, un important travail théorique de recherche des lois physiques et statistiques susceptibles de décrire les phénomènes concernés. Passé ce stade, il n'est plus nécessaire de faire des mesures et des expériences, l'ordinateur peut faire des prévisions et élaborer tout seul ses résultats.

Mais tout ce travail théorique ne peut se faire qu'à partir d'expériences préalables, sur le terrain. Tous les facteurs en cause sont testés sur des exemples ac-

tuels — étant admis qu'une paroi rocheuse, dans des conditions identiques, réagit de la même façon en 1985 qu'il y a des milliers ou des millions d'années.

Un station expérimentale a été ouverte à cet effet en Dordogne, où l'on procède actuellement à des mesures et des enregistrements sur une paroi rocheuse à quelques kilomètres de Mussidan (*voir encadré page 48*).

**L'**étude concrète montre, entre autres difficultés, celle qu'on éprouve à faire une corrélation entre macro et microclimat. Il est reconnu par expérience, depuis une vingtaine d'années, que des postes météorologiques différents, à l'intérieur d'une même zone climatique, voire à quelques mètres les uns des autres, donnent des mesures discordantes. Il existe donc, pour le climat d'une région, autant de définitions différentes que de stations de mesures. La Météorologie nationale, il est vrai, a fixé des normes pour l'installation de ses stations, ce qui aboutit à une définition conventionnelle du climat, et permet tout aussi conventionnellement de com-

parer les mesures d'une région à l'autre.

Pour identifier les climats continentaux quaternaires, il faut procéder de manière analogue. Les mesures effectuées dans un abri-sous-roche (partie inférieure d'un escarpement, protégée par des roches surplombantes), par exemple, sont très inégales selon l'orientation — jusqu'à 10° C d'écart pour des parois distantes seulement de 50 kilomètres. Or, la théorie astronomique des paléoclimats montre que sous nos latitudes, les températures moyennes ne variaient généralement pas plus de 1 à 2° C entre les périodes tempérées et les périodes glaciaires. Autrement dit, les différences de température entre microclimats d'une même région peuvent être beaucoup plus importantes que celles qui opposaient climats glaciaires et interglaciaires durant le quaternaire. Quand les chercheurs façonnent leurs modèles statistiques de référence, il leur faut tenir compte de ces étonnantes disparités.

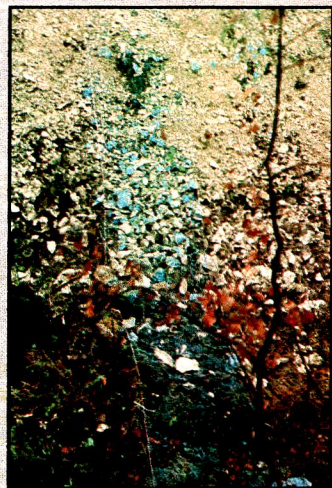
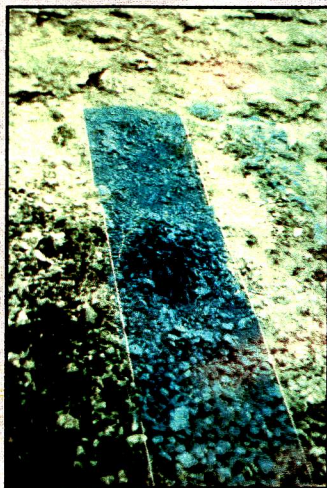
Il reste aussi à créer un programme pour définir la corrélation entre le microclimat et la température superficielle de la paroi rocheuse. La température de surface conditionne les différentes températures intérieures,

## LA RÉCOLTE DES FRAGMENTS TÉMOINS

Deux dispositifs fournissent des renseignements sur les dépôts en formation (granulométrie, morphométrie, nombre des fragments, etc.):

- Un couloir large d'un mètre, perpendiculaire à la paroi, est ici peint en bleu sur le dépôt. Les fragments arrachés à la paroi par les dégradations climatiques y sont très visibles. Des relevés photographiques périodiques, avec échelle, sur des zones bien localisées, donnent déjà une bonne idée de l'apport en fragments et de leur taille, correspondant à différentes phases climatiques.

- Deux toiles posées sur le dépôt servent de réceptacles aux fragments tombés de la paroi. L'une est vidée chaque semaine et son contenu analysé en laboratoire. Les fragments recueillis dans cette toile sont le produit d'une gélification primaire. Le contenu de la seconde toile est récupéré pour analyse à des intervalles beaucoup plus longs, allant d'un mois à plusieurs années. Ces sédiments résultent de gélifications secondaires.



qui, elles-mêmes, déterminent le nombre, la forme, la taille, la fréquence de chute des fragments qui vont se détacher de la paroi. Une affaire complexe de bilan énergétique : la chaleur totale échangée entre l'air au contact de la paroi et la surface de celle-ci, égale la chaleur échangée par conduction entre l'air et la roche, plus la chaleur échangée par rayonnement (la paroi émet de l'infrarouge, donc de l'énergie.)

Concrètement, cela signifie que la température en surface dépend d'une foule de paramètres : température et humidité de l'air, vitesse et direction du vent, orientation, insolation. Jusqu'à la couleur même de la roche : une paroi claire renvoie la chaleur sous forme de lumière ; plus elle est foncée, plus la chaleur diffuse en profondeur. Par exemple, si la roche a une couleur gris foncé (qui peut être due à l'implantation de lichens), la paroi va dégeler dans la journée en cas de gelée nocturne, alors qu'une paroi blanche (craie) ne dégèlera pas, ou nécessitera une température plus élevée pour dégeler.

**L'**organisme humain est doué d'un système qui mesure automatiquement toutes ces composantes : c'est la sensation de froid et de chaud. Nous avons froid quand la chaleur quitte notre corps, à travers la peau, pour passer dans l'air. Le froid est donc une question de chaleur (qui est une énergie) et non de température. Ainsi, s'il fait 10°C avec du brouillard et du vent, nous aurons plus froid qu'avec une température plus basse, 5°C par exemple, mais par temps sec et calme. Dans le premier cas, notre corps dissipe beaucoup plus de chaleur par conduction et par convection, que dans la situation contraire.

Quand nous sortons de la douche, nous avons froid parce que la peau est mouillée, ce qui augmente le coefficient d'échan-

ge, c'est-à-dire la perte de chaleur par conduction. Une fois séchés, nous n'avons plus la sensation de froid, alors que la température de l'air n'a pas changé. De même, nous avons chaud quand l'échange thermique se fait de l'extérieur vers l'intérieur du corps ; l'organisme réagit alors en transpirant.

Les mécanismes sont les mêmes pour toutes les surfaces au contact de l'air, qu'elles soient vivantes ou inertes. A température égale, c'est le vent qui a le rôle prépondérant : il peut faire chuter complètement la température de surface, phénomène dont l'influence est énorme sur l'intensité de la gélifraction dans une région donnée.

Autre corrélation cruciale : elle concerne les interactions entre les températures de surface et les températures intérieures de la paroi. Théoriquement, ce serait la plus facile à calculer ; en pratique on a beaucoup de mal à la préciser exactement. Pour prévoir les températures en profondeur connaissant la température de surface, et réciproquement, il faut résoudre une équation fondamentale, celle de la chaleur, qui fait intervenir la vitesse de variation de la température à chaque profondeur, le gradient par unité de longueur, la diffusivité et la conductivité thermiques du matériau. Toutes ces grandeurs physiques peuvent être mesurées en laboratoire ou calculées à partir d'enregistrements sur le terrain. Elles sont à peu près constantes dans le cas de températures positives (au-dessus de 0°C), ce qui simplifie — relativement — les prévisions. Mais tout se complique dès qu'on a affaire à des températures atmosphériques négatives : quand il gèle, l'état physique du matériau se modifie.

Une roche exposée aux conditions atmosphériques est un solide poreux qui renferme de l'eau, mais qui ne réagit pas au gel de la même façon qu'un réservoir plein d'eau. Dans le cas d'un réservoir, la surface liquide se transforme en glace au mo-

## LA GÉLIFRACTION REPR

Afin d'évaluer les effets désagréateurs du gel sur une roche déterminée, trois facteurs sont pris en compte : l'intensité du gel, la vitesse avec laquelle la température atteint sa valeur minimale et la teneur en eau de la roche en question. En faisant varier ces trois paramètres, on parvient à délimiter leurs rôles respectifs.

Les expériences ont lieu dans deux chambres froides (enceintes thermiques SECASI), dans lesquelles les blocs de pierre, disposés par lots sur des chariots, sont introduits (voir nos photos ci-contre). Ces blocs sont soumis à des cycles gel-dégel de 24 heures (12 heures de gel, 12 heures de dégel) au cours desquels la température s'abaisse jusqu'à -12°C et remonte jusqu'à +15°C. Ces cycles correspondent à ceux que l'on peut observer dans la nature pendant la saison froide. D'autre part, dans les enceintes thermiques comme en plein air, pour que la température minimale ou maximale atteigne le cœur du bloc, il faut compter entre 6 et 7 heures.

Avant de subir l'épreuve du gel, les blocs font l'objet de différents tests destinés à mettre en évidence leurs caractéristiques physiques.

- On commence par déterminer leur poids sec après les avoir laissés sécher pendant environ une semaine dans un séchoir à 50°C (1).
- On procède ensuite à une estimation de la capillarité en mesurant la vitesse et la hauteur de l'ascension capillaire. Pour cela, les échantillons sont placés dans des bacs, où ils reposent sur des baguettes, afin que leur base ne soit pas en contact direct avec le fond du récipient. Par un système d'alimentation continue et d'écoulement du trop-plein, le niveau de l'eau dans les bacs est réglé de façon que seuls 1 ou 2 millimètres

(1) Un séchage à une température supérieure risquerait de modifier les caractéristiques physico-chimiques de la roche.



## TE EN CHAMBRE FROIDE

des échantillons trempent dans le liquide. L'ascension capillaire est visible sur les côtés des blocs ; pour la mesurer, on évalue la distance qui sépare la surface du plan d'eau de la limite supérieure atteinte par l'impregnation.

Cette distance est relevée toutes les heures pendant 24 heures et, chaque fois, l'échantillon est pesé après essuyage. On peut ainsi, pour chaque type de roche, établir une courbe de remontée capillaire et une courbe pondérale correspondant aux temps d'exposition à l'humidité.

Ce test permet également de détecter les fissures cachées, qui, en s'imprégnant plus rapidement, deviennent visibles, ainsi que les défauts d'homogénéité de la roche, qui se traduisent par des différences visibles de remontée capillaire au sein de l'échantillon.

• Complétant l'opération précédente, le passage des blocs aux ultrasons donne une idée plus précise de leur fissuration interne.

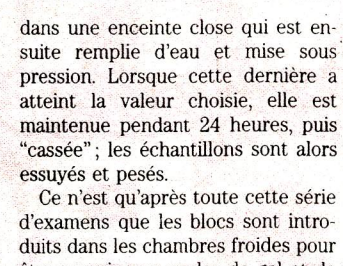
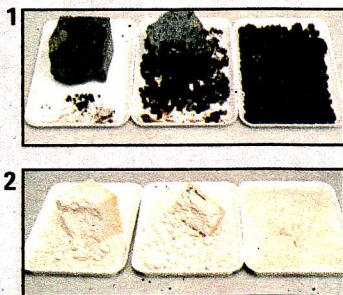
• Vient maintenant la mesure du poids humide. A cet effet, les blocs sont immergés dans l'eau pendant quarante-huit heures. Afin de ne pas emprisonner trop d'air dans les échantillons, on pratique une immersion progressive : pendant une heure, l'eau ne dépasse pas le quart de la hauteur du bloc ; pendant 23 heures, elle le baigne à mi-hauteur ; enfin, pendant 24 heures, elle le recouvre entièrement.

• A l'occasion de l'immersion totale, le volume de chaque échantillon est évalué par application du principe d'Archimède.

• Dernière mesure : celle de la porosité totale des blocs. Deux méthodes sont employées. Pour les petits échantillons, on utilise l'impregnation sous vide. Les roches, après séchage, sont introduites dans une cellule où l'on crée un vide plus ou moins poussé. Dans le même temps, une pompe injecte graduellement de

l'eau déminéralisée et dégazée. Le vide est maintenu pendant une heure, puis il est "cassé", et les roches demeurent immergées pendant 48 heures. Au terme de ce trempage, elles sont essuyées et pesées.

Pour les échantillons de plus grande taille (de 1 à 1,5 kg), on utilise de préférence au vide la saturation sous pression. Les blocs sont placés

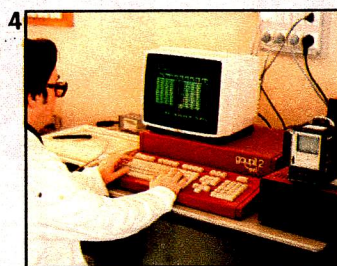


dans une enceinte close qui est ensuite remplie d'eau et mise sous pression. Lorsque cette dernière a atteint la valeur choisie, elle est maintenue pendant 24 heures, puis "cassée" ; les échantillons sont alors essuyés et pesés.

Ce n'est qu'après toute cette série d'examen que les blocs sont introduits dans les chambres froides pour être soumis aux cycles de gel et de dégel, comme décrit ci-dessus. Après avoir été convenablement mouillés, ils sont disposés dans des bacs de 16 x 16 x 7 cm contenant un ou deux centimètres d'eau. Cette eau est destinée à "recharger" en humidité les échantillons appauvris par évaporation et extrusion de la glace. Les débris sont pesés tous les 10 ou 20 cycles, et soumis à une granulométrie après les 20°, 50°, 100°, 200° et 300° cycles.

L'expérience s'achève en général au bout de 300 cycles pour les calcaires et de 500 cycles pour les autres roches.

Grâce aux très nombreuses expé-



Ces trois basses (1) ont subi 675 cycles de gel-dégel, contre 400 pour ces "pierres d'Angoulême" (2). Les roches de droite ont un plus grand degré de "gélivité". Ce traitement naturel accéléré a lieu dans les enceintes SE-CASI (3). Le traitement informatique (4) des résultats de ce type d'expériences permet de prévoir le comportement des matériaux face au gel.

riences menées par les géomorphologues de Caen, grâce aussi aux traitements informatiques et statistiques effectués par leur centre de calcul, il est désormais possible de prévoir le comportement face au gel (vitesse de détérioration et granulométrie des débris) de roches dont les caractéristiques physiques sont bien déterminées.

Des abaques (tableaux synoptiques) de gélivité ont été mis au point, qui seront sans conteste de la plus grande utilité pour l'étude des sédiments fossiles et la reconstitution des climats du passé.

l'eau qui conserve encore une température positive.

La paroi rocheuse, elle, se comporte tout différemment, du fait que l'eau n'y est pas à l'état libre mais prisonnière de pores infimes. D'où deux conséquences : d'abord, l'eau ne gèle

pas à 0° C, mais en dessous ; ensuite, la température du début de congélation dépend de la porosité de la roche, c'est-à-dire de la dimension des cavités microscopiques que présente la matière minérale. L'eau commence à se solidifier au centre des

pores, la glace s'étendant progressivement à la totalité de ces espaces minuscules, à mesure que la température baisse.

Quand on considère la paroi rocheuse dans son ensemble, on trouve une partie non gelée, aux propriétés thermiques à peu

(suite du texte page 151)



# LE SAVOIR VIVRE MICRO

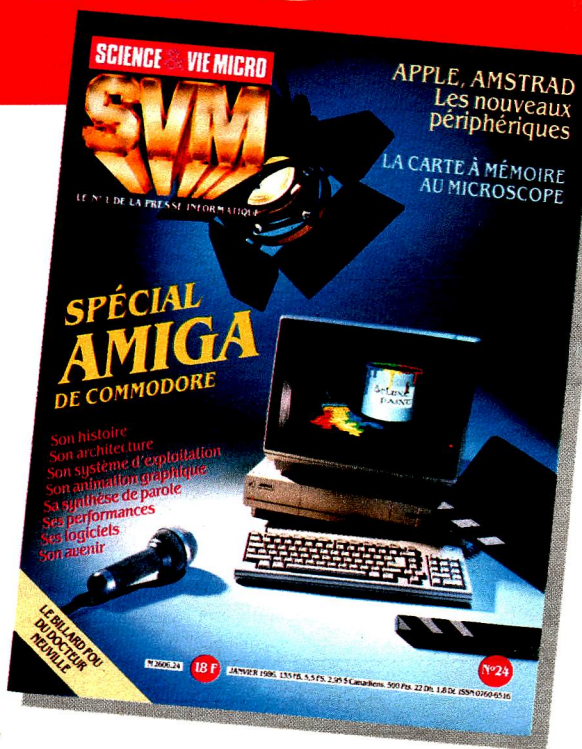
**C**haque mois, faites le point sur toute l'actualité de la micro-informatique avec SVM, SCIENCE & VIE MICRO : expériences originales, applications nouvelles, enquêtes, reportages...

Chaque mois, faites confiance aux bancs d'essai complets de matériels et de logiciels signés SVM.

Et découvrez dans SVM des programmes inédits, le dossier d'initiation et une foule d'informations sur les banques de données, les nouveaux services du téléphone, Minitel et ses multiples réseaux, bref : tout sur tout ce qui communique.



**EN VENTE PARTOUT**





# LES PICS, FLICS ET CONSEILLERS

## VERTS, NOIRS OU

**CENDRES,** nos pics font à leur manière des "rapports" circonstanciés, région par région, sur toutes les altérations du paysage français ; il suffit de savoir les entendre. A l'occasion, on apprend à mieux les connaître et à les aimer.

**L**es oiseaux font partie de ces êtres vivants que les écologistes appellent "indicateurs biologiques", parce qu'ils nous renseignent sur le degré d'altération d'un milieu : si une rivière est transformée en canal bétonné où coule une eau polluée, dépourvue de vie, le martin-pêcheur disparaîtra, car il lui faut des berges en terre pour creuser son nid et suffisamment de poissons pour se nourrir. Son absence révélera que le cours d'eau a été dénaturé.

En forêt, les pics jouent un rôle analogue, plusieurs d'entre eux ayant des exigences particulières en ce qui concerne la densité, les dimensions et le caractère (à feuilles caduques ou résineux) des arbres. Chacun vit à sa façon, l'un préférant se nourrir sur les troncs et les branches, l'autre venant volontiers à terre. Tous les pics ont donc une spécialité, plus ou moins nette, et se distinguent non seulement par leurs dimensions et leur coloration, mais aussi par leur comportement et leur régime alimentaire. Chacun occupe une place absolument originale qui constitue sa niche écologique (voir par exemple les différences entre le Pic noir et le



Pic épeichette dans le **tableau page 54**).

Les huit espèces de pics des forêts françaises n'ont pas la même répartition. Certains sont présents dans la quasi-totalité du pays, tel le Pic vert, le Pic épeiche et le Pic épeichette ; le Pic cendré et le Pic mar font défaut en de nombreuses régions ; le Pic à dos blanc est limité aux Pyrénées occidentales et le Pic tridactyle fréquente seulement les Alpes du Nord. Enfin, le Pic noir est en expansion depuis une trentaine d'années.

A l'instar d'autres animaux dépendant étroitement de la qualité de leur habitat, les pics quittent les parties de la forêt qui subissent des modifications défavorables à leurs activités. Si par exemple on coupe les vieux chênes, on retire au Pic mar ses emplacements de nidification et sa source de nourriture. En effet, cet oiseau a besoin de gros chênes dont l'écorce est épaisse et profondément crevassée et qui portent des branches mortes. C'est à la surface du bois qu'il glane insectes et autres invertébrés. Seuls les chênes lui of-

frent en abondance le type de nourriture qui lui convient, et cela tout au long de l'année. Etant donné qu'un couple de Pics mar vit sur une dizaine d'hectares (au moins) de vieille futaie, si les parcelles occupées par ces arbres sont plus petites et très dispersées dans un forêt, les oiseaux ne pourront plus s'y maintenir. L'exploitation des chênes vieux de 100 ans au lieu de 150 ou 200 ans aura des conséquences analogues, ainsi que leur remplacement par des conifères. Le Pic mar est donc un oiseau très spécialisé en ce qui concerne l'habitat. Les méthodes d'exploitation qui détruisent son milieu favori le menacent directement.

En revanche, le Pic épeiche continuera à fréquenter une portion de forêt tant qu'elle renferme des arbres de taille faible ou moyenne. Beaucoup moins exigeant que son cousin, il perfore les écorces, le bois de toutes les essences, mange même des graines et trouve ses aliments dans des milieux très variés (vieux taillis, futaies de tous âges, bosquets, vergers, allées d'arbres, etc.).

Les pics les plus spécialisés sont donc les meilleurs indicateurs de la richesse biologique d'un massif forestier : en plaine, il s'agit des Pics cendré et mar, et en montagne, des Pics à dos blanc et tridactyle. Toutefois, la présence simultanée de plusieurs espèces dans une même forêt prouve également que celle-ci possède une faune et une flore suffisamment variées, puisque des oiseaux ayant des exigences différentes (Pic noir, Pic vert, Pic épeiche, Pic épeichette) peuvent y cohabiter sans difficulté. Autrement dit, la diversité des espèces, surtout si elles appartiennent à la même famille, témoigne de celle des conditions ambiantes. Si donc vous voyez et entendez au moins quatre ou cinq espèces de pics dans une forêt, vous saurez que celle-ci est autre chose qu'une plantation de peupliers ou une autre monoculture, milieux défavorables à ces oiseaux.

Le Pic noir est un cas particulier. Sa présence permanente prouve qu'il y a dans la forêt des arbres ayant au minimum 100 à 120 ans, probablement un mélange de feuillus et de conifères, ainsi que des vieilles souches, des arbres morts, un stock d'insectes du bois et des écorces ainsi que des fourmis. Ce "géant" exploite en effet un milieu très varié et, même, il contribue à l'enrichir. Son influence est double en effet. D'une part, ses anciens nids intéressent fortement d'autres animaux, car ce sont des abris spacieux (ils atteignent 40 à 50 cm de profondeur et 20 cm de diamètre interne) où l'on peut dormir, se reposer ou mettre au monde ses petits. Le Pigeon colombin, la Chouette hulotte, la Sittelle, les Abeilles sauvages, les Frelons, la Martre et le Loir gris en sont des utilisateurs assidus dans les forêts de plaine, tandis qu'en montagne, la petite Chouette de Tengmalm en profite régulièrement. D'autre part, l'étude de l'alimentation du Pic noir a montré qu'il lui faut un choix assez important d'insectes, bien que les espèces les plus consommées soient peu nombreuses (une dizaine environ). Il s'agit essentiellement de coléoptères vivant sous les écorces ou dans le bois des arbres malades ou morts et de fourmis dont certaines creusent le cœur des conifères attaqués par des champignons. Parmi ces insectes, quatre ou cinq seulement sont potentiellement dangereux pour les arbres de tous âges, les autres contribuant surtout à favoriser la transformation rapide des souches, troncs et branches en humus.

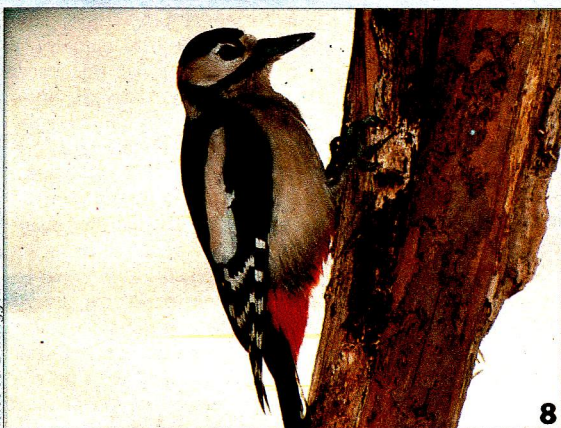
L'étonnante expansion du Pic noir montre qu'il est capable de s'adapter à des conditions différentes de celles de son milieu d'origine. Il y a une quarantaine d'années, il fallait aller dans les Vosges, le Jura, le Massif central, les Alpes ou les Pyrénées pour le rencontrer. Aujourd'hui il suffit de parcourir les forêts de l'Île-de-France ou de nombreuses régions de plaine pour faire sa connaissance. Il s'est même rap-

## LES PICS, LEURS HABITATS ET LEUR

NOM ET LONGUEUR	HABITAT	EMPLACEMENT DU NID	NOURRITURE ESSENTIELLE	MODE D'OBTENTION DE LA NOURRITURE
<b>PIC NOIR</b> (45 cm) (1)	• FORÊTS DE FEUILLUS, DE CONIFÈRES ET MIXTES	• TRONC D'ARBRE (VIVANT OU MORT) AYANT PLUS DE 45 cm DE DIAMÈTRE	• FOURMIS, FOURMIS CHARPENTIÈRES, SCOLYTIDES, CÉRAMBYCIDES	• DÉCHINETTES, SOUCHES, CREUSE LES TRONCS MORTS, SOULEVE DES PLAQUES D'ÉCORCE, VISITE LES FOURMILIÈRES (EN HIVER)
<b>PIC VERT</b> (30 cm) (2)	• LISIÈRE DES FORÊTS, BOSQUETS, VERGERS DE VIEUX ARBRES, PRAIRIES	• TRONC D'ARBRE (VIVANT OU MORT)	• SURTOUT DES FOURMIS, AUSSI DES MOUCHES	• SURTOUT À TERRE, SECONDAIREMENT SUR LES ARBRES, PARFOIS SUR LES MURS (EN HIVER)
<b>PIC CENDRÉ</b> (27 cm) (3)	• BOIS, BOSQUETS ENTOURÉS DE PRAIRIES, PARCS	• TRONC D'ARBRE POURRI, OU AYANT UN BOIS TENDRE (PEULIER)	• FOURMIS, INSECTES DES ÉCORCES, ARAIGNÉES	• À TERRE, SUR LES TRONCS ET LES BRANCHES
<b>PIC À DOS BLANC</b> (25 cm) (4)	• FORÊTS DE MONTAGNE MIXTES, AVEC NOMBREUX ARBRES MORTS ET POURRIS-SANTS	• TRONC D'ARBRE MORT, POURRI	• FOURMIS CHARPENTIÈRES, CÉRAMBYCIDES, ARAIGNÉES	• CREUSE LES TRONCS MORTS ET POURRIS
<b>PIC TRIDACTYLE</b> (24 cm) (5)	• FORÊTS DE MONTAGNE (ÉPICES, AROLLES, SAPINS, MÉLÈZES) CLAIRSEMIÉES	• TRONC D'ARBRE MALADE OU MORT	• INSECTES DES ÉCORCES, DU BOIS CHENILLES, ARAIGNÉES, SEVE	• CREUSE LE TRONC ET LES BRANCHES
<b>PIC ÉPEICHE</b> (21 cm) (6)	• BOIS, FORÊTS, ALLÉES, PARCS, GRANDS JARDINS	• TRONC D'ARBRE VIVANT OU MORT, DE DIAMÈTRE VARIABLE (20 cm AU MINIMUM)	• INSECTES DU BOIS, DES ÉCORCES, GRAINES DE CONIFÈRES (LOCALEMENT EN HIVER)	• CREUSE TRONCS ET BRANCHES, GLANE AUSSI À LEUR SURFACE, ÉPLUCHE LES CÔNES DES RÉSINEUX
<b>PIC MAR</b> (20 cm) (7)	• SURTOUT LES VIEILLES CHÊNAIES	• TRONC OU GROSSE BRANCHE D'UN VIEIL ARBRE (CHÊNE SURTOUT)	• COLÉOPTÈRES (CHARANÇONS, ETC.), CHENILLES, FOURMIS, PUCERONS, ARAIGNÉES	• EXAMINE LES BRANCHES, GLANE LES INSECTES DANS LES FENTES D'ÉCORCE (TRONCS ET BRANCHES)
<b>PIC ÉPEICHETTE</b> (14 cm) (8)	• FORÊTS, PARCS, VERGERS DE VIEUX ARBRES, BOSQUETS	• TRONC OU BRANCHE D'UN ARBRE MORT, OU AU BOIS TENDRE	• INSECTES DES ÉCORCES ET DU BOIS POURRI	• ESCALADE LES TRONCS ET LES BRANCHES, MÊME LES PLUS FINES, PERCE LE BOIS POURRI, GLANE SUR LES FEUILLES



PÉCIFICITÉS



Photos M. Danegger — R. Volot — M. Mos — Ermiel/JACANA — Bruce Coleman Limited — D.R.

(suite du texte page 149)



# CONTRE LE VIEILLISSEMENT:

## UN HOPITAL FRANCAIS A MIS AU POINT

**UNE "GYMNASTIQUE** de l'esprit" pour réactiver les réseaux neuroniques et ralentir la sénescence cérébrale.

**L**e cerveau humain, dès la vie embryonnaire, dispose de quelque 200 milliards de neurones, cellules spécialisées dans l'acheminement de l'influx nerveux et qui sont les unités fondamentales de nos facultés supérieures: mémoire, sensibilité, motricité, langage. Pendant sa formation, le cerveau fabrique des neurones à un rythme effréné — plusieurs centaines de milliers à la minute. Il n'en possèdera pourtant que 100 milliards à la naissance, par suite d'une sélection très sévère. Et contrairement à ce qu'on pensait autrefois, le cerveau humain ne naît pas avec son jeu complet et définitif de neurones; il existe des régions, comme le cervelet, où le nombre des cellules nerveuses augmente encore pendant les premiers mois de la vie post-natale.

Dès la naissance commence l'apprentissage et la maturation où vont se créer d'innombrables circuits cérébraux. On sait d'ailleurs aujourd'hui que le processus est enclenché bien avant, durant la gestation même.

A partir de 25 ans environ, le cerveau se met à perdre spontanément des neurones, au rythme quotidien d'une dizaine de milliers de cellules. Cette déperdition s'accélère encore à partir de la quarantaine et ce sont alors quelque 100 000 neurones qui nous abandonnent quotidiennement.

Contrairement à ce qui se produit pour la plupart des autres organes — la peau par exemple —, un neurone, une fois différencié, est incapable de se reproduire. De même, un neurone dé-

truit n'est pas remplacé, encore que l'organisme connaisse certains stratagèmes de substitution (1). Donc, le stock neuronal ne se reconstitue pas, si bien qu'un homme de 90 ans peut avoir perdu en route un dixième de ses cellules cérébrales.

Or, l'on connaît des nonagénaires dont plus d'un jeune peut envier la verdeur d'esprit. Car il n'existe aucune corrélation mathématiquement constante entre le nombre de neurones survivants et la qualité de fonctionnement de l'appareil cérébral. Les facultés mentales, en effet, dépendent non pas uniquement de l'importance de la population neuronale dans le système nerveux, mais de tout un ensemble d'autres facteurs.

On sait, d'une part, que les possibilités virtuelles du cerveau sont largement sous-employées. C'est un fait scientifiquement établi, et un thème exploité à outrance par toute une littérature qui prétend apprendre au lecteur comment se surpasser intellectuellement en mettant à profit les réserves inutilisées de son esprit. L'homme, tout au long de sa vie, ne se sert en effet que d'un quart environ des neurones disponibles, qui représentent son "potentiel intellectuel".

L'amoindrissement progressif du capital neuronal au cours de l'existence apparaît donc beaucoup moins dramatique, dès lors que cet appauvrissement qui vient avec l'âge laisse encore à l'individu beaucoup plus de cellules nerveuses qu'il n'en utilisera jamais. Si notre cerveau marchait au plein rendement de sa capacité réelle, l'effet de la

privation neuronale causée par le temps conduirait évidemment à un déclin psychique irrémédiable et constant. « La perte de neurones accompagnant le vieillissement normal ne se traduit pas par une altération marquée des facultés supérieures, constate le Dr Guy Van Rynghede de Voxrie, chef de clinique à l'hôpital Saint-François Xavier de Bruges. En réalité, tous les neurones ne travaillent pas et le cerveau prévoit une réserve qui mathématiquement ne pourrait être épuisée pendant la durée ordinaire d'une vie. »

Plus important encore que le nombre de cellules, il y a la qualité et la quantité des réseaux qui se forment entre elles.

Mais alors, si la diminution des neurones n'est pas en cause, pourquoi le cerveau vieillit-il? Car, incontestablement, les années agissent sur son fonctionnement, comme en témoignent, à des degrés divers, chez beaucoup de gens du troisième âge, les troubles de mémoire et d'humeur, la baisse de concentration, d'attention, de vivacité intellectuelle. Ces désordres, d'apparence bénigne, peuvent prendre une ampleur pathologique et une dimension tragique, par exemple dans les cas de démence sénile, dont les symptômes sont présents sous leur forme la plus impitoyable dans la maladie d'Alzheimer (2).

Si l'on cherche les raisons de cette déraison gériatrique, on en trouve tout un faisceau, que personne n'a pu encore parfaitement démêler. Il y a, comme toujours, les facteurs héréditaires. Le développement foisonnant des neurones au stade fœtal est bien sûr dominé par les gènes parentaux. Le bagage génétique contenu dans les acides nucléiques, et qui régit la formation de l'individu, jouera un rôle essentiel par la suite, dirigeant la vie des cellules et renouvelant le stock des diverses protéines né-



# A GYMNASTIQUE DU CERVEAU

cessaires à leur fonctionnement. Le vieillissement cérébral est en partie affaire d'hérédité. Comme l'est d'ailleurs la longévité elle-même. Les trois quarts des nonagénaires et des centenaires ont au moins l'un, et parfois les deux, de leurs parents qui ont vécu très vieux.

Les chercheurs constatent qu'une très longue durée de vie peut très bien être associée à un bon fonctionnement cérébral. Beaucoup de personnes exceptionnellement âgées de distinguent par leur vitalité intellectuelle, leur prise de conscience des conditions extérieures, un comportement psychique éclairé par l'humour. Tout se passe chez eux comme si les "bons gènes" du vieillissement contribuaient également au maintien d'un cerveau sain.

L'éternel débat entre l'hérédité et l'acquisition sévit ici comme ailleurs. Les natures extraverties — tournées vers le monde extérieur — mûrissent plus rapidement que les natures introverties — celles dont l'affectivité et les intérêts sont préférentiellement centrés sur elles-mêmes. En même temps, les deuxièmes donnent des signes électroencéphalographiques de dégénérescence cérébrale plus précoce que les premières. La sociabilité serait donc un facteur de longévité intellectuelle.

Le grégarisme, la convivialité d'une société donnée, que ce soit dans les cultures primitives ou dans un contexte moderne, contribuent à maintenir l'esprit en éveil. L'anonymat et l'égoïsme des grandes villes ont une large responsabilité dans la décadence des vieux. Mais il y a aussi des prédispositions individuelles à la solitude, au retrait sur soi-même, qui favorisent la dégradation mentale chez les personnes âgées. Causes ou effets, hérédité ou influences extérieures, incapacité ou renonciation, les faits

sont inextricables, on peut seulement diagnostiquer les conséquences : le cerveau s'en va.

L'insomnie, exceptionnelle chez l'homme du deuxième âge en dehors des cas pathologiques que sont l'anxiété, les névroses, les états dépressifs, est une condition fréquente et habituelle du troisième âge. On ignore encore quel rôle exact joue dans la vie cette grande fonction biologique qu'est le sommeil, mais on connaît les activités électriques très particulières du cerveau qui se manifestent au cours de ses différentes phases, dites "lentes" et "paradoxaes". On sait en tout cas que la privation de sommeil peut entraîner des troubles graves, alors que l'utilisation d'hypnotiques, si elle permet à l'homme de dormir, perturbe l'équilibre des phases de son sommeil. Le cerveau d'une personne âgée est donc doublement menacé, et par l'insomnie et par les somnifères, qui posent en outre le problème de la dépendance thérapeutique.

On ne sait pas apprécier la part exacte de l'environnement culturel dans les phénomènes de vieillissement, mais elle est assurément importante. De nombreuses enquêtes, notamment sur des jumeaux monozygotes, porteurs du même patrimoine génétique mais élevés séparément, ou ayant vécu de longues années de leur vie d'adulte dans des milieux très différents, ont montré que plus cet environnement est riche en sollicitations pour l'esprit, plus il entretient la vie active des neurones et recule la sénescence psychique.

Par ailleurs, la cessation subite de stimuli externes, le passage brutal d'un métier au désœuvrement, la coupure avec le monde socio-professionnel que représente la mise à la retraite, accélèrent le vieillissement cérébral en mettant hors-circuit des réseaux maintenus en activité pendant des années.



L'environnement n'exerce pas que des pressions psychologiques et culturelles. Les apports extérieurs conditionnent également l'état physiologique de l'individu. Une insuffisance d'éléments nutritifs, tels le glucose, les aminoacides, les vitamines, pendant l'enfance, peut retarder, parfois de façon irréversible, le développement cérébral. Des problèmes circulatoires se déclencheront peut-être par la suite, qui entraveront la bonne oxygénation du cerveau. Ces carences au démarrage de la vie se répercuteront sur les fonctions mentales de l'adulte et du vieillard, sous forme d'une altération débilante précoce des centres cérébraux.

Mais l'environnement peut également s'appauvrir pour l'individu du fait, non d'un changement dans la situation extérieure, mais de la détérioration des organes sensoriels ; les "entrées" ne fonctionnent plus comme avant et laissent passer moins de choses du dehors. Le cerveau n'est plus autant stimulé. Une personne dont la vue ou l'ouïe baisse, perçoit son monde immédiatement comme moins riche qu'autrefois, même si l'environnement quotidien n'a pas objectivement changé. Le cerveau ne reçoit plus la même somme d'informations, le niveau d'expériences vécues par les sens baisse, la mémoire est alimentée en souvenirs moins nombreux et précis.

Ces entrées et sorties peuvent

*Votre cerveau est-il seulement paresseux, ou souffre-t-il de lésions ? Un "check up" cérébral complet (entretiens en plus d'une batterie de tests, comme celui du labyrinthe, ci-dessus), à l'Institut national de recherche sur la prévention du vieillissement cérébral, permettra un diagnostic précis et une réponse appropriée : "gym-cerveau", rééducation, soins, etc.*

## LA DÉMOGRAPHIE DU VIEILLISSEMENT

En 1950, le monde comptait 200 millions de personnes âgées de plus de 60 ans. Vingt-cinq ans plus tard, ce nombre s'élevait à 350 millions. Il friserait les 600 millions en l'an 2000.

Certes, ce triplement en l'espace d'un demi-siècle est le reflet d'un progrès médical considérable. L'espérance de vie dans les pays industriels est aujourd'hui de plus de 70 ans pour les hommes, de près de 80 ans pour les femmes. La longévité humaine augmente aussi dans le Tiers-Monde, quoique avec quelques décennies de retard.

En France, les "vieux" de plus de 65 ans sont 7,5 millions, et les "très vieux", de plus de 80 ans, 600 000. A la fin du siècle, il seront respectivement 8,1 millions et 800 000. Le tiers de l'électorat sera alors composé de citoyens plus que séxagénaires.

Mais si beaucoup vivent plus longtemps, beaucoup vivent mal. Dépressions, troubles caractériels et mentaux, désordres du comportement affectent une vaste proportion des vieux. Nombre d'entre eux sont atteints, à des degrés divers, de démence sénile, et notamment de la maladie d'Alzheimer, qui défie tout traitement. Les statistiques en France ne sont pas certaines, mais on admet que 350 000 Français sont frappés par ces maladies, dont 7 % des plus de 60 ans, et 15 % des plus de 80 ans.

Une prévention du vieillissement cérébral améliorerait la qualité de vie de centaines de milliers de nos concitoyens, en ajoutant, non pas seulement des années à la vie, mais de la vie aux années.

être perturbées par des modifications dans la synthèse de diverses protéines, notamment de l'acétylcholine, neurotransmetteur dont on pense qu'il est particulièrement important pour les "entrées" vers la mémoire, et de la dopamine, qui aurait un rôle majeur dans l'activité "sorties". Il semblerait que la fonction mnémonique par elle-même puisse subsister intacte, alors que la mémoire devient "floue" parce qu'il y a blocage au niveau des voies d'accès.

Le matériau génétique de la cellule intervient dans ces processus, comme en témoigne l'augmentation, observée lors d'expériences d'apprentissage chez les animaux, de la synthèse de l'acide ribonucléique messager (ARNm); celui-ci transporte l'information génétique contenue dans l'ADN (acide désoxyribonucléique, constituant chimique essentiel des chromosomes du noyau cellulaire) vers les ribosomes du cyto-

plasme, qui décodent les séquences d'ARNm pour ensuite assembler les amino-acides en chaînes protéiques. L'apprentissage, qui implique au premier chef la mémorisation, stimule les mécanismes de synthèse. Or, on constate que l'ADN est altéré pendant la sénescence, sans doute à la suite d'une accumulation de petites erreurs lors de la restructuration incessante des matériaux qui composent la cellule: ce vieil ouvrier qu'est devenu l'organisme commence à être distrait.

Quantités de facteurs biochimiques sont ici en jeu et les chercheurs ignorent encore comment retarder le vieillissement en agissant sur les phénomènes cellulaires. Certains proposent de modifier l'équilibre des acides aminés qui entrent dans notre alimentation, ou encore d'assurer au corps un apport complémentaire de soufre, élément qui semble intervenir dans la flexibilité de certaines protéines. Mais rien dans nos connaissances actuelles ne permet de définir avec précision ce que serait un "régime de jouvence".

Reste l'approche la plus accessible: exercer les neurones et les réseaux cérébraux comme le sportif entretient ses muscles, selon le principe maintenant bien démontré qu'un cerveau, contrairement à une fameuse pile électrique, s'use d'autant plus qu'on s'en sert moins. Encore fallait-il mettre au point les règles scientifiques qui doivent commander cette gymnastique cérébrale.

C'est précisément ce qu'a entrepris l'Institut national de recherche sur la prévention du vieillissement cérébral (INRPVC), inauguré l'an dernier à l'hôpital Bicêtre, près de Paris, et que dirige la psychologue Monique Le Poncin-Lafitte. Son équipe s'est penchée d'abord sur les problèmes de diagnostic, c'est-à-dire des moyens qui permettent de mesurer le degré de détérioration cérébrale causée par le vieillissement. Ces travaux l'ont conduite à définir pour cha-

que individu sénescant un "bilan de ressources cérébrales" (BRC). L'état du mal étant évalué, l'INRPVC a mis au point un ensemble d'exercices, dits de "gym-cerveau", dont l'objet est d'augmenter le nombre de cellules cérébrales actives, en faisant travailler les facultés d'observation et d'attention, les fonctions sensorielles et motrices, les aptitudes cognitives, dont la mémoire.

Le but du BRC est de dépister le plus tôt possible chez les sujets tous les facteurs susceptibles de contribuer au vieillissement de leur cerveau. A cet effet, l'institut a développé une batterie de tests, véritable "check-up cérébral" constitué d'une série d'épreuves portant sur l'apprentissage visuel et verbal (rétention, évocation), la structuration spatiale (par le test du labyrinthe), la mémoire associative, le raisonnement logique, les activités perceptives. On interroge également le sujet sur le détail de sa vie quotidienne, sur ses relations affectives. On lui demande d'exprimer ses propres impressions quant à l'efficacité de sa mémoire, aux troubles de son comportement et leurs causes possibles. Plainte stéréotypée: « J'ai des manques de mémoire, je me souviens très bien des événements anciens mais je suis incapable de me rappeler ce que j'ai lu hier... Je cherche mes mots, je les trouve bien après, quand c'est trop tard... J'oublie le nom des gens... Je dors mal... Je me sens fatigué... Je n'ai plus envie de rien faire... »

La vigilance et la psychomotricité sont étudiées à l'aide de vidéotests informatisés permettant de mesurer la vitesse de réaction à des stimuli visuels et sonores. Le sujet active des touches de couleurs différentes en réponse à des signaux lumineux ou en fonction de la hauteur tonale de certains sons. L'acuité intellectuelle est testée par un jeu complexe de figures. Les résultats, qui donnent le BRC individualisé, conduisent à proposer au consultant une rééducation ou, le cas échéant, des



soins, à prodiguer par le médecin de son choix, bien entendu.

L'INRPVC classe les résultats en quatre catégories :

1. Le cerveau est normal, mais il peut être devenu "paresseux" et il faut l'activer.
2. Le cerveau est normal mais le diagnostic fait apparaître des déficiences biologiques — une carence importante en magnésium, par exemple — ou des troubles psycho-affectifs, tels qu'une dépression légère. Un traitement médical et des exercices de stimulation cérébrale peuvent être salutaires.
3. Le cerveau ne présente aucune liaison mais les troubles sont importants. Il convient alors de rechercher l'existence possible d'un dysfonctionnement neurochimique, ou d'un état pathologique naissant qui ne s'exprime pas encore ouvertement par ses symptômes caractéristiques.

On aura éventuellement recours à la tomographie d'émission, technique qui permet, après injection d'une substance radioactive participant aux réactions biochimiques du cerveau, de visualiser l'intensité du métabolisme des cellules nerveuses dans les diverses régions cérébrales et d'identifier les zones responsables. L'institut ne dispose pas lui-même d'un pareil instrument, mais peut avoir accès au Tomic 64, de fabrication danoise, installé à la faculté d'Orsay. Cette technique autorise le diagnostic précoce de la démence sénile, notamment de la maladie d'Alzheimer.

4. On découvre des lésions cérébrales ; les neurologues vont alors procéder à l'étude pathologique du malade et décideront du traitement approprié.

Les résultats des premiers 368 BRC, établis pour 122 hommes de 55 à 75 ans et 246 femmes de 60 à 80 ans, font apparaître pour 45 % des sujets testés une activité anormalement faible du cerveau liée à une baisse de motivation.

Parmi les hommes, 21 % ont des défaillances cognitives mineures en rapport avec une per-

turbation psycho-affective, 30 % offrent les signes d'un début de vieillissement pathologique, et 7 % représentent des troubles avancés.

Pour les femmes, ces pourcentages sont respectivement de 35, 21 et 9. Or, souligne Monique Le Poncin-Lafitte, « comme les recherches le prouvent, les gens qui se laissent aller, qui n'ont plus d'activités intellectuelles ou ludiques ni de contacts sociaux, bref qui ne stimulent plus leur cerveau, peuvent accélérer leur vieillissement et cela peut aller jusqu'à la détérioration organique. »

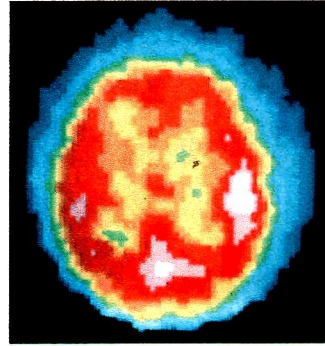
L'INRPVC offre donc à ses consultants des séances collectives de "gym-cerveau" (\*), exercices informatisés dont l'objet est d'augmenter le nombre de cellules nerveuses actives, et de mobiliser les réseaux neuronaux habituellement peu sollicités ou carrément tombés en désuétude. Cette gymnastique fait appel à la fois aux fonctions psychomotrices et sensorielles et aux fonctions cognitives, les réponses pouvant être données de façon individuelle ou collective.

Le programme de chaque séance, enregistré sur disquette et projeté sur écran, est présenté par un psychologue qui joue également le rôle d'animateur, encourageant les interactions entre les participants — dix au maximum. Pendant une heure, ceux-ci tentent de se frayer des chemins à travers des labyrinthes, de mémoriser des listes de mots, des séries de chiffres, des groupes d'objet, des itinéraires géographiques, des données météorologiques. Pour favoriser les échanges, dont on sait qu'ils sont un facteur important de stimulation cérébrale, on les amène à discuter ensemble leurs résultats et à les comparer entre eux.

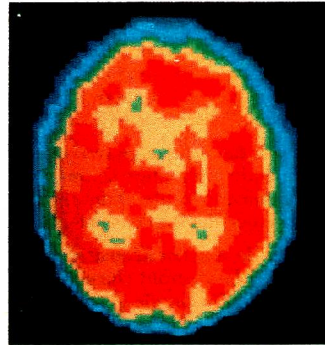
Dans une majorité des cas, le cerveau sénescant est normal mais flemmard. S'il n'est pas soumis à une demande particulière, son activité neuronale forme une espèce de "bruit de fond" qui caractérise son état de

(suite du texte page 154)

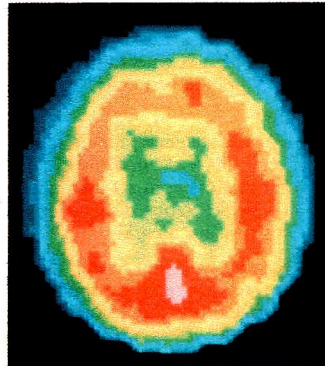
## DES "RADIOS" POUR TESTER L'ACTIVITÉ CÉRÉBRALE



**Cerveau au repos :** dominante orangée due au "bruit de fond" caractéristique de l'activité continue des neurones.



**Cerveau en plein travail** (dominante rouge) : sujet en train de se remémorer un texte appris la veille.



**Cerveau atteint de la maladie d'Alzheimer :** l'image présente des zones importantes d'inactivité (en bleu-vert) correspondant aux lésions neuronales typiques de cette maladie.

En injectant dans la circulation sanguine générale (par intraveineuse) une substance radioactive, dont on sait qu'elle se dirige vers le cerveau (une amphétamine), on peut, en mesurant les radiations, constater des variations dans le flux sanguin des capillaires irriguant le cerveau. Flux plus important = irrigation plus fournie = plus d'oxygène = travail cérébral, puisque, comme tout organe, le cerveau a besoin d'autant plus d'oxygène que son activité est plus importante. Les détecteurs enregistrent des mesures par tranche de cerveau et les transmettent à un ordinateur qui en restitue des images (des tomographies) colorées selon une échelle allant du bleu-vert (couleurs froides) pour les zones les moins actives, à l'orange, au rouge et enfin au blanc pour les zones les plus actives.

(3) La cotisation forfaitaire pour un an, qui ne couvre pas les coûts de médecine préventive, est de 280 francs ; elle n'est pas remboursée par la Sécurité sociale mais est

déductible des impôts, ou peut être prise en charge par un organisme de retraite.



## Découvrez le fantastique pouvoir de la

# Pensée Positive et tout vous réussira.

Vous détenez en vous un pouvoir incroyable, le plus impressionnant pouvoir qui soit à votre disposition : la Pensée Positive. Tous ceux qui réussissent pratiquent les techniques de la Pensée Positive. Vous aussi vous pouvez les apprendre en quelques minutes par jour. Vous découvrirez comment fonctionner succès, comment soulever les montagnes grâce au fantastique pouvoir de la Pensée Positive.

**Vous connaîtrez le fantastique pouvoir de la confiance en soi :** audace et détermination seront vos nouveaux atouts. Vous éliminerez toute crainte, toute timidité en utilisant les 3 modèles de Pensée Positive.

**Vous maîtriserez le fonctionnement de votre corps :** fatigue, stress, douleur seront chassés par vos seules pensées apaisantes. Un simple petit geste allié à une certaine pensée et en quelques minutes vos troubles disparaîtront.

**Vous gagnerez enfin beaucoup plus d'argent** quelle que soit votre situation actuelle vous pourrez désormais acquérir tout ce que vous désirez en appliquant simplement les 5 grands principes du succès par la Pensée Positive.

**Vous serez libéré de toute peur :** en quelques semaines et grâce à la règle d'Or de la Pensée Positive vous échangerez votre anxiété contre l'assurance, l'incertitude contre la sécurité. Vous détiendrez le secret le plus puissant des pensées bienfaisantes.

Je peux vous assurer que rien ne résiste à la Pensée Positive. Vous verrez comme il est simple de produire une énergie positive qui assure le succès, le bien-être physique et moral. Envoyez-moi aujourd'hui même le bon ci-dessous et je vous adresserai gratuitement, par retour, un intéressant livret traitant entre autre de la Pensée Positive.

Maurice Ogier

Institut Français de la Communication Service S92.180.5  
6, rue de la Plaine, 75020 Paris, France.

### BON POUR UN LIVRE GRATUIT

à renvoyer à Maurice OGIER  
Institut Français de la Communication, Service S92.180.5  
6, rue de la Plaine, 75020 Paris, France.

Je désire recevoir gratuitement le livre de Maurice Ogier traitant de la "Pensée Positive".  
Voici mon adresse permanente : ☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

Nom .....

Prénom .....

Adresse .....

Code ..... Ville .....

Pour l'Afrique, joindre 2 coupons-réponse. **S92.180.5**

## information commerciale

### IDEE-CADEAU LA MALETTE DEPANNAGE AUTO

Elle contient tous les accessoires en cas de problème sur la route : câble de remorquage, panneau et imper réfléchissants, gants de travail, pince crocodile, lampe de poche, outils, ampoules de recharge...



Prix  
177 F

**SICLI-BOUTIQUE-SECURITE**  
217, rue du Fg Saint-Honoré - Paris 8<sup>e</sup>  
Tél. 42.89.29.50

## diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec

Dans tous les secteurs d'activité, la pratique utile d'au moins une langue étrangère est devenue un atout majeur. Pour augmenter votre compétence, assurer votre promotion, votre reconversion, quelle que soit votre situation, vous avez donc intérêt à préparer un diplôme professionnel, très apprécié des entreprises :

- **Chambres de Commerce Etrangères**, compléments indispensables aux emplois du commerce international.

- **Université de Cambridge (anglais)**, pour les carrières de l'information, publicité, tourisme, hôtellerie, etc...

- **B.T.S. Traducteur Commercial**, formation complète au métier de traducteur ou interprète d'entreprise.

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel. Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disque, cassettes...). Cours oraux facultatifs à Paris. Service Orientation et Formation

**Documentation gratuite à Langues & Affaires. Service 4427.**  
35, rue Collange 92303 Paris - Levallois. Tél. : 42 70 81 88.

### BON D'INFORMATION

à découper ou recopier et renvoyer à

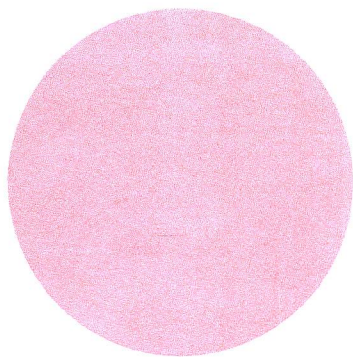
**L. & A. service 4427. 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.**  
Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....





## PHYSIQUE

**AVEC LES QUARKS,  
PLUS DE GLITCHES**

**E**st-il possible que des noyaux atomiques soient compressés jusqu'à ce que les neutrons et les protons qui les constituent perdent leurs identités, et qu'il n'en reste plus que de la "matière noire", un magma de quarks, ces entités censées constituer les particules élémentaires et leur conférer leurs propriétés ? C'est l'une des solutions que certains physiciens proposent actuellement aux cosmologistes, qui se désespèrent de ne pas trouver assez de matière dans l'Univers, réputé trop peu dense pour que les galaxies telles que nous les connaissons se soient condensées.

Cette matière compressée serait plus stable que la matière ordinaire et formerait des "gouttes" constituant dans l'Univers un gaz chaud, diffus et indétectable, car la

(suite du texte page 62)

(suite de la page 61)

quasi-absence d'électrons dans cette matière l'empêcherait de produire de la lumière, et ainsi de se refroidir autrement qu'en émettant des neutrons, ce qui pourrait en faire un catalyseur dans les réactions thermonucléaires se produisant au centre des étoiles. Si ces gouttes étaient assez lourdes, elles pourraient même être arrêtées par la Terre, et en interagissant avec ses noyaux bien ordinaires, libéreraient assez d'énergie pour laisser des traces dans certains micas que l'on s'emploie donc à scruter au microscope. Elles seraient même capable de « produire des tremblements de terre », rapportait R. Schæffer, physicien du Commissariat à l'énergie atomique à Ormes-les-Merisiers, dans une conférence à l'Institut d'astrophysique de Paris.

Seuls inconvénients : prédominante dans les endroits où la densité excède 30 milliards de tonnes par centimètre cube, la matière de quarks serait celle des étoiles à neutrons, ces noyaux d'étoiles effondrés qui sont le dernier état de la matière avant le trou noir et sont sans doute l'une des sources des rayons X célestes. Or, il arrive que la croûte céleste de ces étoiles se fracture — assurent les théoriciens — et que leur rotation s'accélère, ce que l'on retrouve dans la période des variations du flux de rayons X qu'elles nous envoient : ce phénomène s'appelle un glitch, en langage physicien. La matière de quarks serait trop homogène pour qu'une croûte se forme, et sans croûte, point de glitch. C'est hélas ainsi, mais, selon R. Schæffer, « c'est le seul problème sans solution que pose l'hypothèse de la matière de quarks ».

Les travaux pratiques dans ce domaine sont risqués : la matière noire, ne comprenant pas autant de quarks de charges électriques opposées, est chargée. Mais il s'en fait de peu qu'elle soit neutre. Le serait-elle qu'elle avalerait, sans qu'aucune force répulsive ne s'y oppose, toute matière moins stable qu'elle, c'est-à-dire tout. Qu'un paramètre s'annule dans une équation, et l'on découvrira que la matière de quarks est neutre. « Dans ce cas-là, il vaudrait mieux s'abstenir d'essayer d'en fabriquer dans un accélérateur de particules », dit R. Schæffer. C'est plus prudent, en effet.

S.C.

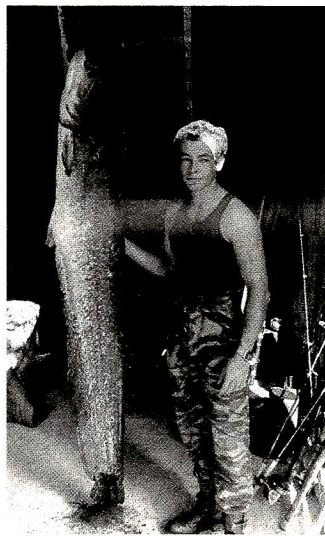
## ALERTE AUX SILURES !



**L**e 8 septembre 1985, Pascal Ferrand pêche au lancer dans un affluent de la Saône, la Seille. Soudain une secousse violente l'alerte ; il vient d'accrocher un poisson énorme qui, une fois sorti de l'eau, se révèle de dimensions inhabituelles : 1,98 m pour 40 kg. Pascal Ferrand n'est pas très surpris, il a déjà capturé un poisson semblable, de 1,82 m au mois de juillet. Et impossible de ne pas reconnaître le Silure Glane dont parlent tous les pêcheurs de la région. Cet animal n'est pas très attrayant. C'est un énorme poisson-chat, au corps de tétard, gluant et terminé par une tête plate. Sa gueule, largement fendue, entourée de barbillons, lui donne un aspect monstrueux. Sa taille démesurée par rapport à celle de la plupart des autres poissons d'eau douce, renforce l'impression d'effroi.

Le plus gros silure pêché dans le Dniepr dépasse largement ces chiffres. Il atteignait 5 m pour 306 kg. Et des poissons dépassant 2 m ne sont pas rares. Les légendes qui entourent ces monstres donneront aux anthropologues du pain sur la planche ; on parle de restes humains retirés de l'estomac des silures, d'enfants retrouvés vivants dans l'animal, etc. On raconte aussi que le silure sort du lit de la rivière pendant les crues, et secoue avec sa queue les arbres pour faire tomber les animaux qui avaient cru y trouver un refuge...

Il faut tout de même reconnaître que l'animal dévore effectivement tout ce qui passe à sa portée : autres poissons, écrevisses, grenouilles, jeunes canards ou encore rats. Juste retour, c'est l'homme surtout qui le mange. Le silure fait partie des poissons les plus prisés dans les pays d'Europe centrale et il fait aussi l'objet d'élevages en étang. Les connaisseurs disent qu'une fois la peau et la première couche de graisse enlevées, on obtient une chair savoureuse, dépourvue d'arêtes et rappelant celle du veau.



Photos D.R.-R. Loriaud



Géographiquement la population de ces poissons s'étend de l'Elbe à la mer d'Aral. En on connaît aussi de plus ou moins isolées dans certains lacs suisses, dans le Rhin et depuis toujours, semble-t-il, dans le Doubs. On peut s'interroger sur l'origine des silures français. S'agit-il d'œufs transportés par les pattes d'oiseaux de passage, par des canaux, ou de véritables populations autochtones ? Les prises se multiplient dans le Doubs, la Saône, la Loire même. En 1975, on a capturé dans la Loire, à Saint-Laurent-des-Eaux, deux silures dépassant un mètre de long. Cette expansion n'est pas due à des raisons biologiques, comme c'est le cas pour d'autres espèces : ce sont des lâchers volontaires qui sont à l'origine de cette multiplication. Dans un certain nombre de cas, on connaît d'ailleurs parfaitement le nom des responsables. Mais peut-on prévoir si l'espèce disparaîtra, se maintiendra ou deviendra envahissante ? Peut-on aussi prévoir son impact sur l'ensemble de la faune aquatique ? A la première question, on peut, avec prudence, répondre que si le silure est depuis toujours présent, de manière sporadique, dans le Doubs, et que s'il ne s'est pas trop multiplié c'est qu'il a rencontré une barrière. Cette barrière, on ne la connaît pas très bien. On peut tout supposer : penser qu'il a besoin pour se reproduire d'un climat continental, et d'eaux d'une température supérieure à 20 °C lors de la ponte. Ce qui peut l'amener à se reproduire trop tard dans la saison pour que les alevins puissent supporter l'hiver. Pourquoi ne pas aussi imaginer que la multiplication des lâchers d'animaux d'origines géographiques variées ne fera pas un jour apparaître des silures parfaitement adaptés à telle ou telle de nos rivières ? En ce qui concerne l'impact, ici encore la prudence s'impose. Le delta du Danube, où le silure abonde, est particulièrement poissonneux ; les autres carnassiers acceptent fort bien ce voisinage.

En France, cependant, les sociétés de pêche s'inquiètent. Il est difficile de leur donner tort tant les résultats d'introduction d'espèces nouvelles sont imprévisibles. Dans le cadre des arrêtés en cours de parution à la suite de la nouvelle loi sur la pêche, les silures figurent sur la liste des espèces présentes en France et ne

figurent pas sur celles des espèces écologiques. Il devrait donc être permis de les introduire partout si la liste n'est pas modifiée. On touche ici une des grandes carences de la législation française. Dans des domaines en rapport avec l'écologie, il devrait être possible de surmonter le sacro-saint principe de l'égalité devant la loi. Le silure est peut-être à sa place dans le Doubs, il le serait sans doute beaucoup moins dans l'Adour ! Une législation tenant compte des grandes caractéristiques de chaque bassin serait sûrement mieux adaptée. Malgré ces réserves, que le pêcheur qui sent un "monstre" tirer sa ligne ne prenne pas la fuite. S'il s'agit d'un silure et s'il a, comme Pascal Ferrand, l'habileté de le sortir de l'eau, il peut se réjouir du festin qui l'attend !

J.M.

## GÉOLOGIE

### LE JAPON SOMBRE

**L**a gravité aura-t-elle un jour raison du Japon ? 719 sondages effectués sur une superficie de 14 000 km<sup>2</sup> et publiés par l'Agence japonaise de l'environnement ont révélé qu'une superficie totale de 814 km<sup>2</sup> s'est enfoncée en 1985 de 2 à 4 cm. Sur 12 points, l'enfoncement était même supérieur à 4 cm. Ce phénomène s'explique par une baisse correspondante du niveau des nappes d'eau souterraines et celle-ci à son tour s'explique par un été particulièrement sec et par un pompage impénitent de ces nappes. La neige n'a rien arrangé : les Japonais la balaient à l'eau pour débayer les routes et, dans la région de Niigata, sur la mer du Japon, rapporte notre confrère anglais *The New Scientist*, des records d'effondrement ont été atteints en deux points : 9,2 et 10,1 cm (rien qu'en un an, toujours). C'est que cette région est exposée à de fortes chutes de neige. En raison des travaux de creusement de son métro, la ville de Yokohama s'est effondrée de 6,4 cm en deux ans et l'on s'attend à ce qu'elle baisse encore de quelques 3 cm en 1986. Cet effondrement a causé des fissures dans de nombreux édifices de béton de la région.

G.M.

## PARDON !

### LE MÈTRE : DE LA LUMIÈRE

**D**ans notre numéro de décembre, l'article consacré aux unités de mesure légales et "illégalles" renfermait une erreur, ou plutôt un retard : la définition que nous y avions donné du mètre, unité internationale de longueur, était celle de 1960. Or, la 17<sup>e</sup> Conférence générale des poids et mesures a adopté en 1983, une nouvelle définition qui est la suivante : le mètre est la longueur du trajet parcouru dans le vide par la lumière pendant une durée de 1/299 792 458 seconde. Cette nouvelle définition est due à l'apparition des lasers stabilisés qui ont révolutionné les techniques de mesure en permettant de disposer de sources dont les qualités sont très supérieures à celles de la lampe au Krypton (dont la longueur d'onde de la raie orangée servait de référence). Notons que le mètre légal de 1983 confère une valeur exacte à la vitesse de la lumière, et suppose aussi qu'elle soit invariable dans le vide conformément à la théorie de la relativité.

R.d.L.T.

### DES CORDES POUR NOUS PENDRE

**A**utre pardon demandé : dans notre numéro de janvier et dans le tableau "Avant les cordes : 3 théories pour 4 forces" de l'article intitulé "Les physiciens découvrent la ficelle", il fallait lire, à la première ligne, caractéristiques des forces (gravitation et force électromagnétique) : "portée infinie", et non "portée infime". Nous prions nos lecteurs de bien vouloir nous excuser de cette évidente coquille typographique.

F.S.

• **Risques de ramollissement des os** pour les personnes qui prennent trop de médicaments anti-acides pour l'estomac, selon le bulletin "Confluences détectives" : ces médicaments captent tout le phosphore alimentaire, d'où le ramollissement évoqué.

## SIDA : LA VOIE DU SINGE

**L** n'est plus guère de mise d'attribuer la vulnérabilité au SIDA à des groupes de population donnés, Haïtiens, homosexuels, Africains ou autres : s'il est bien exact que la maladie sévit parmi eux avec une virulence particulière, ils ne passent plus pour les seuls qui aient été en contact avec le virus LAV.

Une étude signée de six médecins et biologistes américains et vénézuéliens (*Lancet*, 16 nov. 85) vient de révéler que même les Indiens d'Amazonie, restés très à l'écart des grands circuits supposés d'infection, possèdent des anticorps contre le virus, et ont donc été en contact avec lui.

Comment ? Et pourquoi est-ce des régions tropicales africaines que semblent rayonner les voies d'extension du SIDA ? De nombreux travaux tendent à renforcer le soupçon suivant : c'est que le virus LAV viendrait du singe. Le soupçon se fonde sur la découverte d'un virus existant naturellement chez les macaques et qui, injecté à des animaux sains, déclenche chez eux un ensemble de symptômes ressemblant à s'y méprendre au SIDA humain. Les ressemblances sont particulièrement

grandes avec les cas de SIDA sans symptômes observés en Afrique, par exemple au Sénégal, selon le Pr M. Essex, de Harvard. L'inoculation expérimentale du virus, appelé, en Amérique, STLV III, S pour *Simian*, a été réussie par le Dr Norman Letvin et son équipe, du New England Regional Primate Research Center et a fait l'objet d'une communication dans *Science* (4 oct. 85), qui a connu un grand retentissement. Comme le virus humain, celui du singe infecte électivement les lymphocytes T-4.

L'expérience est très importante, parce que, bien que nul n'ait encore réussi l'inoculation au singe du virus humain, ce qui offrirait un modèle d'études idéal, elle ouvre quand même la voie à l'établissement d'un tel modèle. Cela étant, les chercheurs de plusieurs laboratoires étudient l'hypothèse que le rétrovirus LAV serait capable de transformations ou recombinaisons, selon le terme consacré, ce qui lui permettrait éventuellement d'infecter à la fois l'homme et le singe. Le passage du singe à l'homme aurait pu se faire soit en Amérique du Sud, soit en Afrique.

Point extrêmement important

pour tout le monde : Essex et un autre chercheur, Alroy, se demandent si la contamination n'aurait pas pu se faire par voie... médicale, c'est-à-dire par des produits réalisés à l'aide de sang de macaques, tels que le vaccin polio oral et d'autres composants de médicaments.

En attendant les résultats des essais sur les malades du SIDA de la substance AL721 (voir *S. & V.* n° 819), une nouvelle un peu plus rassurante que les autres à ce sujet : le Dr A. Karpas, de l'université de Cambridge (G.B.) a vérifié que le système immunitaire humain n'est pas totalement sans défense contre le virus LAV. En effet, a-t-il démontré *in vitro*, quand des lymphocytes T-4 sont mis en contact avec du sang de personnes chez lesquelles la maladie s'est déclarée, ils meurent rapidement. Quand ils sont mis en contact avec du sang de personnes qui possèdent des anticorps, mais chez lesquelles la maladie ne s'est pas déclarée, le virus est tué dès qu'il est libéré dans le sang, ce qui l'empêche d'infecter d'autres cellules. Les T-4 se reproduisent donc normalement et ils sont sains. **G.M.**

# GÉOPHYSIQUE

## IL Y AURAIT EU UN CONTINENT DU PACIFIQUE...

**...** Il y a quelque cinq millions d'années, comme le suggèrent les hypothèses américaines inspirées des photos de l'océan du même nom prises par satellite. Cox, géophysicien de l'université Stanford, et Engebretson, de l'université de Washington Ouest, ont observé les photos en question et ont été frappés par le fait que les plus jeunes îles des Hawaï, Oahu, Maui et Hawaï même, sont alignées selon un axe qui diffère de 8° des îles plus anciennes du même archipel. Ils en ont d'abord déduit qu'il y avait donc eu un changement dans la dérive de la plaque tectonique à laquelle elles appartiennent.

Selon ces géophysiciens, le glissement de la plaque se serait effectué parallèlement à la côte californienne et à l'actuelle faille de San Andreas ; puis, il y a cinq millions d'années, à la

suite de la fracture de cette plaque, le glissement aurait suivi un axe différent, orienté de 8° dans la direction sud-est ; c'est alors que, sous la pression de la plaque ou du moins, sous celle de l'un de ses fragments, se seraient formées les montagnes de la Californie actuelle.

La fracture de la grande plaque originelle du Pacifique se serait effectuée à la hauteur des îles Fiji ; le fragment nord serait entré en subduction sous le fragment sud, le poussant alors un peu plus vers le sud-est. C'est le naufrage de la plaque nord dans le magma sous-jacent, plus mou, qui serait responsable des tremblements de terre actuels du Pacifique ouest. Car ce naufrage continue ; les fragments de la plaque nord, qui s'est elle-même fracturée en plusieurs morceaux, sombrent encore dans les fosses océaniques, modifiant ainsi le relief du plancher

du Pacifique.

La plaque nord en question aurait été à peu près aussi grande que la France, peut-être même plus grande. Cox et Engebretson, qui se sont fondés sur des relevés au radar effectués par satellite, ont publié leur hypothèse dans un récent numéro de *Nature*. Ils précisent que ce n'est là qu'une hypothèse préliminaire, qui devra être confirmée, modifiée et affinée par études des mouvements tectoniques le long du Japon, des Aléoutiennes et de la Nouvelle-Zélande. **G.M.**

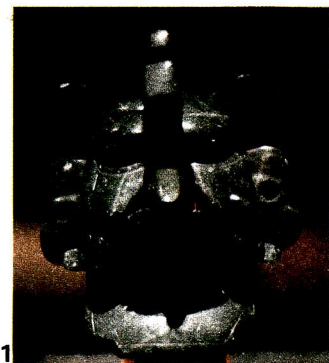
● **Médicament contre l'autisme** : la fenfluramine améliore nettement le comportement des enfants après deux mois de traitement, selon des essais américains rapportés en France de façon favorable. On cherche d'autres applications possibles.



## ARCHÉOLOGIE

## LE PASSÉ DU MEXIQUE PAR TROIS FOIS PILLÉ...

**L**e cambriolage du Musée anthropologique de Mexico n'est pas un "casse" de musée comme tant d'autres : il est plus grave. Au XVI<sup>e</sup> siècle, les conquistadores espagnols, avides de pouvoir, d'argent et de richesses, ont déjà détruit les principaux sites précolombiens ; ils ont cassé les idoles, fondu la plupart des objets en or et emporté un nombre incalculable de pièces d'une valeur historique et artistique inestimable. Plus tard, de nombreux sites archéologiques ont été saccagés par des pilleurs de



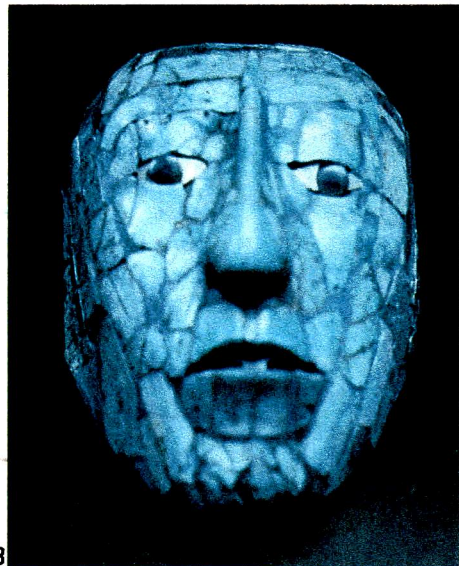
1

Mésomérique. C'est eux qui, vers le XIV<sup>e</sup> siècle, ont les premiers travaillé l'or et réalisé de magnifiques objets de parure. Peu de ces objets ont pu arriver jusqu'à nous, car grand nombre de tombes qui les contenaient ont été pillées. La majorité se trouvait au musée de Mexico, malheureusement... Après le vol, les œuvres mixtèques en or qui nous restent ne dépassent pas quelques dizaines réparties dans divers musées à travers le monde. Les Mayas-Toltèques n'étaient pas des orfèvres à proprement parler ; ils se conten-

dans la vallée d'Oaxaca. Ce masque est un exemple magnifique du travail du jade dans lequel excellaient les artisans zapotèques. Il fut découvert lors des fouilles du monticule H, au centre du site de Monte Alban. Un seul objet également a été volé dans la salle aztèque. Il s'agit d'une pièce unique, réalisée dans un bloc d'obsidienne de grande taille et absolument pur (**photo 2**). Ce récipient d'obsidienne, représentant un singe, animal-attribut du dieu de la danse, des fleurs et des jeux, est une des œuvres majeures de la plastique aztèque. Extrêmement fragile, c'est un véritable miracle qu'il ait été découvert intact.

Disparus également tous les objets en jade provenant de la tombe de Pacal, souverain de la cité maya de Palenque, mort en 692. Pacal avait fait édifier de son vivant un temple funéraire, à structure pyramidale, avec une crypte secrète qui allait contenir un des plus somptueux tombeaux royaux connus dans le monde maya. Il y a été enterré avec ses bijoux en jade (diadème, bagues, colliers, boucles d'oreilles...) et deux statuettes de jade ; sur son visage était posé un masque funéraire composé d'environ deux cents pièces de jade (l'œil étant en coquillage et l'iris en obsidienne) (**photo 3**). Ce masque est un élément exceptionnel qui n'a pas d'équivalent dans toute la zone maya.

Au Mexique, l'or n'est apparu que très tardivement et n'a été travaillé que par trois civilisations : les Mixtèques, les Mayas-Toltèques et les Aztèques. Les Mixtèques (civilisation qui s'est développée entre les XII<sup>e</sup> et XV<sup>e</sup> siècles dans la vallée d'Oaxaca) étaient les plus grands orfèvres de la



3

taient de tailler et de travailler, par la technique du repoussé, des feuilles d'or importées essentiellement de Panama. Les objets en or de cette période (XIV<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles) sont plutôt rares et proviennent principalement des fouilles du cenote (puits) sacré du site de Chichen Itza dans le Yucatán. Ils ont aujourd'hui disparu... Quant aux objets aztèques en or, les conquistadores étaient passés avant les voleurs de la nuit de Noël ! **E.C.**

• **Un colloque "Science et armements"** réunira, sous le patronage d'Alfred Kastler, un collectif de scientifiques pour le désarmement nucléaire. Ce colloque aura lieu le samedi 1<sup>er</sup> mars à la faculté d'Orsay. Des physiciens et des médecins y examineront les armes de demain et leurs implications.



2

tombes et des trésors ont été vendus à des collectionneurs étrangers, voire mexicain. Le récent vol enlève au Mexique une partie de son patrimoine archéologique. Il est là-bas, ressenti comme un viol psychologique autant qu'un vol.

Les cent quarante-quatre objets archéologiques volés, essentiellement en or et en jade, étaient parmi les plus précieux et les plus rares. Ces pièces uniques, invendables et d'une valeur inestimable (bien que des chiffres allant de 60 000 à 20 millions de dollars aient pu être avancés pour certains objets), sont très probablement allées enrichir la collection d'un riche "amateur d'art précolombien", parfaitement connaisseur, car tous les objets ont été soigneusement sélectionnés.

Les pièces volées appartiennent aux civilisations zapotèque, mixtèque, maya, maya-toltèque et aztèque. Un seul objet appartenant à la culture zapotèque a été dérobé : un masque de jade, formé de plusieurs éléments juxtaposés, représentant le dieu Chauve-Souris, seigneur des morts (**photo 1**), datant de la phase Monte Alban 3 (300 à 900 après J.-C.), correspondant à l'apogée de cette civilisation qui s'est développée

## LES ZOMBIES SE FONT AVEC DU VENIN DE CRAPAUD



*Une image du film « J'ai marché avec un zombie », l'une des nombreuses productions qui ont popularisé, dans le monde entier, la supercherie des sorciers haïtiens.*

**T**hème favori des films de terreur, les zombies, ces morts-vivants, ne seraient pas une légende, selon un botaniste de l'université Harvard, E. Wade Davis, qui a publié dans le journal d'ethnopharmacologie de son université des données en ce sens. Selon Davis, il y a eu au moins un cas de personne donnée pour morte et "résuscitée" après son enterrement. Cela se passait évidemment à Haïti. L'individu se nommait Narcisse Clairvius et celui-ci aurait été empoisonné parce qu'il avait transgressé les lois de son clan. Il parut être mort, on feignit de l'enterrer, c'est-à-dire qu'on le mit en terre avec l'intention de l'en sortir une fois que le coma serait terminé.

Car il s'agissait d'un coma provoqué par l'administration orale d'un poison ou d'un composé de poisons comportant, entre autres, du crapaud pilé et des extraits de poisson-souffleur, deux animaux connus pour contenir de la tétrodotoxine, substance fortement neurotoxique.

Ce qui attira l'attention de Davis, ce furent les descriptions de cas de Japonais qui avaient mangé du poisson-souffleur (c'est une spécia-

lité culinaire délicate à préparer, car il faut éliminer tous les organes toxiques de l'animal, mais néanmoins très prisée au Japon). Ces intoxiqués présentaient une difficulté de respiration, de la fixité du regard et un état d'hébété. Deux victimes avaient même été déclarées mortes, mais, avaient repris connaissance avant d'être inhumées.

Davis se rendit à Haïti, obtint avec la collaboration du Dr Doyon Lamarque, de Port-au-Prince, le breuvage utilisé par les sorciers ou bocors, l'analysa et trouva les ingrédients cités plus haut. L'affaire était claire : les zombies étaient en fait des intoxiqués tombés dans un coma profond et donnés pour morts. Et c'était le cas de Clairvius, déclaré mort en 1962 à l'hôpital Albert-Schweitzer à Deschappelles et reconnu en 1980 par plus de deux cents personnes.

L'intoxication est affaire délicate : il faut savoir donner la dose exacte qui permette la "résurrection", une dose trop forte, Davis se l'est fait confirmer par les bocors, entraînant la mort. Il faut aussi que le "mort" ait suffisamment d'air dans son cercueil pour survivre. Il faut également le

surveiller et le faire exhumer à point, avant qu'il meure pour de bon, par suffocation. Il faut enfin réussir la cérémonie de résurrection, ce qui exige tout un cérémonial. Ainsi, à peine tiré de terre, le zombie est nourri de force avec une pâte à base d'ignames et de datura ; or le datura est un puissant hallucinogène ; il fait délirer le mort de façon spectaculaire, au grand ébahissement des témoins.

Davis a rencontré une quinzaine de zombies qui n'étaient en fait que des arriérés mentaux, des épileptiques ou des alcooliques. Mais il semble qu'il y en ait quand même quelques-uns qui aient fait un "voyage" mémorable...

G.M.

● **Caducée infamant** : l'université de Rochester a décidé que l'emblème de Mercure, le bâton sur lequel s'entrelacent deux serpents et qui est un symbole universel de la médecine, ne convient pas aux médecins, et qu'il ne serait plus utilisé par elle. Raison : Mercure, dieu des marchands et des messagers, est aussi le dieu des voleurs. Grand changement : l'université l'a remplacé par un caducée... à un seul serpent, censé être l'emblème d'Esculape, fils d'Apollon et patron des médecins.

● **Ivermectine**, c'est le nouveau médicament contre l'onchocercose ou cécité des rivières, maladie parasitaire endémique à l'Afrique et qui cause dans ce continent des millions de cas de cécité. L'ivermectine remplacera la suramine (utilisée aussi contre le SIDA) et la diéthylcarbamazine. Elle se prend en une dose unique.

● **Plus de calories et plus de graisses**, c'est la tendance alimentaire des Français depuis 1970. Le nombre de calories quotidiennes était passé de 1970 à 1978 de 3 205 à 3 363 ; il a atteint 3 425. De plus, le taux de calories lipidiques est passé, lui, de 1970 à 1982, de 43 % à 47 %, le taux de protéines demeurant stable.



## TAXONOMIE

## AU-DELÀ DU POULPE À OREILLES



**L**a découverte d'un nouveau genre de céphalopode, un poulpe de 2,50 m de long, et muni de deux singuliers appendices à l'avant, sortes de nageoires latérales qui aideraient l'animal à naviguer, pose un problème nouveau en taxonomie, la science de la classification des espèces. En effet, ce poulpe, découvert par une équipe de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer ou IFREMER, à 2 500 m de profondeur, par environ 13° de latitude nord et 105° de longitude est, a été repéré dans des zones qui troublent déjà le monde scientifique, celles des sources d'eaux chaudes qui jaillissent du fond de la mer. Quatorze de ces sources ont déjà été repérées (*voir notre carte*) de part et d'autre des Amériques. Or, ces zones abondent en animaux inconnus jusqu'ici, tels que des moules géantes d'une trentaine de centimètres de long, des bivalves également géants et des vers d'une quarantaine de centimètres de long.

Ces créatures présentent deux grands traits communs :

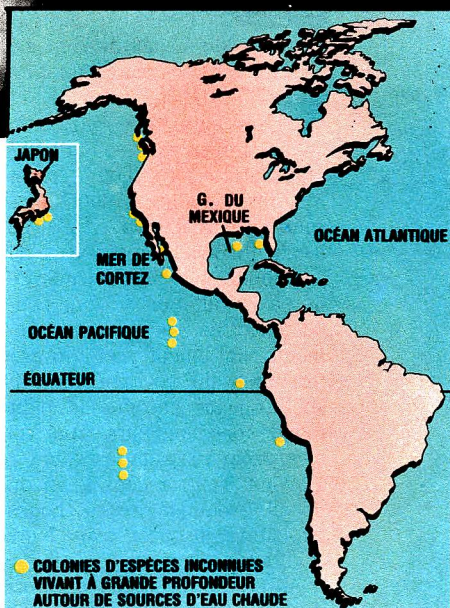
- elles vivent en colonies dans un milieu particulièrement chaud, de l'ordre de 350 °C, riche en substances

qui, jusqu'ici ne semblaient pas propices à la vie, sulfure d'hydrogène, ammoniac et métaux divers. La composition des sources sous-marines et le mécanisme de leur jaillissement sont encore à l'étude ;

- elles se sont développées de manières qui semblent indépendantes, mais parallèles, de part et d'autre du continent américain. Et c'est peut-être ce point qui est crucial.

Le Dr Frederic Grassle, de la Woods Hole Oceanographic Institution, Mass., a publié dans *Science* son opinion sur ces colonies, dont il estime que le parallélisme de formation défie les explications simples : ou bien il s'agit, selon lui, de la distribution singulière de plusieurs genres de mêmes lignées, ou bien, ce qui est encore plus extraordinaire, de cas d'évolutions similaires bien qu'indépendantes.

Le poulpe à oreilles, qui présente, autre singularité, une membrane transparente qui unit toutes ses tentacules sur toute leur longueur, à la façon d'une jupe à baleines, n'a pas pu être ramené par les plongeurs de l'IFREMER, mais il a pu être filmé pendant un quart d'heure. La découverte de cet animal s'est faite en



1984, mais elle ne fut pas communiquée à la presse, parce que ces chercheurs voulaient d'abord s'assurer qu'il s'agissait bien d'un genre inconnu. Plusieurs autres créatures vivant près des sources ont, elles, pu être ramenées à terre, et c'est ainsi que par centaines de kilos, les biologistes de l'université A. & M. du Texas ont collecté des moules et des bivalves des profondeurs du golfe du Mexique, qui sont actuellement à l'étude.

G.M.

*Les points en couleur désignent les sources sous-marines recensées jusqu'ici et où l'on a trouvé des formes de vie aberrantes.*

# QUI REGARDE MON SPOT

## AVEC L'AVENEMENT DES CHAINES

**PRIVEES, LA PUBLICITE** est en passe de se substituer à l'Etat comme principal financier de la télévision. Or les annonceurs ont des exigences que l'Etat ne connaît pas. La question n'est plus de savoir si Antenne 2 dépasse TF1 en audience moyenne, mais, beaucoup plus précisément : « Qui est en train de regarder mon spot de 10 secondes, ce mercredi à 21 h 32 ? » Quelle technique de mesure d'audience répond le mieux à cette question ?

**B**eaucoup de gens s'imaginent que l'on mesure l'audience TV en captant, par un procédé relevant de la magie électronique, le nombre total de postes qui sont allumés et branchés sur telle ou telle chaîne. Il n'en est rien. La technique utilisée a toujours été et restera, comme pour les sondages d'opinion, l'analyse d'échantillons représentatifs de la population. Plusieurs méthodes d'auscultation se font concurrence, de nouveaux raffinements sont inventés, et la transformation du paysage audiovisuel français entraîne le petit monde des sondeurs dans un maelström à l'issue incertaine.

Avant d'entrer dans le vif du débat, évoquons les méthodes exploitées jusqu'ici, avec leurs avantages et leurs inconvénients.

Au centre du système, un organisme "incontournable" : le CESP (Centre d'études des supports de publicité). Par rapport aux autres acteurs en présence, le CESP possède un avantage décisif : c'est un organisme paritaire, une association qui réunit sur un pied d'égalité les annonceurs (c'est-à-dire les entreprises — comme Citroën, Panzani ou la BNP — qui font appel à la publicité), les publicitaires (agences de pub, centrales

d'achat d'"espaces" publicitaires), et les médias, tous les médias, c'est-à-dire la presse, les radios, les chaînes de télévision. Les décisions sont collégiales et le financement multilatéral, ce qui assure un minimum d'objectivité aux enquêtes que le CESP engage et contrôle.

En ce qui concerne la télévision, le CESP procède habituellement à trois enquêtes annuelles approfondies, portant chacune sur 4 500 personnes (soit 13 500 au total). Chaque enquête dure environ un mois. Les sondés sont interrogés à domicile pendant 40 à 50 minutes. Le questionnaire permet de rassembler les données sur l'équipement du foyer (magnétoscope ou pas, etc), sur l'emploi du temps, sur les habitudes d'écoute et, surtout, sur l'écoute de la veille de l'interview, quart d'heure par quart d'heure.

Ces enquêtes sont les plus fiables mais ne donnent que des moyennes. Elles permettent d'être bien renseigné sur les habitudes des téléspectateurs, de savoir si une chaîne est plus regardée qu'une autre dans telle tranche horaire et par qui (âge, sexe, profession, résidence). Mais les résultats ne sont pas fournis par jour daté, parce que l'échantillon ne serait plus représentatif (4 500 divisés par quatre

semaines de sept jours = 160). On ne sait donc pas qui a regardé telle émission, encore moins tel spot. L'enquête fait d'autre part appel à la mémoire, qui peut être défaillante. Et puis les résultats ne sont fournis que trois fois par an, avec un retard d'un mois sur la période d'écoute. Cette année (85-86), deux enquêtes seulement sont prévues.

Paradoxalement, c'est au vu de ces enquêtes qu'est encore aujourd'hui fixé le prix de la publicité sur les trois chaînes publiques. Le coût des spots n'est pas déterminé en fonction de leur audience réelle, mais en fonction d'une audience possible, projetée au vu des résultats des trois dernières enquêtes CESP et de leur synthèse annuelle, publiée en juillet. Les annonceurs font donc un pari sur l'audience. Pari risqué, car celle-ci peut être très inférieure aux prévisions. Mais pari obligé, car le monopole d'Etat impose sa loi. Chaque année, le Parlement fixe le montant total des recettes publicitaires à ne pas dépasser par la télévision publique, et la régie de chaque chaîne fixe à l'automne le prix de ses "écrans" (temps d'antenne réservé à la pub) pour l'année suivante, prix variant seulement selon le jour et l'heure.

D'une certaine manière, les annonceurs s'y retrouvent. Si les prix étaient libres, les spots passés au "peak time" (heure de plus forte écoute) coûteraient beaucoup plus cher qu'actuellement. La minute de publicité le dimanche soir sur TF1 coûte 500 000 francs ; elle monterait peut-être à 2 millions si les prix étaient libres. Mais inversement, l'audience d'un spot passé à une heure d'écoute moyenne n'est nullement garantie. Un annonceur peut payer très cher une campagne qui n'aura finalement été vue que par une fraction très marginale de téléspectateurs. On



# TÉLÉ ?

comprend que le désir d'en savoir plus se soit fait sentir, avant même l'avènement des chaînes privées.

Et l'Audimat ? dira-t-on. Eh bien oui, il y a l'Audimat. Mais jusqu'ici, jusqu'à l'automne dernier pour être exact, ses résultats étaient confidentiels. Ils étaient réservés aux responsables des chaînes, soucieux eux aussi d'affiner les moyens de leur concurrence. Créé en 1981 sur une initiative de l'Etat, l'Audimat est resté pendant cinq ans le joujou du service public. Bien sûr, il y avait des fuites. Mais il n'était pas possible, pour un annonceur ordinaire ou une agence de pub, d'avoir accès à la collection des courbes d'audience.

*Science & Vie* a déjà décrit le fonctionnement de l'Audimat (1). Rappelons-en l'essentiel. Inspiré de l'"Audimeter" installé depuis longtemps aux Etats-Unis par la société Nielsen, c'est une boîte noire, de la taille d'un attaché-case. Il est placé sous le téléviseur de braves gens sélectionnés pour constituer un échantillon représentatif de la population. L'appareil enregistre toutes les deux secondes si le poste est allumé, et sur quelle chaîne. Les données sont mémorisées. La nuit, l'ordinateur central de la société d'exploitation, la Secodip, compose automatiquement le numéro de téléphone des braves gens et, sans les réveiller, "pompe" les données. Chaque matin à 11 h, les responsables des chaînes reçoivent les trois courbes d'audience TF1, A2 et FR3. Ils savent immédiatement si Mitterrand a fait mieux que Coluche.

Quelle merveille, cet Audimat ! Mais est-ce si sûr ? D'abord, l'échantillon, le "panel", est-il représentatif ? Jusqu'en 1985, il se limitait à 650 foyers. Sur un total de 18,5 millions de foyers ayant la TV, c'est peu. Début 1986, on est passé à 1 000 (ou en tout cas

950). Cela reste peu. En Grande-Bretagne, il y a 3 000 audimètres. En Italie, il y en aura bientôt 4 000. En outre, il y a des phénomènes de déperdition. Les Audimat initiaux avaient été fabriqués par Thomson. Ils n'étaient pas très au point. Pas garantis contre la foudre, en particulier ! La justice du ciel les frappa sans pitié, par l'intermédiaire du modem qui les reliait à la ligne du téléphone. Il fallut les remplacer. Les nouveaux, installés depuis 1985, sont fabriqués par Bertin. Résistent-ils à la foudre ? Leurs concurrents affectent d'en douter. De toute manière, compte tenu de divers problèmes techniques (l'ordinateur ne parvient pas toujours à se brancher sur la ligne téléphonique), il faut compter avec une déperdition moyenne de plus de 5 %.

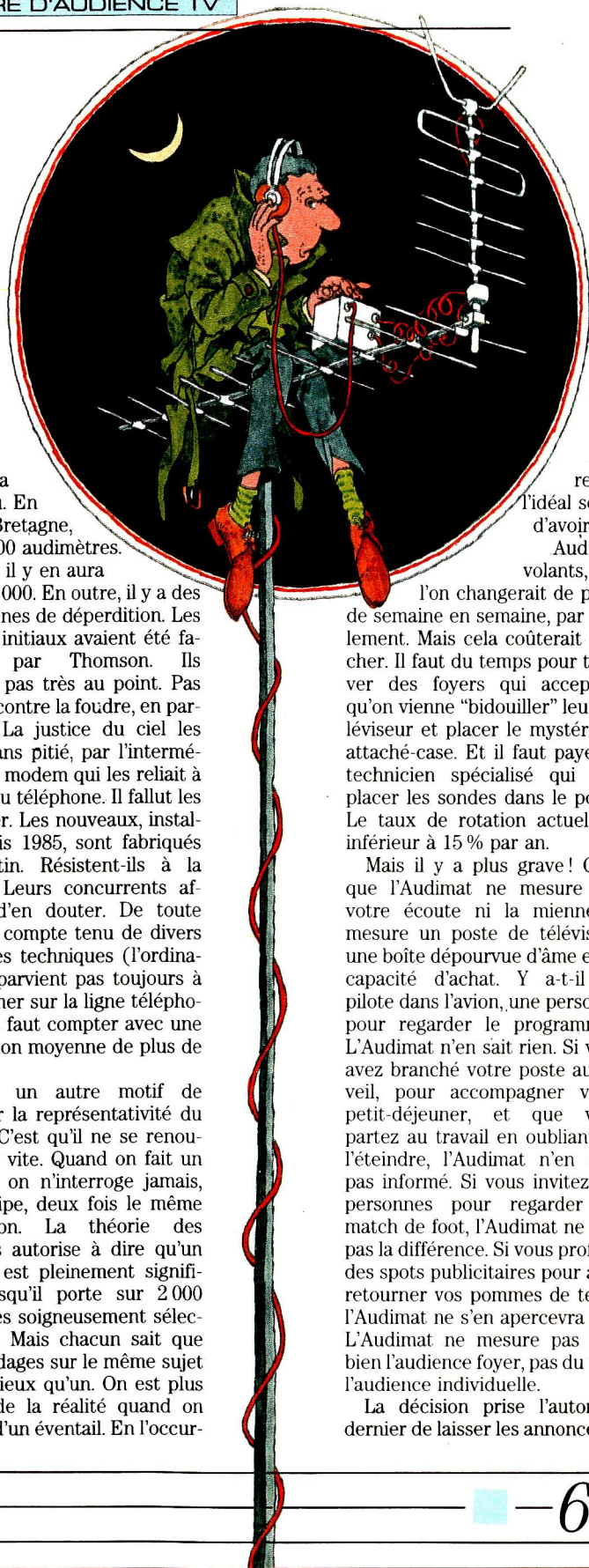
Il est un autre motif de contester la représentativité du "panel". C'est qu'il ne se renouvelle pas vite. Quand on fait un sondage, on n'interroge jamais, en principe, deux fois le même échantillon. La théorie des sondages autorise à dire qu'un sondage est pleinement significatif lorsqu'il porte sur 2 000 personnes soigneusement sélectionnées. Mais chacun sait que cinq sondages sur le même sujet valent mieux qu'un. On est plus proche de la réalité quand on dispose d'un éventail. En l'occur-

rence, l'idéal serait d'avoir des Audimat volants, que

l'on changerait de place de semaine en semaine, par roulement. Mais cela coûterait trop cher. Il faut du temps pour trouver des foyers qui acceptent qu'on vienne "bidouiller" leur téléviseur et placer le mystérieux attaché-case. Et il faut payer le technicien spécialisé qui doit placer les sondes dans le poste. Le taux de rotation actuel est inférieur à 15 % par an.

Mais il y a plus grave ! C'est que l'Audimat ne mesure pas votre écoute ni la mienne. Il mesure un poste de télévision, une boîte dépourvue d'âme et de capacité d'achat. Y a-t-il un pilote dans l'avion, une personne pour regarder le programme ? L'Audimat n'en sait rien. Si vous avez branché votre poste au réveil, pour accompagner votre petit-déjeuner, et que vous partez au travail en oubliant de l'éteindre, l'Audimat n'en sera pas informé. Si vous invitez dix personnes pour regarder un match de foot, l'Audimat ne fera pas la différence. Si vous profitez des spots publicitaires pour aller retourner vos pommes de terre, l'Audimat ne s'en apercevra pas. L'Audimat ne mesure pas très bien l'audience foyer, pas du tout l'audience individuelle.

La décision prise l'automne dernier de laisser les annonceurs





## TÉLÉSPECTATEUR EST-TU LÀ ?



**Bouton-poussoir et bande passante.** Chaque membre ou invité de la famille annonce sa présence devant le téléviseur en appuyant sur la touche lui correspondant sur le boîtier de télécommande spécial (ci-contre), l'audimètre (ci-dessus, placé sur le poste) se met à poser des questions ou à donner des ordres sur une bande passante qui s'affiche à l'endroit où, en temps normal, l'appareil donne la date et l'heure. Par exemple : « Tous les présents ont-ils bien appuyé sur leur touche ? ». Ou alors, s'il s'agit d'un invité : « Êtes-vous un homme ? une femme ? un enfant ? » (à chaque fois, le téléspectateur utilise la touche "oui" ou "non" sur son boîtier). Ou encore : « Appuyez sur la touche d'appréciation. » (6 degrés, d'"excellent" à "très mauvais"). En cas d'erreur ou de changement d'avis, le téléspectateur dispose sur le boîtier d'une touche "correction".

avoir accès aux courbes d'audience (moyennant finances) ne les a donc pas vraiment bouleversés. 150 000 francs hors taxes pour ne pas savoir qui regarde mes spots ? C'est cher payé. On achète quand même, parce que cela donne malgré tout des indications complémentaires. C'est toujours amusant de voir que son spot est passé dans un "écran" qui a fait 9,7 % d'audience moyenne d'après l'Audimat. D'autant plus que rien n'interdit de faire de savants calculs. 9,7 % le soir valent peut-être 25 % (si l'on estime qu'il y a deux personnes et demie par poste allumé), tandis que 9,7 % l'après-midi valent peut-être 8 % (si un certain pourcentage de postes ne sont pas regardés du tout). Quoi qu'il en soit, il est clair que cet instrument de mesure a la tremblote. Il faut

trouver autre chose.

Or justement, cet autre chose existe ! Il suffit de regarder autour de soi. Que font les Anglais, les Allemands, les Belges, les Suisses ? Ils ont recours à un système beaucoup plus sophistiqué, qui mesure, lui, l'audience individuelle ! C'est pourquoi le CESP a décidé, l'été dernier, de lancer un appel d'offres. Objectif : donner à la France, à l'heure où la télévision se privatise, un dispositif de mesure de l'audience individuelle qui ait l'assentiment de tous. Plusieurs candidats se sont aussitôt présentés. Certains ont même commencé à passer aux actes, offrant leurs services aux annonceurs et aux publicitaires sans attendre que le CESP donne sa bénédiction. Des intérêts parfaitement divergents se sont manifestés, le CESP a dû mettre son

appel d'offres en veilleuse, et nous vogueons, pour l'heure, dans la plus grande confusion.

Quel est donc le système utilisé par nos voisins ? Nous sommes allés voir sur place, en Grande-Bretagne et en Belgique. Bien que les firmes qui fabriquent les appareils ne soient pas les mêmes, leur fonctionnement est à peu près identique. Ce sont aussi des audimètres, mais, à la différence de l'Audimat français, ils ne sont pas purement passifs.

Comme l'Audimat, ils mesurent automatiquement si le poste est allumé et sur quelle chaîne. Mais en plus, ils sont accompagnés d'un boîtier de télécommande (comme ceux que nous utilisons pour changer de chaîne). Ce boîtier comporte huit boutons (ou touches). Chaque habitant du foyer se voit affecté un bouton. "Maman", "Papa", "Mimi", "Anatole", etc. (le nom est inscrit à côté du bouton). Quand Mimi allume la télé, elle appuie sur son bouton pour signaler sa présence. Si elle quitte la pièce en laissant la télé allumée, elle appuie pour signaler son absence. Ou du moins, elle est supposée le faire. Si Anatole rentre sur ces entre-faites, il appuie sur sa touche, et ainsi de suite. Enfin, les annonceurs savent qui regarde leurs spots !

En Grande-Bretagne, pionnière en la matière, le système fonctionne depuis le début de l'année 1984. Les télévisions privées, sont seules, pour l'instant, à être habilitées à faire passer des écrans publicitaires. Elles en tirent la totalité de leurs ressources. Les annonceurs reçoivent chaque semaine deux forts volumes qui fournissent des tableaux d'écoute à faire pâlir de jalousie leurs homologues français. Pour toute émission mais aussi pour tout spot publicitaire sont indiqués :

- le pourcentage de téléviseurs branchés ;
- le pourcentage de maîtresses de maison qui sont effectivement plantées devant leur poste. C'est très important pour les annonceurs, car ce sont elles qui



prennent la majorité des décisions d'achat, pour la majorité des produits. Si la "ménagère" profite d'une interruption de programme pour faire prendre la *jelly*, elle a en principe appuyé sur son bouton pour signaler qu'elle cesse de regarder la TV;

- le pourcentage d'adultes (15 ans et plus);

- le pourcentage d'hommes;

- le pourcentage d'enfants âgés de 4 à 14 ans (qu'en France la législation sur les sondages interdit de prendre en compte);

- et tout cela région par région. En effet, les 3 000 audimètres sont répartis en 13 "bassins d'audience", ce qui n'est pas le cas des Audimat français. A noter que ces 3 000 audimètres représentent un échantillon moyen de 7 à 8 000 personnes.

Les Belges, eux, nagent dans l'euphorie. Alors que les Anglais avaient déjà une longue expérience des audimètres passifs, les Belges ont brûlé les étapes passant sans transition d'un système d'interviews style CESP à un audimètre permettant la mesure individuelle. Alors que le système ne fonctionne que depuis quelques mois, ils se livrent déjà à des études sophistiquées sur les variations d'audience à l'intérieur d'un même écran publicitaire. Ils se sont aperçus par exemple qu'il existait une déperdition de 50 % entre le début et la fin des écrans publicitaires de fin de soirée.

Le cas belge préfigure dans une certaine mesure le paysage audiovisuel français des années 1990. Dans certaines zones, on peut capter jusqu'à 17 chaînes de télévision. Les audimètres sont installés à Bruxelles et dans la région francophone. Il y en a 600, représentant 1 400 individus âgés de 8 ans et plus, pour une population de 3,76 millions de téléspectateurs. Ils donnent les résultats de 7 chaînes (dont TF1, A2 et FR3), groupant pour l'instant les dix autres dans une seule rubrique "autres". Le taux

de rotation des audimètres a été fixé à 50 % par an, ce qui est considérable.

Le système belge a une supériorité sur le système anglais actuel. Grâce à une bande passante, l'audimètre peut en effet poser des questions aux téléspectateurs présents. Si par exemple un invité arrive et presse le bouton, des questions s'affichent pour déterminer son âge, son sexe, etc. L'invité répond en actionnant la touche "oui" ou la touche "non" du boîtier de télécommande. Si quelqu'un allume le téléviseur et oublie de signaler sa présence en appuyant sur le bouton correspondant, l'appareil se met à renvoyer des signaux acoustiques de plus en plus rapides et insupportables, jusqu'à ce que le sondé veuille bien s'exécuter.

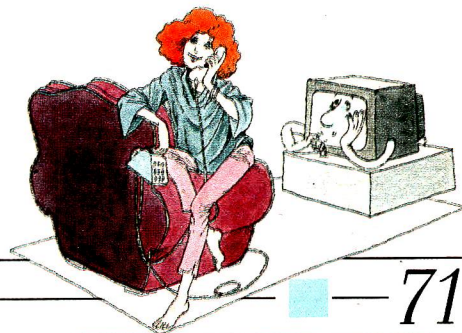
**L'**audimètre belge a en réalité été inventé par les Suisses. Ceux-ci poussent d'ailleurs la sophistication encore plus loin. Six touches supplémentaires permettent à chacun d'exprimer son opinion sur l'émission (d'"excellent" à "très mauvais"). Une touche de correction permet de rectifier le tir. Les Belges ont préféré ne pas se servir de ces touches d'appréciation, car ils se jugent moins disciplinés que les Suisses et pensent en outre que l'appel au jugement des sondés risque de modifier leur écoute TV, donc de fausser la représentativité de l'échantillon.

En fait, les Anglais ont à leur tour réinventé le procédé suisse, et, faute de pouvoir l'imposer dans l'immédiat dans leur propre pays (cela coûterait trop cher de changer tous les appareils), tentent de le vendre aux Etats-Unis et en France. Des firmes françaises se sont associées, qui avec les Anglais, qui avec les Suisses, et se livrent une concurrence acharnée pour emporter le marché. Mais Nielsen, le géant américain de l'audimétrie, a lui aussi mis au point son gadget presse-boutons et le propose à

moitié prix. Et la Secodip, la société qui exploite les Audimat, s'est empressée de faire de même: les nouveaux Audimat, du moins ceux qui sont offerts en vitrine, possèdent aussi leur petit boîtier de télécommande et son supposé fin prêts pour le passage à l'ère du bouton-poussoir. Il serait hasardeux de prédire l'identité du vainqueur.

Voilà donc la nouvelle merveille. Et pourtant, ses vertus sont-elles aussi éblouissantes qu'on le dit? Certes, le système apporte un progrès incontestable sur l'Audimat classique. Mais d'autres méthodes ne permettraient-elles pas un progrès comparable, à moindre coût? Et ne pourrait-on envisager de nouveaux raffinements dans la mesure automatique? Disons-le tout de suite: le mérite fondamental des systèmes anglais, belge et suisse est surtout de reposer sur un consensus. Toutes les parties se sont mises d'accord sur un instrument de mesures, et cet accord est somme toute plus important, en lui-même, que la valeur propre du système. La hantise des annonceurs, publicitaires et responsables de chaînes, c'est de se retrouver face à plusieurs systèmes concurrents fonctionnant simultanément et donnant, bien sûr, des résultats différents. C'est un peu comme la démocratie: chacun sait que c'est le pire des systèmes, mais que les autres sont encore pires. Alors, on s'en contente.

Mais en France, justement, on est loin d'être parvenu à cette entente cordiale. Comme par hasard, les Français sont en retard d'un mètre et se tirent dans les pattes. Aussi trouve-t-on de vénérables détracteurs du



# PANEL D'AUDIMATS

C. E. O. - SECODIP

TF1 \_\_\_\_\_

A2 \_\_\_\_\_

FR3 \_\_\_\_\_

ENS \_\_\_\_\_

HEURE DEBUT	TF1 : PROGRAMME DIFFUSE (DUREE DE L'EMISSION EN MINUTES)	TAUX MOYEN	TAUX CUMULE	TAUX MOYEN EN POURCENTAGE								HEURES	
				10	20	30	40	50	60	70			
17H00	LA MAISON DE T F 1 (24)	5.6	14.6										17H15
17H31	VARIETES: LA CHANCE AUX CHANSONS (25)	9.2	15.6										17H30
17H50	SALUT LES PETITS LOUPS (30)	10.2	20.4										17H45
18H27	MINI-JOURNAL (10)	10.1	25.7										18H00
18H43	FEUILLETON: SANTA BARBARA (25)	20.2	28.6										18H15
18H12	JEU: ANAGRAM (10)	13.8	23.6										18H30
18H30	COCORICOCOROY (17)	20.5	37.2										18H45
20H01	LE JOURNAL A LA UNE (30)	25.6	38.4										20H00
20H30	VARIETES: LE JEU DE LA VERITE "CHANTAL GOYA" (60)	31.7	53.8										20H15
22H12	FEUILLETON: BELPHEGOR (77)	21.5	32.0										20H30
23H31	UNE DERNIERE (10)	4.9	8.7										20H45
23H47	TAPAGE NOCTURNE (12)	2.4	4.4										21H00
													21H15
													21H30
													21H45
													22H00
													22H15
													22H30
													22H45
													23H00
													23H15
													23H30
													23H45
													24H00

## AUDIMAT :

### Une vue trop globale

Ces courbes ne traduisent qu'une chose, et une seule : le pourcentage (sur 950 téléviseurs dotés d'un Audimat) de postes branchés sur une chaîne donnée à un instant donné de la journée considérée. L'émission est-elle regardée vraiment ? Par combien de personnes ? Par qui ? Que pensent les téléspectateurs du programme ou de la pub en cours ?

système presse-bouton, de fougueux promoteurs de systèmes tout à fait différents, et des visionnaires qui imaginent déjà ce que pourrait être la mesure de l'audience en l'an 2000. Voyons les critiques, les alternatives et les visions.

Pour séduisant qu'il soit,

l'audimètre à télécommande présente deux inconvénients majeurs. Le premier est qu'il donne l'illusion d'une grande précision dans la mesure de la présence individuelle, alors que cette précision est sujette à caution et décroît avec le temps. Imaginez-vous rentrant crevé(e) de votre journée de travail, avec le cocktail habituel transports-courses-dîner des enfants, etc., et ajoutez au plaisir de brancher la TV la corvée d'appuyer sur le bouton-poussoir chaque fois que vous entrez ou sortez de la pièce, et l'exigence, en outre, de surveiller que les autres en font autant. En fait, il est clair que le bouton ne sera convenablement enfoncé que si les membres du

foyer sont tranquillement installés dans un bon fauteuil ou dans leur lit, pour regarder une émission de longue durée, par exemple un film ou un spectacle de variétés. Quelle que soit votre bonne volonté, vous n'allez pas, surtout après plusieurs mois de ce petit jeu, appuyer sur le bouton chaque fois que vous allez faire pipi, répondre au téléphone ou flanquer une fessée. Si vous êtes seul(e) et que vous vous endormez dans votre fauteuil ou votre lit, qui ira presser ce satané bouton ? Et si vous vous engagez dans une scène de ménage devant le poste allumé ? Malheureusement pour les annonceurs, ce sont les émissions les plus courtes, c'est-à-dire les



Vendredi 13 Decembre 1985

AUDIMATS CONNECTES : 950  
EFFECTIF APRES REDRESSEMENT: 900  
UNIVERS DE LA POPULATION :  
18 500 000 FOYERS EQUIPES TV

HEURE DEBUT	A2 : PROGRAMME DIFFUSE (DUREE DE L'EMISSION EN MINUTES)	TAUX MOYEN	TAUX CUMULE	HEURE DEBUT	FR3 : PROGRAMME DIFFUSE (DUREE DE L'EMISSION EN MINUTES)	TAUX MOYEN	TAUX CUMULE
				17H02	IL ETAIT UNE FOIS L'OPERETTE MARSEILLAISE (13)	2.3	4.8
				17H15	EMISSIONS REGIONALES (15)	1.9	5.3
17H20	RECRE A2 (50)	14.4	30.5	17H30	FR3 JEUNESSE: LE LOUP DANS LA NUIT (20)	2.1	8.8
				17H50	EMISSIONS REGIONALES (50)	2.4	12.1
18H30	C'EST LA VIE - 2EME EDITION DU JOURNAL (17)	14.2	25.2				
18H52	DES CHIFFRES ET DES LETTRES (20)	22.8	28.7	18H54	DESSIN ANIME: LA PANTHERE ROSE (6)	2.7	3.1
				19H00	FLASH D'INFORMATION NATIONAL ET INTERNATIONAL (5)	2.2	3.2
19H15	ACTUALITES REGIONALES (20)	22.8	30.4	19H05	EMISSIONS REGIONALES (10)	3.5	7.9
				19H15	ACTUALITES REGIONALES (20)	8.2	10.2
19H41	JEU: LA TRAPPE (13)	18.2	23.5	19H35	FEUILLETON: UN JOURNALISTE UN PEU TROP VOYANT (14)	4.8	8.8
				19H40	P.M.U. (3)	2.9	4.3
20H00	LE JOURNAL (30)	23.1	34.8	19H50	DESSIN ANIME: LES ENTRECHATS (5)	11.2	12.7
				20H00	LES NOUVEAUX JEUX DE VINGT HEURES (22)	10.0	14.0
20H35	FEUILLETON: L'AFFAIRE CAILLAUX (54)	19.2	32.7	20H34	SERIE: MADAME ET SES FLICS: L'INGENU DU CLAIRON (61)	15.7	28.6
21H35	APOSTROPHES: DANS LA PLUS STRICTE INTIMITE (78)	11.4	28.7	21H40	SOIR 3 (15)	3.8	8.9
22H50	EDITION DE LA NUIT (11)	5.8	7.9	21H50	VENDREDI: QUE SONT CES OTAGES DEVENUS ? (60)	3.8	15.4
23H00	CINE-CLUB: LA CHOSE D'UN AUTRE MONDE (50)	7.1	15.1	23H20	BLEU OUTRE-MER (30)	8.9	4.8

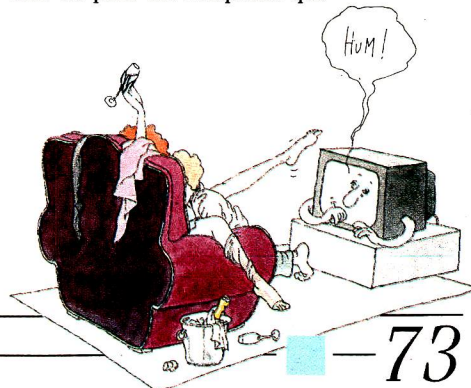
spots, qui sont une fois de plus pénalisées. On ne saura donc jamais...

L'autre inconvénient du système est moins évident mais plus sérieux. C'est qu'à force d'appuyer sur le bouton, vous n'êtes plus tout à fait un téléspectateur comme les autres. Vous avez un rôle à jouer, et vous essayez de le jouer, tant bien que mal. Vous aurez peut-être tendance à regarder la télé avec plus d'assiduité, en tout cas plus consciencieusement. Vous allez réfréner l'envie dévorante qui vous pousse à manipuler constamment l'autre boîtier de télécommande, celui qui permet de changer de chaîne. C'est très amusant, de changer de chaîne.

Pour les esprits rapides, ou futiles, cela permet de voir deux ou trois programmes simultanément. Aux Etats-Unis, en Italie ou au Japon, des études concordantes montrent que de nombreux télémanes ont depuis longtemps cessé de se préoccuper de savoir sur quelle chaîne ils se trouvent. Forcément: des études statistiques montrent qu'en Italie, par exemple, ils en changent en moyenne vingt fois par heure! Et que dire de la tentation, particulièrement forte, de changer de chaîne au moment précis où apparaissent les spots publicitaires! Pauvres annonceurs, décidément!

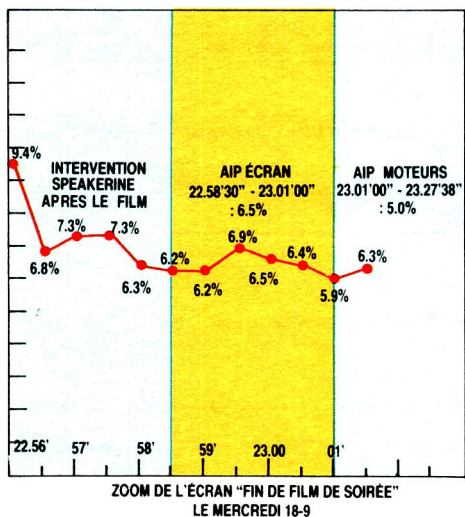
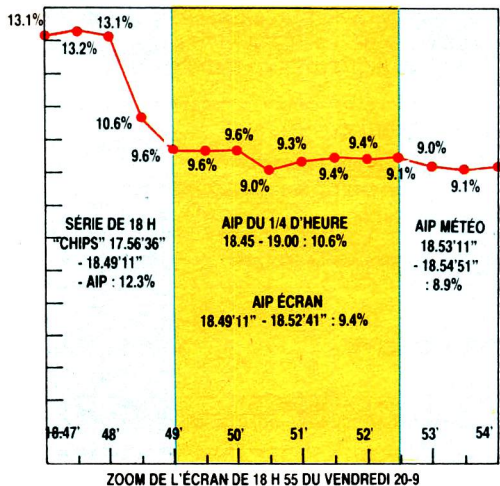
Moins fidèle qu'il y paraît, le bouton-poussoir a donc aussi

pour effet de fausser la représentativité de l'échantillon. Bien sûr, certains membres de cet échantillon s'en rendent compte, et essaient de rectifier le tir. Mais c'est encore pire: ayant oublié d'appuyer à tel moment, ils appuient à tel autre pour compenser, et commettent une erreur de plus. On comprend que





## ZOOM SUR LES SPOTS DE LA PUB



Cela, l'Audimat ne sait pas le faire : donner, 15 secondes par 15 secondes ('), l'audience individuelle des "écrans" publicitaires. Ces courbes portent sur l'audience de RTL-Télévision, en Belgique. Les pourcentages désignent l'"audience instantanée pondérée" (AIP), c'est-à-dire la moyenne d'audience sur l'intervalle considéré. Le graphique du haut montre que la moyenne d'audience sur un quart d'heure (18 h 45-19 h) ne rend pas compte de l'audience réelle moyenne de l'"écran" publicitaire de 3 minutes et 30 secondes qui coupe ce quart d'heure. Le graphique du bas montre que dans un écran placé après un film en fin de soirée, les premiers spots bénéficient d'une plus forte audience que les derniers. D'autres graphiques montrent qu'inversement, dans un écran placé avant un film, ce sont souvent les derniers spots, c'est-à-dire ceux qui précèdent immédiatement le film, qui sont les plus regardés.

ces considérations, et quelques autres, incitent des esprits forts à la prudence... et des concurrents à proposer d'autres systèmes.

C'est ainsi que la SOFRES, la société de sondages bien connue, s'est associée avec le géant américain Nielsen pour mettre en route, sans attendre l'avis du CESP, un procédé qui fait l'économie du bouton-poussoir. Passons sur l'étrange paradoxe qui consiste, pour Nielsen, à proposer simultanément un audimètre à boutons-poussoirs présenté comme plus performant et moins cher que les autres, et un système dont la philosophie repose sur une critique sans merci du système bouton-poussoir ! Quoi qu'il en soit, voici le corps du délit.

L'idée est de coupler un audimètre passif classique, du style Audimat (sauf qu'il est fabriqué par Nielsen), avec l'interrogation, par Minitel interposé, d'un échantillon distinct. Le système a commencé à fonctionner en France à l'automne 1985, et doit être pleinement opérationnel en juin prochain. Déjà, quelque 200 audimètres sont installés dans la région parisienne. Ils seront mille l'été prochain, et concurrenceront donc directement les Audimat de la Secodip. Leur fonction est identique, puisqu'ils se contentent d'enregistrer si le poste est allumé et sur quelle chaîne.

Parallèlement, un échantillon de 20 000 foyers, représentant quelque 5 000 individus, fournit des informations sur son écoute quotidienne en pianotant sur un Minitel. Tant les données fournies par les audimètres que celles transmises par Minitel peuvent être directement reçues par le souscripteur, le lendemain matin, par télétransmission, de préférence sur un microordinateur qui pourra les traiter à loisir. Les annonceurs et publicitaires intéressés peuvent souscrire à la carte, en fonction de leurs besoins particuliers : par exemple la réception et l'écoute quotidienne des écrans publicitaires, ou encore l'audience complète

de ces écrans sur une base mensuelle ou trimestrielle. Le Minitel fournit également des données sur l'appréciation que font les téléspectateurs des différents programmes.

Ces informations présentent l'intérêt de fusionner des renseignements issus de deux sources différentes. Leur recoupement permet en particulier à la SOFRES de présenter pour chaque émission ou écran publicitaire deux types d'audience : tous ceux qui ont regardé l'émission ou l'écran, ne serait-ce qu'en partie, et tous ceux qui ont regardé la totalité de l'émission ou de l'écran. Enfin, l'ampleur de l'échantillon "télématique" permet de fournir des indications du genre de celles fournies par les enquêtes CESP, sur l'âge, le sexe, l'habitat, la région et la catégorie socio-professionnelle des téléspectateurs.

Il va sans dire que cette méthode d'apparence sophistiquée prête elle aussi le flanc à de nombreuses critiques. Il s'agit, en réalité, de l'adaptation à la télématique de la plus ancienne des techniques de sondages TV : celle du carnet d'écoute. On demande aux sondés de remplir chaque soir une feuille d'écoute, quart d'heure par quart d'heure, ou émission par émission, et d'envoyer chaque semaine les 7 feuilles d'écoute de chaque membre du foyer. L'association d'un audimètre passif et d'un carnet d'écoute, c'était précisément la procédure utilisée en Grande-Bretagne avant l'ère du bouton-poussoir. C'est encore la procédure utilisée aux Etats-Unis par Nielsen.

Bien sûr, la télématique apporte un plus : la transmission quotidienne, et non plus hebdomadaire ; les données peuvent être saisies par microordinateur ; l'usage du Minitel permet une certaine interactivité entre sondés et sondés. Mais les deux reproches essentiels qui ont toujours été faits aux carnets d'écoute restent valables. C'est une procédure relativement lourde, qui fait appel à la mémoire. Elle est beaucoup plus



## LA BIBLE DES ANNONCEURS ANGLAIS

Pour chaque jour que Dieu fait, les services d'audiométrie britanniques publient, semaine après semaine, l'audience individuelle

Weekly

## Weekly Schedule of Commercials

date	Rate	TV Ratings					Day and date
duration (seconds)	Card Cost £'s	Hm	Hw	Ad	Mn	Ch	time and duration (seconds)

## CABURRY ROSES

## LCADCA

## ITV

MON APR 9 1526	1C	656	12	7	6	4	4
TUE APR 9 1855	1C	9C65	34	30	24	2C	7
WED APR 9 2255	1C	4996	22	19	15	13	2
THU APR 11 2100	1C	9065	30	27	23	21	7
FRI APR 13 2013	1C	7150	26	22	19	15	7
SAT APR 13 2303	1C	4550	12	9	7	7	2
SUN APR 15 1928	1C	3250	21	19	16	15	13
		30732	157	133	110	95	42
		30732	157	133	110	95	42

## ISLANDS E &amp; W

MON APR 9 2155	10	7000	20	16	13	12	4
TUE APR 11 2044	2C	1162C	42	37	31	27	14
WED APR 11 2115	2C	1162C	28	27	23	20	15
		30240	9C	80	67	55	33
		30240	9C	80	67	55	33

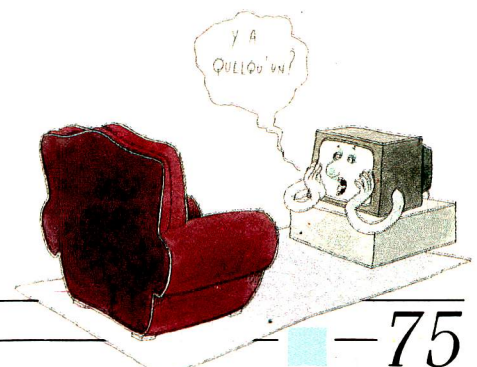
des spots publicitaires, classés par catégorie de produits et par région d'audience. La page reproduite ci-contre commence par les chocolats en boîte. L'audience du spot sur les Cadbury Roses, présenté sur la chaîne privée ITV, est analysée d'abord à Londres, puis dans les Midlands, puis dans le Nord-Est, etc. Le chiffre après l'heure de diffusion désigne la durée du spot, en secondes. Suit le prix que le spot a coûté (en Grande-Bretagne, chaque spot est vendu aux enchères). Grâce à la télécommande bouton-poussoir (voir page 70, "Télespectateur est-tu là?"), on a ensuite l'audience moyenne des foyers (Hm), des maitresses de maison (Hw), des adultes (Ad), des hommes (Mn) et des enfants (Ch).

lourde que le bouton-poussoir, puisqu'il faut, après la fin des émissions, c'est-à-dire tard dans la nuit ou aux aurores, s'atteler à son Minitel pour transmettre les données!

Pour atténuer cet inconvénient, la SOFRES a dû limiter l'effort exigé des sondés à quatre épreuves annuelles de quinze jours. Mais du coup, les réponses quotidiennes qui arrivent représentent au mieux 300 foyers seulement. Les résultats globaux fournis mensuellement ou trimestriellement par la SOFRES

ne sont donc que des moyennes. Notre annonceur apprend certes davantage qu'en confrontant les résultats des enquêtes du CESP et les courbes de l'Audimat, ou du moins il apprend autre chose, mais il ne sait toujours pas qui diable peut bien être en train de regarder son spot de dix secondes, ce mercredi à 21 h 32! D'autant que toute la conscience du sondé attelé à son Minitel n'empêche pas les défaillances de sa mémoire, altérée par la fatigue et le pousse-café! Et l'on doit compter avec la mémoire

des autres membres du foyer, qui doivent transmettre eux aussi les précieuses informations les concernant au brave "minitelliste" de service. Le risque de





surestimation des émissions marquantes et de sous-estimation des émissions insignifiantes (comme les spots...) est évident.

Les responsables de la SOFRES et de Nielsen admettent d'ailleurs sans trop de réticence qu'il s'agit d'un système évolutif, voire transitoire. Autant le dire: un système destiné à occuper le terrain en attendant qu'une solution plus solide, capable de recevoir l'assentiment de tous, se dessine. Solution inenvisageable tant que le paysage audiovisuel français restera ce qu'il est, c'est-à-dire susceptible de se voir bouleversé d'un instant à l'autre.

Le plus piquant de l'histoire est qu'aussi bien la SOFRES que Nielsen et leurs concurrents ont les yeux rivés sur un système encore différent, un système futuriste qui permettrait d'éviter à la fois le Minitel et le bouton-poussoir! Reprenons les deux objections adressées à ce dernier. Il ne garantit pas vraiment que le pilote est dans l'avion, et altère la représentativité de l'échantillon. Ne pourrait-on imaginer une technique qui permettrait de savoir à coup sûr que Mimi ou Anatole est bien dans la pièce où le poste est allumé? Et ce, sans même qu'ils s'en aperçoivent, donc sans fausser leur comportement de téléspectateurs? Mais si, bien sûr! On peut imaginer plusieurs techniques. Certaines d'entre elles font déjà l'objet de tests "en laboratoire", et d'aucuns se disent convaincus qu'on y viendra, « d'ici quatre à cinq ans ».

Laissons libre cours à l'imagination technicienne. Une caméra invisible? Non, tout de même,

elle risquerait de filmer autre chose que la simple présence devant l'écran, par exemple des ébats amoureux. Et puis l'exploitation des films prendrait du temps. Ou bien des capteurs dans l'encadrement de la porte d'accès à la pièce TV? Un capteur enregistrant l'entrée, un autre la sortie? Cela permettrait de comptabiliser les entrées et les sorties, mais non d'identifier les personnes. Alors, pourquoi pas un émetteur miniaturisé intégré à un objet personnel, une montre, un bracelet? L'Audimat saurait, cette fois, de manière fiable, qui est là et à tout instant. Mais il faudrait une miniaturisation extrême, pour que le gadget soit oublié par celui qui le porte: c'est trop cher. Ça y est, j'ai trouvé: un radar hyperfréquence! Voilà une méthode sûre. Malheureusement, il risque d'interférer avec les pacemakers.

Cherchons encore. Un analyseur de voix? Mais si l'on ne dit rien? Allons, il existe bien d'autres techniques d'identification. L'empreinte calorique, par exemple. Chaque être humain dégage, paraît-il, une température propre, qui peut être détectée par des senseurs sophistiqués. Non, encore trop cher. Ou bien l'identification par l'odeur? Il paraît que c'est encore plus fort que les empreintes digitales. L'odeur *sui generis* résiste à tous les parfums. La technique existe, au moins aux USA, pour protéger l'accès à certains laboratoires secrets ou dangereux. Mais il faut un spectromètre de masse pour l'analyse. Là encore, cela fait monter exagérément le prix du sondé.

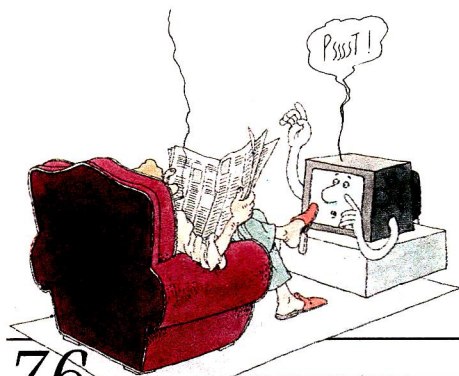
L'une des techniques vers lesquelles on s'oriente est la reconnaissance de formes. On peut s'inspirer des caméras autofocus fabriquées au Japon. On sait placer 200 cellules photo électriques sur un écran de 6 cm de côté. Un rayonnement infrarouge, incolore et indolore, renvoie sur l'écran la silhouette approximative de la personne et la distance à laquelle elle se trouve. Chaque fois qu'un sondé se

profile dans l'embrasement de la porte, il est immédiatement repéré comme entrant ou sortant. Il faut évidemment supposer qu'il n'y a qu'une porte, et que le poste n'est pas transportable...

Ces postes portables font, justement, partie de tous ces petits faits ennuyeux dont l'accumulation démontre à l'évidence que toute mesure de l'audience TV est condamnée à rester une approximation. Les moyens les plus sophistiqués n'empêcheront jamais un sondé de regarder un poste non enregistré par l'Audimat, ou au contraire de laisser l'Audimat enregistrer une présence dépourvue de signification (si on laisse l'image sans le son, par exemple).



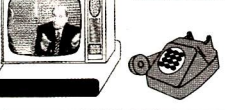
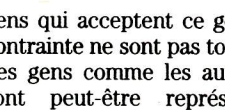
Les audimètres de la prochaine génération devraient pouvoir enregistrer toutes les utilisations du magnétoscope, et même, grâce à un procédé de codage des bandes, identifier quelle émission enregistrée est effectivement regardée. Mais le fait de regarder l'émission avec un décalage d'un ou plusieurs jours fausse la mesure quotidienne de l'audience. Et la télécommande du magnétoscope permet, ô horreur, en appuyant sur la touche "accélééré", de ne pas voir les écrans publicitaires astucieusement insérés au milieu du film ou de l'émission!

Un autre problème caractéristique des techniques de mesure d'audience TV est que la procédure est nécessairement beaucoup plus lourde que pour la plupart des classiques sondages d'opinion. Il faut trouver des gens qui acceptent qu'on vienne farfouiller dans leur téléviseur et placer des espions électroniques à domicile. Accepteriez-vous cela facilement? Moi pas. Alors bien sûr, il y a des sucettes. On vous propose de vous rembourser votre redevance, de préférence en liquide. Ou un voyage aux Antilles. Ou, si la corvée consiste à taper sur votre Minitel à 1 h du matin, un beau Minitel tout neuf, ou encore un remboursement partiel de votre note de téléphone. Il est clair que les





## MITTERRAND-MOUROUSI : QUEL EST LE VRAI SCORE ?

SYSTÈME D'AUDIMÉTRIE UTILISÉ	POURCENTAGE D'AUDIENCE
<b>AUDIMATS</b> 	33 % (MOYENNE) 42 % (À 21 HEURES) 65 % (CUMULÉE)
<b>AUDIMÈTRES NIELSEN</b> 	27 À 30 % (20 h-20 h 30) 48 À 50 % (20 h 33-21 h 18)
<b>TÉLÉMATIQUE SOFRES</b> 	41 % (GLOBALE FOYERS) 23 % (INTÉGRALE FOYERS) 25 % (GLOBALE INDIVIDUS) 13 % INTÉGRALE INDIVIDUS
<b>AGENCE KONSO</b> 	58 %

Interviewé par Yves Mourousi le dimanche 15 décembre sur TF 1, François Mitterrand a fait, selon les sondages, entre... 13 % et 65 % d'audience ! (Ces chiffres vous sont donnés en exclusivité.) D'où vient la différence ? Pour les Audimat et les audimètres Nielsen, les appareils sont en principe les mêmes, mais il y avait à cette date 950 Audimats répartis dans toute la France et seulement 200 Nielsen concentrés sur la région parisienne. L'audience "cumulée" désigne la totalité des postes qui ont été branchés sur TF 1 à un moment ou à un autre de l'interview, pendant au moins 5 secondes. Les audimètres (Audimat ou Nielsen) ne savent mesurer que l'audience-foyer, pas celle des individus. Le sondage SOFRES-Minitel vise à combler cette lacune. L'audience "globale" désigne les foyers ou individus qui disent avoir regardé au moins une partie de l'émission ; l'"intégrale", ceux qui l'ont regardée d'un bout à l'autre. On voit que 13 % seulement ont consciencieusement rempli leur devoir de citoyens ! Quant aux 58 % de l'agence Konso, c'est le résultat de coups de téléphone donnés dans la soirée à un échantillon de « 200 téléspectateurs sur l'ensemble du territoire », ce qui semble un peu maigre.

gens qui acceptent ce genre de contrainte ne sont pas tout à fait des gens comme les autres. Ils sont peut-être représentatifs d'après les critères habituels (âge, sexe, etc.) — encore que l'on voie mal le quatrième âge attelé à un Minitel — mais ils ne sont pas vraiment représentatifs d'une population qui, spécialement en France, aime la fronde et la liberté.

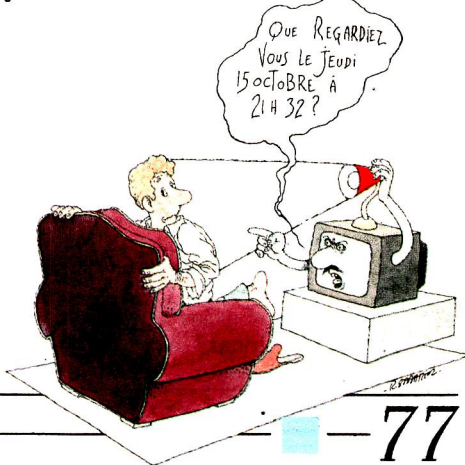
A supposer que l'impossible devienne réalité, c'est-à-dire qu'on parvienne, par on ne sait quel miracle, à obtenir une mesure rigoureuse de l'audience, les annonceurs ne seraient d'ailleurs qu'à demi satisfaits. Car une série de spots bien placés et chers payés peuvent fort bien faire une excellente moyenne d'audience et ne pas rapporter un radis. Un spot mal conçu peut ne pas faire mouche. N'oublions pas que le spot a pour objectif principal d'inciter les braves gens à sortir, dans les jours qui suivent, leur portefeuille ou leur carnet de chèques. Alors ne pourrait-on imaginer des techniques encore plus fortes que la mesure d'audience ? Des techniques qui permettraient de connaître précisément le rendement d'une campagne ? Si, bien sûr. En voici deux, actuellement en développement.

La première est notamment

testée à Denver, aux Etats-Unis. Elle consiste à doter les membres d'un échantillon à boutons-poussoirs d'un crayon capable de lire le code-barre des produits achetés par la ménagère. Quand celle-ci rentre du marché, elle passe le crayon lecteur sur chaque article et l'information est aussitôt transmise à un ordinateur central. La confrontation des écrans publicitaires qui ont atteint la ménagère (que l'on pense connaître grâce à l'audimètre à boutons-poussoir) et des achats de la même ménagère permet d'évaluer tant bien que mal l'impact des différentes campagnes.

En France, quatre villes-cobayes servent à une autre expérience. Avec l'accord de la télévision d'Etat, des "décrochages" d'écrans publicitaires ont lieu sur les villes de Pontarlier, l'Écamp, Mazamet et Albi. Au lieu de voir comme tout le monde les aventures des cachous Lajaunie, les habitants de ces villes admirent les vertus de la chorée Leroux. Les membres de l'échantillon sont pourvus d'une carte magnétique qu'ils doivent présenter à la caisse des hypermarchés. Lesquels sont abondamment fournis en chorée Leroux. Et l'on possède ainsi une mesure directe du rendement d'une campagne.

Tout compte fait, nous nous étions peut-être trompés en affirmant d'entrée de jeu que la question cruciale est de savoir qui regarde mon spot de 10 secondes ce mercredi à 21 h 32. C'est très amusant de bâtir des modèles mathématiques à partir des données chiffrées, à la virgule et à la seconde près, fournies par les audimètres, les Minitel et les enquêtes par interviews. Mais on pourrait aussi imaginer que l'on se contente de mesures moyennes, relativement grossières mais d'autant plus fiables qu'elles sont moins précises, et que l'on multiplie au contraire les expériences du type du crayon lecteur de Denver ou des décrochages d'écrans des quatre villes françaises. Ce qui, on en conviendra, pourrait constituer un autre sujet d'article.





## **SI LA NATURE N'A PAS INVENTÉ LA ROUE,** c'est

parce qu'il vaut mieux aller lentement, mais partout, que vite sur le seul bitume. Pour grimper les talus ou franchir les marais, rien ne vaut les pattes, mais avec un moteur pour les animer et des ordinateurs pour les contrôler. Continuant sur cette lancée, on peut aussi renoncer à l'hélice et voler avec des ailes battantes.

**C**onsidérée comme une invention majeure, et même comme la frontière entre société primitive et civilisation évoluée, la roue permit enfin d'emporter des charges lourdes sur des grandes distances et de s'affranchir du mouvement alternatif propre au déplacement animal. Découverte il y a 5 000 ans en Mésopotamie, elle s'étendit lentement dans tout le bassin méditerranéen et reste à la base du transport, donc du commerce et de l'industrie. Dès qu'il y eut la roue, il y eut le chariot, la brouette, le tombereau, puis le carrosse, le train, la bicyclette et plus tard, avec l'arrivée des moteurs à essence, la chère automobile.

Rien n'étant parfait en ce bas monde, le chariot et sa descendance, poussette-canne ou mobylette, n'allaient bien et vite que sur des voies bien plates et fabriquées à cet usage, les routes. Encore fallait-il que la pluie ne vienne pas les rendre impraticables: il y a seulement un siècle, une charrette ne passait plus dans les chemins creux détrempés dès l'automne. Et aujourd'hui, nul ne franchira un terrain vague semé de ronces et d'arbustes avec une voiture, même dite tout terrain, et il est encore moins question de lui faire grimper un sentier rocheux

dans les Pyrénées. En un mot, la roue ne passe pas là où un âne passerait.

Les militaires, qui ont besoin d'aller partout en temps de guerre et quel que soit le temps, ont développé à grande échelle la méthode qui consiste à dé-

l'engin chenillé est arrêté à son tour.

Il fallait donc trouver mieux, et pour cela revenir à la nature, ou plutôt au naturel animal: un chien descendrait le fossé et grimperait le talus qui a bloqué le char. Il suffisait de le copier,

# LE CHAR À



rouler un tapis solide, et sans fin, devant les roues: la chenille. Il est vrai qu'un char d'assaut se promène sur des terrains ravinés, spongieux, sablonneux ou crevassés que ni voitures ni motos ne franchiront. Mais il y a tout de même une limite: si le fossé fait trois mètres de large ou le talus deux mètres de haut,



donc de renier les roues et de revenir aux pattes. C'est chose pratiquement faite aujourd'hui : aux USA, à l'université d'état de l'Ohio, un engin à six pattes gros comme un éléphant a fait ses premiers pas sous les hangars et autour des bâtiments. Il a reçu le

français VSA pour véhicule à suspension adaptative. Comme on le voit sur notre document, l'engin a plutôt l'allure d'un échafaudage que d'un véhicule autonome, mais il faut dire aussi qu'il lui manque toute la partie carrosserie. Ajoutons aussi qu'il

nouvelle, tout reste encore à découvrir et à affiner ; le but final, c'est un engin beaucoup plus agile que celui-là, plus léger et aussi complètement autonome, à la fois pour la force motrice et pour la conduite.

Tel qu'il est, le VSA est le

# SIX PATTES...

nom charmant de ASV, pour *Adaptive Suspension Vehicle*, qui inversé donne le

ne s'agit pas vraiment d'un prototype, préfigurant un modèle à fabriquer en série, mais d'un outil expérimental uniquement destiné à la recherche. La conception étant entièrement

produit de dix années de recherches appuyées par un budget de 5 millions de dollars — pas loin de 4 milliards de francs au cours actuel du dollar. Le projet était considéré au départ comme un exercice grandeur nature pour développer la science des robots, et dans les

(suite du  
texte page 80)

**Dépourvu de sa carrosserie**, le VSA apparaît comme un gros échafaudage articulé bien statique ; en réalité, il est d'une surprenante mobilité et peut parcourir les terrains les plus abrupts ou les plus ravinés.

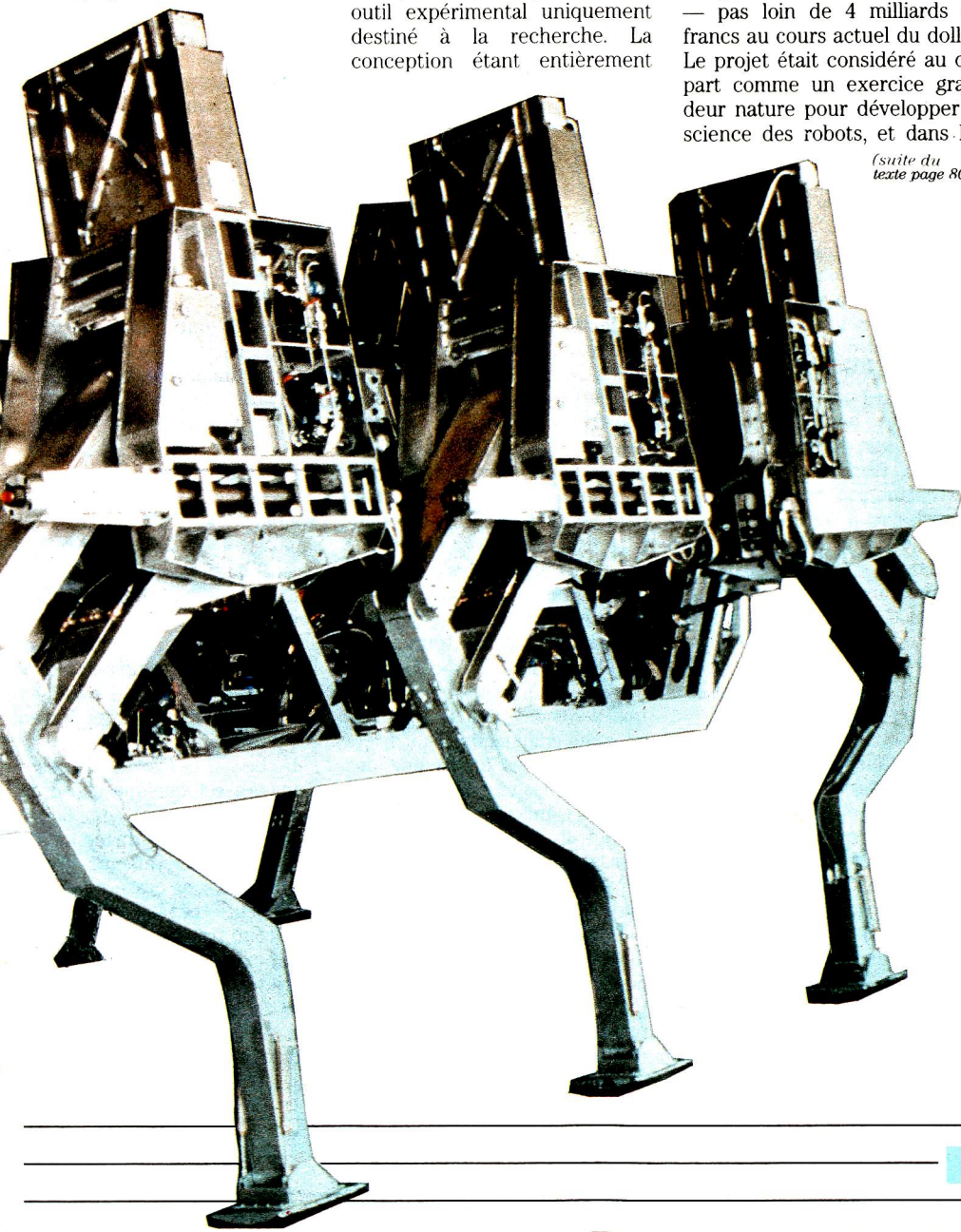


Photo J.R. Fitzsimons/Ohio State Univ.

premières années le soutien financier provenait surtout de la National Science Foundation. Par la suite, on s'en doute, les militaires glissèrent un œil sur ce formidable robot marcheur et depuis cinq ans l'essentiel des ressources vient du Defense Department.

Le VSA est dirigé, moitié par un conducteur, moitié par une batterie d'ordinateurs; assez lourd pour écraser une voiture, mais équipé de servo-commandes si sensibles qu'il peut manipuler une boîte de carton sans l'abîmer, il avance comme aucun automate ne l'a encore jamais fait. Ayant l'agilité et l'équilibre d'un insecte, le VSA peut manœuvrer en forêt, franchir les marécages et les déserts de sables, monter et descendre des collines abruptes. Il a d'ailleurs été conçu pour cela : l'avantage d'une telle machine comparée aux véhicules sur roues ou chenilles, c'est que quand elle tombe sur un gros obstacle elle peut tout simplement passer par-dessus — au sens littéral de passer, faire un pas, et non rouler.

C'est ainsi que ce dinosaure à six pattes peut franchir des fossés larges de trois mètres ou des talus hauts de deux mètres. Surveillant son trajet avec des yeux lasers à infrarouge, cette machine longue de cinq mètres et pesant près de trois tonnes programme chaque pas, vérifiant le point d'appui avant d'avancer la patte, évitant les trous et tirant le meilleur parti du terrain qu'il a à couvrir, même si les points fermes sont rares.

La vision n'est d'ailleurs pas le seul sens qui lui ait été donné : il lui faut aussi le sens de l'équilibre; quand il parcourt un terrain fortement accidenté, avec des remblais ou de larges crevasses, jamais son châssis ne dévie de l'horizontale. Cette stabilité est essentielle car les détecteurs doivent rester dans un même plan pour donner des indications justes, en hauteur et en direction. C'est ainsi qu'en plus des capteurs optiques, il dispose d'une sorte de sonar, émetteur-

récepteur d'ondes acoustiques, qui lui permet d'évaluer la proximité des objets.

Chaque pied est équipé d'un détecteur de pression qui informe en permanence l'ordinateur de la nature du terrain sur lequel il est posé ou, plus finement encore, sur lequel il commence à prendre appui. A l'intérieur du module, un ensemble gyroscopique détecte constamment l'attitude du châssis et agit sur les commandes pour le maintenir horizontal. L'un dans l'autre, les deux responsables du projet, McGhee et Waldron attendent de leur fauve mécanique qu'il ait la force d'un éléphant, la sûreté de pied d'un chamois et la mobilité d'un insecte.

**T**el qu'il est, le VSA devra être le précurseur d'une famille de machines qui intéressent particulièrement l'armée; celle-ci estime en effet que la moitié du sol terrestre est inaccessible aux véhicules conventionnels, qu'ils soient à roues ou à chenilles. A l'inverse de certains robots marcheurs construits depuis longtemps, celui-ci est conçu d'emblée pour un usage dur sur les terrains les plus difficiles, d'où son intérêt pour les militaires. La force motrice est assurée par un moteur de moto faisant 50 kW et dont l'énergie est constamment emmagasinée par un volant d'inertie de 45 kg tournant à 12 000 tr/min.

Le volant, à son tour, actionne une série de pompes hydrauliques qui commandent les divers vérins associés à chacune des pattes. Celles-ci, qui sont hautes de deux mètres, sont mobiles selon trois directions : d'avant en arrière, de haut en bas, de droite à gauche sur le côté; cela fait dix-huit axes de mouvement pour toute la machine, lesquels doivent être coordonnés et contrôlés par les calculatrices installées à bord pour avoir une marche parfaitement cohérente et stable.

Cette marche n'est d'ailleurs

pas très rapide puisque la vitesse de pointe ne dépasse pas 13 km/h pour une charge utile de 250 daN. Cela dit, aucun autre véhicule ne le suivrait à cette allure sur les terrains accidentés qu'il est capable de parcourir — mais un cheval le dépasserait évidemment.

Par contre, gros avantage, le VSA peut être adapté à la conduite totalement automatique, sans le secours d'aucun pilote. Plusieurs firmes sont déjà en train d'étudier les modifications nécessaires — qui relèvent essentiellement de la robotique — pour que l'appareil soit complètement autonome : il se dirige tout seul, analysant le terrain au fur et à mesure, vers le but fixé, détectant toute présence hostile autour et au-dessus de lui, se défendant par ses propres moyens et combattant selon un programme fixé. Vu sous cet angle, ce sera évidemment une formidable machine de guerre peu commode à arrêter.

Aucun des automates construits jusqu'ici n'avait réussi à assimiler les séquences de marche qui assurent l'agilité des animaux. *A priori*, il aurait semblé plus simple de faire une machine à quatre pattes; en pratique il n'en est rien car pour conserver un équilibre sûr à bonne vitesse, il faut avoir au moins trois pieds tout le temps au sol pour former un tripode qui est une configuration particulièrement stable. Or cela est impossible avec quatre pattes seulement : pour aller un peu vite, il faut avoir plus d'une patte en l'air au même instant, et il n'en reste plus que deux au sol.

De ce fait la marche des quadrupèdes est quelque chose de mécaniquement fort compliqué : c'est une suite permanente de chutes et de relèvements, de déséquilibres sans cesse rattrapés. C'est peut-être plus rapide, mais beaucoup trop complexe.

Avec moins de six pattes, la stabilité est compromise; avec plus de six, l'équilibre est excellent et le déplacement très rapide : c'est le cas des araignées qui, à taille égale, sont beaucoup



## ... ET L'OISEAU ÉLECTRIQUE

plus vives et agiles que les insectes (qui ont six pattes) et courent nettement plus vite. Mais la réalisation mécanique d'un engin à huit pattes est encore trop difficile au stade actuel des recherches ; qui plus est, la coordination de ces huit éléments à trois degrés de liberté chacun, est à la limite des calculatrices utilisées en robotique.

Il ne restait donc que la solution six pattes, et les insectes comme modèles ; les chercheurs se mirent donc à les étudier avec un œil neuf, et découvrir avec surprise que beaucoup d'entre eux étaient nettement moins agiles qu'il n'y paraissait. C'est ainsi que le criquet, par exemple, apparaît incapable de mémoriser une information et d'en garder une leçon qui serve d'expérience. Dans la marche, si l'une des pattes avant du criquet rencontre le vide, elle bat l'air dans tous les sens pour trouver un point d'appui. Une fois celui-ci repéré, on pourrait s'attendre à ce que la patte suivante ait gardé l'information et aille directement au bon endroit.

Or ce n'est pas le cas : à son tour cette patte tâtonne autour d'elle, comme si le minuscule cerveau de l'insecte n'avait rien retenu du pas précédent. De même la coordination des mouvements n'est pas le point fort de certaines espèces : bien souvent elles s'emmêlent les pattes, ce qui serait incompatible avec le fonctionnement du robot marcheur ; de tels accrochages le démoliraient rapidement.

Avec six pattes, qu'il s'agisse d'un animal ou d'une machine, il y a théoriquement plusieurs millions d'allures différentes, chacune d'entre elles diffère de la suivante par la séquence des mouvements et la durée de chaque position. L'analyse mathématique de ces combinaisons possibles a montré qu'il n'y en avait qu'une demi-douzaine qui associent une stabilité optimale avec un déplacement efficace. Un animal choisit l'une ou l'autre allure en fonction de la vitesse à laquelle il veut aller. Pour marcher lentement, il adopte un pas



dans lequel il ne bouge que trois pattes à la fois, les trois autres assurant un support solide sur le terrain. Mais quand il faut courir, l'animal sacrifie la stabilité statique du tripode en échange de la stabilité dynamique apportée par la vitesse : à ce moment il déplace quatre pattes à la fois, n'en laissant que deux au sol.

La sélection des démarches efficaces dans le VSA et la coordination des quelque cent paramètres de contrôle du mouvement ont créé des problèmes extrêmement ardu pour les seize ordinateurs Intel installés dans le ventre d'aluminium de la machine. Par chance, la plupart des solutions sont, soit en main, soit en vue. Il y a encore vingt ans, aucune calculatrice n'aurait été capable de faire le travail.

Aujourd'hui on est encore à la limite, mais demain les ordinateurs de la cinquième génération seront complètement adaptés à ce travail. Pour l'instant, un conducteur dirigera les marches les plus générales : avant-arrière, accélération, freinage, pivotement, changement de garde au sol.

Un manche, tout à fait comparable au manche à balai des avions, servira d'organe de com-

mande : en le poussant en avant, l'engin ira en avant, et de même pour la marche arrière. En le poussant de côté, on obligera la machine à marcher en crabe sur la gauche ou sur la droite. Pour la faire pivoter sur place, il suffira de tourner la poignée, et de simples boutons sur le manche contrôleront l'attitude et la garde au sol.

Dans un avenir plus lointain, les responsables de ce premier engin voudraient bien passer à quatre pattes seulement, mais nous l'avons dit, il y a des problèmes de rupture d'équilibre et de balancement qui sont loin d'être encore résolus. Pour l'instant l'exapode n'a pas que des visées militaires ; selon ses constructeurs, il pourrait être fort utile et rendre de grands services dans les environnements dangereux, par exemple après les tremblements de terre, dans la lutte contre le feu, dans tous les travaux sous-marins et, d'une manière générale, dans tout entreprise nécessitant de se déplacer dans des conditions risquées pour l'homme.

Laissons maintenant les machines à pattes pour nous tourner vers une autre réalisation, tout aussi curieuse et spectaculaire, et qui elle aussi

*Sur un dessin datant de la préhistoire, les ingénieurs ont construit un ensemble électromécanique qui reproduira exactement le vol d'un ptérodactyle de l'ère secondaire.*

copie la nature animale : un oiseau électrique. Il s'agit d'une grande première et presque d'un retour à Icare. Là où la nature marche, nous avons mis des roues ; là où elle vole, nous avons mis des hélices. Or un oiseau vole plutôt mieux qu'un avion, mais en battant des ailes, ce que ne saurait faire un Boeing.

**P**our être précis, l'idée du vol à ailes battantes n'est pas nouvelle, mais elle n'avait jamais pu être réalisée. Il a fallu pour cela le tournage d'un film conçu par le Musée national de l'air de de l'espace, à Washington, et qui s'intitule "*On the wing*" que l'on pourrait traduire par "Sur des ailes" ; film destiné à étudier et illustrer les relations qui existent entre le vol des oiseaux et celui des avions. Pour cela, quantité d'espèces et d'appareils ont été longuement filmées avec toutes les techniques de ralenti et d'instantanés ultra-rapides dont on dispose.

Mais pour faire le lien entre les deux procédés, le vol animal et le vol mécanique, il manquait un maillon essentiel : le vol sans hélice, sans réacteur, sans plumes et sans muscles. Autrement dit, il fallait un engin à ailes battantes. Il y a un an, en décembre 1984, les responsables du projet avaient donné le cahier des charges aux éventuels fabricants. Les conditions suivantes devaient être respectées par tout prototype présenté :

- voler de manière réaliste, la propulsion et la sustentation étant assurées par le battement des ailes ;
- être totalement contrôlable dans les conditions de vol normal et être capable de prendre de l'altitude par ses propres moyens ;
- utiliser des moteurs électriques lui assurant plusieurs minutes de vol à puissance normale.

La première difficulté venait de ce que la plupart des oiseaux sont relativement petits, ce qui posait un gros problème de mi-

niaturisation de tout l'ensemble électromécanique logé dans le corps pour actionner les ailes. Même les cigognes ou les autruches manquent d'envergure. Pour trouver la bonne dimension, il fallait remonter aux monstres de la préhistoire : il y a 100 millions d'années volaient encore des ptérodactyles qui étaient en fait des lézards volants. Il y en avait plusieurs espèces, regroupées dans l'ordre des ptérosauriens, et que l'on considère comme des reptiles de l'ère secondaire adaptés au vol grâce à une large membrane soutenue par le cinquième doigt de la main — un reptile peut avoir des pattes avec des doigts tel le crocodile par exemple.

Les ptérodactyles étaient des animaux de bonne taille, sans doute beaucoup moins agiles qu'une hirondelle ou un pigeon et dont le vol s'apparentait plutôt à celui de certains échassiers : une longue course au sol pour prendre de la vitesse, un décollage à faible hauteur et un vol plané soutenu par quelques battements d'ailes. C'est évidemment plus facile à reproduire mécaniquement que le départ en flèche d'une perdrix.

Pour simplifier encore le problème, les réalisateurs du projet ont été chercher la plus grande variété connue, *Quetzalcoatlus northropi*, découverte en 1971 dans le Texas. Cet animal avait une envergure de 12 mètres, et la silhouette bizarre des ptérodactyles : ailes immenses, longues pattes grêles et grand cou terminé par une tête au bec démesuré. On est assez loin du serpent et du crocodile, mais pour les zoologues c'est bien un reptile quand même. L'espèce s'est éteinte il y a 65 millions d'années, après avoir vécu 150 millions d'années.

Pour donner corps au projet, une vingtaine de spécialistes, paléontologues et aérodynamiciens, se sont réunis et ont porté leur choix sur une version réduite de moitié du ptérodactyle texan ; cela laisse quand même une envergure de 5,5 m. Le financement est assuré en ma-

jeure partie par Johnson, et pour le reste par la Smithsonian Institution qui utilisera cette réplique volante de l'oiseau préhistorique comme élément majeur de son film "*On the wing*". Il est vrai que pour le public, voir voler un lézard de l'ère secondaire constitue un attrait de premier ordre.

La construction est assurée par la firme Aerovironnement, fondée et dirigée par Paul MacCready, déjà célèbre pour ses réussites en vol musculaire. En 1977, avec le Gossamer Condor, il réalisa le premier vol contrôlé totalement humain ; trois ans plus tard, le cycliste Bryan Allen traversait la Manche sur le Gossamer Albatros, grâce à la seule force de ses jambes. En 1981, le Solar Challenger reliait la France à l'Angleterre uniquement grâce à l'énergie solaire captée par des cellules photo-électriques. C'est dire que MacCready est le grand spécialiste mondial du vol sans moteurs à pistons ni réacteurs.

Cette expérience, il la mit au service de l'aile battante du futur ptérodactyle électrique en suivant les indications des paléontologues. Pour les ingénieurs, il devint rapidement clair qu'ils allaient avoir à construire une créature plutôt instable. Le ptérodactyle avait une lourde tête et un très long bec dont l'extrémité était sensiblement à 3 m des ailes. Pour des gens habitués à des profils aérodynamiques, ce n'était pas tout à fait l'idéal ; pour être précis, c'était aussi commode que de faire voler un avion en marche arrière. Qui plus est, les pattes étaient trop courtes pour servir de balancier, et il manquait à l'animal une queue horizontale qui lui aurait donnée une certaine stabilité et aurait permis de contrôler le tangage (balancement dans le sens de la longueur).

Une dérive verticale aurait apporté l'équilibre, mais là encore ce n'était pas le cas. Les ingénieurs en conclurent que l'oiseau devait quand même posséder quelque moyen d'action, faute de quoi il se serait retourné en vol. Pour savoir quel était ce moyen

(suite du texte page 153)



# Comment développer votre concentration et votre MEMOIRE



**Enfin une méthode pratique, nouvelle...  
qui donne des résultats  
quasi-instantanés et sans effort de volonté !**

Il existe maintenant une technique simple pour acquérir une mémoire puissante et fidèle. Que ce soit dans votre travail ou en société, avec cette méthode, vous aurez plus d'assurance et de confiance en vous.

On vous regardera avec plus d'admiration et de considération.

Vous penserez plus clairement et vous vous exprimerez avec aisance.

**B**eaucoup de gens ne font rien pour leur mémoire car ils ne savent pas que l'on peut considérablement développer sa concentration et sa mémoire.

## Développez les pouvoirs naturels de votre mémoire

Cette nouvelle méthode a été mise au point par un psychologue américain et fait fureur aux USA. Des milliers d'Industriels, hommes d'affaire, commerciaux, syndicalistes, étudiants et secrétaires ont suivi avec succès les 10 jours d'entraînement (à raison d'une heure par jour) — alors qu'avant, ils pensaient avoir une mauvaise mémoire.

Le "truc" réside dans l'utilisation des réserves du cerveau. Vous savez sans doute que nous n'utilisons que 10 % de notre potentiel cérébral. La méthode du Dr Brothers libère votre esprit des freins qui bloquent les 90 % qui restent.

## Des résultats au-to-matiques

Les résultats sont automatiques. C'est la façon la plus facile de retenir les noms, les visages, les numéros de téléphone, les discours, et même la musique.

Un "Mnémomètre" vous permet de mesurer vos progrès jour après jour.

Pas de "clefs", de "listes", de techniques compliquées à apprendre : révélez les pouvoirs naturels qui sont déjà en vous.

## VOTRE CADEAU GRATUIT

Si vous retournez ce bon avant le 15.03.86, nous joindrons à votre méthode un petit livre de John Clark et Christian Godefroy : "Faites-le maintenant" qui vous dévoilera la clef de la confiance et du succès. Vous pourrez le garder même si vous vous faites rembourser.

## Voici ce que vous découvrirez dans cette méthode :

- ☐ Les 8 étapes pour retenir un discours, une histoire drôle ou une anecdote.
- ☐ Comment retenir les noms et briller dans les discussions.
- ☐ L'art de lire plus vite en mémorisant tout ce que vous lisez, (étonnant).
- ☐ 9 règles pour économiser votre mémoire.
- ☐ Comment apprendre en dormant.
- ☐ Vos heures de mémorisation optimale.
- ☐ Des "trucs" pour vous souvenir de l'orthographe — de l'histoire et des données techniques.
- ☐ 3 conditions simples pour améliorer vos associations mentales.
- ☐ La règle d'or de la concentration.
- ☐ Les meilleurs moyens pour gagner du temps.

Deux-cent-soixante pages pratiques qui se dévalent comme un roman !

## Des preuves

① Le Dr Brothers a démontré l'efficacité de sa méthode en remportant 50 millions de centimes à un "quitté ou double" télévisé.

"Dans ma méthode, je vous explique comment j'ai fait et comment vous pouvez multiplier par 10 la puissance de votre mémoire. N'y cherchez pas d'attrape-nigaud ou de supercherie — il n'y en a pas. Il ne s'agit que d'un fait naturel, mis à jour suite à de longues recherches et patients travaux de psychologues, médecins et autres scientifiques".

Dr Brothers.

② Si, en suivant la méthode, vous n'obtenez pas le même résultat, retournez-nous le livre dans les 30 jours qui suivent sa réception, et vous serez remboursé par retour.

③ Tous les lecteurs sont unanimes :

"J'ai lu votre méthode plus spécialement pour apprendre l'allemand. Je n'ai pas été déçu. Elle m'a permis de retenir facilement le vocabulaire et mon professeur m'a félicité de mes progrès..."

Jean-Claude S. à Genève

"J'ai passé avec succès mes derniers examens, pourtant pas faciles. J'ai pu retenir sans effort des textes entiers et mon oral s'est très bien passé. Remerciez le Dr Brothers de ma part pour sa méthode, qui est formidable".

Michel P. à St-Claude

"Maintenant, je suis plus sûr de moi devant les autres et je défends plus facilement mon point de

vue. Les arguments se présentent à mon esprit, comme sur un tableau devant moi. Mon attention et ma concentration se sont décuplées".

Jeanne R. à Thiais

## Quel que soit votre âge, vous obtiendrez des résultats IMMEDIATS

Vos enfants amélioreront leurs résultats scolaires avec cette méthode. Examens et concours deviennent un jeu d'enfant lorsque l'on a une mémoire "incollable".

Le manque de mémoire est une maladie qui se soigne à tout âge. Faites quelque chose pendant qu'il en est encore temps.

Dans les études, dans le travail et dans la vie, ceux qui ont de la mémoire remportent tous les premiers prix. Soyez de ceux-là !

Demandez vite votre exemplaire à l'essai sans engagement, et en 10 jours — 10 jours seulement — votre mémoire et votre concentration seront littéralement transformées.

## BON POUR UN ESSAI LIBRE DE 30 JOURS

à retourner aux Editions Godefroy, B.P. 9, rue du Moulin, 27760 La Ferrière-sur-Risle.

**OUI** la méthode du Dr Brothers m'intéresse. Je veux en avoir le cœur net et vérifier si en 10 jours ma mémoire s'améliore vraiment beaucoup.

LP 12 ☐ Envoyez-moi "Comment développer  
GP 02 votre concentration et votre mémoire  
en 10 jours" 145 F + 12 F de frais  
d'envoi réglé par

☐ CCP ☐ Mandat-lettre ☐ Chèque

Je préfère la recevoir en contre-remboursement (27 F de frais en plus, soit 184 F à payer au facteur).

Il est entendu que je dispose de 30 jours pour examiner l'ouvrage commandé — Si je ne suis pas satisfait(e), il me suffit de le retourner pour être intégralement remboursé(e).

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Suisse : Ed. Reuille - ch gd Mont Fleury n° 6/ch 1290 Versoix.  
Canada : Ed. Fremontel 1350 Sherbrooke O. n° 910, MTL H3G1J1.  
Belgique : DEMA 1, quai Condor, 4020 Liège. 1852.3



# LES POUBELLES DE L'



## **TOUS LES CHIFFRES OFFICIELS**

**SONT FAUX** et la plupart des déchets dangereux ou très toxiques disparaissent clandestinement. On recherche aujourd'hui tous les dépôts sauvages qui menacent l'environnement et la survie des hommes. Contrairement à d'autres pays, plus conscients du péril, la France ne s'est pas encore dotée de tous les moyens nécessaires à la résorption des déchets industriels...

**L'**industrie n'aime guère découvrir ses dessous mais, en France plus qu'ailleurs, elle fait preuve d'une grande pudibonderie dès que l'on veut connaître sa production la moins reluisante : celle des déchets industriels. La

maîtrise de leur élimination pose pourtant l'un des problèmes les plus graves de notre époque, et des plus urgents à résoudre si l'on veut préserver l'avenir.

Comme ses partenaires de la Communauté européenne, la France commença à se préoccuper de ses déchets il y a une dizaine d'années seulement ; une

loi-cadre relative à leur élimination fut alors promulguée. Or, la volonté politique de voir appliquer les décisions prises à l'époque a cruellement fait défaut.

Il fallut l'affaire des fûts de dioxine de Seveso (1) pour réactiver l'inquiétude de tous les Etats membres de la CEE : en



# INDUSTRIE DÉBORDENT



juin 1983, le Parlement européen créait une commission d'enquête sur «le traitement des substances toxiques et dangereuses», dont le rapport était rendu public le 9 avril 1984. A ce bilan s'en ajoutaient deux autres, la même année, pour la France : d'une part, celui du groupe de travail présidé par Jean Servant,

ingénieur général des Mines, et élaboré à la demande du secrétariat d'Etat chargé de l'Environnement et de la Qualité de la vie ; d'autre part, celui d'une commission d'enquête du Sénat, présidée par Etienne Dailly. Ils dénoncent tous trois le laxisme de l'administration devant les pratiques délictueuses d'un certain

nombre d'industriels.

Selon les estimations officielles, l'industrie française produirait chaque année 50 millions de tonnes (Mt) de déchets industriels, dont 32 Mt dits "banals", qui sont assimilables aux ordures ménagères, et 18 Mt pudiquement qualifiés de "spéciaux" parce qu'ils contiennent, à

*Dans la forêt de Fontainebleau... une lagune de goudrons acides.*

(1) Voir *Science & Vie* n° 787, avril 1983.



des concentrations plus ou moins fortes, des substances nocives. Ces derniers se présentent sous forme de liquides, de boues ou de minéraux que l'on peut regrouper en trois grandes familles :

- les déchets organiques (tels ceux d'hydrocarbures, les goudrons et les solvants usagés),
- les déchets minéraux liquides ou semi-liquides (comme les bains de traitement de surface,

ministère de l'Environnement. Censés être menés région par région et branche industrielle par branche industrielle, ces inventaires furent, dans un premier temps, confiés aux Chambres régionales du commerce et de l'industrie et réalisés par divers bureaux d'études. Devant la disparité et le flou des premiers éléments glanés, on mit un ou deux ans à concocter une méthode statistique pour le

et universelle des produits en cause, la commission d'enquête du Parlement européen citée précédemment estimait qu'elle « frappait l'évaluation des quantités de déchets d'une inexactitude atteignant les 100 % ». On ne saurait être plus précis.

Huguette Bouchardeau, notre ministre de l'Environnement, n'aime guère, quant à elle, pratiquer la politique de l'autruche. Dès le second semestre 1984 et pour que tous les interlocuteurs s'entendent sur une terminologie plus limpide, elle faisait paraître au *Journal officiel* la nomenclature des déchets industriels. Début 1985, elle prenait un arrêté stipulant que les plus toxiques devaient, à dater du 1<sup>er</sup> juillet de l'année en cours, faire l'objet d'une déclaration trimestrielle de la part de leurs producteurs. Elle indiquait, par ailleurs, que le contrôle effectué par les directions régionales de l'Industrie et de la Recherche (DRIR) serait désormais renforcé.

Malheureusement, quand on sait qu'il n'existe à l'heure actuelle que 500 inspecteurs pour les quelque 500 000 établissements classés, il reste à craindre que les pollueurs peu soucieux de sauvegarder des écosystèmes aient encore de beaux jours devant eux. Le même rapport européen ne précisait-il pas, en avril 1984, que « la moitié des déchets toxiques échappait au contrôle des autorités nationales et était éliminée par des méthodes peu onéreuses, mais illégales et dangereuses » ? Or, c'est précisément là que le bât blesse surtout, en France aujourd'hui.

Car, même si l'on accepte de s'en tenir au chiffre largement minoré des 18 Mt de déchets industriels « spéciaux », l'épluchage des comptes que fournissent les établissements classés laisse songeur (sans parler d'une flagrante sous-utilisation des installations d'élimination qui n'ont évidemment pas été créées pour rien...).

En effet, pour se débarrasser légalement de ses divers résidus de production, quatre grands types de techniques s'offrent à

## ENTERRÉS EN PLEIN CHAMP



A Bergerac (Dordogne) on a retrouvé, en plein champ, les fûts éventrés que la société Sheby avait enterrés il y a une dizaine d'années.

les acides et les bases),

- les déchets minéraux solides (sables de fonderies, sels de trempes cyanurés, etc.).

Sur ces 18 Mt, la France ne compterait que 2 Mt de produits ouvertement « toxiques » ou « dangereux ». Dans toutes les brochures, dans tous les colloques, dans tous les discours, ce sont ces chiffres qui font foi. Or, si l'on sait que la République fédérale d'Allemagne avoue, quant à elle, 5 Mt de résidus toxiques (soit 2,5 fois plus pour une production industrielle somme toute équivalente), on peut commencer par se demander sur quelles bases de telles « estimations » — car il ne s'agit que d'estimations en dépit des risques encourus — ont pu être établies en France.

Les chiffres ne sont pas récents puisqu'ils proviennent d'inventaires effectués, il y a une dizaine d'années, à l'initiative du

moins étrange : au vu de quelques échantillons jugés représentatifs, le tonnage des déchets devait être évalué suivant le nombre de salariés que comptait une entreprise donnée, dans un secteur industriel donné ! Autant déterminer le tonnage du navire à partir de l'âge du capitaine !

**I**nutile de dire que cette formule hautement scientifique ne pouvait obtenir les résultats escomptés : certaines régions échappèrent totalement à l'enquête, bon nombre d'entreprises ne jugèrent pas nécessaire d'y répondre (celles qui s'y plièrent le firent sans doute avec une honnêteté modérée) et les approximations obtenues exigèrent tant d'extrapolations que les données en subirent encore des distorsions. Quant à l'absence d'une définition claire



l'industriel scrupuleux ou pas.

- La mise en décharge: 500 000 t de déchets sont acheminées chaque année vers l'une ou l'autre des 20 grandes décharges agréées (**carte p. 97**); elles en recevraient sans doute aisément 1,5 Mt de plus.

- L'incinération: 276 000 t, et non 380 000 comme le permettraient les installations, sont réduites en cendres, soit par l'un des 10 centres de traitement collectif, soit par une cimenterie, une centrale thermique ou un bateau-incinérateur.

- Le traitement physico-chimique: 218 000 t aboutissent dans l'un des 15 établissements agréés, dont la capacité globale réelle atteint 340 000 t.

- La régénération: 45 000 t de solvants usés retrouvent une seconde jeunesse dans l'un des 18 centres qui seraient capables d'en traiter 70 000.

Quiconque est capable de faire une addition en arrive, pour ces quatre relevés, au total annuel de 1 039 000 t. Il convient d'y ajouter les 2 300 000 t directement éliminées par les industriels eux-mêmes dans leurs propres installations (**carte p. 94**) et sur lesquelles les pouvoirs publics n'ont guère droit de regard. N'oublions pas non plus les 5 000 t officiellement exportées chaque année, ni les quelque 50 000 autres qui font le voyage inverse pour être traitées, moyennant finances, dans des centres français.

En arrondissant, nous arrivons au total final, vaguement justifié, de 3,4 Mt. Or, que l'on sache, 18 moins 3,4 ont toujours fait 14,6: à l'évidence, presque 15 Mt de déchets "spéciaux" s'évaporent, en France chaque année! Constatation plus grave encore: 1 Mt de substances classées comme éminemment dangereuses échappent au contrôle puisque, de quelque manière que l'on torde les chiffres, le total des éliminations surveillées (1 039 000 t) ne correspond qu'à la moitié des 2 Mt de déchets "toxiques" avoués à si grande-peine...

D'ailleurs, comment les mon-

tagnes de déchets industriels non recensées peuvent-elles bien se volatiliser? En ce domaine, toutes les suppositions sont permises, tant certains industriels et courtiers font montre d'audace. Depuis qu'elle est mieux surveillée, la pratique expéditive du déversement en mer ou dans les rivières s'avère difficile, surtout pour les grosses quantités; les associations de pêcheurs ont tout de même

présentation en vrac, transport non compris. Ainsi une simple mise en décharge contrôlée coûte-t-elle entre 120 et 150 F la tonne. L'incinération à terre d'un liquide à haut pouvoir calorifique ne coûte que 0 à 200 F/t mais celle d'un liquide chloré, de 1 000 à 2 000 F/t; si le déchet chloré est sous forme de résidu pâteux solide, c'est moins cher: 800 à 1 700 F/t. Une neutralisation ne coûte que 240 à 540 F/t

## OUBLIÉS AU MOMENT DE LA FERMETURE



gagné leurs procès contre les pollueurs, après le scandale des "boues rouges" larguées par la Montedison, au large de la Corse, ou par Thann & Mulhouse, en baie de Seine.

Alors? L'exercice consiste — on s'en serait douté — à tenter de payer le moins possible, sinon rien du tout, pour se débarrasser de toute cette production résiduelle encombrante. Même si les tarifs officiels d'élimination des déchets spéciaux sont plutôt moins chers en France qu'en d'autres pays européens, pas question pour certains d'assumer seuls le surcroît de charges financières qui en résulterait.

A titre informatif, il n'est pas inutile de mentionner quelques prix en vigueur, selon la nature du produit et le procédé d'élimination utilisé; établis en 1983, ceux-ci s'entendent pour une

mais, pour une décyanuration, il en va de 800 à 1 200 F/t. Autre exemple plus spécifique: les PCB (polychlorobiphényles), provenant essentiellement de transformateurs et de systèmes caloporteurs, peuvent générer des dioxines; leur incinération dans la seule installation autorisée en France (celle de la Trédi, à St-Vulbas dans l'Ain) ne revient pas à moins de 10 F le kilo!

A ces tarifs-là, se disent les tenants de la compétitivité à tout prix, autant fureter ailleurs, quitte à entrer dans l'illégalité. La première solution consiste à exporter ses déchets en catimini vers des pays moins regardants. De là, vraisemblablement, la centaine de plantureuses décharges sauvages que l'on voit fleurir tout autour de Barcelone, sur la Costa Brava. De nos jours, foin des coûts de transport si l'opéra-

*Quand une usine ferme ses portes, elle oublie souvent ses déchets. Ici, les lagunes de boues riches en métaux lourds de l'usine MSV à Montilly-sur-Noireau (Orne).*

(suite du texte page 90)



## I. VOICI LA CARTE DES DÉCHARGES SAUVAGES

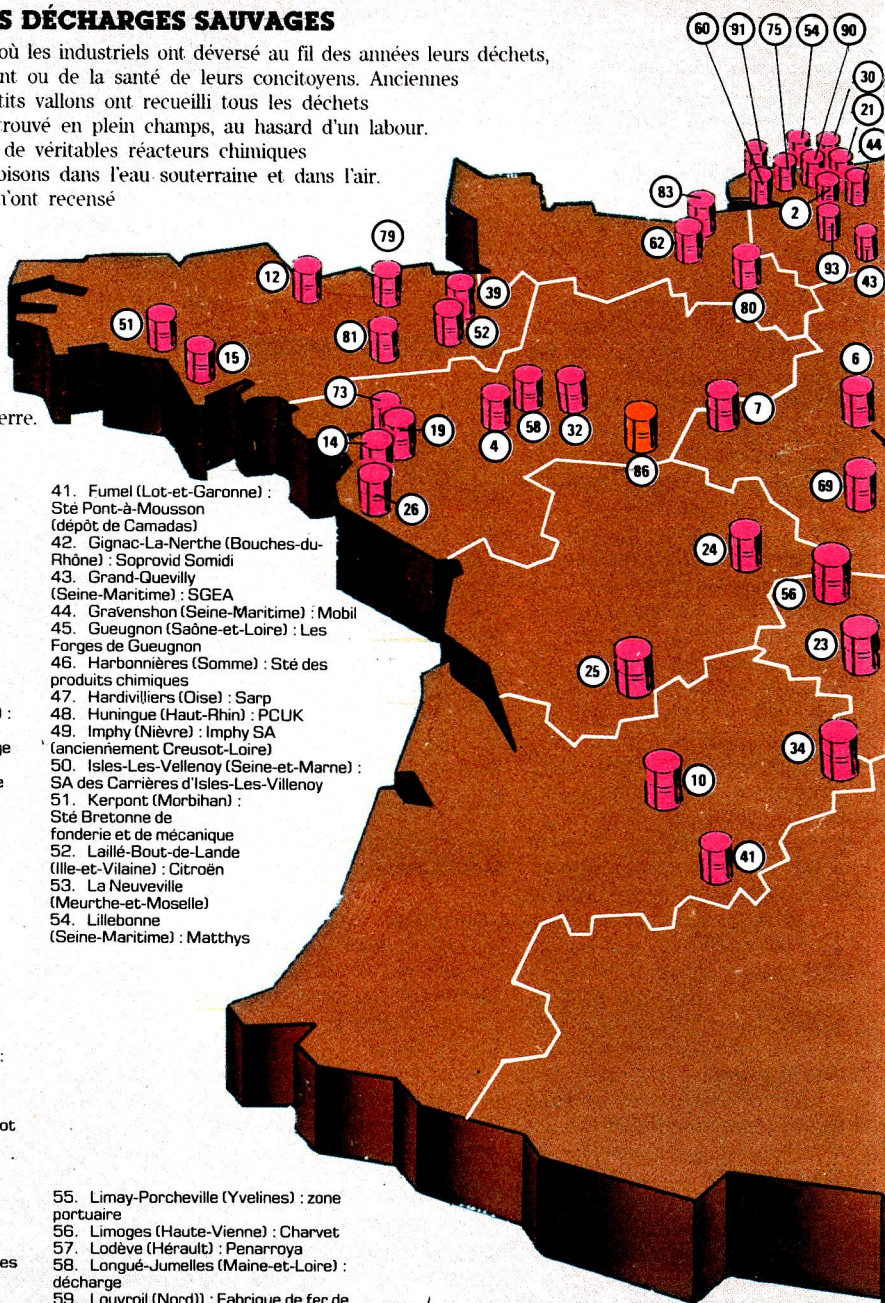
On retrouve aujourd'hui les sites où les industriels ont déversé au fil des années leurs déchets, sans se soucier de l'environnement ou de la santé de leurs concitoyens. Anciennes carrières, anciennes gravières, petits vallons ont recueilli tous les déchets de l'industrie; on en a même retrouvé en plein champs, au hasard d'un labour. Ces dépôts sont parfois devenus véritables réacteurs chimiques qui continuent à distiller leurs poisons dans l'eau souterraine et dans l'air. En France, les pouvoirs publics n'ont recensé qu'une centaine de ces sites alors que nos voisins allemands, en ont trouvé quelque 5 000, et les Danois 500. Mieux, sur cette centaine de sites, 93 sont considérés comme "réglés". La plupart du temps, parce qu'on les a recouverts de terre.

1. Abscon (Nord) : Lemahieu
2. Al Quincy (Eure) : STPC Viter (ex Prosyntho)
3. Armonville (Seine-et-Marne) : La Quinolène
4. Angers (Maine-et-Loire) : décharge sauvage de La Tourneire
5. L'Ardoise (Gard) : Ugine Aciers
6. Arthon (Indre) : Balsan
7. Auzouer (Indre-et-Loire) : Protex
8. Awoingt (Nord) : Lemahieu
9. Beaune (Côte-d'Or) : décharge
10. Bergerac (Dordogne) : Sheby
11. Bourron-Marlotte (Seine-et-Marne) : Sogefim
12. Bourseul (Côtes-du-Nord) : décharge
13. Bousquet d'Orb (Hérault) : Tuvedoc
14. Bruffière (La) (Vendée) : Defontaine
15. Bubry (Morbihan) : Texon
16. Cambronne-lès-Clermont (Oise) : Société d'Assainissement de l'Oise
17. Carling (Moselle) : CDF
18. Chalette-sur-Loing (Loiret) : Hutchinson Mapa
19. Challans (Vendée) : SAITEC
20. Choisy-en-Brie (Seine-et-Marne) : dépôt de produits toxiques sur le site de l'ancienne MAE
21. Cléon (Seine-Maritime) : décharge Normande propreté
22. Collégien (Seine-et-Marne) : Entreprise générale de vidange à vapeur (RGVV)
23. Condat-sur-Vienne (Haute-Vienne) : Sté Française d'électrochimie
24. Coulombiers (Vienne) : Sté de Broyage industriel
25. Couronne (La) (Charente) : Rousselot
26. Cugand (Vendée) : Les Feutres de l'Ouest
27. Dordisheim (Bas-Rhin) : Sté Multi-Services
28. Douai-Dorignies (Nord) : Houillère Nord-Pas-de-Calais
29. Dury (Pas-de-Calais) : Gerland
30. Elbeuf (Seine-Maritime) : Déposantes de chène fourchu
31. Ergersheim (Bas-Rhin) : Sté Alsacienne de métallurgie
32. Escouflan (Maine-et-Loire) : Sogessae
33. Esperaza (Aude) : SIS
34. Farges (Les) (Dordogne) : Papeterie de Condat
35. Ferin (Nord) : Gerland à Courchelettes
36. Fins (Somme) : déversement accidentel
37. Flins-sur-Seine (Yvelines) : Sotradec
38. Fort-de-Plesnoy (Haute-Marne) : Rodanet et Sarp
39. Freslonnière (Ille-et-Vilaine) : Netra
40. Fretin (Nord) : Tru

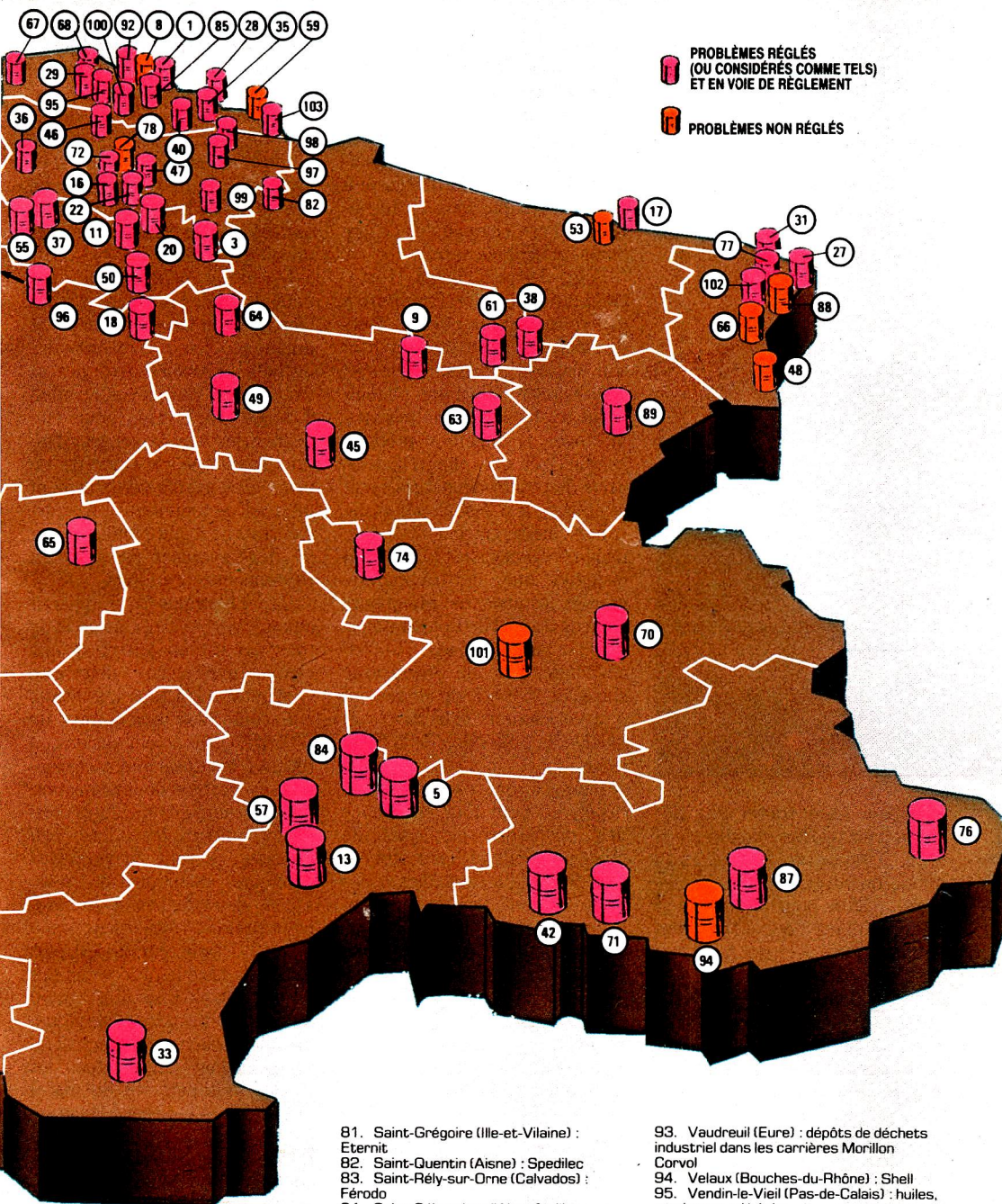
41. Fumel (Lot-et-Garonne) : Sté Pont-à-Mousson (dépôt de Camadas)
42. Gignac-La-Nerthe (Bouches-du-Rhône) : Soprovit Somidi
43. Grand-Quevilly (Seine-Maritime) : SGEA
44. Graveshon (Seine-Maritime) : Mobil
45. Gueugnon (Saône-et-Loire) : Les Forges de Gueugnon
46. Harbonnières (Somme) : Sté des produits chimiques
47. Hardivilliers (Oise) : Sarp
48. Huningue (Haut-Rhin) : PCUK
49. Imphy (Nièvre) : Imphy SA (anciennement Creusot-Loire)
50. Isles-Les-Villenoy (Seine-et-Marne) : SA des Carrières d'Isles-Les-Villenoy
51. Kerpont (Morbihan) : Sté Bretonne de fonderie et de mécanique
52. Lailé-Bout-de-Lande (Ille-et-Vilaine) : Citroën
53. La Neuveville (Meurthe-et-Moselle)
54. Lillebonne (Seine-Maritime) : Matthyis

55. Limay-Porcheville (Yvelines) : zone portuaire
56. Limoges (Haute-Vienne) : Charvet
57. Lodève (Hérault) : Penarroya
58. Longué-Jumelles (Maine-et-Loire) : décharge
59. Louvroil (Nord) : Fabrique de fer de Maubeuge
60. Mailleraye (Seine-Maritime) : Esso
61. Mareuil-sur-Ay (Haute-Marne) : Superfinest
62. Mondeville (Calvados) : COFAZ
63. Montbard (Côte-d'Or) : Vallourec
64. Mont Jalin (Yonne) : décharge
65. Moutier-Rozeille (Creuse) : Compagnie chimique d'Aubusson
66. Mulhouse (Haut-Rhin) : SPCM/PCUK
67. Noyelles-sous-Bellone (Pas-de-Calais) : Gerland
68. Outreau (Pas-de-Calais) : Crassier Paris Outreau
69. Poignonnet (La) (Indre) : Breey Tuft

70. Pont-de-Claix (Isère) : Rhône-Poulenc « la mare aux goudrons »
71. Monteau (Bouches-du-Rhône) : Naphta chimie Lavera
72. Pont-Sainte-Maxence (Oise) : Salpa
73. Rezé-lès-Nantes (Loire-Atlantique) : CNTS
74. Roanne (Loire) : Fermet (anciennement Sicaworms)







75. Romilly-sur-Andelle (Eure) : dépôt Matthys  
76. Roquevignon (Alpes-Maritimes) : décharge  
77. Rothau (Bas-Rhin) : Steinheil-Dieterlen  
78. Saintines (Oise) : Rodanet  
79. Saint-Cast (Côtes-du-Nord) : Sanit  
80. Saint-Clair-de-Halouze (Orne) : Valeo

81. Saint-Grégoire (Ille-et-Vilaine) : Eternit  
82. Saint-Quentin (Aisne) : Spedilec  
83. Saint-Rély-sur-Orne (Calvados) : Férodo  
84. Saint-Sébastien-d'Aiguefeuille (Gard) : Penarroya  
85. Sultain (Nord) : Corona  
86. Seiches-sur-le-Loir (Maine-et-Loire) : la Tannerie angevine  
87. Sisteron-Valerne (Alpes-de-Haute-Provence) : Sapchim  
88. Strasbourg (Bas-Rhin) : SAM  
89. Tavaux (Jura) : Solvay  
90. Trait (Seine-Maritime) : Esso  
91. Triqueville (Seine-Maritime) : Emery  
92. Vallers-Trelon (Nord) : Okoil Cofran à Fourmies

93. Vaudreuil (Eure) : dépôts de déchets industriels dans les carrières Morillon Corvol  
94. Velaux (Bouches-du-Rhône) : Shell  
95. Vendin-le-Vieil (Pas-de-Calais) : huiles, goudrons et dérivés  
96. Vert-en-Drouais et Dreux (Eure-et-Loire) : Sotradec et Ville de Dreux à l'Arche du Gazon  
97. Villemblay (Oise) : SEIC  
98. Villers-Saint-Paul (Oise) : PCUK  
99. Villers-Saint-Sépulcre (Oise) : PCUK  
100. Vis-en-Artois (Pas-de-Calais) : Sanet  
101. Voreppe (Isère) : Stephan et Sico  
102. Wantzenau (La) (Bas-Rhin) : Polysar France  
103. Wattrelos (Nord) : Rhône-Poulenc.



tion promet de confortables profits! 800 km par la route ou le rail et 2 000 km par bateau représentent des distances tout à fait raisonnables, et le Maghreb et la Mauritanie figurent en bonne place parmi les sites hospitaliers recherchés, aux côtés des pays de l'Est. Si l'on reprend les équivalences citées dans le rapport du Parlement européen, la question de l'élimination à distance se formule simplement:

## AVANT



*Le Société Gerland, déversait ses résidus de raffinage en pleine campagne à Noyelles-sous-Bellone, dans le Pas-de-Calais, entraînant une grave pollution des nappes d'eau souterraines...*

pourquoi faire traiter ses déchets dans un Etat membre de la CEE, à raison de 200 dollars la tonne, quand on peut les évacuer vers la RDA pour 5 dollars ou vers le Ghana pour 3? Un bon tonnage des déchets fantômes doit emprunter cette filière, à n'en pas douter.

La deuxième solution consiste, sur le territoire national, à les faire passer pour de vulgaires ordures ménagères, incinérées ou déversées là où la bonne occasion se présente. Dans le premier cas, comme les fours ne sont pas adaptés aux déchets spéciaux, il en résulte parfois des accidents... révélateurs de trafics à grande échelle, entre partenaires européens éventuellement.

Ainsi, quand on a le sens des affaires juteuses, que l'on est établi en Alsace (donc près de la frontière allemande au-delà de laquelle la réglementation se fait

plus rigoureuse) et que l'on possède deux sociétés de récupération de ferraille et de mâchefer ayant libre accès à l'usine d'incinération de Strasbourg, rien de plus facile que d'y éliminer des boues allemandes toxiques au meilleur coût: il suffit de faire passer la frontière à 100 camions par jour, en recouvrant leur chargement d'une bonne couche de terre.

Pour Jacques Raggi, l'astucieux intermédiaire, l'aventure a mal tourné après que les fours de l'usine n'eurent pu supporter son corrosif cocktail (chrome, chlore, arsenic, cyanure, phénols et autres médicaments périmés, mélangés à quelques produits anodins) et que plus d'une dizaine de petites décharges ayant remplacé les installations détruites aient gravement contaminé la région. (Il est intéressant d'ajouter que, de tribunal de grande instance de Strasbourg en cour d'appel de Colmar, Raggi ne s'est vu infliger que 75 000 F d'amende, 1 an de prison avec sursis et 15 000 F de versement à l'Association fédérative régionale de protection de la nature...).

Pour ce qui est du simple dépôt, un petit tour de France des décharges publiques de classes II et III (celles réservées aux produits assimilables à des ordures ménagères et aux matières inertes) permettrait à coup sûr de retrouver une grande partie des déchets disparus. Le maire de Meures, en Haute-Marne, nous écrivait récemment qu'aucun contrôle n'était effectué sur la décharge de Sarcicourt, la commune limitrophe: « Nous relevons tous les jours la présence de fûts et d'emballages de produits très toxiques, disait-il, malgré l'interdiction notifiée par un simple panneau. » Quelle que soit la nature des dépôts incriminés, on comprend que le voisinage s'inquiète: il est prévu d'abattre 18 ha de forêt pour porter la capacité de cette décharge d'ordures ménagères à près de 1 Mt.

C'est encore le courrier des

lecteurs de *Science & Vie* qui nous signale qu'à Aspiran, dans l'Hérault, des dizaines de tonnes de Pénarsol étaient retrouvées dans la décharge publique, durant l'été 1983; environ douze ans auparavant, cet insecticide fabriqué par la société Penarroya avait été retiré du marché en raison de sa nocivité: il contenait 25 % d'arséniate de soude, un sel d'arsenic.

De façon schématique, ces deux exemples recouvrent assez bien les deux faces d'un même et unique problème: la maîtrise des déchets industriels toxiques et dangereux. Dans un cas, en effet, il s'agit d'intervenir pour empêcher les conséquences d'infractions actuelles et mettre en place un contrôle véritablement dissuasif de toutes celles à venir; dans l'autre, il faut plutôt réparer les dégâts causés par un délit récemment mis au jour.

Car, ici comme là, il apparaît aujourd'hui que c'est la survie de tous qui est en jeu et qu'une chasse impitoyable doit être enfin ouverte à tous les dépôts non conformes aux normes de sécurité. Qu'ils soient anciens ou récents, insuffisamment surveillés ou carrément clandestins, étalés en surface ou enfouis dans le sol, publics ou privés, peu importe: ce sont de véritables réacteurs chimiques en puissance, des bombes à retardement prêtes à révéler leur grand pouvoir destructeur. Il n'est plus temps de faire le procès des uns ou des autres, mais il est grand temps de prendre énergiquement les mesures qui s'imposent.

Or, chacun sait combien les vieilles pratiques ont du mal à disparaître. A cet égard, l'histoire de la "mare aux goudrons" de Rhône-Poulenc mérite d'être contée, tant elle est représentative d'une attitude française qui revient à « faire passer une amanite phalloïde pour un champignon très indigeste » (selon l'expression d'un membre éclairé de cette entreprise), tout en bénéficiant du laisser-aller des autorités.

L'usine de Rhône-Poulenc à Pont-de-Claix, en Isère, fabrique



des dérivés chlorés phénolés en très grosses quantités (près de 300 000 t, en 1983) ; il s'agit de composés similaires à ceux produits par l'usine Icmesa où eut lieu l'accident de Seveso en 1976, mais obtenus ici selon des procédés paraît-il moins dangereux. Depuis sa création au début du siècle, les activités de l'établissement ont bien évolué : son chlore, commercialisé en bonbonnes vers 1910, servit d'abord de gaz de combat durant la Première Guerre mondiale ; au début des années 20 — et comme bien des usines du même type —, celle-ci dut dériver vers la pétrochimie ; et puis, au milieu des années 50, Pont-de-Claix se lançait dans la fabrication de produits destinés à l'agriculture (engrais, dés herbants et défoliants, tel le fameux "2-4-5-T" ou "agent orange" utilisé au Viêt-nam ou plus simplement comme débroussaillant dans nos jardins).

**A**insi, au fil des reconversions et des années, des monceaux de fûts chargés de déchets allèrent-ils s'empiler auprès d'autres résidus à peine plus innocents dans la "mare aux goudrons" ; c'était une simple fosse aménagée dans "la ferme Morel", près de l'usine, que Rhône-Poulenc avait naguère achetée à cet effet (lors des premiers recensements, à la fin des années 70, on y découvrit même un contingent de vieux obus hérités des activités du lieu avant le rachat !).

Encombrement pour les uns et découverte du pot aux roses par les autres, toujours est-il qu'une partie des fûts entassés au bord de la fosse durent être évacués. A partir de 1981, quelques centaines de tonnes partirent pour la décharge (agréée) de Roumazières, en Charente. Tout alla pour le mieux jusqu'à ce qu'éclate, en 1983, l'affaire des fûts de Seveso égarés en France. Et l'on s'aperçut alors que les fûts de Rhône-Poulenc, contenaient, eux aussi, de la

dioxine.

Lors de l'enquête, Rhône-Poulenc affirma avoir agi en toute légalité : les déchets avaient été analysés en usine, les fûts les contenant avaient été dûment identifiés et toutes les précautions avaient été prises ; on avait eu recours à une entreprise d'élimination spécialisée dont le sérieux avait fait l'objet d'une vérification préliminaire sur 20 t (il s'agit malheureusement du trop célèbre Paringaux !) et, surtout, on en avait toujours informé les autorités. Il y fut dit textuellement que la mention « contient des dioxines » figurait sur les fiches d'acceptation remises à l'exploitant de la décharge et à l'administration — le service des Mines local, en l'occurrence.

A cette date, d'ailleurs, la « mare aux goudrons » autour de laquelle venaient jouer les enfants n'existait déjà plus : tout avait été élégamment recouvert de terre. Mais, en dépit de ses demandes insistantes, la section syndicale CFDT de l'entreprise ne réussit jamais à savoir ce qu'étaient devenus les centaines de fûts qui y avaient été entreposés pendant des dizaines d'années. Ce silence ne fut-il dû qu'au souci de « ne pas effrayer les populations », comme le déclara benoîtement quelqu'un du service des Mines ?

Quoi qu'il en soit, ces fûts ultra-dangereux se trouvent bien quelque part !

Comment a-t-on pu en arriver là dans un pays qui dispose de tout l'arsenal législatif nécessaire pour maîtriser le problème de l'élimination des déchets industriels ? Nous l'avons dit dès le départ, les autorités se sont montrées pour le moins indolentes. Au terme de son examen des textes français en la matière, la commission d'enquête du Sénat reconnaissait s'être trouvée « devant un cas typique d'inapplication des dispositions législatives du fait de l'administration ».

C'est la loi du 15 juillet 1975, relative à l'élimination des déchets et à la récupération des

matériaux, qui constitue le cadre juridique général dans lequel s'inscrit la totalité du cycle du déchet (qu'il soit ménager ou hautement toxique), de son apparition au stade final de son élimination. Les articles composant son titre III, afférent à l'élimination, déterminent différents degrés d'intervention des pouvoirs publics et constituent, de l'avis général, un ensemble logique et cohérent.

## APRÈS



Sans entrer dans le détail d'une prose fastidieuse, il nous faut cependant présenter certains de ces articles car, lors de la promulgation, ils restaient soumis à l'application de décrets qui devaient en préciser les modalités. On attend toujours l'application des articles principaux. Car, sans décrets d'application, une loi reste lettre morte.

Pour l'article 7, stipulant qu'une vieille loi de 1917 relative aux établissements dangereux, insalubres ou incommodes était applicable aux installations d'élimination de déchets quel qu'en fût l'exploitant, ce fut relativement vite fait : en 1976, on y substituait la loi relative aux installations classées. Libérale, elle se contentait de fixer les conditions d'ouverture et d'exploitation d'une installation et laissait l'industriel libre d'agir à sa guise, dans le cadre des prescriptions.

L'article 8 prévoyait l'obli-

*Sur les conseils de l'ANRED, les déchets ont été neutralisés par malaxage avec des réactifs. Coût de l'opération : 5 millions de francs.*



gation, pour les producteurs, collecteurs, transporteurs et éliminateurs de déchets, de fournir à l'administration tous renseignements sur « certaines » catégories de ces déchets (origine, nature, caractéristiques, quantités, destination et modalités d'élimination): après deux ans de tergiversations, le décret d'application parut au *Journal officiel* le 28 août 1977. Il définissait les catégories « pouvant,

Parmi ces textes prioritaires (à élaborer « dans les six mois », précisait le ministre) figurait celui relatif à l'article 9. A questions réitérées, réponses dilatoires: la publication du décret fut successivement annoncée pour « début 1976 » « au cours de l'année 1977 » « fin 1979 », « ultérieurement », « au cours du 3<sup>e</sup> trimestre 1980 », « très prochainement » et puis enfin « ultérieurement » (bis). Bref, il n'a jamais vu le jour!

Presque dix ans après leur promulgation, la commission de contrôle du Sénat constatait avec surprise qu'au moment même où elle les jugeait satisfaisantes, les dispositions de la loi de 1975 demeuraient encore largement inappliquées. Elle ajoutait d'ailleurs que la non-application de cet article 9 si embarrassant avait, du même coup, rendu inapplicable les articles suivants qui en constituaient le prolongement: « C'est donc l'essentiel du titre III qui est, faute de textes réglementaires, tombé en désuétude »...

Il semble bien que, dix ans durant, les responsables de l'inspection des installations classées se soient opposés à cette publication avec une belle constance, en s'appuyant d'ailleurs sur la loi de 1976 qu'ils sont chargés de faire appliquer: celle-ci suffirait à contrôler l'élimination des déchets toxiques et la précédente, notamment son article 9, serait, selon eux, « inutile, surabondante, voire gênante ». Pour qui? Il est vrai que la loi de 1975 est plus interventionniste, puisqu'elle repose sur ces deux principes: rôle directeur des pouvoirs publics et transparence du circuit du déchet.

A quelques arguties près, nous en sommes toujours là aujourd'hui. Pour résoudre l'épineux problème de l'articulation entre les deux lois, notre actuelle ministre de l'Environnement a demandé l'avis du Conseil d'Etat, mais le résultat des délibérations, communiqué récemment, semble entériner l'immobilisme d'antan. L'approche d'un éventuel changement de majorité ris-

que de retarder encore la mobilisation générale et immédiate que mériterait le sujet.

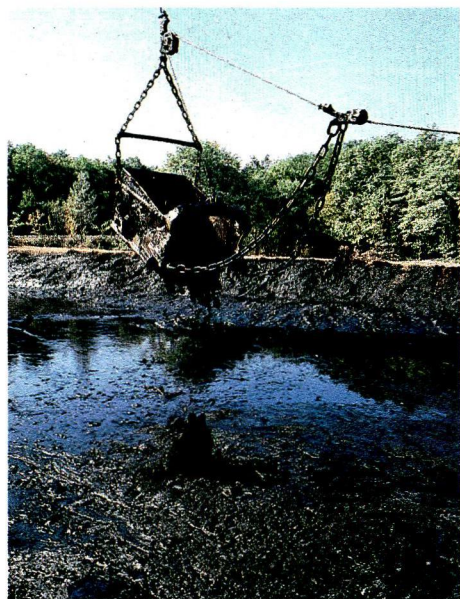
Car la menace de catastrophe écologique et d'atteinte à la santé des populations est en certains cas bien réelle. Si la France est indolente, d'autres pays industrialisés, plus conscients du danger, ont engagé toute leur énergie et de considérables budgets dans la lutte contre les dépotoirs sauvages.

Aux Etats-Unis, haut lieu du libéralisme et de la consommation, le problème avait atteint une telle ampleur qu'il n'a plus été question de tergiverser. De la côte est à la côte ouest, la manière forte a été appliquée pour retrouver plus de 20 000 sites, les plus dangereux, hérités du passé et en finir avec les décharges clandestines en activité.

**L'**Agence fédérale pour la protection de l'environnement (EPA) n'a pas hésité à recruter des spécialistes du dépistage (anciens agents du FBI, de la police et du contrôle des stupéfiants) et des avions de reconnaissance U-2 ont pris des photos aériennes à haute résolution! Rien d'étonnant à cela quand on sait que, sur les seuls Etats de New York et du New Jersey, la Mafia contrôle une demi-douzaine de sociétés d'élimination de déchets toxiques; leur trafic annuel est évalué à 250 Mt, dont une bonne partie se perd dans les rivières.

Un fonds d'intervention spécial, baptisé *Superfund* et s'élevant à 1,6 milliard de dollars (soit plus de 12 milliards de nos francs), a été créé en 1980 pour une période de cinq ans. Financé à 86 % par des taxes sur les produits chimiques et pétroliers et à 14 % par le budget fédéral, *Superfund* sert principalement à financer les opérations d'évacuation ou de traitement des déchets sur un peu plus de 400 sites jugés prioritaires. Le pollueur reste le payeur à concurrence de 50 millions de

## EN PLEINE FORÊT...



Les 20 000 tonnes de boues acides de Bourron-Marlotte dans la forêt de Fontainebleau, ont été vidées à l'aide d'une drague.

soit en l'état, soit lors de leur élimination, causer des nuisances ».

Les dispositions de l'article 9 signifiaient que les déchets les plus toxiques devaient faire l'objet de filières d'élimination imposées par l'administration et que leurs producteurs ne pouvaient choisir les éliminateurs que dans la liste dressée par les pouvoirs publics. Or, c'est précisément ici que git le lièvre et que la loi provoque des attermolements ministériels ubuesques.

Dès septembre 1975, première question écrite d'un sénateur: il y fut répondu que les décrets d'application « ne présentant pas tous les mêmes degrés d'urgence » il convenait d'en « dégager des priorités ». Certes.



dollars des frais engagés par le gouvernement, mais l'avance ainsi débloquée permet d'engager au plus vite toutes les études et les travaux nécessaires.

*Superfund* a déjà permis de régler le cas de Love Canal, près des chutes du Niagara (du nom d'un très ancien projet de canalisation des eaux du fleuve, qui ne vit jamais le jour). Cette affaire qui a fait grand bruit n'apparaissait pourtant qu'au 116<sup>e</sup> rang sur la liste des priorités de l'EPA. Rappelons qu'en 1978, 2 500 résidents de ce lotissement avaient dû être évacués en catastrophe, après que l'on eut constaté une forte élévation du taux des cancers dans la population. Or, quelle part sous les pimpants pavillons, un vieux reste de tranchée du projet initial avait servi de décharge à la société Kooker Electrochemical, jusqu'au début des années 50 : elle y avait déversé, pendant dix ans, plus de 20 000 t de déchets à base de benzène, de PCB et de dioxine... Coût de la seule opération de nettoyage par *Superfund* : pas loin de 500 millions de francs lourds.

500 millions, en dollars cette fois (soit plus de 4 milliards de francs), c'est le premier devis qui vient d'être établi pour couvrir les frais d'une autre opération dans le Colorado. Selon l'organisme chargé d'apprécier les estimations financières (Office of Technology Assessment), l'ensemble des nettoyages pourrait coûter aux Américains la somme faramineuse de 100 milliards de dollars et durer cinquante ans.

A l'échelle de leur territoire, les Pays-Bas ont identifié 5 000 décharges dangereuses dont 1 000 représentent un danger immédiat. En 1983, le gouvernement a décidé d'emprunter une première tranche de 33,3 millions de dollars à la résorption de la plaie, sachant que son coût total dépassera vraisemblablement le milliard de dollars sur une période de vingt ans. De plus, les autorités néerlandaises ont d'ores et déjà entamé des poursuites judiciaires à l'en-

contre des grands responsables de la pollution (Shell, Duphar, Philips, Argrunal, etc.). Sur un territoire exigu où le taux d'urbanisation est très élevé, on a parfois construit directement au-dessus d'anciennes décharges : dans trois villes du pays, près de 500 habitants ont dû être évacués.

Pour neutraliser les 5 400 cas les plus inquiétants qu'ils ont été relevés parmi quelque 35 000 décharges, les Allemands devront sans doute déboursier plus de 2 milliards de dollars. Au tout premier rang de leurs priorités : résoudre le problème que pose un quartier entier de la banlieue de Hambourg, Georgsweder, construit sur une immense décharge. A long terme, le sous-sol de ce périmètre est devenu une usine chimique souterraine à haut rendement... Lorsque les 40 000 personnes qui y vivent actuellement auront été évacuées, le simple fait de clôturer la zone dangereuse — sur une trentaine de kilomètres! — coûtera une somme exorbitante.

Et en France? Eh bien, nous avons modestement répertorié 103 points noirs et 91 d'entre eux seraient aujourd'hui des problèmes réglés. Quant au coût? Pas plus de quelques dizaines de millions de francs — un record. Comparée aux autres pays, la France serait un jardin d'Eden de 550 000 km<sup>2</sup> où l'on nettoierait à peu de frais les bêtises de rares industriels souillons... Mais même le petit Danemark, avec ses 43 000 km<sup>2</sup> et son industrialisation limitée reconnaît 3 115 sites dont 500 dangereux! Alors, on se moque de nous!

Comme on le voit, le nombre des anciens dépôts français est aussi sujet à caution que celui du tonnage annuel en déchets industriels spéciaux. Le début du recensement remonte d'ailleurs à la même époque, puisque c'est à l'Agence nationale pour la récupération et l'élimination des déchets (ANRED), instituée par l'article 22 de la loi-cadre de 1975, qu'en est revenue la mission. Menée, en 1977-1978,

auprès des Directions interdépartementales de l'industrie (devenues depuis les DRIR dont nous avons parlé plus haut), l'enquête fut loin d'être exhaustive, une fois de plus. Dans certaines régions, comme le Limousin ou l'Aquitaine, ces services qui étaient censés connaître parfaitement leur terrain ne prirent même pas la peine de répondre. En Aquitaine, par exemple, tout le monde sa-

## ... DE FONTAINEBLEAU



vait que les déchets chimiques étaient injectés dans le gisement de gaz de Lacq; ailleurs, il était de notoriété publique que les anciens puits de mines servaient de réceptacles : était-ce vraiment nécessaire de le signaler?

Mais le recensement continue, bien que l'ANRED ne dispose aujourd'hui encore, que de trois ingénieurs pour résoudre le problème de la résorption des anciens dépôts de déchets! Pour aider un peu, une expérience vient d'être mise en place dans les pays de Loire : une quinzaine de communes vont chacune accueillir un TUC (travailleur d'utilité collective), chargé d'interroger les habitants pour retrouver la trace des décharges cachées et oubliées; les enquêteurs bénéficieront de l'aide des gendarmes. Si l'expérience s'avère concluante, elle pourrait s'étendre à tous les départements. C'est un premier effort à saluer, même si l'opération pêche un peu par son manque d'envergure.

*Les boues qui contiennent de fortes proportions d'acide sulfurique, sont mélangées à de la chaux et à d'autres réactifs, pour les neutraliser et piéger les métaux lourds; elles sont malaxées et finissent par former un remblai où la nature reprendra ses droits.*

(suite du texte page 96)



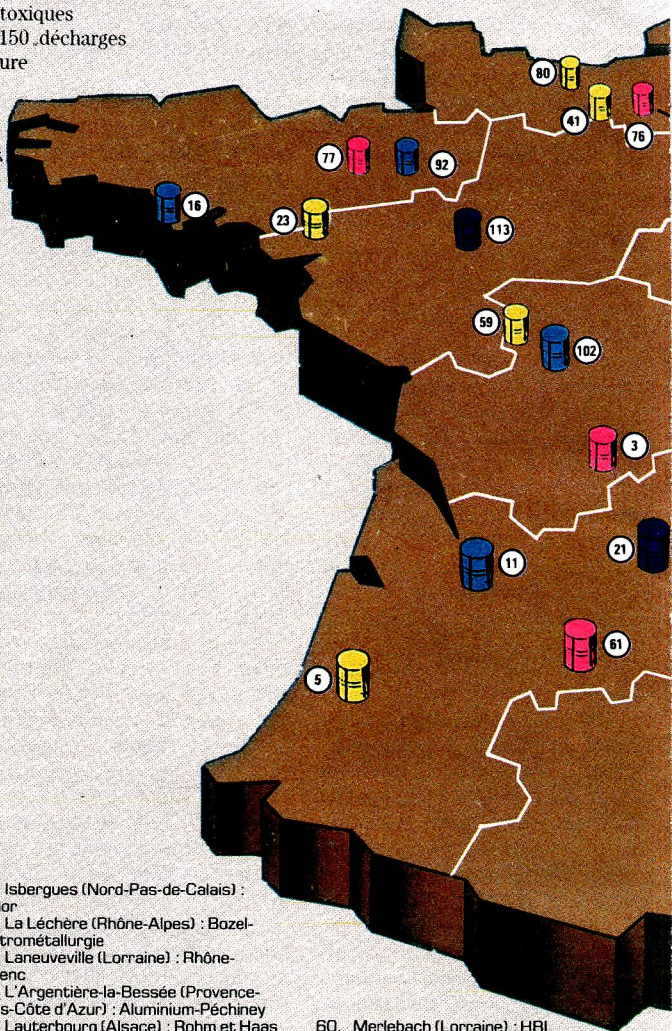
## II. VOICI, EN EXCLUSIVITÉ, LA CARTE DES DÉCHARGES PRIVÉES DE L'INDUSTRIE

Il y a deux ans, le ministère de l'Environnement a tenté de recenser les décharges privées des industriels ; celles qui, recevant plus de 1 500 m<sup>3</sup> par an de déchets, sont situées dans l'enceinte même des entreprises ou à proximité et sont destinées à leurs propres besoins. 77 d'entre elles reçoivent 1,7 tonne par an de déchets "spéciaux", contenant des substances toxiques et présentant un risque. Cette liste qui compte près de 150 décharges n'est pas exhaustive, mais c'est la seule qui existe à l'heure actuelle. Impossible, d'après les données fournies à l'administration, de savoir si ces décharges sont correctement gérées. Ainsi, deux entreprises seulement ont fourni des informations sur la perméabilité du fond de leur décharge et 23 seulement effectuent régulièrement des analyses des eaux souterraines, ce qui est préoccupant.

1. Aiguebelle (Rhône-Alpes) : Prodair
2. Ancerville (Lorraine) : Tréfilunion
3. Angoulême (Poitou-Charente) : Leroy-Sommer
4. Argentine (Rhône-Alpes) : Sofrem
5. Arjuzanx (Aquitaine-Poitou-Charente) : EDF
6. Arnould (Lorraine) : Aussedat-Rey
7. Aubry (Nord-Pas-de-Calais) : CRAM (3 décharges)
8. Auxonne (Bourgogne-Franche-Comté) : Acieries et fonderies d'Auxonne
9. Baccarat (Lorraine) : cristallerie de Baccarat
10. Bart (Bourgogne-Franche-Comté) : Peugeot
11. Bassens (Aquitaine-Poitou-Charente) : Everitube
12. Bellegarde (Rhône-Alpes) : Sofrem
13. Blénod (Lorraine) : EDF (2 décharges)
- (A). Pont-à-Mousson (B)
14. Bousquet d'Orb (Languedoc-Roussillon) : Houillères des Cévennes
15. Calais (Nord-Pas-de-Calais) : La Vieille Montagne (A), Tioxide (B)
16. Caudan (Bretagne) : SBFM
17. Chalette/Loing (Centre) : Hutchinson
18. Campagne/Dise (Ile-de-France) : EDF
19. Clamecy (Bourgogne-Franche-Comté) : Rhône-Poulenc
20. Commercy (Lorraine) : Tréfilunion
21. Condat-le-Lardin (Aquitaine-Poitou-Charente) : Papeteries de Condat
22. Corbeil (Ile-de-France) : chapelle d'Arblay
23. Cordemais (Pays-de-Loire) : EDF
24. Coudekerque-Branche (Nord-Pas-de-Calais) : Borax
25. Creutzwald (Lorraine) : HBL
26. Dannemarie-les-Lys (Ile-de-France) : Affimet
27. Delle (Bourgogne-Franche-Comté) : UDDFIM
28. Descartes (Centre) : Everitube
29. Diesen (Lorraine) : HBL
30. Dieuze (Lorraine) : Ugine-Kuhlmann
31. Dunkerque (Nord-Pas-de-Calais) : Usinor
32. Epierre (Rhône-Alpes) : PCUK
33. Forbach (Lorraine) : HBL
34. Fos (Provence-Alpes-Côte d'Azur) : Solmer (2 décharges)
35. Fos/Mer (Provence-Alpes-Côte d'Azur) : Ugine-Acier
36. Foug (Lorraine) : Pont-à-Mousson
37. Frérier (Bourgogne-Franche-Comté) : Alstom
38. Gorcy (Lorraine) : Sté des Forges de Saulnes et Gorcy
39. Hayange (Lorraine) : Sacilor
40. Hautmont (Nord) : Cockerill
41. Hérouville Saint-Clair (Basse-Normandie) : Société métallurgique de Normandie
42. Imphy (Bourgogne-Franche-Comté) : Imphy SA

43. Isbergues (Nord-Pas-de-Calais) : Usinor
44. La Léchère (Rhône-Alpes) : Bozel-Electrometallurgie
45. Laneuveville (Lorraine) : Rhône-Poulenc
46. L'Argentière-la-Bessée (Provence-Alpes-Côte d'Azur) : Aluminium-Péchiney
47. Lauterbourg (Alsace) : Rohm et Haas
48. Le Bec (Rhône-Alpes) : Houillères de la Loire
49. Le Bosc (Languedoc-Roussillon) : Cogema
50. Leffrinckouhe (Nord-Pas-de-Calais) : Borax
51. Le Freney (Rhône-Alpes) : Aluminium Péchiney
52. Le Saulay-Sendres (Lorraine) : Yeramex-Socopola
53. Le Thillot (Lorraine) : Tannerie Grojean
54. Lisle-en-Rigault (Lorraine) : Papeterie Jean d'Heur
55. Livet et Gavet (Rhône-Alpes) : Aluminium Péchiney, Guern
56. L'Ondaine (Rhône-Alpes) : Creusot-Loire
57. Longwy (Lorraine) : Usinor
58. Marthod (Rhône-Alpes) : Ugine-acier
59. Melle (Aquitaine-Poitou-Charente) : Rhône-Poulenc industries

60. Merlebach (Lorraine) : HBL
61. Montayral (Aquitaine-Poitou-Charente) : Pont-à-Mousson
62. Montchanin (Bourgogne-Franche-Comté) : Creusot-Loire
63. Montereau (Ile-de-France) : EDF
64. Montricher (Rhône-Alpes) : Sofrem
65. Moyeuve-Grande (Lorraine) : Sacilor
66. Moyeuve-Petite (Lorraine) : Sacilor
67. Narbonne (Languedoc-Roussillon) : Soufre et microns couleurs
68. Neuves-Maisons (Lorraine) : Usinor (2 décharges)
69. Noyelles-Godault (Nord-Pas-de-Calais) : Pennaroya
70. Oissel (Haute-Normandie) : PCUK
71. Olette (Languedoc-Roussillon) : Comiflor
72. Outreau (Nord-Pas-de-Calais) : SFPO
73. Paray-le-Monial (Bourgogne-Franche-Comté) : Eternit
74. Pompey (Lorraine) : SNAP (2 décharges)









De l'envergure, il en faudrait pourtant, à considérer lentement quelques cas des anciens dépôts déjà recensés. Ainsi, pas besoin de limiers pour découvrir le plus spectaculaire de tous, celui des 200 000 t de déchets provenant de la plate-forme du triangle de Carling, en Lorraine. Un paysage dantesque que ce lac de boues toxiques de 2,5 ha de superficie sur 5 à 7 m de profondeur, d'où seuls dépassaient des arbres morts. Exploité par CDF-Chimie, le dépôt était ouvert à d'autres industriels du voisinage, Norsolor (une filiale de PCUK), Houillères du bassin de Lorraine, etc. Les enquêteurs rapportent qu'un peu du jus noirâtre qu'on pouvait y récolter suffisait à dépolir le verre d'un flacon : pas étonnant que les nappes phréatiques des environs aient été fortement contaminées par les phénol, cyanure, acide fluorhydrique, nitrobenzène, métaux lourds et autres, que contenaient les boues.

**L**e chantier de nettoyage vient de se terminer. Le déplacement d'un tel volume n'étant pas envisageable (en France !) on s'est contenté de répandre des cendres résiduelles de centrales thermiques et du sable, pour rendre les boues compactes puis d'enrober le sandwich d'une pellicule imperméable, elle-même recouverte d'une couche de terre arable semée de plantations. Durant vingt ou trente ans, un pompage captera en permanence des eaux contaminées. Coût total de l'opération, qui reste l'une des plus coûteuses réalisées en France à ce jour : 8 à 10 millions de francs, non compris les frais de maintenance du pompage et de la surveillance.

Parfois, la découverte d'un très ancien dépôt n'est due qu'au hasard tant il est enfoui. Ainsi, c'est au cours de la réalisation d'une route près de Laneuveville-devant-Nancy (Meurthe-et-Moselle) que la Direction départementale de l'Équipement eut

la surprise de découvrir, à 9 ou 10 m de profondeur, toute une zone de terrain joliment bleutée : en cet endroit, de nos jours entouré de maisons, une fabrique de bleu de Prusse avait opéré avant la Grande Guerre. Les résidus, des composés cyanurés, ont pollué les puits environnants ; pour le moment, on se contente de surveiller la nappe.

Il est des industriels, comme ceux de Carling, qui ne peuvent qu'admettre les faits, et puis il en est d'autres qui s'acharnent à nier l'évidence. Même dans le cas d'exactions plus récentes, les DRIR sont quelquefois obligées, pour confondre les responsables, de se livrer à un véritable travail de détective. Ainsi, à Velaux (Bouches-du-Rhône), le maire s'inquiéta, au début des années 80, d'étranges suintements en surface : 2 500 t de résidus d'hydrocarbures avaient été recouvertes à la va-vite de terre et de matériaux hétéroclites. Accusée par divers témoignages, la Shell s'obstina dans ses dénégations jusqu'à ce que la DRIR locale découvre, dans les monceaux d'archives de la préfecture, un compte rendu du conseil départemental de l'Hygiène, daté de 1958, évoquant bel et bien la « régularisation » d'une décharge de la Shell à Velaux... Pour l'instant, d'ailleurs, rien n'a été fait pour écarter le danger.

Il arrive aussi qu'une société se retrouve avec un tas de déchets sur les bras : elle n'est en aucun cas l'auteur de la pollution, mais elle doit assumer la responsabilité juridique et financière !

C'est ce qui est arrivé à une banque, la Société Générale, plutôt habituée aux déchets de papier mais qui a tout de même dû déboursier 12 millions de francs pour faire nettoyer l'infâme borbier que d'autres avaient créé. L'histoire mérite d'être contée. En 1974, une filiale de la Société Générale, la SOGEFIM, achetait pour le compte d'un de ses clients, sous forme de crédit-bail, des bâtiments et terrains situés à Bourron-Marlotte, près de Fon-

### III. VOICI LA CARTE DES DÉCHARGES

Les grandes décharges autorisées, dites de "classe I", offrent une solution aux industriels qui veulent se débarrasser légalement de leurs déchets toxiques. Elles ne sont pas une solution miracle, mais elles présentent un avantage : leurs exploitants contrôlent et répertorient ce qu'ils y entassent. En principe, car Roumazières, aujourd'hui fermée parce qu'elle contient, entre autres, de la dioxine et des PCB, était aussi une décharge de classe I.

Il serait faux de prétendre qu'elles ne présentent aucun risque pour l'environnement, même si leur sous-sol offre des garanties d'imperméabilité. Elles sont en général très mal admises par les populations avoisinantes, ce qui s'explique par le fait que dans certaines décharges, des circulations d'eau et de biogaz ne sont pas maîtrisées.

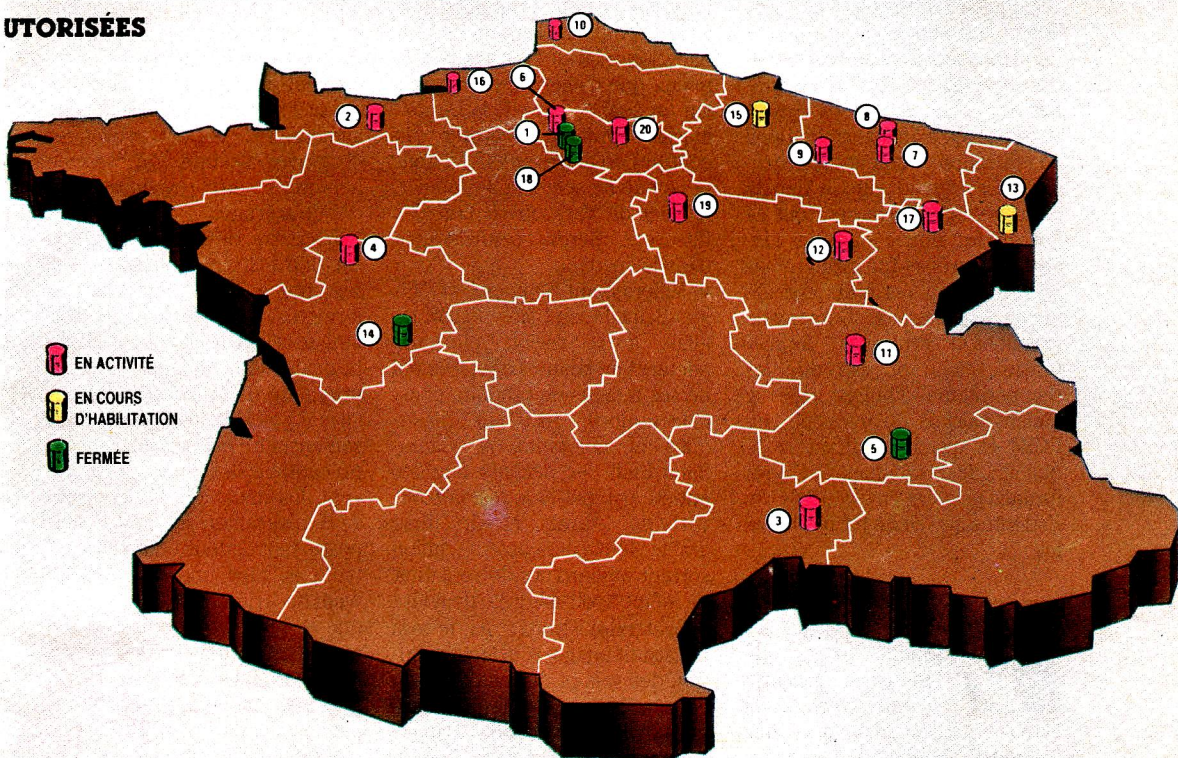
1. Angervilliers (Essonne)
2. Argences (Calvados)
3. Bellegarde (Gard)
4. Champteusselle (Maine-et-Loire)
5. Dardilly (Rhône)
6. Guirancourt (Yvelines)
7. Jeandelaincourt (Meurthe-et-Moselle)
8. Jouy-aux-Arches (Moselle)
9. Laimont (Meuse)
10. Menneville (Pas-de-Calais)
11. Montchanin (Saône-et-Loire)
12. Pontailier (Côte-d'Or)
13. Retzwiller (Haut-Rhin)
14. Roumazières (Charentes)
15. Sommauthe (Ardennes)
16. Tourville-la-Rivière (Seine-Maritime)
17. Vaire (Haute-Saône)
18. Val-Saint-Germain
19. Venouse (Yonne)
20. Villeparisis (Seine-et-Marne).

tainebleau. Il s'agissait des anciennes propriétés de la Société des raffineries de Bourron, spécialisée dans le recyclage d'huiles usagées, avant son dépôt de bilan en 1972. Lors de la vente, dans le cabinet même du notaire, le syndic signala qu'il avait "oublié" de notifier l'existence d'une parcelle supplémentaire qu'il céderait sans augmentation du prix de la transaction. La SOGEFIM la fit ajouter sur l'acte notarié, mais oublia d'en faire autant sur les documents du crédit-bail. Sans en avoir conscience, la SOGEFIM restait propriétaire de la parcelle qui aurait normalement dû revenir à son client.

Environ huit ans plus tard, la SOGEFIM s'étonna de recevoir un arrêté municipal lui enjoignant de prendre des mesures de sécurité pour les 4 500 m<sup>2</sup> d'étangs visqueux longeant la voie ferrée. De fait, à 800 m de l'ancienne usine, une odeur suffocante prenait à la gorge : des



## AUTORISÉES



goudrons contenant 50 % d'acide sulfurique bouillonnaient en surface. C'était, en pleine forêt de Fontainebleau. L'endroit idéal pour se débarrasser d'un cadavre encombrant... Et le Bureau de recherches géologiques et minières connaissait l'existence de ce site dangereux (et non clôturé), puisqu'il figure dans un rapport daté de 1968.

Aujourd'hui, le cloaque de Bourron-Marlotte n'existe plus. Le liquide, d'abord pompé en surface, a été traité en station d'épuration et la phase huileuse; incinérée en cimenterie; au stade final, les travaux ont consisté à neutraliser quelque 20 000 t de boues (et non 5 000, comme prévu au départ) et à les rendre compactes.

L'opération a été confiée à la société EIF-Ecologie qui peut se prévaloir d'une solide expérience en ce domaine. Son directeur, M. Deutsch, explique qu'il ne s'agit surtout pas de fabriquer une sorte de boîte vi-

trifiée qui risquerait de s'ouvrir dix ou vingt ans plus tard. « Chimiquement, dit-il, je coince la pollution, et la manière dont je remets ensuite en place les produits traités permet un redémarrage de l'activité de biodégradation; dans quelques années la nature aura tout digéré. » Et il ajoute: « J'offre une garantie sur dix ans grâce aux polices contractées auprès d'un pool de dix compagnies d'assurances. »

**C'**est donc un métier tout neuf, qui exige des compétences de terrassier et de chimiste. M. Deutsch précise que s'il réserve des surprises quant à la somme de travaux à réaliser, le métier comporte aussi des risques. S'étant spécialisé dans la résorption de déchets issus de raffinerie, il n'est pas rare, par exemple, dans le nord de la France où ces dépôts abondent,

que l'on tombe sur des explosifs.

Ainsi, à Abscon (Nord), où 2 000 m<sup>2</sup> de goudrons sulfuriques de la raffinerie Lemahieu (appartenant pour partie à la Mobil Oil) avaient été déversés à deux pas des habitations, des explosions se produisaient, dues aux obus laissés par un PC d'artillerie de l'armée britannique, après la Deuxième Guerre mondiale. La Belgique compte un cas similaire à Ertevelde où trois lacs de goudrons de 3,5 ha appartenant à Petrofina contiennent encore des bombes de la Royal Air Force; le dépôt surplombant un village, il suffirait d'une rupture de digue pour mettre en danger la vie de milliers de personnes.

A propos, où la raffinerie Lemahieu met-elle aujourd'hui ses déchets? On en aurait retrouvé du même type sous les ordures ménagères de la décharge municipale d'Abscon... Et la société Matthys de Lillebonne (Seine-Maritime), devenue filiale de la

Compagnie française de raffinage, où met-elle les siens ? Pendant des années, cette société spécialisée dans la régénération d'huiles usées avait stocké jusqu'à 50 000 m<sup>3</sup> de terre de filtration imbibée d'hydrocarbures ; quand elle se décida enfin à s'en débarrasser, tout ce qui lui fut refusé dans les décharges agréées fut incinéré sur place ou dans les fours des Ciments français, à Gargenville (Yvelines). Pratiques inquiétantes, quand on sait que les récupérateurs d'huiles usées y mêlent parfois du pyralène (ou PCB) et qu'en chauffant le liquide, des dioxines et des furanes peuvent être générés (2). Espérons que ce ne fut pas le cas ici.

**E**n fait, tous les grands noms de l'industrie française se retrouvent sur la liste — non exhaustive — des anciennes poubelles recensées par l'ANRED. Mais force est de reconnaître que la palme de la pollution revient de plein droit aux Produits chimiques Ugine-Kuhlmann (PCUK). Aujourd'hui disparue, la tentaculaire société n'existe plus que sous la forme d'une personne physique, M. Pochat ; chargé de répondre de tous les dégâts causés par son groupe aux quatre coins de la France, le pauvre homme a bien du travail en perspective. Qu'on en juge.

- Mulhouse (Haut-Rhin) : après la fermeture de l'une de ses usines de produits chimiques et colorants (la SPCM), en 1981, les travaux de démantèlement révélèrent un paysage d'apocalypse ; depuis des dizaines d'années, la décharge se faisait dans l'usine elle-même et les déchets se trouvaient partout, du sous-sol aux fondations des bâtiments ! Résidus en vrac, citernes pleines, cimetières de fûts par milliers, les nettoyeurs eurent bien du mal à évacuer tous ces produits hautement toxiques. La preuve ? Avant la débâcle, PCUK avait confié 1 800 fûts de la SPCM à

un courtier peu scrupuleux qui, à peine empoché l'argent de l'élimination, n'avait rien trouvé de mieux que d'aller les entreposer sur un quai de gare de la Danne-marie ; voulant vérifier le contenu de cette cargaison dont personne ne semblait se soucier, le chef de gare ouvrit l'un des fûts et... perdit connaissance dans la seconde.

- Villers-Saint-Sépulcre et Villers-Saint-Paul (Oise) : PCUK léguait à la région plusieurs hectares de lagunes débordantes de ses résidus de produits pharmaceutiques, matières plastiques et colorants. A Villers-Saint-Paul, les déchets liquides ont été pompés et le reste recouvert de gravats et de terre arable ; le blé et la luzerne qui en sortent aujourd'hui doivent tout de même avoir un drôle de goût !
- Wattrelos (Nord) : ici, le legs consistait en une très forte pollution des sols et des eaux par du chrome hexavalent, le plus dangereux pour l'organisme. Dans le cadre de la restructuration des installations de PCUK, c'est Rhône-Poulenc qui a pris le relais ; or, l'efficacité du traitement — qui consistait à répandre du sulfate de fer sur les 50 000 m<sup>3</sup> de boues toxiques — pour transformer le chrome hexavalent en chrome trivalent (il n'est pas assimilable par l'organisme, donc moins dangereux) ne lui donne pas toute satisfaction. Pourquoi ce cas, apparemment loin d'être réglé selon Rhône-Poulenc, est-il considéré comme tel par l'administration ?

- Notre liste des agissements criminels de PCUK n'est pas close, car la société s'est particulièrement distinguée en disséminant ses résidus de lindane. Avant d'entrer dans la description des faits, il est utile de préciser que le lindane est un pesticide (hexachlorocyclohexane ou HCH) ; s'il est vrai que les résidus de fabrication comportent une moindre quantité d'isomères gamma (les plus actifs), il n'en reste pas moins que les isomères alpha rejetés sont également toxiques. Cacher

un déchet ne peut en aucun cas en supprimer la toxicité, d'autant que le lindane va en se concentrant au fur et à mesure de sa remontée dans la chaîne alimentaire... Il peut provoquer de graves atteintes du système nerveux et être responsable de cas de stérilité.

L'histoire de la dissémination est une histoire à épisodes qui remonte à 1971, peu avant la fermeture de l'usine de Huningue (Haut-Rhin) où PCUK fabriquait son lindane. Situé à proximité de la frontière suisse, l'usine stockait les résidus dans son enceinte même, sans aucune précaution ; les jours de grand vent, les douaniers étaient souvent contraints de quitter leur poste, tant l'odeur était pestilentielle et tant une fine poudre blanche irritait les yeux ! Après que le préfet l'eût mise en demeure de se débarrasser de ses insupportables déchets, PCUK finit par en couler une bonne partie dans du béton, au fond de quelques trous creusés autour de l'usine. Actuellement, l'un de ces trous bourré de 2 000 m<sup>3</sup> de résidus de lindane est recouvert de béton et d'asphalte et sert de parking à la société Sandoz qui a racheté le terrain.

Mais impossible d'enterrer sur le pourtour de l'usine toutes les quantités accumulées. Dans une lettre de 1973, PCUK informait la Socrimex (une société d'import-export) qu'elle recherchait une "ancienne carrière" susceptible de recevoir environ 10 000 t de résidus de lindane. Le président de la Socrimex, M. Blondeau (qui fut longtemps celui de la chambre de commerce de Franche-Comté), possédait justement un terrain discret à Gouhenans, en Haute-Saône : 5 000 t s'y retrouvèrent, avant même d'avoir obtenu l'autorisation des pouvoirs publics.

Entreposés à l'air libre, les déchets incommodèrent tout autant les nouveaux voisins qu'ils l'avaient fait pour les douaniers. Après avis négatif des services administratifs concernés, un arrêté préfectoral ordonna l'évacuation pour le 26 août 1974.



Demande réitérée le 26 avril 1975 et, devant le nouveau non-respect de la prescription, amende pour la Socrimex : 300 francs. Mais, en 1975, celle-ci déposait son bilan... Quatre ans plus tard, dernière mise en demeure, adressée à PCUK cette fois (puisqu'elle avait récupéré ses droits sur le dépôt sauvage). Elle obtempérait d'ailleurs, mais sur place ; un grand trou, une feuille de PVC au fond, quelques milliers de tonnes de lindane et de la terre par-dessus.

• On apprit par la suite, grâce à la diligence des amis de la Terre du Haut-Rhin, que la manie du trou en dernier recours ne s'était pas limitée à Huningue et Gouhenans : lorsqu'il fallait déléster l'usine pour cause de trop-plein, PCUK déversait ses résidus dans les gravières des villages alsaciens alentour, par camions entiers.

• La gravière de Wintzenheim, près de Colmar, en recevait 700 t. 70 t de pommes de terre et toute la production laitière de la commune durent être retirées de la consommation (les analyses révélèrent un taux de 35 mg d'isomère alpha de HCH par litre de lait, soit 9 000 fois le seuil de sécurité toléré par l'Organisation mondiale de la Santé !). Aujourd'hui, ce dépôt est recouvert de terre en attendant d'en étanchéifier la surface ; classé "non-constructible", il se trouve à 50 m d'un lotissement.

• On ne sait pas très bien quel tonnage de lindane renferme la gravière de Sierentz, près de Mulhouse. On sait seulement qu'à ces résidus en vrac étaient mêlés des fûts de produits organo-chlorés, rouillés et éventrés. En tout cas, il suffit de gratter le couvercle de terre qui y a été rapportée pour voir de la poudre blanche affleurer...

• A Hochfelden, dans le Bas-Rhin, un millier de fûts provenant de l'usine de Huningue avaient atterri dans une ancienne carrière. Contrairement aux dépôts situés dans le Haut-Rhin, il semble que la neutralisation ait été, ici, mieux réalisée (encapsulation des déchets et des

sols contaminés dans une enveloppe parfaitement étanche). Car il faut préciser que, sous tous les sites énumérés précédemment, la teneur en pesticide des nappes d'eau souterraines reste tout à fait anormale et que l'on est loin d'avoir oublié les cadeaux d'Ugine-Kuhlmann, ex-roi de la chimie française.

Les "grands" de la chimie ne sont malheureusement pas les seuls à polluer abondamment. Tout aussi responsables, une kyrielle d'entreprises industrielles se retrouvent à leurs côtés sur les bancs de l'accusation. Nous nous bornerons pour le moment à en citer quelques-unes, tous produits et lieux de déversement confondus — en vrac comme leurs déchets, en somme.

• Sapchim, à Sisteron (Alpes-Maritime) : rejet de résidus acides, sels métalliques et hydrocarbures dans des alluvions perméables.

• Sté industrielle des stratifiés, à Espéras (Aude) : brûlage de résidus de mousse de polyuréthane au fond d'un vallon.

• Naphtachimie, à Lavéra (Bouches-du-Rhône) : déversement de résidus d'hydrocarbures dans les anciens marais salants de Ponteau.

• Ferodo, à St-Rémy-sur-Orne (Calvados) : dépôt de déchets d'amiante dans les excavations d'une ancienne mine de fer.

• Cofaz, à Mondeville (Calvados) : abandon de résidus d'engrais dans une carrière, à moins de 500 m de forages pour l'alimentation publique en eau potable.

• Rousselot, à La Couronne (Charente) : déversement de résidus de gélatine dans la forêt des Moines, polluant tout un étang.

• Vallourec, à Montbard (Côte-d'Or) : accumulation de déchets dont des adjuvants chimiques, le long de la voie ferrée reliant Paris à Lyon.

• Sico/Stepan Europe, à Voireppe (Isère) : dépôt de 100 t de résidus de lindane au beau milieu d'un chemin.

• Solvay, à Tavaux (Jura) : déversement de résidus de

mercure et autres produits chimiques dans des bassins.

• Penarroya, à St-Sébastien-d'Aigrefeuille (Gard) : amoncellement de 800 000 t de résidus acides provenant de traitements de minerais (à Lodève, 480 t d'arséniate de calcium).

• Creusot-Loire, à Imphy (Nièvre) : entassement de résidus solides et épandage des bains de décapage usés en bord de Loire.

## LES DÉCHARGES PAYANTES



• Quinoléine, à Vernou-sur-Seine (Seine-et-Marne) : décharge sauvage de plusieurs centaines de fûts de produits chimiques liquides issus de la fabrication de composés phytosanitaires, dans une carrière de la commune d'Amponville.

Etc., etc. (voir carte p. 88).

Et puis il y a toutes les entreprises qui ne nettoient pas derrière elles, qui abandonnent des stocks entiers de substances dangereuses, lors de la fermeture des usines. Or, le phénomène des friches industrielles se fait de plus en plus préoccupant, à l'heure où nombre de sociétés font faillites et où l'on voit une centaine d'usines fermer leurs portes chaque année. Chargés des liquidations et tenus de rembourser les créanciers en vendant immeubles et terrains, les syndicats doivent désormais se donner les moyens de procéder à l'élimination des déchets et à la remise en état des sites désertés. C'est la procédure qu'il a fallu suivre à Saint-Quentin, dans l'Aisne, où des centaines de fûts occupaient

*Les grandes décharges agréées n'apportent pas de solution miracle, quand elles sont bien gérées elles sont un moindre mal.*

(suite du texte page 152)

# ouvrez un **CENTRE TELEMATIQUE**

Devenez  
notre concessionnaire  
régional

**AVEC NOUS, SOYEZ  
L'ARTISAN DE LA  
NOUVELLE  
COMMUNICATION...**

**UNE CROISSANCE DE 300 % PAR AN...**  
PARCE QUE LA VRAIE TELEMATIQUE,  
C'EST LA TELEMATIQUE INDUSTRIELLE.

**SOYEZ AVEC NOUS, LES ACTEURS SUR  
LE MARCHÉ DU SIECLE.**

VOUS SEREZ RESPONSABLE SUR VOTRE  
DEPARTEMENT DE L'INTEGRATION DES INDUSTRIES  
DANS LES BANQUES DE DONNEES.  
VOUS SEREZ LA REGIE D'ABONNEMENTS AUX  
UTILISATEURS DE MINITELS.

VOUS SEREZ LA REGIE DE PUBLICITE POUR TOUTES  
LES PAGES ECRANS.

VOUS SENSIBILISEREZ LES SYNDICATS  
PROFESSIONNELS, REVUES ET ASSOCIATIONS  
INDUSTRIELLES A L'USAGE DE LA TELEMATIQUE.

LES CANDIDATS DEVRONT DISPOSER DE :

- ☐ UNE BONNE CONNAISSANCE DU TISSU  
INDUSTRIEL DU DEPARTEMENT
- ☐ LE NIVEAU DU BAC MINI
- ☐ DROIT D'ENTREE : 80 000 F
- ☐ STOCK DEMARRAGE : 100 000 F
- ☐ UN LOCAL EN VILLE A USAGE DE BUREAU

Nom .....

Société .....

Tél. ....

Adresse .....

Désire être contacté pour les informations franchises  
télématiques.

**INDUSTEL®**

Tour Maine Montparnasse  
33, avenue du Maine 75755 PARIS CEDEX 15

## **CULTURE GÉNÉRALE**

### **UNE MÉTHODE POUR FAIRE LE POINT**

Une bonne culture générale est le support indispensable à la réussite de vos projets, qu'ils soient personnels ou professionnels. Contacts, rencontres, relations, examens, etc... en toute occasion, on vous juge sur votre culture.

La Méthode de l'I.C.F., claire et pratique, vous permettra en quelques mois, chez vous, à raison de quelques heures par semaine, de voir ou revoir les connaissances de base dans les principaux domaines : littératures, arts, philosophie, religions, histoire, sciences, économie, politique, cinéma, musique, etc.

Une méthode qui fait la synthèse des idées dans la chronologie des événements, des mouvements de pensée et des hommes qui ont forgé les civilisations. Une mise au point utile à tous ceux qui veulent progresser et réussir.

Documentation gratuite à l'I.C.F., service 3763  
35, rue Collange 92303 Paris-Levallois.

Tél. : (1) 42 70 73 63.

## **DEVEZ UN TECHNICIEN DIPLOMÉ DANS LES FILIERES D'AVENIR**

**INFORMATION  
ELECTRONIQUE**



**BP Informatique  
BTS Electronique  
Electricité**

Formation assurée  
par des Ingénieurs  
hautement qualifiés.

**Autres formations :**

**Radio-Hifi.**

**TV-Magnétoscope.**

**Chimie. Froid.**

**Automation. Aviation.**

Veillez m'adresser gratuitement (pour l'étranger joindre 40 FF)  
la documentation concernant les formations suivantes :

Nom : ..... Prénom : .....

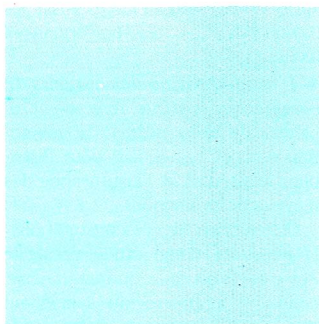
Adresse : ..... Code postal : .....

**ETMS**

**Ecole Technique Moyenne et  
Supérieure de Paris**  
Enseignement Privé à  
distance - 3, rue Thénard  
75240 PARIS Cedex 05

Tél. 46.34.21.99





---

## INNOVATION

### C'EST LE COMMERCIAL QUI PÈCHE

**L**orsque les entreprises lancent sur le marché des produits nouveaux, les causes d'échec ne sont pas d'ordre technique (pour la quasi-totalité des produits), elles sont liées (50 % des cas) à des problèmes d'ordre commercial et à des études de marché absentes, insuffisantes ou mal faites. C'est ce que prouvent plusieurs enquêtes récemment menées sur l'issue du lancement des produits nouveaux.

Une synthèse plus détaillée fait apparaître trois causes principales d'échec de ce lancement. Ce sont par ordre décroissant :

- ***La sous-estimation des délais de diffusion de l'innovation.*** En règle générale, le début effectif des ventes intervient bien après la date initialement prévue.

(suite du texte page 102)

Trois raisons principales l'expliquent : les délais d'obtention d'agréments, d'homologation ou de mise en conformité aux normes ; les hésitations des acquéreurs potentiels ; la lenteur des processus de décision de certains clients, collectivités locales et grandes entreprises en particulier. La méconnaissance de ces facteurs aboutit souvent à un décalage de l'échéancier des recettes et à un déséquilibre du plan de trésorerie qui compromet le projet.

• **La non-perception des besoins.** Il est courant que le produit nouveau ne soit pas en adéquation avec l'attente des utilisateurs. C'est la cause principale de surestimation du marché potentiel. Lorsqu'à l'origine du produit il y a une intuition technique et non une analyse objective détectant le besoin des clients visés, l'échec est probable.

Dans d'autres cas, les entreprises

ne perçoivent pas que les services périphériques du produit attendu par la clientèle (conseil, promotion, après-vente) sont au moins aussi déterminants que les performances techniques.

• **L'inadéquation des moyens de commercialisation.** Avec des problèmes de deux ordres : l'inadaptation des circuits choisis pour distribuer le produit et l'insuffisance des moyens de promotion.

Conclusions de ces constatations : la nécessité d'une étude préalable des caractéristiques du marché visé, condition première au lancement d'un produit nouveau. Cette étude doit impérativement déterminer les contraintes réglementaires à satisfaire par le produit (normes, agrément, homologation).

Ensuite les entreprises abordant pour la première fois un marché (diversifications, créations) ont tout intérêt à soumettre leur projet à l'évaluation d'un observateur extérieur ; à prévoir leurs besoins de financement

(appel aux fonds régionaux d'aides et aux conseils, recours aux services de l'Agence nationale de valorisation de la recherche).

Enfin c'est en phase amont du processus d'innovation, lors de la définition des charges, que doivent être menées les études de marché : lorsque le prototype est mis au point, il est utile de procéder à une analyse de viabilité permettant d'établir un échéancier de recettes réaliste.

Dans la mesure où le produit nouveau est un bien d'équipement, dont les critères d'achat sont relativement objectifs, des méthodes légères permettent de réaliser ces analyses.

Pour aider les entreprises, l'ANVAR a complété la gamme des financements qu'elle propose en prenant en compte, dans le cadre du Fonds industriel de modernisation (FIM), les frais liés au lancement commercial de l'innovation (LCI). Pour tout renseignement, ANVAR-FIM, 43 rue Caumartin, 75436 Paris cedex 09, tél. (1) 42 66 93 10.

## INVENTION

### DES CONTRATS D'ASSURANCES POUR LES INNOVATEURS

**P**our favoriser l'innovation et protéger les inventeurs, les assurances françaises proposent deux nouveaux contrats. Dès maintenant opérationnels, ils ont été mis au point par les sociétés d'assurances en étroite collaboration avec l'ANVAR, l'Institut de la propriété industrielle, le ministère du Redéploiement industriel et du Commerce extérieur, la Compagnie de conseil en brevets d'innovation. Objectifs généraux : faciliter le développement et la réalisation de l'innovation technologique dans les entreprises industrielles et aider les inventeurs à se défendre contre les risques de contrefaçons.

Premier contrat : le "Multirisque innovation" qui s'adresse surtout aux PME/PMI. Il garantit les moyens matériels : matières premières, machines, locaux, affectés au développement du programme d'innovation ; les moyens humains : ingénieurs, spécialistes ou exécutants mobilisés sur le programme ; enfin le prototype lui-même, ainsi que les plans et dessins qui tracent son évolution.

Ces garanties visent exclusivement à la reconstitution financière de la

part du budget innovation affectée à l'incident survenu. Le Multirisque innovation se différencie en cela des garanties traditionnelles (assurances incendie ou bris des machines), comme des assurances de personnes. Le contrat est limité à 700/900 000 F (pour un coût de 1 % par an de ce montant) et aux entreprises ayant sollicité une aide auprès de l'ANVAR ou d'un organisme similaire de financement et ayant obtenu un avis favorable.

Second contrat : le "Brevetassur", qui se présente comme le "bras armé" du brevet d'invention. Il répond à l'idée que s'il est important d'acquérir ce droit d'exploitation exclusive que donne le brevet (et l'on sait que la France est loin en matière de dépôts de brevets de ses principaux concurrents industriels, Etats-Unis, Japon, République fédérale d'Allemagne), il faut aussi, en cas de contrefaçon, pouvoir défendre son titre de propriété industrielle, entreprise complexe, donnant lieu à de multiples investigations et à des procédures, amiables ou contentieuses, extrêmement coûteuses.

Brevetassur, contrat de protection juridique, prend la charge financière

de ces moyens de défense, et permet aux innovateurs de faire respecter leurs droits, ou d'obtenir réparation en cas de contrefaçon ou de copie. La garantie de frais juridiques peut atteindre 100 000 F par année d'assurance (des garanties supplémentaires pouvant être étudiées en considération des besoins de l'assuré), pour un coût d'environ 250 F par an si le contrat est signé au moment du dépôt de brevet.

Pour tout renseignement : ANVAR, INPI et Fédération française des sociétés d'assurances, 26 bd Hausmann, 75009 Paris, tél. (1) 42 47 90 00.

■ **Une tondeuse de toilettage qui ne s'échauffe pas, la stable Mate, a été mise au point en Grande-Bretagne (P.J. Parmiter and Sons, Station Works, Tisbury, Wiltshire SP 3 692) : elle allie un moteur électrique de grande efficacité (45 W) à une tête ventilée réduisant l'échauffement des lames. La vitesse de coupe est très élevée, tandis que la ventilation refroidissant la tête de la tondeuse chasse le poil coupé.**



## AÉRONAUTIQUE

## RAFALE : DASSAULT AU "POINT FIXE"



« **I** l n'est pas nécessaire d'espérer pour entreprendre. » C'est très probablement ce que devait se dire Marcel Dassault le 14 décembre dernier lorsque, dans les ateliers de Saint-Cloud, s'est levé le voile sur le démonstrateur « Rafale », appareil expérimental qui préfigure ce que sera le futur avion tactique français. « Il sera l'avion mondial », a même déclaré ouvertement le vieil homme à l'écharpe blanche. Seulement voilà, la réalité est pour l'immédiat tout autre ; car l'appareil présenté à la presse n'est pas européen. Et à en croire les déclarations faites deux jours plus tard par le ministre de la Défense, Paul Quilès, tel qu'il se présente aujourd'hui, il ne répond même pas aux spécifications françaises.

Alors une question bien sûr se pose : pourquoi avoir organisé une présentation en grande pompe pour un appareil dont l'avionneur lui-même ne cherche nullement à dissi-

muler qu'il est largement prématuré de le considérer même comme un simple prototype ?

En fait cette question appelle deux réponses, l'une politique, l'autre technique. Politiquement il est important de prendre date et de signifier, à d'éventuels partenaires industriels européens, que le programme de Dassault a pris six mois d'avance, non seulement sur son propre calendrier, mais également, ce qui est plus important encore, sur le concurrent ACE (avion de combat européen). Ce dernier, destiné à voir le jour dans le cadre d'une coopération quadripartite regroupant Britanniques, Allemands, Italiens et Espagnols, doit avoir une masse de 11 tonnes à vide.

Or la France veut un avion léger,

n'excédant pas 8,5 tonnes afin qu'il puisse être embarqué sur porte-avions. Le Rafale avec une masse de 9,5 tonnes se trouve exactement entre les deux. Un poids qui pourrait parfaitement correspondre à des besoins exprimés par des pays tels que la Belgique et les Pays-Bas. Et Dassault est certainement beaucoup plus intéressé par la perspective d'une éventuelle coopération avec ces pays qu'avec les partenaires engagés dans le consortium PANAVIA qui doit construire l'ACE. Car, en effet, avec les premiers la maîtrise d'œuvre du programme ne pourrait échapper à la firme française, tandis qu'en compagnie des seconds il est difficile, au stade actuel d'avancement du projet, d'exclure une importante dérive du devis de masse de l'appareil.

## MINITEL

## LES PERFORMANCES DE LA "MT 40"

**L**es imprimantes en noir et blanc ou en couleur connectables avec le Minitel ou



tout autre système vidéotex, ne sont certes pas une nouveauté. Celle-ci, la MT 40 de Mannesman Tally (8-12 av. de la Liberté, 92000 Nanterre, tél. (1) 47 29 14 14), présente cependant un certain nombre d'originalités qui méritent d'être mentionnées.

La qualité du document reproduit (voir notre photo) est celle d'une véritable décalcomanie. Cette performance a été obtenue malgré un excellent rapport qualité/prix (2 965 F TTC, alors que la fourchette des coûts des autres imprimantes noir/couleur se situe entre 4 300 et 4 800 F TTC).

Elle est plus rapide à l'impression : 6 minutes par page pour les imprimantes classiques, 2 minutes 25 secondes pour la MT 40 version couleur

et 50 secondes version noir et blanc. C'est un facteur d'économie supplémentaire.

Elle est compacte (283 x 203 x 103 mm, contre généralement 337 x 187 x 185 mm) et légère (2,8 kg contre environ 6 kg pour les autres imprimantes).

La MT 40 imprime par transfert thermique direct et sur papier thermique, méthode d'impression qui offre un silence de fonctionnement exceptionnel et une très belle qualité d'impression couleur.

Pour passer du noir à la couleur, il suffit de changer la cassette-ruban d'impression thermique par thermotransfert : l'impression avec ruban noir s'effectue sur papier normal ; l'impression couleur aussi sur papier jaune, magenta, cyan, rouge, vert, bleu, etc.

## 52,5 MÈTRES SANS APPAREIL RESPIRATOIRE

**C'**est à l'île d'Elbe, en Italie, au large de la plage de Pareti, que cet exploit a été accompli par Angela Bandini. Apnéiste douée, elle est entraînée depuis six ans à la plongée profonde sans appareil respiratoire par Jacques Mayol. Elle tient 4 minutes en apnée immobile et franchit plus de 50 mètres sous l'eau en nage avec palmes. En profondeur, elle avait déjà atteint à plusieurs reprises 30 mètres, avec palmes, sans lest.

Pour sa plongée record, elle était équipée d'un système, mis au point par Jacques Mayol, dans lequel un bloc technique servant de support aux petits instruments de contrôle et de secours fait office de lest. Ce bloc comprenait : profondimètre de précision, chronomètre, petite bouteille d'air comprimé pour gonflage d'un ballon en cas de nécessité. Elle utilisait des palmes ordinaires et un masque Cressi spécial réduisant au minimum le volume d'air entre verres et

visage. L'environnement était assuré par l'équipe médicale spécialisée de l'université de Chieti et un groupe de carabiniers-plongeurs de Gênes. L'opération fut d'un bout à l'autre parfaitement maîtrisée : la descente, le niveau 52,5 mètres touché, et la remontée, le tout en 2 minutes 30 secondes. Angela faisait surface, parfaitement détendue.

Cette jeune Italienne, qui a fait ses premières brasses dans les eaux de l'Adriatique, s'est longtemps entraînée en compagnie de dauphins qu'elle présentait dans l'aquarium de Riccione près de Rimini. Au Pérou, en 1981, elle plongeait à 20 m de profondeur dans les eaux glacées d'un lac à 5 000 mètres d'altitude. Mais ce qui la passionne ce sont les expéditions sous-marines scientifiques. Elle a déjà participé à deux d'entre elles, au Japon et en Indonésie, aux Moluques.

Atteindre 52,5 mètres de profondeur en 2 min 30 s d'immersion, avec

le seul volume d'air enfermé dans les poumons, est la performance d'une sportive de très haut niveau. On sait que les mieux entraînés des spécialistes n'atteignent que rarement les 25/30 mètres. Chez les hommes, on ne compte dans le monde que 3 ou 4 athlètes qui franchissent les 50 mètres. Le record mondial était il y a 30 ans détenu par les Italiens Falco et Novelli avec 41 m. En 1974, Enzo Majorca, également italien, l'avait porté à 54, puis 74, enfin 87 mètres. Un duel l'opposa longtemps au Français Jacques Mayol, actuellement détenteur de ce record avec un peu plus de 105 mètres.

Cette stupéfiante progression n'est pas due à la progression de la qualité de l'équipement puisque les plongeurs en apnée n'utilisent qu'un masque et des palmes, mais au développement des connaissances en physiopathologie de la plongée, ainsi qu'en maîtrise de l'apnée tirée de la pratique du yoga.

# AGRICULTURE

## UN RELEVEUR TÉLESCOPIQUE POUR LA RÉCOLTE DES POIS

**5** 3000 ha en 1980, 125 000 en 1984, 250 000 en 1985 : la récolte des pois protéagineux est en plein essor. Cette expansion ultra-rapide est due à un besoin réel de protéines pour l'alimentation animale, à la volonté des pouvoirs publics et des professionnels de limiter les importations de soja et donc les sorties de devises, au rendement financier de cette production qui bénéficie d'une aide des pouvoirs

publics, enfin à l'intérêt de cette culture en tant que tête d'assolement.

Si la culture du pois est relativement facile, elle pose cependant des problèmes importants de récolte ; en effet cette plante manque de rigidité, d'où une culture plaquée au sol au moment de la maturité ; ainsi une vitesse de récolte ralentie, le besoin d'une attention très soutenue de la part du conducteur de la mois-

sonneuse-batteuse, la nécessité de travailler la barre de coupe très basse (ce qui risque de casser le matériel, notamment en terre à cailloux), enfin des pertes à la récolte.

Le RTV (Releveur télescopique de végétation), mis au point par la SAMA (BP 5016, 14021 Caen Cedex, tél. 31 93 43 43) permet de supprimer tous ces inconvénients. Il assure une récolte à une vitesse équivalente à celle de la récolte des céréales, présente la facilité de conduite de la moissonneuse-batteuse, garantit la sécurité de récolte (plus de problèmes pour récolter la culture plaquée au sol ou en terre à cailloux), évite la casse de matériel (la barre de coupe travaille à 10-15 cm du sol), améliore le rendement à l'hectare en relevant tous les pois, y compris ceux qui sont couchés par le passage des roues, portant ainsi le rendement à 5-6 quintaux à l'ha. L'appareil s'amortit dès la première année. A noter que le RTV a bénéficié d'une mention spéciale au dernier Salon de l'agriculture.





## ESPIONNAGE AÉRIEN

## LE JEU DU CHAT ET DE LA SOURIS



**R**accompagner les curieux en dehors de son "espace vital" constitue une opération routinière. Les curieux sont en l'occurrence l'équipage d'une Il-youchine 38; un avion soviétique de patrouille maritime et de lutte anti-sous-marin, dont certaines versions sont équipées en matériels de reconnaissance électronique. L'objet de leur attention; le porte-avions Saratoga, fleuron de la flotte américaine en Méditerranée.

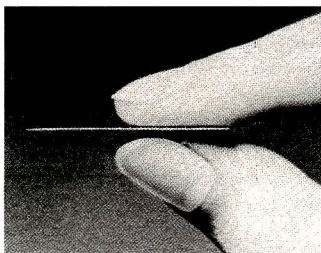
En rôdant autour des navires US, les Soviétiques pratiquent un sport

très instructif puisqu'il s'agit en quelque sorte d'"exciter" une réponse chez l'adversaire. Réponse d'abord au niveau des systèmes de détection qui se mettent en branle ce qui permet aux enregistreurs placés dans l'appareil de collecter des informations sur les radars ennemis: puissance, fréquence porteuse, type de modulation, diagramme d'antenne, fréquence de répétition des impulsions, etc. En outre la rapidité avec laquelle les intercepteurs décollent du porte-avions est un renseignement tactique important.

Bien évidemment, chacun des protagonistes sait ce que l'autre veut savoir ou coder et il y a donc une sorte de jeu qui se termine lorsque l'observé juge qu'il est temps de renvoyer l'observateur dans ses pénates. C'est ce que fait ici l'un des avions du Saratoga, un F-14 Tomcat d'ailleurs identique aux appareils (si ce n'est l'un d'entre eux) qui sont partis le 10 octobre dernier intercepter le Boeing égyptien à bord duquel se trouvaient les quatre terroristes responsables du détournement du paquebot "Achille Lauro".

## PHOTO

## UNE PILE ULTRA-PLATE



0,5 mm d'épaisseur, ce qui lui permet une intégration aisée dans les cartes électroniques dites "à puce" et dont les premières applications vont vers les cartes de crédit à haute fiabilité.

Elle peut fournir 20 mAh sous une tension de 3,6 volts, elle a un haut niveau de fiabilité et une durée de vie de 2 à 5 ans dans la gamme de température - 10 à + 16° C.

Rappelons ici que les marchés mondiaux des cartes électroniques dites "à puce" ne sont que dans leur phase de démarrage et que l'utilisation des piles plates doit permettre une augmentation de leurs performances et de leurs capacités.

**L**a firme Electronic and Technology (36, rue du Vieux-Pont-de-Sèvres, 92100 Boulogne) vient de lancer une pile très plate au couple lithium/bioxyde de manganèse ( $\text{LiMnO}_2$ ). Elle n'a que

## ■ Ultrasons contre les taupes.

Cet appareil électronique, le Mole Run, permet d'éliminer efficacement les taupes sans nuire à l'environnement. Il s'agit d'un générateur d'ultrasons marchant sur batterie et installé au sommet d'une sonde métallique de 33 cm de longueur. Il suffit d'enfoncer la sonde dans le sol et de mettre l'appareil en marche pour produire des vibrations extrêmement désagréables pour les taupes qui quittent alors les lieux. Chaque appareil a une surface de dissuasion de  $40 \times 20$  m. Ses 6 piles de 1,5 V lui assurent une autonomie d'environ 150 jours et il est muni d'un dispositif de contrôle permettant de vérifier l'état des piles (Kestrel Pest Control, 5-7 Station road, Kettering, NN 15 7HH; Grande-Bretagne).



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 SEMBLERENT "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.

### CHARIOT DE GOLF-VALISE À UNE SEULE ROUE

#### Quoi

Ce chariot de golf à une seule roue, dont le centre de gravité se situe en dessous de l'axe roué-poignée, transportable une fois replié comme une

simple valise (1,20 m × 33 cm × 11 cm), ne pèse que 2,9 kg — moins de la moitié des systèmes traditionnels sac + chariot.

#### Comment

Le chariot comprend un châssis, un essieu porteur d'une roue unique fixé à l'une des extrémités longitudinales de ce châssis et, à l'autre extrémité, un organe de préhension et de manœuvre. Fixés au châssis, des organes de support et de maintien de la charge, s'étendant au-dessous du plan longitudinal passant par l'axe de rotation de l'essieu et par la poignée,

maintenant la charge avec son centre de gravité en dessous de ce plan longitudinal.

#### Marché

Sur un parcours de golf on joue la balle pendant environ un quart d'heure, mais on tire le chariot pendant 3 heures, d'où l'intérêt de ce gain énorme de poids : moins de fatigue, meilleur jeu.

#### Pour qui

L'inventeur cherche un industriel capable de fabriquer et de commercialiser ce chariot révolutionnaire.



### COMMENT FAIRE CUIRE DU RIZ EN TROIS MINUTES

#### Quoi

Une machine industrielle qui permet de faire cuire du riz en 3 minutes dans une casserole qui ne se salit pas, et en une minute dans un four à micro-ondes sans casserole, sous son emballage plastique. Le produit obtenu est sain, complet, savoureux, dépourvu de tout additif et peut se conserver au moins deux ans dans un sachet à la température ambiante.

#### Comment

L'inventeur, un médecin chargé d'enseignement en troisième cycle de médecine générale à Paris, a appliqué sa connaissance des phénomènes digestifs à la cuisson des céréales, sans lesquels celles-ci ne seraient pas comestibles. Le secret est simple en apparence : les grains crus sont saturés d'eau. Ils ne sont

pas brisés et se comportent à l'inverse des grains bruts, c'est-à-dire qu'au lieu de dégager de l'amidon ils le fixent. Ce qui leur permet de filtrer l'eau de cuisson de toute substance nutritive, de ne pas coller, de ne brûler que difficilement et de cuire avec une infime quantité d'eau ajoutée.

Le coût du traitement est de quelques centimes par ration de riz, largement amorti par les économies de substances alimentaires et d'énergie, ainsi que par la valeur ajoutée.

#### Marché

Contrairement à ce qu'on pense couramment, la transformation et la distribution d'un produit sont souvent plus chères que le produit lui-même. Au niveau du consommateur, les solutions retenues dans le monde pour

les problèmes céréaliers : épluchage, blanchiment du riz parce qu'on ne sait pas cuire rapidement une céréale complète (triage, calibrage, dépoussiérage, désinfection et plus récemment étuvage), ne sont plus adaptées au consommateur final, dans la mesure où elles proposent un produit sec. Ces solutions sont en outre inadéquates aux circuits alimentaires économiques modernes et bientôt surannées.

La nouvelle méthode permet de sauver de la nourriture pour des millions d'êtres humains, des économies d'énergie colossales et la fin d'une corvée pour les femmes.

#### Pour qui

L'inventeur cherche soit un promoteur industriel et un partenaire financier, soit à vendre son brevet.

### MÉCANISME DE RÉGLAGE DE SIÈGE

#### Quoi

Un mécanisme de manœuvre dont l'originalité principale est de donner au siège un mouvement d'inclinaison le long d'un trajet incurvé et qui permet différentes fonctions, parmi lesquelles la variation de l'inclinaison du dossier et de la hauteur du coussin du siège. Cette technologie a l'avantage d'être

déjà éprouvée dans le secteur automobile et de ne présenter qu'un faible coût dû à une industrialisation réalisée.

Il s'agit en fait d'un concept original de réglage à adapter dans d'autres secteurs d'activité.

#### Marché

Sièges pour véhicules (automobile,

car, train), mais aussi pour salles de spectacles, de cinéma, de repos...

#### Pour qui

Le détenteur de la technologie recherche des accords de commercialisation/distribution, son partenaire devant maîtriser les technologies de la mécanique et de la sellerie.



## DISTRIBUTION

## L'INFORMATIQUE CHEZ LE DÉBITANT DE TABAC

**D**eux grands industriels, la SEITA et Olivetti, ont mis au point le système Strator de gestion des points de vente. Il est réalisé par la SEITA à partir d'une caisse Olivetti et le service après vente est assuré en commun par les deux sociétés. Ce système qui associe une caisse enregistreuse, un micro-ordinateur, un Minitel et une imprimante, apporte un surcroît d'efficacité et de productivité. La caisse enregistreuse et le micro-ordinateur assurent à la fois la gestion des ventes et le suivi constant des stocks, le Minitel servant de console pour le micro-ordinateur avec possibilité d'accès au réseau vidéotex. La passation des commandes, la réception des quantités livrées et l'actualisation des tarifs utilisent la même ligne téléphonique.

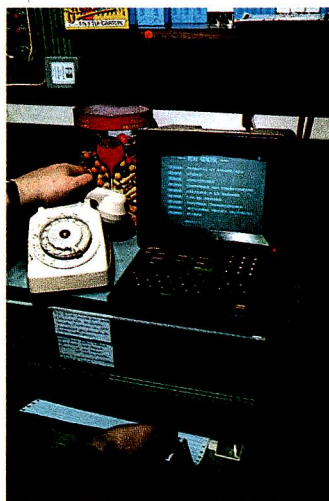
Le micro-ordinateur Strator 200, un réel multitâche, pilote une ou deux caisses Strator 20, qui peuvent par ailleurs fonctionner en autonome. Il permet des transmissions entièrement automatisées avec les fournisseurs et est caractérisé par une grande sécurité et une simplicité

d'exploitation. Aucune partie mécanique, aucune sauvergarde à réaliser, une protection complète contre toute perturbation de l'alimentation électrique caractérisent le système.

La SEITA a pris en 1984 l'initiative de lancer le programme Strator afin de répondre aux besoins de modernisation de la gestion des 41 000 débits de tabac auprès desquels sa direction de la distribution assure la fourniture de plus de 700 références de produits et qui voient le passage quotidien de 10 millions de personnes.

Maître d'œuvre de l'opération, la SEITA, dont la force-terrain de distribution atteint plus de 1 000 personnes, a pu, en 18 mois, mener à bien ce projet avec la collaboration de LCP (Le Comptoir des programmes), de Spinel, d'Euroterminal, de CGCT, de Morari et bien entendu d'Olivetti. Un prototype a été installé dès le début de 1985.

La caisse Strator 20 est vendue 19 500 F et l'ensemble complet Strator 220 (caisse, micro-ordinateur 200 et imprimante) 54 000 F, avec tous les services associés : formation, assistance au démarrage, documen-



tation et maintenance gratuite pendant un an.

Aujourd'hui SEITAMAT, filiale de la SEITA (53 quai d'Orsay, 75340 Paris cedex 07, tél. (1) 45 55 91 50), chargée de la commercialisation du produit, a déjà reçu commande de 150 caisses Strator 20 et de 80 micro-ordinateurs Strator 200.

## CARTE DE CRÉDIT

## UN PORTE-JETONS ÉLECTRONIQUE SUR CARTE BLEUE

**L**e groupement Carte bleue vient de mettre techniquement au point une nouvelle fonction : le "porte-jetons électronique" qui donnera la possibilité aux porteurs de cartes de régler petites sommes et faibles montants.

La nouvelle technologie repose sur le petit microprocesseur à mémoire (la puce) dont les Cartes bleues commencent à être dotées et dont toutes seront équipées en 1988.

Une des premières applications pourrait porter sur le règlement des places de parking dans les rues : aux parcmètres nécessitant un appareil par voiture garée ont en effet succédé, pour des raisons économiques, les horodateurs délivrant des tickets. On achètera des droits en pièces de monnaie qui seront comptabilisés dans la puce sous la forme de multiples de 1 F et de 5 F. Lorsqu'on voudra retirer son ticket de

parking, on insérera la Carte bleue dans l'horodateur qui débitera automatiquement la somme qui lui revient, en recreditant la puce, si nécessaire, de la somme exacte trop perçue — par exemple si celle-ci ne contient plus que des droits de 5 F. Lorsque les droits viendront à expiration, il suffira de passer à la banque pour faire recharger cette nouvelle fonction.

Avantage pour l'utilisateur de Carte bleue : plus de poches ou de sacs déformés par les pièces de monnaie, plus de difficultés pour avoir des sommes exactes, plus de portes de commerçants à ouvrir en quête de pièces de 1 F.

Avantage pour les municipalités : diminution des frais de gestion pour la collecte des pièces de monnaie. L'horodateur enregistre toutes les opérations et la municipalité ou la société gestionnaire se fait créditer

rapidement par sa banque. Cette formule est en outre adaptée pour supprimer le vandalisme. Elle préfigure les nouvelles habitudes de demain : l'usage de la Carte bleue, en tant que porte-jetons électronique, s'étendra en effet à d'autres secteurs, RATP, SNCF et à tous les appareils distributeurs automatiques.

(Carte bleue, 69 rue de Monceau, 75008 Paris, tél. (1) 22 25 51 51.)

■ **Banque de données soudage** mise au point par l'Institut de Soudure (32 bd Chapelle, 75018 Paris, tél. (1) 203 94 05) pour les PMI. On peut sélectionner, parmi 370 fiches, celles qui correspondent à l'application envisagée grâce à 15 critères de tri couvrant les matériaux de base, les caractéristiques de l'assemblage, les procédés de soudage et la qualité requise des soudures.

# L'APPAREIL PHOTO INFORMAT

**DANS QUELQUES SEMAINES SERA LANCE**

**LE CANON T90**, un 24 × 36 reflex programmable (donc non automatique). Doté de 160 paramètres mémorisables, cet appareil va obliger les photographes à repenser leur technique de prise de vue.

**L'**époque de l'appareil photo électromécanique s'achève alors que débute celle du micro-ordinateur photographique. C'est une révolution dont on ne mesure pas encore toutes les conséquences.

Le premier appareil photo capable d'enregistrer une image fut conçu voilà 170 ans. Il a bien sûr évolué et s'est perfectionné jusqu'à devenir automatique. Mais, au fond, il n'a pas changé et a permis aux photographes de garder la même technique d'utilisation. Aujourd'hui avec l'introduction de l'informatique, l'appareil photo est en train de se transformer radicalement et le photographe va devoir modifier ses comportements et faire table rase du passé. En particulier il va devoir assimiler un nouveau langage pour régler les problèmes de technique photographique.

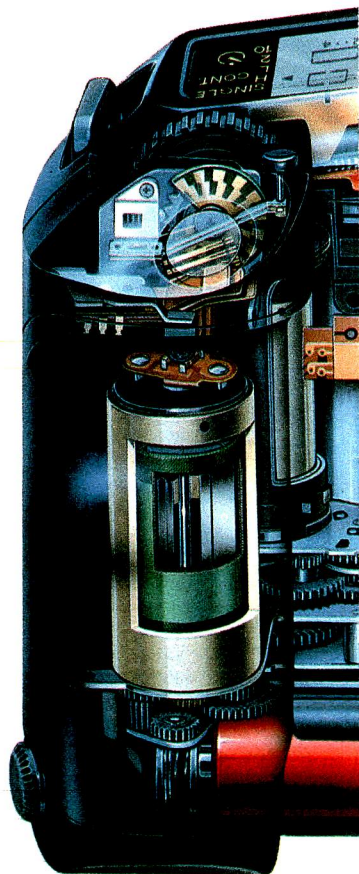
Les premiers signes d'informatisation de l'appareil photo sont apparus en 1983, lorsque Canon lança son T70, premier modèle à clavier de programmation et à écran de contrôle. Un an plus tard, Minolta commercialisait le Minolta 7000, premier appareil programmable à mise au point automatique et à objectifs équipés de mémoires mortes (!) pour le stockage sous forme numérique de leurs paramètres (focale, ouvertures maximale et minimale, déplacement des lentilles, etc.). Quelques mois plus tard suivait un appareil du même type, le Minolta 9000.

Début mars, Canon mettra à

son tour sur notre marché le Canon T90, le plus puissant des reflex programmables réalisé à ce jour. Il est destiné aux amateurs initiés et à certains professionnels. Ses possibilités, nous le verrons plus loin, ne pourront être exploitées qu'après un long apprentissage. Nous l'avons en main depuis la mi-décembre et nous devons avouer qu'une bonne semaine nous a été nécessaire pour nous familiariser avec ses fonctions et son langage.

Le Canon T90 en effet comporte plus d'une centaine de données programmables, et plus de 150 avec les flashes 300 TL et ML-2. Ces données sont utilisées pour mettre en œuvre le mode d'exposition du film, selon une procédure déterminée. Rien n'est donc automatique. Et lorsqu'une procédure d'exposition a été mise en œuvre, l'appareil permet encore de contrôler les paramètres en service et éventuellement de demander des corrections. Avec le T90 il n'y a guère que l'affichage de la sensibilité du film avec les cartouches DX, l'entraînement de la pellicule après déclenchement et le rebobinage en fin de film qui sont véritablement automatiques.

Par sa conception et ses possibilités, le Canon T90 est pour l'instant unique en son genre. Il diffère en effet des deux seuls reflex auxquels on pourrait le comparer, les Minolta 7000 et 9000, qui sont aussi des boîtiers informatisés. Ces Minolta sont des appareils à mise au point automatique. Utilisant les don-



nées de la mémoire morte de l'objectif, un micro-ordinateur règle la mise au point. Ainsi, pour la première fois, cet automatisme fonctionne avec tous les objectifs destinés à un appareil, y compris les puissants téléobjectifs qui sont équipés de leur mémoire propre. Le Canon T90 ne comporte aucun de ces dispositifs. Il est à mise au point manuelle.

Les Minolta possèdent aussi certaines formes d'automatisme de l'exposition liées aux données de la mémoire morte des objectifs. Ainsi, les automatismes spécifiques aux grands angulaires (favorisant les petits diaphragmes) et aux téléobjectifs (favorisant les vitesses rapides) sont-ils automatiquement pro-



# SÉ ARRIVE



Dans un Canon T90, l'électronique domine : les circuits sur support souple entourent la chambre reflex. Sous l'écran à cristaux liquides apparaît une partie de l'unité centrale de traitement. Les moteurs sont situés de part et d'autre du boîtier : à droite le cylindre vertical est le moteur de rebobinage. A gauche, le grand cylindre ouvert est le moteur de l'obturateur, de la commande de diaphragme automatique et de retour du miroir. Légèrement derrière se trouve le moteur d'entraînement du film. Sous le boîtier, horizontalement, sont disposées les 4 piles d'alimentation.

grammés par chaque objectif. Et, pour les zooms, cette programmation change avec la variation de focale. Sur le Canon T90, la programmation de ces automatismes spécifiques, nous le verrons plus loin, est faite manuellement par le photographe.

Donc, la conception du T90 est différente de celle des boîtiers Minolta, même si l'on observe quelques similitudes dans

les réglages d'exposition, la présence d'un écran à cristaux liquides pour l'affichage des données programmées et en service, et la motorisation de l'entraînement de la pellicule (chez Canon comme chez Minolta, le traditionnel levier d'entraînement a été supprimé).

Le T90 est doté d'un micro-ordinateur dont les circuits de la classe LSI (*Large Scale Integration*) ont été conçus par Canon et Toshiba. En fait ce sont deux unités centrales de traitement qui se partagent les fonctions de l'appareil.

- L'unité centrale principale qui se charge du contrôle général de l'appareil et de l'écran à cristaux liquides.
- L'unité secondaire qui effectue les calculs de haute rapi-

dité pour le réglage de l'exposition, qui contrôle les fonctions numériques et qui commande les moteurs (nous verrons plus loin qu'ils sont trois).

L'unité principale fonctionne de façon continue pour recevoir les nombreux signaux d'entrée, travaille à faible puissance et traite finalement une quantité relativement faible de données.

L'unité secondaire traite au contraire de très grandes quantités de données, mais seulement durant des fractions de seconde (il donne ses ordres en 2 micro-secondes). Aussi est-il le plus puissant avec une capacité ROM (*Read Only Memory*, ou mémoire morte) de 50 Kbits (équivalent de 6 144 mots) et une capacité RAM de 1,5 Kbits. Cette puissance, observons-le au passage est environ le double de celle des unités centrales des Minolta 7000 et 9000. Les circuits du Canon T90 comptent en outre 6 circuits LSI, 4 circuits intégrés et 4 oscillateurs.

L'ensemble de ces circuits électroniques, les diodes lumineuses du viseur, l'écran à cristaux liquides et le moteur d'entraînement, sont alimentés par 4 piles bâton de 1,5 V. C'est une performance en matière d'économie d'énergie d'autant plus remarquable que le moteur peut entraîner le film à la fréquence de 4,5 images par seconde et que son autonomie est d'une cinquantaine de cartouches de 36 poses (à 20°C). C'est actuellement le moteur intégré le plus rapide du monde.

En fait, la faible consommation repose sur la présence, non pas d'un mais de trois moteurs : un pour le chargement du film ; un pour son rebobinage ; un pour commander l'obturateur et le miroir. Ainsi, chaque moteur ne consomme que l'énergie nécessaire pour assurer une fonction, alors que l'utilisateur d'un seul moteur dont la puissance est



# LES 160 PROGRAMMATIONS DU CANON T90

PROGRAMMATIONS	MESURES						CORRECTION D'EXPOSITION	AUTRES CARACTERISTIQUES		FLASH							
	INTÉGRALE	SÉLECTIVE	SPOT	MÉMORISATION EN SPOT	MULTI-MESURES SPOT MEMORISÉES	CONTRÔLE HAUTE/BASSE LUMIÈRE	PROGRAMMATION ± 2 VALEURS	AUTOMATIQUE (CYBERNETIQUE)	PROGRAMMATION SIMPLE	SURIMPRESSION	RETARDATEUR	ECLAIRAGE INDIRECT	ÉCLAIRAGE COMPLÉMENTAIRE	EFFET DE FILÉ	PROGRAMMATION D'UNE CORRECTION HAUTE/BASSE LUMIÈRE	3 MODES : PRIORITÉ DIAPHRAGME VIT./PROGR.	OBJECTIFS A DIAPHRAGME FERMÉ
VITESSE EN MANUEL	●	●	●				●			●	●						●
DIAPHRAGME EN MANUEL	●	●	●				●			●	●						●
AUTO-PRIORITÉ VITESSE	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●						
AUTO-PRIORITÉ DIAPHRAGME	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●						●
PROGRAMME	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P (PROGRAMME)	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P1 TÉLÉ	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P2 TÉLÉ	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P3 TÉLÉ	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P1 GRAND ANGLE	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P2 GRAND ANGLE	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
P3 GRAND ANGLE	●	●	●	●	●	●	●			●	●						●
POSE LONGUE	●	●	●							●							●
FLASH AUTO TTL (MESURE SUR FILM)		●										●	●	●		●	●
FLASH SPOT MÉMORISÉ			●									●	●	●	●	●	●
FLASH MANUEL EN HAUTE LUMIÈRE (M-HI)									●			●		●			●
FLASH MANUEL EN BASSE LUMIÈRE (M-LO)									●			●		●			●
FLASH AUTO PROGRAMME												●	●				
FLASH ANNULAIRE AUTO (MESURE SUR FILM)		●											●				●
FLASH ANNULAIRE MANUEL EN PUISSANCE									●								●
FLASH ANNULAIRE MANUEL EN DEMI-PUISSANCE									●								●
FLASH ANNULAIRE CONTRÔLE PRÉLABLE D'ÉCLAIRAGE									●								
PROGRAMMATION MANUELLE DES SENSIBILITÉS									●								
CONTRÔLE D'EXPOSITION DANS LE VISEUR									●								
PROGRAMMATION VUE PAR VUE OU SÉQUENCES									●								
PROGRAMMATION DE REBOBINAGE MANUEL									●								
ÉCLAIRAGE DE L'ÉCRAN									●								
EXTINCTION DES DONNÉES DANS LE VISEUR									●								
CONTRÔLE DE PILES									●								
CONTRÔLE DE SENSIBILITÉ									●								
CONTRÔLE DE PROFONDEUR DE CHAMP									●								



choisie pour assurer le mouvement qui exige le plus d'énergie (l'entraînement du film) a toujours une consommation déterminée par cette puissance.

Venons-en au rôle essentiel de l'électronique du Canon T90, c'est-à-dire aux techniques qu'elle impose aux photographes pour assurer une exposition correcte du film quel que soit le sujet, ses conditions d'éclairage et les effets esthétiques souhaités.

**La technique de mesure de la lumière** est à notre avis le facteur le plus important de la précision de l'exposition d'un film. Un exemple classique, un portrait sur fond de verdure, le montre aisément. Dans une telle image, il est évident que ce qui importe c'est le rendu du visage de la matière de la peau, des yeux. Peu importe que les feuillages dans le fond soient trop sombres ou trop clairs. Si l'on fait une mesure globale du champ photographique, l'exposition sera déterminée pour ces feuillages car ils occupent la plus grande surface. Ils seront donc correctement traduits. Par contre la petite surface occupée par le visage, beaucoup plus claire que les feuillages, sera surexposée donc trop claire, délavée, sans matière. Pour éviter ce défaut, le photographe doit faire sa mesure seulement sur le visage, — sans tenir compte des feuillages qui seront alors un peu sous-exposés, donc plus foncés que nature.

Le Canon T90 permet ces mesures sélectives. En fait, il permet de choisir une mesure parmi trois types et de la programmer : mesure intégrale (dans tout le champ de visée) ; mesure sélective (un cercle au centre du champ couvrant 13 % de la surface de visée), mesure sur un spot (un cercle au centre du précédent couvrant 2,7 % du champ de visée). Le type de mesure souhaité est obtenu en appuyant sur une touche et, en même temps, en tournant une molette. Il s'affiche sur l'écran de visualisation. Ce sont là les possi-

bilités simples de mesure. Mais le T90 offre plus. Deux techniques sont alors utilisables :

- La mise en mémoire d'une seule mesure afin de pouvoir la conserver le temps de faire le cadrage du sujet et de déclencher.
- La mise en mémoire de 2 à 8 mesures faites sur diverses surfaces du sujet afin d'obtenir automatiquement une mesure moyenne (mesure pondérée) pour régler l'exposition à la prise de vue.

**Les techniques d'exposition du film** que permet de programmer le T90 sont les plus sophistiquées que peuvent aujourd'hui trouver les photographes sur un reflex 24 × 36. La procédure de programmation est la même dans tous les cas, par rotation d'une molette de sélection commandée en même temps qu'une pression sur une touche marquée "mode". Les choix opérés s'affichent alors sur l'écran à cristaux liquides. Sont ainsi programmables :

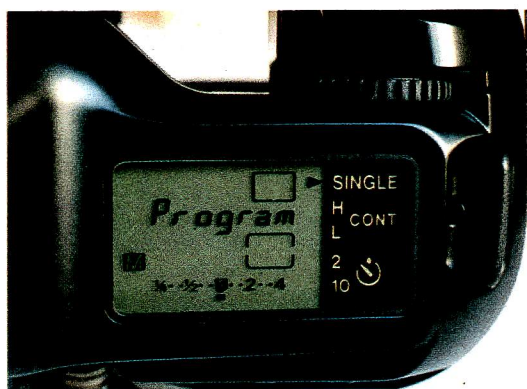
- le réglage manuel du diaphragme et de la vitesse ;
- le réglage manuel de la pose longue (au-delà de 30 secondes) ;
- le réglage automatique du diaphragme après réglage manuel de la vitesse (système de priorité à la vitesse) ;
- le réglage automatique de la vitesse après réglage manuel du diaphragme (système de priorité au diaphragme) ;
- l'automatisme à programme.

Le posemètre commande alors le réglage de la vitesse et du diaphragme selon un programme mémorisé par le constructeur ; les automatismes à programmes prioritaires. Ils sont au nombre de six autour d'un programme standard identique à celui du cas précédent et viennent dans l'ordre suivant : trois programmes dits "grands angulaires" (expression inadaptée car ces programmes ne servent pas nécessairement avec les objectifs grands angulaires) désignés par "Wide P<sub>3</sub>", "Wide P<sub>2</sub>" et "Wide P<sub>1</sub>" et qui favorisent les

petits diaphragmes afin d'assurer une grande profondeur de champ ; le programme standard ; trois programmes "téléobjectifs" (terme tout aussi inadapté que le précédent), désignés "Tele P<sub>1</sub>", "Tele P<sub>2</sub>", "Tele P<sub>3</sub>", qui favorisent les vitesses rapides afin d'accroître la netteté des sujets en mouvement.

Lorsque le photographe a choisi l'un de ces programmes et son procédé de mesure, il peut encore, s'il le souhaite, compléter la programmation par des ordres de correction ou de techniques particulières. Ce sont essentiellement :

- une correction automatique d'exposition dans les limites maximales de  $\pm 2$  valeurs (diaphragme ou vitesse) ;
- un contrôle préalable de l'exposition dans les hautes et basses lumières du sujet avant l'affichage du temps d'exposition optimal ;
- la surimpression. Dans ce cas, les vues successives sont impressionnées sur la même surface de pellicule, le moteur d'entraînement se trouvant débrayé pour le nombre de vues à surimpressionner ;
- le système cybernétique (seulement avec les automatismes à priorité de la vitesse ou du dia-



L'écran à cristaux liquides montre que l'appareil a été programmé en déclenchement vue par vue (flèche sur "single"), en mesure intégrale (rectangle du haut), en automatisme programmé (Program) et sans correction d'exposition (repère sur 1 de l'échelle du bas). La lettre M signifie que le diaphragme est encore sur manuel ; il faudra donc le passer sur "automatique" pour que l'exposition programmée soit assurée. Le rectangle du bas est le compteur de vues : il est blanc parce que l'appareil ne contient pas de film.

# LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU CANON T90

ENSEMBLES	SYSTÈME OPTIQUE		SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT			OBTURATEUR		SYSTÈME PHOTOMÉTRIQUE			PROGRAMMATION				
ORGANES ET FONCTIONS	OBJETIFS	VISEUR	MOTEURS	CHARGE-MENT	REBOBINAGE	RIDEAUX	VITESSES	RE-TARDATEUR	MESURE DE LUMIÈRE	CELLULES	SENSIBILITÉS	COMMANDES	LECTURE	DONNÉES PROGRAMMABLES	CONTRÔLE DES PARAMÈTRES DE TRAVAIL
CARACTÉRISTIQUES	<ul style="list-style-type: none"><li>● INTER-CHAN-GEABLES À BAÏON-NETTE FD (GAMME CLASSI-QUE DE CANON, DE 7,5 À 800 mm).</li><li>● POSSI-BILITE D'UTILI-SER LES OBJEC-TIFS FL (NON AUTOMA-TIQUES).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● REFLEX AVEC PRISME ET MIROIR À RETOUR AUTOMA-TIQUE.</li><li>● 8 VERRES DE VISEE INTER-CHAN-GEABLES: VERRE STANDARD DÉPOLI AVEC STIGMO-MÈTRE DE MISE AU POINT ET ANNEAU DE MICRO-PRISMES. VOLET OCCU-LAIRE COR-RECTEURS DIOPTRI-QUES INTERCHAN-GEABLES POUR L'OCCU-LAIRE.</li></ul>	TROIS MOTEURS INCOR-PORÉS : <ul style="list-style-type: none"><li>● ENTRAÎ-NEMENT DU FILM :</li><li>● ARME-MENT DE L'OBTURA-TEUR, DIA-PHRAGME AUTOMA-TIQUE, RETOUR DU MIROIR ;</li><li>● REBO-BINAGE, FONCTION-NEMENT VUE PAR VUE OÙ LA FRÉ-QUENCE MAXIMALE DE 4,5 VUES/s, ALIMEN-TATION : 4 PILES DE 1,5 V. AU-TONOMIE : 420 °C : 50 CAR-TOUCHES DE 36 VUES.</li></ul>	AUTOMA-TIQUE PAR MOTEUR DES LA FERME-TURE DU DOS (EN 2 SECON-DES).	AUTOMA-TIQUE DES LA DER-NIÈRE PRISE DE VUE (8 À 10 SE-CONDES SELON LE FILM). POSSI-BILITE DE COM-MANDER LE REBO-BINAGE EN COURS DE FILM.	MÉTAL-LIQUES À DÉFILE-MENT VERTI-CAL. CHAQUE RIDEAU EST ASSERVI SÉPARÈ-MENT PAR UN ÉLEC-TRO-ALIMANT. CON-TÔLE ÉLECTRO-NIQUE.	30 s À 1/4 000 s EN CONTINU OU PAR DEMI-VALEUR. POSE. SYN-CHRONI-SATION X SUR 1/250 s.	ÉLEC-TRO-NIQUE (2 OU 10 SECON-DES) AVEC CON-TÔLE OU CHAMP).	TROIS SYS-TEMES : <ul style="list-style-type: none"><li>● MESURE INTÉ-GRALE (EN-SEMBLE DU CHAMP).</li><li>● MESURE SELECTIVE (1/3 % DU CHAMP (AU CENTRE) ET</li><li>● MESURE SPOT 2,7 % DU CHAMP AU CENTRE).</li></ul> EN SPOT : POSSI-BILITE DE MULTI-MESURES (2 À 8) POUR OBTENIR UNE MESURE PONDÉ-ÉE AU FLASH : MESURE EN TEMPS RÉEL SUR LE FILM DE LA LUMIÈRE DE L'ÉCLAIR.	<ul style="list-style-type: none"><li>● UNE CELLULE AU SILI-CIUM DANS LE VISEUR POUR LES ME-SURES INTE-GRALES ET SELEC-TIVES.</li><li>● UNE CELLULE DANS LE BAS DU BOÎTIER POUR LA MESURE SPOT ET SUR LE FILM (FLASH).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● 6 À 6 400 ISO EN RÉGLAGE MANUEL.</li><li>● 25 À 5 000 ISO EN RÉGLAGE AUTOMA-TIQUE AVEC LES CARTOU-CHES DE FILM DE TYPE DX.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>● PAR TOUCHES SUR LE BOÎTIER, AU DOS ET SOUS UN VOLET SUR LE CÔTÉ DE L'APPAREIL.</li><li>● PAR MOLETTE PRES DU DÉCLEN-CHEUR POUR LES VITESSES, LES DIA-PHRAGMES ET LES PRO-GRAMMES (DANS CE DERNIER CAS, COMJOIN-TEMENT AVEC LES TOUCHES SUR LE BOÎTIER).</li></ul>	SUR ÉCRAN À CRIS-TAUX LI-QUIDES AU-DESSUS DU BOÎTIER (ÉCRAN D'ENVI-RON 2 x 4 cm).	SYSTÈME DE MESURE (IN-TÉGRALE, SELECTIVE, SPOT). TYPES D'UTI-LISATION (AUTOMA-TISMES, MANUEL, POSE), EN MANUEL, VITESSES ET DIA-PHRAGMES, CORREC-TIONS D'EX-POSITION, COMPTEUR DE VUES, PRISE VUE PAR VUE, OU EN SÉ-QUENCES, SENSIBI-LITES ISO, RETARDE-MENT, CONTRÔLE DE PILES, DE DÉCHAR-GE-MENT IN-CORRECT DU FILM, DE REBOBI-NAGE, DE SURIM-PRESSION, DES ERREURS.	<ul style="list-style-type: none"><li>● DANS LE VISEUR (BAS) : AUTOMA-TISME, MANUEL, VITESSE, DIA-PHRAGME, FLASH, CORREC-TIONS, MEMORI-SATION DES MESURES (DONNÉES NUMÉRI-QUES).</li><li>● DANS LE VISEUR (DROITE) : TYPE DE MESURE, DONNÉES DE LA MESURE SPOT, SUR-EXPO-SITION, SOUS-EXPO-SITION, COMPTEUR DE VUES (DONNÉES ANALOGI-QUES).</li></ul>

phragme). Dans ce cas, l'ordina-teur corrige automatiquement le réglage prioritaire lorsque le pro-gramme arrive en fin de course. Exemple: le photographe a choisi prioritairement le dia-phragme 11; la cellule règle la vitesse et, si la lumière est très intense, atteint le 1/4 000 s, der-nière vitesse disponible alors que le 1/8 000 s serait utile: le micro-ordinateur fait automati-quement passer le diaphragme à 16, cette fermeture d'une valeur par rapport à 11, permettant d'obtenir une exposition correc-te au 1/4000 s.

Tels sont les principaux pro-grammes du Canon T90 utilisé seul. Il faut encore ajouter que, dans tous les cas que nous ve-nons de voir, le photographe contrôle dans le viseur les para-mètres en service. Une pression du doigt sur le déclencheur à mi-course, affiche en rouge dans

le bas du viseur, le diaphragme et la vitesse. Si l'échelle de dia-phragme ou de vitesse est dé-passée, la valeur limite atteinte s'affiche et clignote. Sur la droite du viseur, l'utilisateur peut constamment contrôler les diffé-rences de luminosité entre plu-sieurs plages du sujet et éven-tuellement demander une cor-rection des réglages d'expo-sition.

Le système électronique du Canon T90 ne fonctionne pas seulement avec le boîtier. Il sert aussi d'unité centrale à des péri-phériques (flash électronique à programme, dos dateur, micro-ordinateur personnel, nota-mment) et augmente alors les possibilités de l'appareil.

**Le flash électronique 300 TL** est le plus important de ces péri-phériques. Conçu pour le boîtier, il élargit considérablement les

possibilités de programmation au point qu'il semble difficile de ne pas le compter dans l'équipe-ment standard au même titre que les objectifs de base (du 35 au 100 mm).

Le Canon 300 TL monté dans la griffe du boîtier ouvre en effet la voie à 5 nouvelles techniques de prise de vue, les programmes du flash se combinant à ceux du boîtier:

- le programme A-TTL. Cette fonction met en service la cellule spot qui mesure alors la lumière de l'éclair de flash directement sur le film. Mais le réglage de l'exposition ne dépend pas uni-quement de cette mesure: l'éclair de flash est précédé d'un pré-éclair infrarouge qui, après réflexion sur le sujet, est recueilli par une cellule placée sur la torche afin de mesurer la dis-tance appareil-sujet; à partir de ces données (mesure de la lu-



COMMANDES D'EXPOSITION

FLASH ÉLECTRONIQUE 300 TL

FLASH ANNULAIRE ML-2

DIVERS

EN RÉGLAGE MANUEL	AUTOMATISMES À PRIORITÉ	AUTOMATISMES À PROGRAMME (VALEURS DONNÉES POUR 100 ISO ET OBJECTIF 1,4/50 mm)	TYPE	EXPOSITION	TYPE	EXPOSITION	ACCES- SOIRES	DIMEN- SIONS ET POIDS	PRIX MOYEN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIA- PHRAGME ET VITESSE SONT RÉ- GLABLES EN MESURE INTÉGRALE SÉLECTIVE OU SPOT, AVEC LES OBJECTIFS À DIA- PHRAGME AUTOMATI- QUE OU À DIA- PHRAGME MANUEL.</li> </ul>	<p>SOIT EN PRIORITÉ DIAPHRAGME (LA CELLULE RÉGLE LA VITESSE), SOIT EN PRIORITÉ VITESSE (LA CELLULE RÉGLE LE DIAPHRAGME). AVEC CES DEUX TYPES D'AUTOMATISME, SONT POSSIBLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LES 3 TYPES DE MESURE (SPOT, SÉLECTIVE, INTÉGRALE).</li> <li>• LA MÉMORISATION DE 2 À 8 MESURES SPOT AFIN D'OBTENIR UNE MESURE PONDÉRÉE POUR LA PRISE DE VUE.</li> <li>• LA FONCTION CYBERNETIQUE QUI MODIFIEA AUTOMATIQUEMENT LA PRIORITÉ (LA VITESSE OU LE DIAPHRAGME CHOISI) SI NÉCESSAIRE.</li> <li>• LA PROGRAMMATION D'UNE CORRECTION AUTOMATIQUE DANS LES LIMITES DE <math>\pm 2</math> VALEURS (DE DIAPHRAGME OU DE VITESSE).</li> </ul>	<p>SEPT PROGRAMMES SONT PRÉVUS :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 NORMAL (1,4 JUSQU'A 1/15 s, PUIS MONTÉE JUSQU'A 16 AU 1/2 000 s ET AU 1/4 000 s).</li> <li>• 3 GRAND-ANGLE FAVORISANT LES PETITS DIAPHRAGMES (L'OUVERTURE 16 EST ATTEINTE AU 1/500 s AVEC LE PROGRAMME 1, AU 1/125 s AVEC LE PROGRAMME 2 ET AU 1/30 s AVEC LE PROGRAMME 3).</li> <li>• 3 TÉLÉOBJECTIF FAVORISANT LES VITESSES RAPIDES (LE 1/4 000 s EST ATTEINT AU DIAPHRAGME 11 AVEC LE PROGRAMME 1, AU DIAPHRAGME 5,6 AVEC LE PROGRAMME 2 ET AU DIAPHRAGME 2,8 AVEC LE PROGRAMME 3).</li> </ul> <p>AVEC CES DIVERS PROGRAMMES, SONT POSSIBLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LES 3 TYPES DE MESURE.</li> <li>• LA PROGRAMMATION D'UNE CORRECTION AUTOMATIQUE DE <math>\pm 2</math> VALEURS.</li> </ul>	MANUEL ET AUTO- MATIQUE ; NOMBRE- GUIDE 30 POUR 100 ISO ; DU- RÉE DE L'ÉCLAIR DE 1/700 À 1/20 000 s ; ALIMENTA- TION AVEC 4 PILES DE 1,5 V. RÉ- FLECTEUR À 4 POSI- TIONS POUR LES FOCALES DE 24, 35, 50 ET 85 mm. REFLEC- TEUR ORIEN- TABLE.	<p>CINQ MODES SONT POSSIBLES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOMATISME AVEC MESURE SUR LE FILM (A-TTL). LA CELLULE MESURE LA LUMIÈRE DE L'ÉCLAIR SUR LE FILM ET RÉGLE L'EXPOSI- TION EN TEMPS RÉEL (PENDANT L'EXPOSITION). LES EFFETS DE FILÉ AU FLASH SONT POSSIBLES PAR DÉCALAGE DE LA SYNCHRONI- SATION DU 1<sup>er</sup> AU 2<sup>e</sup> RIDEAU.</li> <li>• AUTOMATISME AVEC MESURE SPOT MÉMORISÉ (FEL). LE SUJET EST CADRÉ DANS LE CERCLE SPOT, UN ÉCLAIR (DIT DE PRÉ- FLASH) EST DÉCLENCHÉ, QUI ME- SURE LA DISTANCE FLASH-SUJET, LAQUELLE EST MÉMORISÉE. LE SUJET EST ENSUITE CADRÉ ET LA PHOTO PRISE. LE RÉGLAGE EST AINSI EFFECTUÉ POUR CE SUJET. AVEC CE MODE SONT POSSIBLES : LE FILÉ : AU FLASH ET LA PRO- GRAMMATION D'UNE CORRECTION POUR ÉCLAIRCIR OU ASSOMBRIR LE FOND.</li> <li>• MANUEL PLEINE PUISSANCE (M-HI). LE NOMBRE-GUIDE DU FLASH EST ALORS DE 25 POUR 24 mm DE FOCAL, 30 POUR 35 mm, 35 POUR 50 mm ET 40 POUR 85 mm.</li> <li>• MANUEL AU 1/16 DE PUISSANCE (M-LO). LES NOMBRES-GUIDES SONT DIVISÉS PAR 4.</li> <li>• AUTOMATISME PROGRAMMÉ. LE DIAPHRAGME ET LA PUISSANCE DU FLASH SONT AUTOMATIQUEMENT RÉGLÉS AU MOYEN D'UN ÉCLAIR DE PRÉ-FLASH.</li> </ul>	<p>FLASH ANNULAIRE A 2 TUBES-ÉCLAIR ORIEN- TABLES QUI S'UTI- LISENT EN- SEMBLE OU SEPA- RÉMENT. DEUX PUIS- SANCES : NOMBRE- GUIDE 11 POUR 100 ISO A PLEINE PUISSANCE ET 6,5 À DEMI- PUIS- SANCE. CONTRÔLE DE L'ÉCLAI- RAGE DU SUJET PAR SUCCESSION RAPIDE DE PETITS ÉCLAIRS. UTILISA- TION EN PHOTOMA- CROGRAPHIE (ME- DECINE, BOTANI- QUE, RÉ- PRODUCTION, ETC.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTO- MATIQUE PAR MESURE DE LA LUMIÈRE DE L'ÉCLAIR SUR LE FILM AVEC LA CELLULE DE L'APPA- REIL.</li> <li>• MANUEL AUX DEUX PUIS- SANCES. EFFET DE FILÉ AU FLASH POSSIBLE. DANS CE CAS LA VITESSE D'OBTURA- TION EST CHOISIE ENTRE LE 1/30 ET 1/250 s.</li> </ul>	LA PLUPART DES AC- CESSOIRES CANON AINSI QUE DEUX DOS 90 ET UNE TÉLÉCOM- MANDE LC-2 A INFRA- ROUGE.	15 x 12 x 7 m ENVI- RON SANS OBJECTIF. 800 g NU.	6 000 F AVEC OBJECTIF DE 50 mm.



Le Canon T90 avec son flash 300 TL

mière sur le film et mesure de la distance par faisceau infra-rouge), un algorithme de flash permet au micro-ordinateur de l'appareil de déterminer un diaphragme et une vitesse. Le réglage en "flash complémentaire" est alors possible et obtenu automatiquement si nécessaire, en jouant sur la vitesse de synchronisation entre 1/30 et 1/250 s. Ainsi est équilibré l'éclairage de fond et du premier plan. Cela permet notamment d'éclaircir les ombres d'un sujet à contre-jour (par exemple : portrait d'un personnage tournant le dos à une fenêtre).

- le programme FEL. Il permet pour la première fois la mesure spot au moyen d'un pré-éclair : le photographe cadre dans le cercle central du viseur la partie du sujet qui doit être correcte-ment exposée (visage par exemple) et appuie sur le

bouton de "pré-flash" : un petit éclair détermine le réglage d'exposition qui est en même temps mémorisé. Le photographe peut alors cadrer son image et déclencher. Ainsi le sujet principal sera-t-il bien rendu, même s'il se trouve dans un angle de la photo. Une correction complémentaire peut être programmée pour obtenir des détails dans les ombres du fond (technique du flash complémentaire)

- le programme M-HI. Il permet le réglage manuel du flash à pleine puissance (nombre guide : 30 pour 100 ISO). La vitesse de synchronisation est automatique-ment affichée (1/250 s).
- le programme M-LO. Il permet aussi un réglage manuel du flash, mais au 1/16 de sa puissance.
- le programme automatique. Ce réglage permet au calcu- lateur, à partir des données four-

nies par un pré-éclair, de sélectionner la vitesse, le diaphragme et la puissance du flash. Dans tous les cas précédents, sauf en "programme automatique", le photographe peut obtenir l'effet de filé au flash.

La synchronisation de l'éclair est alors décalée du premier rideau au second. De ce fait, les points lumineux d'un sujet en déplacement (les phares allumés d'une automobile roulant la nuit, par exemple) sont enregistrés sous la forme de lignes lumineuses avant l'arrivée de l'éclair de flash qui, lui, va éclairer le sujet propre-ment dit.

Par ailleurs, le flash 300 TL est à réflecteur orientable, ce qui

(suite du texte page 148)



## SOUFFLER C'EST JOUER

**E**n pleine forêt vierge, trouver une branche rectiligne de deux mètres de long est déjà difficile, mais la perforer sur toute sa longueur sans disposer d'un tour tient du prodige. C'est pourtant cette performance qu'accomplissent les peuplades indiennes d'Amazonie qui ont choisi la sarbacane pour la chasse au petit gibier. Ils ne sont d'ailleurs pas les seuls, puisqu'on retrouve cette arme aux Antilles et dans l'Asie du Sud-Est : associé à un poison iodoine, son projectile était d'une remarquable efficacité.

Le principe est connu de tous : il consiste à souffler aussi fort et aussi vite que possible dans un tube creux pour éjecter une fléchette avec le maximum de vitesse. Dans les forêts tropicales de l'Amérique du Sud, les Indiens utilisaient généralement des sarbacanes ayant de deux à trois mètres ; toutefois, on a découvert des exemplaires dépassant quatre mètres.

Le tube était toujours en bois, mais rarement d'une seule pièce ; c'est ainsi qu'on peut trouver deux tubes complets enfilés l'un dans l'autre, ou un seul tube intérieur pris entre deux gouttières formant l'enveloppe extérieure, ou même un tuyau formé de deux gouttières jointes bord à bord.

La fléchette, en bois dur et mince, style aiguille à tricoter, mesurait de vingt à quarante centimètres ; à l'arrière, elle était enrobée d'une fibre végétale pelucheuse qui faisait office de bourre et assurait l'étanchéité pour que l'air soufflé propulse la fléchette sans aucune fuite à travers tout le tube. La pointe aiguisée était enduite de curare, ce qui en faisait un véritable dard vénimeux. Ces projectiles étaient emportés dans une sorte de carquois en vannerie ou en tubes de bambou.

En Amérique du Sud et dans les Antilles, la sarbacane n'était utilisée que pour la chasse des oiseaux ou des petits animaux qui grimpent aux arbres. Sa portée effective était de l'ordre de 35 mètres : le même chasseur pouvait abattre plusieurs animaux sans changer beaucoup de place, le bruit étant insuffisant pour alerter le gibier au-delà d'une dizaine de mètres. La longueur de l'outil as-

surait une détente très complète de l'air soufflé, donc aucune surpression à la sortie, génératrice de bruit. En contrepartie de ce silence assurée par la longueur de l'outil, l'encombrement était, lui, très réel.

En Asie du Sud-Est, la sarbacane était légèrement différente ; toujours aussi longue — 2 mètres — elle était faite d'un tube en bois ayant un diamètre intérieur de 9 mm, soit le même calibre que les pistolets actuels (qui utilisent à peu près tous maintenant la munition créée en 1902 par le célèbre inventeur allemand Georg Luger). L'extérieur de la sarbacane avait un profil conique, comme celui des canons de fusils actuels, le diamètre diminuant progressivement de 25 mm, côté lèvres du tireur, à 20 mm au bout.

Ce tube était fabriqué à partir d'un bois léger et rigide qu'on trouve communément en Malaisie et à Bornéo. Après avoir sélectionné une tige bien droite et bien raide, dépourvue de nœuds et d'autres imperfections, on commençait par la dégrossir sur toute sa longueur. Elle était ensuite forée avec un barreau de fer ayant environ 2,50 mètres, et portant à une extrémité une entaille aiguisée faisant office d'outil de coupe. Pour percer toute la tige bien en ligne, il fallait de 8 à 10 heures de travail.

On réalise mal aujourd'hui, alors que tout le monde peut disposer de mèches et de forets de tous diamètres et toutes longueurs, la difficulté qu'il y avait à percer un trou rectiligne sur 2 mètres de profondeur. Pour peu que l'outil en fer, dont l'extrémité coupante n'était jamais parfaitement symétrique à l'axe, soit engagé d'un cheveu obliquement, et le trou n'était pas concentrique : tôt ou tard il finissait par déboucher sur le côté, et il n'y avait plus qu'à refaire tout le travail avec une autre branche droite et nette, ce qui là aussi n'était pas commode à trouver. Quand le tube était réussi, il restait encore à en polir tout l'intérieur avec un jonc aussi long, aussi droit et garni de poussière rocheuse en guise d'abrasif fin ; il fallait en effet que la flèche glisse dans le tube sans le moindre frottement : le souffle humain est loin d'avoir la force d'une poudre de chasse. Une fois le polissage terminé, il ne restait plus qu'à amenuiser le tube sur sa longueur extérieure pour lui donner ce profil conique désiré. Ce dernier surfacage pouvait être





complété de dessins, mais le plus souvent la sarbacane était laissée telle quelle.

Les projectiles étaient taillés à partir d'éclats de bois durs ; leur taille variait de 20 à 25 cm et ils étaient épointés à un bout ; l'autre était garni d'une moelle végétale ayant le même diamètre que le calibre intérieur de la sarbacane. Bien entendu, l'extrémité pointue était garnie d'un poison à effet rapide que les indigènes tiraient, après coction, de l'écorce ou du bois de certains strychnos ou des antiars — il s'agit d'arbres des régions tropicales asiatiques renfermant de nombreux alcaloïdes vénéneux. Pour l'entraînement, ou utilisait parfois de petites balles en terre cuite munies d'un léger empennage.

De toute manière, l'efficacité pratique de la sarbacane comme arme reposait entièrement sur la qualité du poison utilisé. Son usage semble avoir été limité aux régions tropicales forestières, là où les petits oiseaux et les petits grimpeurs étaient en grand nombre. Il est probable qu'elle servit de temps à autre contre un ennemi isolé, mais elle n'était pas utilisée comme arme de guerre, les arcs et les javalots étant beaucoup plus efficaces.

Pour notre part, la sarbacane que nous nous proposons de construire n'a qu'un but distractif, bien qu'elle soit d'une surprenante précision jusqu'à 10 mètres ; c'est d'ailleurs là qu'est l'intérêt, le but étant de réussir le meilleur score possible sur une cible. On vérifiera que la portée atteint facilement 25 mètres et même nettement plus chez ceux qui ont de la puissance thoracique. Tout est affaire de souffle, et surtout de juste dosage dans l'expiration : les sarbacanes d'Amazonie avaient un volume intérieur dépassant un demi-litre quand la capacité respiratoire normale est de 4 à 5 litres ; ce volume représente donc une proportion importante de l'air expiré.

En fait, la sarbacane est essentiellement un instrument respiratoire : il s'agit de souffler le plus grand volume d'air dans le minimum de temps et de manière continue sans aucun temps d'arrêt ; qui plus est, ce souffle doit être proportionné au temps, car au fur et à mesure que la flèche avance, l'espace dans le tube s'agrandit et le débit pulmonaire doit donc augmenter progressivement. Il

ne servirait à rien de souffler d'un coup sec : il faut, si l'on peut dire, accompagner le projectile comme on accompagne le coup, en accélérant vers la fin, dans un top-spin au tennis de table.

Pour bien user de la sarbacane, il y a donc toute une discipline respiratoire à acquérir ; or, du point de vue physiologique, la respiration est caractérisée par plusieurs valeurs mesurables. La première, et celle qui nous intéresse le plus ici, est la capacité vitale : c'est le plus grand volume d'air qui peut être rejeté par une expiration forcée après une inspiration forcée ; c'est donc le volume maximal mobilisable en une seule fois par la fonction ventilatoire.

Cette expiration, non définitive, met en jeu les muscles expiratoires, et en particulier ceux de la sangle abdominale qui sont les antagonistes du diaphragme. Comme on les utilise rarement, l'expiration forcée est un exercice rapidement fatigant, donc excellent pour la santé. Il faut voir en effet que dans la respiration instinctive normale, seule l'inspiration est un phénomène musculaire entièrement actif. L'expiration calme est un phénomène passif dû à l'élasticité du tissu pulmonaire qui reprend sa

place quand les forces inspiratoires, dues aux muscles des côtes et au diaphragme, ont fini d'agir.

Par contre l'expiration forcée est un processus actif. La capacité vitale, qui dépend évidemment de la stature et de l'âge du souffleur, va de 3 à 6 litres pour l'homme et de 2,5 à 4 litres chez les dames et demoiselles. Notons que la capacité vitale n'est pas la capacité totale : il faudrait lui ajouter le volume résiduel, soit la quantité d'air qui reste dans les poumons à la fin d'une expiration forcée (20 à 30 % de la capacité totale).

Cette expiration forcée, bouche fermée sur un tuyau a surtout pour conséquence de donner la vitesse à l'air soufflé ; il n'y a pas, comme dans les carabines à air, détente du gaz brusquement comprimé par un ressort. La pression qu'on peut obtenir en soufflant le plus fort possible dans un tuyau fermé par un manomètre ne dépasse pas quelques newtons par centimètre carré, alors qu'elle est déjà 10 fois supérieure pour simplement gonfler un pneu ; ne parlons même pas des armes, qui sont encore mille fois au-dessus des pneus.

Toutefois, cette simple pression excédentaire par rapport à la pres-

*La portée  
atteint  
facilement  
25 mètres*



sion atmosphérique, et due à la force de contraction des muscles, permet de donner à l'air expiré une vitesse de quelques dizaines de mètres par seconde; tout le problème consiste à communiquer cette vitesse à la fléchette sans aucune perte. Pour cela, il faut une bonne étanchéité, laquelle suppose un joint sans aucun jeu; mais à ce moment il y a frottement, ce qui, vu le peu de force mis en jeu suffirait à freiner complètement le projectile dans le tube. Il faut donc que la fléchette glisse d'un bout à l'autre sans jamais être freinée, tout en laissant le minimum de jour pour que l'air soufflé ne file pas entre projectile et tube. Il en découle que la performance optimale demande beaucoup de tâtonnements avant de trouver le juste calibre.

Le reste ne dépend plus que du projectile; vu sa légèreté et sa faible vitesse, il ne peut porter un peu loin qu'à condition d'avoir une densité transversale correcte (quotient de la masse par la section frontale). Ceci explique que les vraies fléchettes de chasse aient été très longues: vues de face, elles n'occupaient pas beaucoup d'espace, mais conservaient quand même une masse appréciable vu leur taille.

Toutefois, il ne faut pas perdre de vue qu'un projectile, quel qu'il soit, tiré par un tube se met à tomber vers le sol dès qu'il n'est plus soutenu par ce tube, exactement comme si on ouvrait les doigts pour le lâcher par terre. La loi de la chute des corps étant la même pour tous, au bout d'une seconde tout projectile est descendu de 5 m environ, sauf s'il est tellement léger que la résistance de l'air le freine tout de suite et qu'il descend comme une plume.

Or la fléchette de la sarbacane est justement assez légère pour voler un peu comme un avion en papier; sa chute en une seconde est donc inférieure à 5 mètres mais assez importante tout de même pour qu'en tir horizontal il faille viser nettement au-dessus du but dès que la distance dépasse quelques mètres. Les indigènes des forêts tropicales n'ont pas ce problème puisqu'ils tirent à la verticale pour atteindre les oiseaux ou les rongeurs perchés dans les hautes branches.

Pour le tube lanceur, nous avons choisi de la canalisation électrique en plastique (PVC) qu'on trouve chez tous les détaillants en bricolage

maison. Il faut prendre le tube en 15 mm de diamètre intérieur, soit un calibre intérieur de 12 mm. On en coupera une longueur de 1 m à 1,2 m comme indiqué **figure 1**. Ce tube est très bon marché, mais a l'inconvénient d'être assez souple: il se courbe facilement quand la sarbacane réclame au contraire rectitude parfaite et rigidité.

On peut alors s'orienter vers d'autres formules; l'idéal serait le tube en fibres de verre ou de carbone, tel qu'il existe par exemple pour les cannes à pêche. On peut aussi, chez les marchands d'animaux, trouver des tubes plastiques cannelés destinés à faire des cages: ceux-là sont assez rigides. Le tube en aluminium, ou en titane à paroi mince, est excellent (à Paris on le trouve chez Weber-Métaux), mais il faut lui ajouter un embout en matière souple pour ne pas se blesser les lèvres. Le calibre intérieur doit être de 10 à 12 mm et on peut simplifier le transport en faisant la sarbacane en deux morceaux réunis par un tube court formant collier d'assemblage. Celui-ci est souvent recouvert d'un anneau épais en plastique souple servant de prise pour la main.

La longueur retenue peut aller jusqu'à 2 m, ce qui permet des vitesses nettement supérieures à celles obtenues avec des tubes courts de 1 m. Le tube métal est plus coûteux que la canalisation en plastique, mais il est parfaitement rigide et par son poids il assure une bonne stabilité dans les mains.

Pour le projectile, la version la plus simple, qu'on pourrait appeler scolaire, est faite en formant un cône allongé à partir d'un rectangle de papier à lettre de haute qualité; le format, indiqué **figure 2**, est de 130 × 100 mm. Le cornet terminé sera maintenu par de petits morceaux de ruban adhésif. Pour être juste, le modèle élémentaire est susceptible de très larges variations en longueur et en nombre de couches enroulées. Pour être efficace, le projectile doit être, toutes proportions gardées, assez lourd. Une fois ce cornet très allongé terminé, on lui mettra quelques morceaux de ruban adhésif pour éviter qu'il se déroule.

Reste maintenant à l'ajuster au calibre du tube; il y a là un juste compromis à trouver, car il doit glisser sans frottement, sans serrer ni se bloquer à mi-parcours, et sans jeu

excessif non plus. La bonne formule, illustrée **figure 4**, consiste à enfoncer le cône dans le tube plastique et à marquer au crayon le cercle de jonction entre le papier et la partie interne du tube. On ressort ensuite la fléchette et on la coupe avec des ciseaux à environ 2 ou 3 mm de retrait.

Cette méthode laisse juste ce qu'il faut de jour entre tube et projectile pour avoir simultanément une étanchéité correcte et un glissement parfaitement libre. La pression au départ du coup a d'ailleurs tendance à évaser un peu le cône à l'arrière, ce qui amène son diamètre à correspondre assez exactement à celui du tube.

Ce modèle simplifié ne prétend pas aux performances des fléchettes en acier avec empennage plastique, mais il ne coûte quasiment rien et permet déjà de s'initier à la sarbacane. On peut d'ailleurs facilement le décorer et l'améliorer: de toute façon, vu sa faible résistance à l'impact, il est souhaitable d'en confectionner une bonne série. Pour lui donner plus de masse et de solidité, on enduit sa pointe avec une goutte de colle devenant très dure après séchage, genre colle à bois. La pointe sera ainsi considérablement renforcée.

La **figure 3** montre comment fabriquer le second modèle de fléchette, celui qui comprend une pointe en acier et qui présente un danger certain s'il est mal utilisé. Comme on le voit, il est armé d'une aiguille que l'on introduit dans la pointe du cône avant de déposer une goutte de colle cyanacrylate.

Toute aiguille peut convenir: aiguille à coudre, épingle à tête ronde, petit clou, aiguille de phonographe ancien, etc. Ce type de fléchette convient beaucoup mieux si l'on veut une certaine précision, laquelle suppose une vitesse et une puissance convenables, mais il est alors indispensable de ne plus considérer la sarbacane comme un jouet; on doit la traiter avec les mêmes précautions qu'une arme à air comprimé.

Tirée à plusieurs mètres, cette flèche à pointe métallique pénètre dans une planche de chêne de telle façon qu'il est difficile de retirer l'aiguille sans employer des pinces. Cette fléchette se plante non seulement dans le bois, mais aussi dans le carton épais et même dans le plâtre



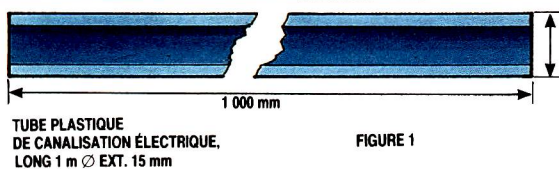


FIGURE 1

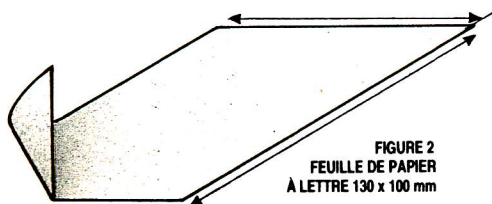


FIGURE 2  
FEUILLE DE PAPIER  
À LETTRE 130 x 100 mm

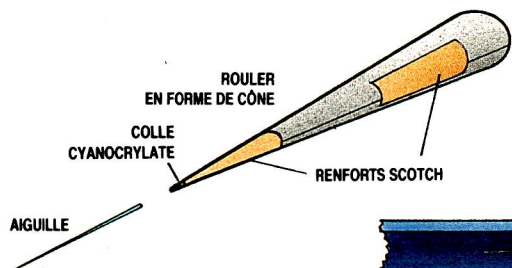
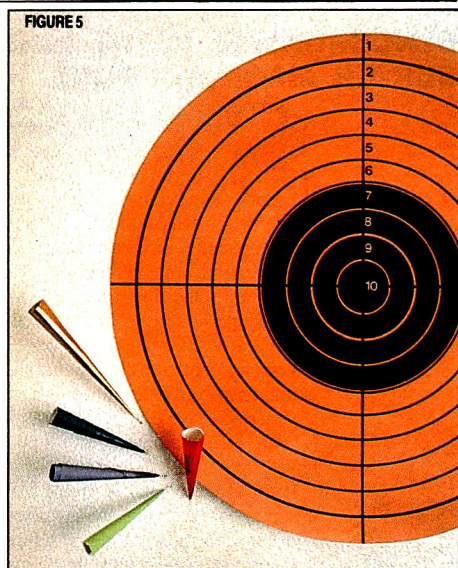


FIGURE 3



FIGURE 4



des murs. Sur le béton l'aiguille se tord et le projectile rebondit. Bien entendu, elle pénètre très bien dans la peau, il n'est pas inutile de le rappeler encore.

Pour ce qui est de la cible, nous présentons **figure 5** un modèle, nullement réglementaire, dessiné sur du papier Canson, les chiffres étant obtenus avec des feuilles transfert type Letraset. Notons au passage qu'un groupe d'amateurs a organisé le premier championnat de France de sarbacane en décembre dernier à Mantes-La-Jolie.

Les distances retenues étaient de 7,5, 10 et 15 mètres avec des cibles dont le centre est coté 15 points, contrairement à la coutume qui leur attribue 10 points (que ce soit carabine ou pistolet à 10, 25, 50 et 300 m). Les meilleurs souffleurs font des points à 35 m et la portée limite de ces outils perfectionnés est de 60 m. Aux USA, il existe de très nombreux clubs de sarbacane, et on trouve sur le marché des tubes de toutes longueurs, qu'on emboîte les uns dans les autres pour avoir les tailles de 0,60 - 1,20 - 1,80 mètre. La même variété existe pour les fléchettes.

Il s'agit donc d'un exercice, puisqu'on ne peut pas encore parler de discipline ou de sport, en large évolution. Notre cible peut donc

convenir pour l'entraînement, en attendant qu'un accord au niveau national en précise les dimensions. Reste à la fixer sur un matériau capable d'amortir le projectile sans le déformer pour qu'il puisse ressortir plusieurs fois. Avec les fléchettes en papier, même durci à la colle, une plaque de polystyrène expansé de 2 cm d'épaisseur peut suffire. Avec les flèches à pointe d'acier, il faut mettre la cible, maintenue avec du ruban adhésif, sur une planche en contreplaqué. Quant aux dimensions exactes à donner à la cible, elles sont fonction de la distance et de l'adresse du tireur ; celle que nous présentons mesurerait 36 cm de diamètre avec un 10 de 4 cm ; elle peut convenir jusqu'à dix mètres, mais au-delà il faut en agrandir les dimensions.

Le tir à la sarbacane s'effectue, si possible, en salle, le vent ayant une fâcheuse tendance à envoyer promener les fléchettes, et pour le moment au jugé, c'est-à-dire sans aucun instrument de pointage mais à Mantes-La-Jolie, M. Lebrun présentait déjà un modèle avec viseur et

stabilisateur. La technique du tir ne peut s'expliquer sur le papier, et il y a un coup de main, ou plutôt un coup de souffle, à prendre : l'expiration doit être puissante dès le départ et maintenue, sinon accrue, pendant tout le temps que la flèche parcourt le tube. La difficulté, qui fait tout l'intérêt du tir, vient de ce qu'il est très difficile de donner toujours la même impulsion au projectile : celui-ci parcourt une courbe d'autant moins plongeante que la vitesse est élevée. Or celle-ci dépend uniquement de la force thoracique du souffleur, et de la manière dont celui-ci la contrôle. Il y a donc tout un apprentissage à faire sur le tas, par expérience, aussi bien en ce qui concerne le matériel lui-même, tube et flèches, que dans la manière de tenir le tube ou de retenir une ample respiration avant le lâcher du coup. La satisfaction du tir lui-même est la même qu'avec un revolver, un arc ou une arbalète ; mais, gros avantage, le matériel et les projectiles sont remarquablement bon marché.

Renaud de La TAILLE  $\Delta$



## SYNCHRONISEZ VOTRE PROJECTEUR SUR UN MAGNÉTOPHONE

**S**i vous aimez projeter les photos de vos vacances sur un fond sonore ou un commentaire enregistré, cette réalisation vous intéressera sûrement. Sa réalisation sera très simple. L'appareil terminé s'insérera entre une des sorties du magnétophone et la télécommande du projecteur.

Voici les conditions indispensables d'utilisation : posséder un projecteur à panier équipé d'une télécommande, et un magnétophone stéréophonique.

Pour synchroniser le défilement des photos avec celui de la bande, nous travaillerons en deux temps. Lors de l'enregistrement, des "bips" de changement de vue seront mis en place et, à la lecture, chaque "bip" sera identifié pour commander l'avance du projecteur. Notre montage comportera donc deux parties bien distinctes : l'enregistrement et la lecture.

Pendant, étudions à présent le procédé de fonctionnement de notre appareil. Pour l'enregistrement des "bips", le montage restera très simple : nous utiliserons un circuit intégré de type NE 555 pour produire la fréquence à enregistrer. Celle-ci sera,

comme toujours, déterminée à l'aide de deux résistances et d'un condensateur.

Un bouton-poussoir placé, entre la broche numéro 4 du NE 555 et l'alimentation permettra de commander ou non l'envoi des "bips". La valeur de la fréquence ainsi générée n'ayant que peu d'importance pour le bon fonctionnement du montage aucun réglage n'a été prévu. Notons cependant que deux résistances placées en sortie du circuit intégré permettront d'éviter la saturation du magnétophone.

En effet la tension du signal délivré par le NE 555 est trop importante pour être directement appliquée.

L'absence de ce diviseur résistif risquerait de provoquer le "bavage" des "bips" sur la bande son ; effet particulièrement désagréable lors de la projection.

La détection des "bips" lors de la lecture sera également assurée par un NE 555. Le signal issu du magnétophone sera appliqué par l'intermédiaire d'un condensateur à ses entrées 2 et 6.

Un potentiomètre de réglage, placé entre la broche 5 et le 0 volt, permettra d'ajuster la sensibilité du montage. A la sortie de ce circuit intégré, une résistance et une diode

Deux fils lui seront donc connectés et seront soudés ou bien en parallèle sur le bouton-poussoir de la télécommande du projecteur, ou, bien mieux, sur une fiche d'un modèle identique à celui utilisé par la télécommande.

Il faudra alors repérer avec soin les contacts utilisés par la commande marche avant et relier ceux-ci au relais. De nombreux types de fiches étant actuellement employés sur les projecteurs de diapositives nous ne vous communiquerons pas de schéma-type de montage. Cependant, dans la plupart des cas, le brochage de la fiche utilisée est indiqué dans le fascicule d'emploi de l'appareil.

Le câblage de cette réalisation ne doit pas poser de problème à condition de bien respecter le brochage des circuits intégrés (attention ils sont placés tête-bêche !) ainsi que la polarité de la diode électroluminescente, sa patte la plus longue sera soudée vers la base du transistor. De même on veillera à respecter le sens des condensateurs. Les fiches de raccordement vers le magnétophone seront soudées avec soin étant donné le faible espace généralement disponible entre chaque point de soudure.

Notons que le modèle de ces fiches devra être choisi en fonction



### OÙ SE PROCURER LES COMPOSANTS ?

△ RADIO M.J., 19 rue Claude-Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 43 36 01 40

△ PENTASONIC, 10 boulevard Arago, 75013 Paris, tél. 43 36 26 05

△ T.S.M., 15 rue des Onze-Arpents, 95130 Francville, tél. 34 13 37 52

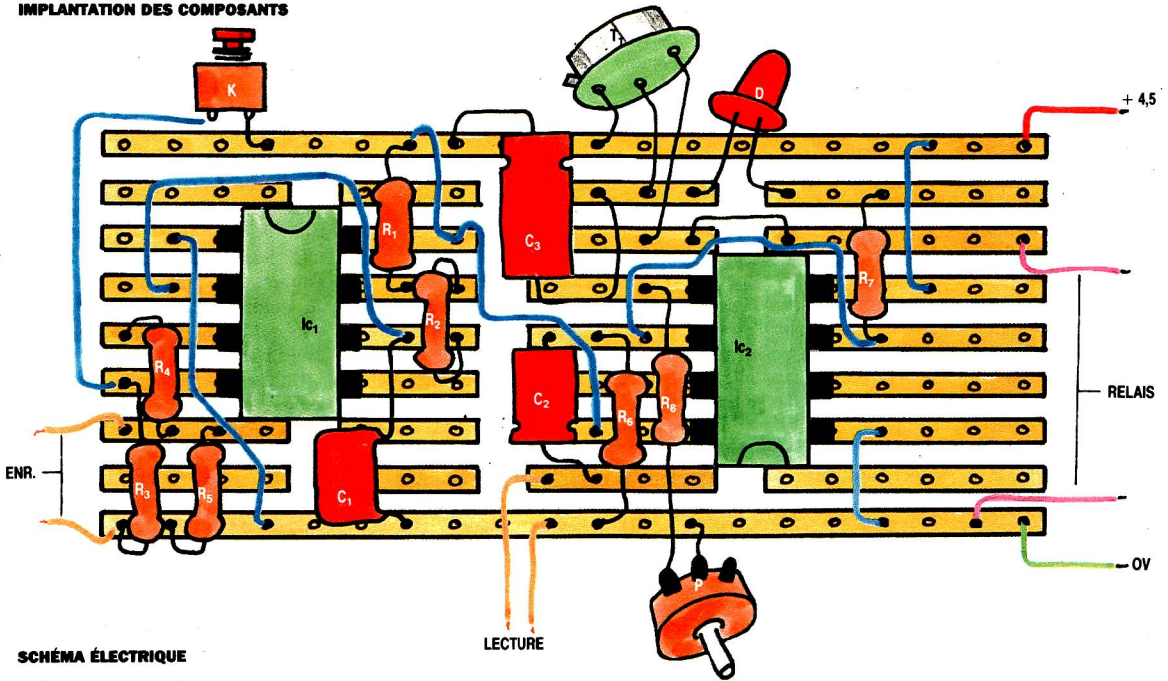
△ ELECTRONIC AT HOME, rue des Philosophes, 51, 1400 Yverdon, Suisse

△ Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.

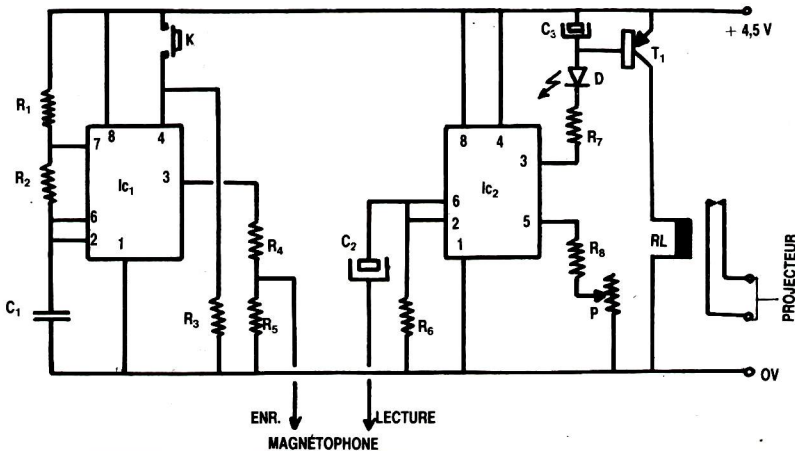
électroluminescente viendront commander la base d'un transistor. Cette diode indiquera visuellement la présence des "bips" sur la bande. Un condensateur placé entre le plus de l'alimentation et la base du transistor sera utilisé pour intégrer les "bips"; ceci afin d'attaquer le relais par une tension continue et non alternative. Sur ce dernier nous utiliserons la position "travail" pour commander le projecteur.



## IMPLANTATION DES COMPOSANTS



SCHEMA ÉLECTRIQUE



## NOMENCLATURE

**R<sub>1</sub>** = 4,7 KILOHMS (JAUNE, VIOLET, ROUGE, OR)  
**R<sub>2</sub>** = 4,7 KILOHMS (JAUNE, VIOLET, ROUGE, OR)  
**R<sub>3</sub>** = 10 KILOHMS (BRUN, NOIR, ORANGE, OR)  
**R<sub>4</sub>** = 4,7 KILOHMS (JAUNE, VIOLET, ROUGE, OR)  
**R<sub>5</sub>** = 220 OHMS (ROUGE, ROUGE, BRUN, OR)  
**R<sub>6</sub>** = 33 KILOHMS (ORANGE, ORANGE, ORANGE, OR)  
**R<sub>7</sub>** = 220 OHMS (ROUGE, ROUGE, BRUN, OR)  
**R<sub>8</sub>** = 22 OHMS (ROUGE, ROUGE, NOIR, OR)  
**C<sub>1</sub>** = 0,22 MICROFARADS  
**C<sub>2</sub>** = 22 MICROFARADS 12 VOLTS  
**C<sub>3</sub>** = 100 MICROFARADS 12 VOLTS  
**P** = POTENTIOMÈTRE 22 KILOHMS  
**IC<sub>1</sub>** = NE 555  
**IC<sub>2</sub>** = NE 555  
**T<sub>1</sub>** = 2N 2905  
**D<sub>1</sub>** = LED  
**K** = BOUTON-POUSOIR  
**RL** = RELAIS 1 RT 5 VOLTS

de celles portées par le magnétophone. Dans notre cas il s'agissait de fiches Jack, mais de nombreux appareils sont équipés de fiches RCA par exemple.

Pour tester le montage terminé, deux phases seront nécessaires. En premier lieu, des "bips" seront enregistrés à l'aide du bouton-poussoir. Ensuite on pourra écouter la bande pour vérifier leur présence; celle-ci prouvera que la partie enregistrement du montage fonctionne correctement.

Puis, la bande sera lue une seconde fois en connectant l'ensemble de détection. Il suffira alors de jouer

sur le potentiomètre de sensibilité, jusqu'à ce que la diode électroluminescente s'allume pour chaque "bip", pour préparer l'ensemble à l'emploi.

Il faudra, pour terminer, contrôler que le relais déclenche bien à chaque fois et que le changement de vue est obtenu.

L'utilisation de ce synchronisateur est également extrêmement simple. L'une des voies du magnétophone lui sera réservée (la gauche, par exemple). Pendant que la bande son sera enregistrée sur l'autre piste on appuiera sur le bouton-poussoir chaque fois qu'un changement de vue est désiré.

Nous vous conseillons de commander simultanément le projecteur, à l'aide de sa télécommande, afin de pouvoir juger instantanément de l'effet produit.

Pour finir, afin d'obtenir à coup sûr un changement de vue, il est conseillé d'appuyer sur le poussoir au moins une demi-seconde pour chaque commande.

Pour l'alimentation de ce synchronisateur il sera possible d'utiliser soit une simple pile de 4,5 volts soit un petit adaptateur secteur délivrant 4,5 volts, environ, sous 300 milliam-pères.

Henri-Pierre PENEL Δ



## LA NAVIGATION PROPORTIONNELLE

**D**éfinition d'un missile : engin volant propulsé, à guidage automatique, destiné à atteindre et détruire une cible, fixe ou mobile. Cette définition écarte d'emblée les aéronefs aux caractéristiques proches, telles que les "R.P.V." (mini-avions de reconnaissance), les bombes planantes, les kamikazes, les roquettes, les petits engins anti-char ou anti-hélicoptère à guidage infrarouge ou filaire, nécessitant l'intervention d'un opérateur.

Vous l'avez deviné : nous vous invitons à simuler sur votre micro la chasse d'un avion par un missile.

Mettez-vous à la place d'un responsable militaire d'un pays "X", désirant s'approvisionner en missiles

pour les besoins de sa cause. Chaque constructeur, qu'il soit national, comme Thomson, Aérospatiale, Matra, ou étranger comme Vought, MBB, General Dynamics, etc., vous présentera un catalogue bien fourni, grâce auquel vous vous apercevrez vite que les missiles peuvent être classés en plusieurs catégories :

— suivant la nature de la mission à remplir : tactique, stratégique, d'interception, de défense

— suivant le mode de lancement et la nature de l'objectif à atteindre : missiles air-air tirés d'avions ou d'hélicoptères contre d'autres aéronefs, missiles air-sol, sol-sol, mer-air, etc.

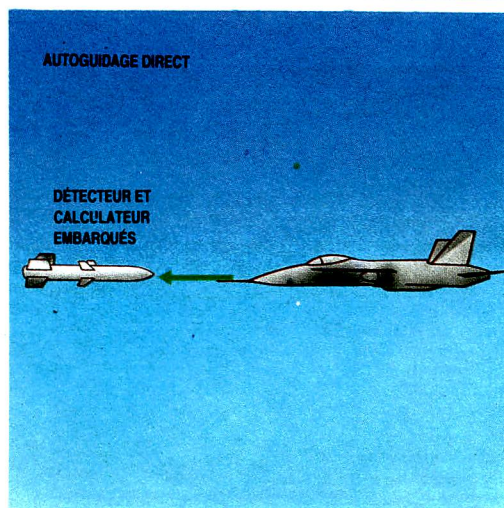
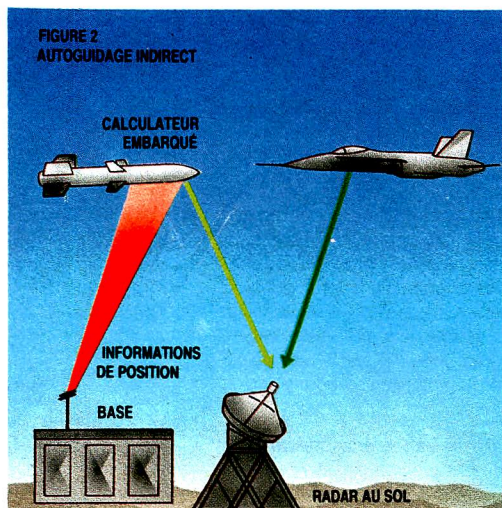
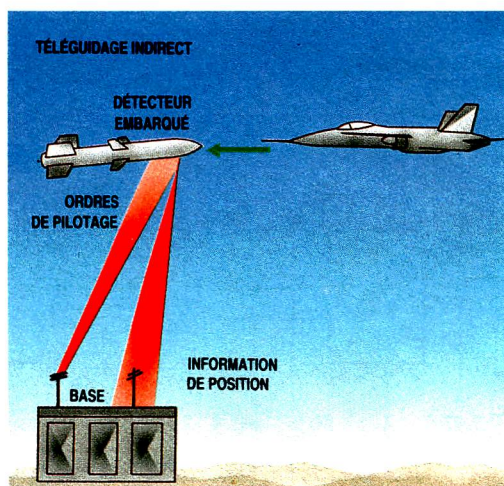
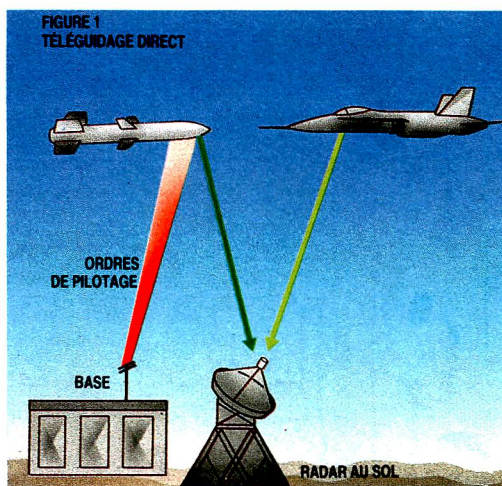
— suivant la taille (en fait, la masse) et la portée : anti-chars (1-6 km), tactiques (10-200 km), balistiques de portée moyenne (moins de 1 200 km) intermédiaire (jusqu'à 10 000 km) ou continentale (plus de 10 000 km)

— suivant le type de propulsion : turboréacteur, statoréacteur (de plus en plus à la mode), fusée à ergols liquides, solides, voire une combinaison des deux (lithergols)

— suivant le type de guidage utilisé : téléguidage, autoguidage, direct, indirect, actif, semi-actif.

Il y en a donc de toutes les couleurs et pour tous les goûts ; pour tous les prix aussi. Notre article s'intéressant plus particulièrement au guidage, une petite liste descriptive des différentes formules utilisées n'est pas inutile :

On parle de téléguidage si, comme le nom l'indique, les ordres à envoyer aux servomoteurs du missile, pour lui faire accomplir sa trajectoire, sont élaborés à l'extérieur (dans la base de lancement par exemple). Le téléguidage est direct lorsque l'appréciation des positions du missile et du but est faite à partir de la base.





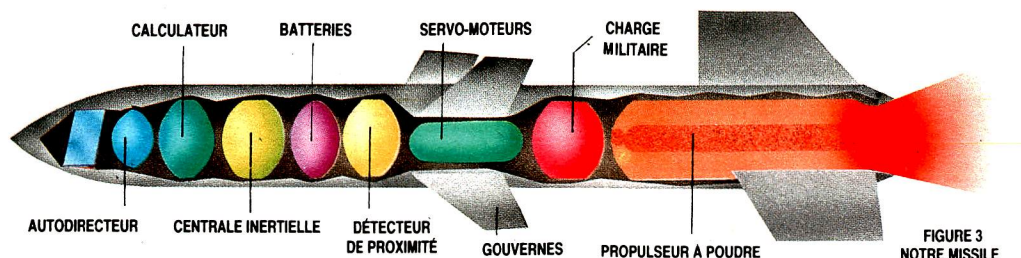


FIGURE 3  
NOTRE MISSILE

Inconvénient : lorsque le missile rejoint le but, l'erreur relative est importante, d'où l'imprécision de guidage. Le téléguidage est indirect si c'est le missile qui envoie la position relative du but par rapport à lui. Par ailleurs, les ordres lui sont transmis de la même façon (**Fig. 1**).

Dans le cas de l'autoguidage, c'est à bord de l'engin lui-même que sont calculées les consignes de manœuvre. L'autoguidage est indirect si, toutefois, le missile s'aide de dispositifs extérieurs pour connaître sa position par rapport à la cible. Dans le cas de l'autoguidage direct, par contre, le missile est autonome et son autodirecteur est capable de se débrouiller tout seul pour le diriger (**Fig. 2**). Terminons cependant par une dernière distinction faite dans ce cas, à l'aide de trois exemples.

Dans le premier, l'autodirecteur est à infrarouge, c'est-à-dire qu'il capte le rayonnement thermique émis par la cible qu'il poursuit : il s'agit d'un autodirecteur passif.

Dans le second cas, l'avion lanceur "illumine" la cible avec son radar durant le temps de vol du missile, et ce dernier reçoit le rayonnement réfléchi par la cible, ce qui lui permet de la situer : l'autodirecteur est dit semi-actif.

Dans le dernier cas, c'est l'autodirecteur lui-même qui génère les impulsions radar destinées à détecter l'avion ennemi : il est actif.

La **Fig. 3** montre la structure d'un missile air-air à autoguidage direct et à guidage actif, du type "fire and forget" — "tire et oublie".

Afin de ne nommer personne, nous avons en quelque sorte inventé un engin pour les besoins de notre article. Il s'agit en l'occurrence d'un missile de portée moyenne, pesant 250 kg, avec une voilure cruciforme de type canard, dont l'aire en plan mesure 0,9 m<sup>2</sup>. Son propulseur est du type solide, pour sa facilité de mise en œuvre, ce qui est primordial en combat aérien. Pour simplifier, nous n'avons pas adjoint de propulseur

d'accélération, et le bloc de poudre de 130 kg qui emplit la moitié arrière se consume avec un débit de 10 kg/s ce qui implique, les gaz étant éjectés à la vitesse de 2 800 m/s, une poussée théorique de 28 000 newtons (sensiblement, 2,8 tonnes) pendant 13 secondes. Toutefois, les gaz ne sortent pas tout-à-fait parallèlement de la tuyère et la divergence du jet diminue cette poussée de 5 %.

Venons-en maintenant aux caractéristiques aérodynamiques de l'ensemble, que nous avons rapportées à la voilure. Cela signifie que nous prenons pour surface de référence,  $S$ , celle de la voilure en plan, prolongée "à travers" le missile, et qui est hachurée sur la figure.

Dans ces conditions nous pouvons maintenant aborder la description des coefficients, en nous appuyant sur la **fig. 4**, laquelle utilise comme système d'axes de référence le repère aérodynamique lié au missile, c'est-à-dire ayant pour origine le centre de gravité de l'appareil, les deux axes étant orientés respectivement parallèlement et perpendiculairement à la vitesse.

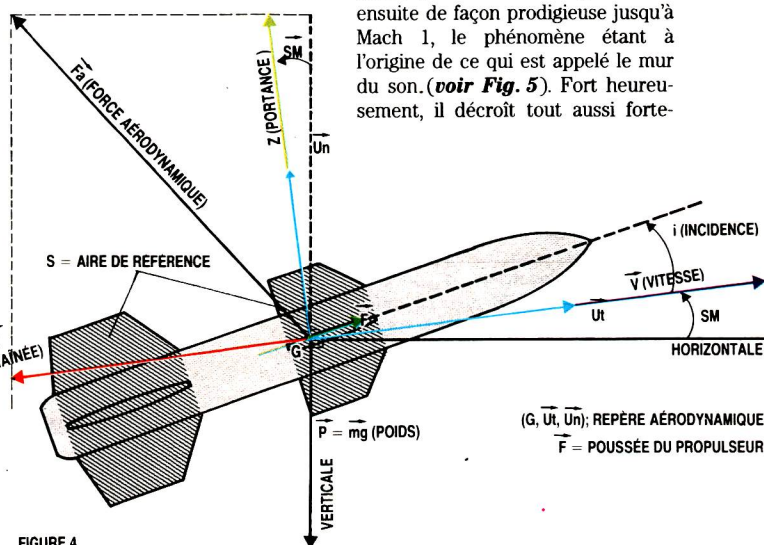


FIGURE 4

C'est dans ce repère que seront exprimées les équations de la dynamique faisant intervenir les différentes forces (aérodynamique, propulsive et gravitationnelle) qui s'appliquent sur notre engin.

Commençons par l'aérodynamique. Toujours par souci de simplification, notre plus grosse approximation consistera à négliger l'influence du braquage des gouvernes ou, si l'on veut, à intégrer leurs effets dans le coefficient de portance  $C_z$ . Négligés aussi, les temps de réponse des servomoteurs, le taux de roulis du missile, ses modes vibratoires propres, le moment résultant des forces aérodynamiques et autres oscillations de Schüller : c'est un Apple, et non un Vax que nous utilisons !

Commençons par le  $C_x$ , mieux connu. Tout le monde sait qu'il s'agit du coefficient de forme, et que la traînée de l'engin y est directement proportionnelle. Ce qui est moins connu, c'est qu'il dépend du nombre de Mach, c'est-à-dire du rapport de la vitesse de l'engin à celle du son.

Le  $C_x$  reste relativement constant jusqu'aux alentours de Mach 0.7 (donc pour une Ferrari), et croît ensuite de façon prodigieuse jusqu'à Mach 1, le phénomène étant à l'origine de ce qui est appelé le mur du son. (**voir Fig. 5**). Fort heureusement, il décroît tout aussi forte-

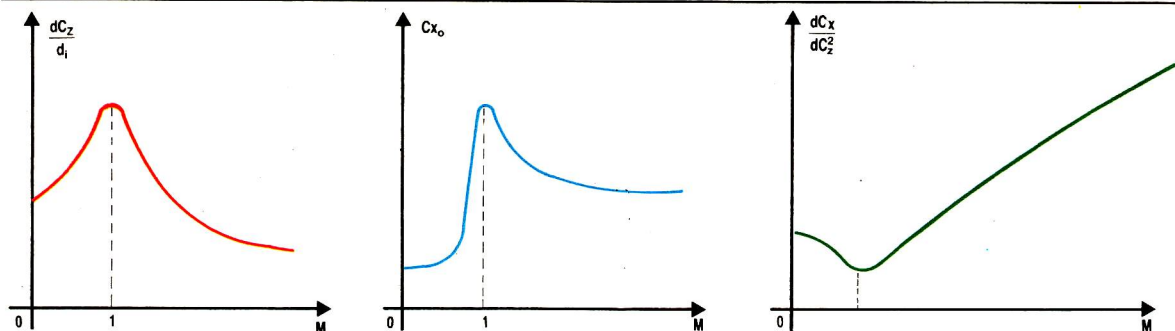


FIGURE 5

TABLEAU F1

M	0	0,7	1	1,5	4	10
$\frac{dCz}{di}$	6,5	7,5	10	6,5	2,5	2

TABLEAU F2

M	0	0,6	0,85	1,05	4	10
$C_{xo}$	0,032	0,032	0,04	0,11	0,088	0,08

TABLEAU F3

M	0	0,6	1	4	10
$\frac{dCx}{d(Cz^2)}$	0,3	0,3	0,22	0,8	1,8

ment au-delà, autrement Concorde, qui vole à Mach 2, n'aurait pas vu le jour. Une dernière remarque, pour signaler que la vitesse du son varie avec la température, car elle est proportionnelle à la racine carrée de cette dernière.

Or la température décroît régulièrement du sol jusqu'aux couches les plus élevées habituellement fréquentées par les chasseurs. Nous en avons donc tenu compte dans le programme, ainsi que de la densité de l'air et la pression atmosphérique, qui décroissent également à mesure que l'on s'élève.

Citons maintenant l'incidence  $i$ : il s'agit de l'angle de la vitesse de l'engin avec l'axe longitudinal. Comme pour les avions, la portance  $Cz$  croît avec l'incidence. La différence, c'est que notre missile étant symétrique,  $Cz$  vaut 0 pour  $i$  nul.

Par ailleurs,  $Cz$  est proportionnel à  $i$ , le facteur de proportionnalité  $\frac{dCz}{di}$  dépendant du Mach. Finalement, le  $Cx$  est la somme de deux termes: un terme  $C_{xo}$ , dépendant uniquement du Mach, qui est le  $Cx$  de l'engin quand  $i$  est nul; et un terme  $K.Cz^2$  qui fait

intervenir la portance, car l'on conçoit aisément que si  $i$  croît, le coefficient de forme et la surface frontale offerte à la vitesse de l'air augmentent.  $K$ , aussi, varie en fonction du Mach. La force de propulsion est tout simplement orientée suivant l'axe de l'engin, pas de problème donc de ce côté.

La force gravitationnelle est constamment dirigée suivant la verticale descendante mais son intensité diminue pendant les 13 premières secondes étant donné l'allègement du missile du fait de la combustion de son ergol.

Ceci étant fait, nous avons besoin d'un autre repère plus classique, relié à la Terre, pour suivre les évolutions de l'engin, et calculer à tout instant sa vitesse et sa position (Fig. 6).

Pour ce calcul, nous avons pensé à l'algorithme de Runge-Kutta, décrit dans le numéro de mars 85 de *S & V*, et qui aurait trouvé là un exemple idéal d'application. Mais la nature des équations est trop complexe pour notre micro, dont le temps de calcul s'allongerait beaucoup.

Les incréments de vitesse et de position seront donc obtenus classiquement à partir de l'accélération et de la vitesse respectivement, après multiplication par le pas de calcul, unité élémentaire de temps que nous

avons évalué ici à 0,2 s.

Voici maintenant le plus intéressant: le choix du mode de guidage. Nous n'en citerons que trois possibles, le dernier seul étant retenu.

— la méthode de poursuite pure (Fig. 7) consiste à aligner la vitesse du missile sur la direction actuelle du but. Ce procédé est relativement rudimentaire, et d'ailleurs on démontre que lorsque la vitesse du missile dépasse deux fois celle de la cible, cas fréquent, l'interception est impossible. Dans le cas contraire, la trajectoire que décrit le missile est appelée scopodromie en termes savants mais est plus connue sous le nom de "courbe du chien" car elle est censée illustrer les évolutions d'un dogue courant après son maître.

— La méthode de collision (fig. 8) consiste à diriger la vitesse du missile vers l'emplacement futur de l'objectif. Plus évoluée, elle ne comporte pas moins des limitations, notamment lorsque le rapport de vitesses est voisin de 1, surtout si but et engin évoluent en sens opposés.

— La méthode de navigation proportionnelle est très répandue: elle consiste à faire tourner la vitesse du missile avec un taux de rotation proportionnel au taux de rotation de la droite missile-but. La procédure est donc simple mais le facteur de proportionnalité,  $A$ , doit être judicieuse-

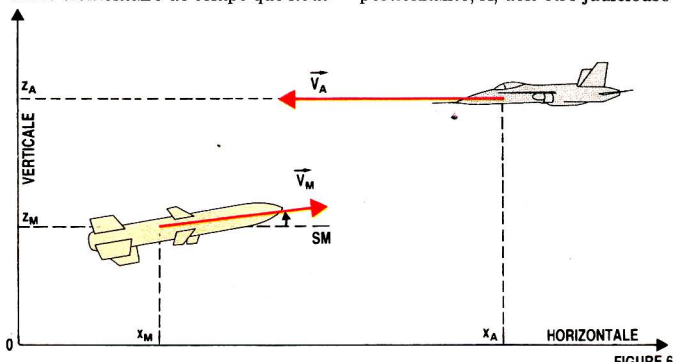


FIGURE 6





Si, après 60 secondes, l'objectif n'a pas été atteint, et pour éviter tout risque d'accident au sol, une explosion de sécurité aura lieu. Nous avons fixé le volume létal entourant le missile à une sphère de 20 m de rayon, où la cible sera détruite par l'explosion.

Pour les objecteurs de conscience, les pacifistes et autres âmes sensibles, il est toujours possible de remplacer à volonté les 25 kg de la charge de fragmentation par des confettis ou des tracts!

Quant à l'hostile, son programme est simple : dès le départ du missile de son avion lanceur, il effectuera à votre choix des dérobades dans un sens ou dans l'autre, avec des accélérations latérales de  $8g$  (!), donc à la limite du supportable, aussi bien par sa structure que pour le pilote qui, ne l'oublions pas, se trouve à ses commandes. Dans ces conditions, on peut parler de "la solitude du pilote de chasse", avec un missile qui le poursuit dans les hautes couches azurées de l'atmosphère! Rappelons d'ailleurs que si une accélération positive de  $8g$  vers le haut est concevable, elle ne l'est plus lorsqu'elle est dirigée vers le bas. Dans le premier cas, le pilote, mi-assis, mi-allongé dans son cockpit est profondément tassé dans son siège. Son sang reflue vers les jambes et il risque fort, le cerveau n'étant pas assez irrigué, de subir le "voile noir". Mais l'autre cas est bien pire car très mal supporté par l'organisme (et par l'avion) : le sang gicle à la tête et le "voile rouge" est assuré. Nous supposons donc que si l'avion amorce sa descente, il aura au préalable effectué un demi-tonneau de façon à se trouver en vol sur le dos avant d'initier sa manœuvre à  $8g$ . C'est, précisons-le, la procédure couramment utilisée par les avions attaquant les objectifs au sol : un premier demi-tonneau pour amener l'avion en vol-dos, une ressource vers le bas dirigeant la trajectoire sur l'objectif, immédiatement suivie d'un deuxième demi-tonneau pour ramener l'avion dans les conditions aptes à l'attaque.

### Utilisation du programme.

Pratiquement, vous aurez à entrer les paramètres suivants à l'instant  $T = 0$  du largage : altitude de l'hostile et de l'avion porteur, pente de la trajectoire suivie par ce dernier, la distance séparant les abscisses des deux antagonistes. Le micro calculera lui-même les vitesses initiales, en

```

10 REM PROGRAMME DE SIMULATION DE LA POURSUITE D'UN CHASSEUR PAR UN MI
    SSILE GUIDE AU MOYEN DE LA NAVIGATION PROPORTIONNELLE
20 REM
30 HOME : TEXT : VTAB 5: PRINT "SIMULATION DE LA POURSUITE D'UN CHASSEU
    R PAR UN MISSILE DANS LE PLAN VERTICAL": PRINT : INPUT "DONNEZ L'ALT
    ITUDE DE L'AVION (M):";ZA: PRINT : INPUT "DONNEZ L'ALTITUDE DU MISSI
    LE (M):";ZM
40 PRINT : INPUT "ECART ENTRE LES ABCISSES DES DEUX AERONEFS (M) ? ";X
    A
50 PRINT : INPUT "LES DEUX AERONEFS VOLENT-ILS DANS LE MEME SENS ? (O/N
    )";R#
60 PRINT : INPUT "ENTREZ LA CONSTANTE A DE LA NAVIGATION PROPORTIONNELL
    E ";A: PRINT : INPUT "PENTE INITIALE DU MISSILE (DEG) ? ";PENTE
70 DIM F(2,6),F2(2,6),F3(2,5),THETA(3)
90 REM
100 REM DEBUT DU CALCUL:INITIALISATIONS
110 REM
120 GOSUB 2000
130 REM
140 REM DEBUT DE LA BOUCLE: CALCUL DE L'INCIDENCE I DU MISSILE
150 REM
160 GOSUB 500
170 REM
180 REM CALCUL DES PARAMETRES DU MISSILE
190 REM
200 GOSUB 700
210 REM
220 REM CALCUL DES PARAMETRES DE L'AVION
230 REM
240 GOSUB 1000
250 REM
260 REM ETUDE DE L'INTERCEPTION
270 REM
280 GOSUB 1200
290 REM
300 REM TRACE DES EVOLUTIONS
310 REM
320 GOSUB 1500
330 GOTO 140
500 REM
510 REM CALCUL DE L'INCIDENCE DU MISSILE
520 REM
530 F = 0
540 IF T < 13 THEN F = Q * WS * EF
550 IF T < 1 THEN I = 0: RETURN
560 K = 2
570 IF MM > F(1,K) THEN K = K + 1: GOTO 570
580 C1 = F(2,K - 1) + (F(2,K) - F(2,K - 1)) / (F(1,K) - F(1,K - 1))
    * (MM - F(1,K - 1))
590 TT = THETA(3) - THETA(1)
600 I = M * (VM * A * TT / DT + G * COS(SM)) / (F + 0.5 * RD * S *
    VM * VM * C1): IF ABS(I) > 0.3 THEN I = SIGN(I) * 0.3
610 RETURN
700 REM
710 REM CALCUL DES PARAMETRES DU MISSILE
720 K = 2
730 IF MM > F2(1,K) THEN K = K + 1: GOTO 730
740 C2 = F2(2,K - 1) + (F2(2,K) - F2(2,K - 1)) * (MM - F2(1,K - 1)) / (F
    2(1,K) - F2(1,K - 1))
750 K = 2
760 IF MM > F3(1,K) THEN K = K + 1: GOTO 760
770 C3 = F3(2,K - 1) + (F3(2,K) - F3(2,K - 1)) * (MM - F3(1,K - 1)) / (F
    3(1,K) - F3(1,K - 1))
780 C2 = I * C1: C3 = C2 + C3 * C2
790 IF T < 13 THEN M = M - DT * Q
800 GG = 0.5 * RD * S * VM * VM: G1 = (F * COS(I) - GG * CX) / M - G *
    SIN(SM)
810 G2 = (F * SIN(I) + GG * C2) / M - G * COS(SM)
820 G3 = G1 * COS(SM) - G2 * SIN(SM)
830 G4 = G1 * SIN(SM) + G2 * COS(SM)
840 VX = VX + G3 * DT: VZ = VZ + G4 * DT
850 ZM = ZM + VZ * DT: XM = XM + VX * DT: IF ZM < 0 THEN GOTO 930
860 VM = SQR(VX * VX + VZ * VZ)
870 TM = 288.15 - 0.0065 * ZM: AS = SQR(TM * 401.8): IM = VM / AS: PR = 1
    01325 * (1 - 2254E - 8 * ZM) * 5.26: RO = PR / TM / 287
880 SM = ATN(VZ / VX): IF VX < 0 THEN SM = SM + PI
890 T = T + DT: T = INT(.5 + 10 * T) / 10
900 IF T < 60 THEN RETURN
910 VTAB 24: HTAB 1: PRINT "EXPLOSION DE SECURITE APRES 60 S"
920 END
930 VTAB 23: HTAB 1: PRINT "LE MISSILE A PERCUTE LE SOL"
940 END
1000 REM
1010 REM CALCUL DES PARAMETRES DE L'AVION
1020 REM
1030 IF C < 0 THEN GOTO 1090
1035 IF R# = "A" THEN GOTO 1070
1040 VTAB 23: HTAB 1: PRINT FF#;: VTAB 23: HTAB 1: PRINT "ENTREZ L'EVOL
    UTION DE L'AVION-CIBLE ";: GET R#: VTAB 23: HTAB 1: PRINT FF#;
1050 IF R# = "I" THEN SR = 1: GOTO 1080
1055 IF R# = "R" THEN SR = 0: GOTO 1080
1060 IF R# = "D" THEN SR = -1: GOTO 1080
1070 SR = INT(RND(VA) + 0.5) * 2 - 1
1080 C = 20
1090 XR = -80 * SIN(AA) * SR: ZR = 80 * COS(AA) * SR
1100 WX = WX + XR * DT: WZ = WZ + ZR * DT
1110 AA = ATN(WZ / WX) * DT: IF WX < 0 THEN AA = AA + PI
1120 XA = XA + WX * DT: ZA = ZA + WZ * DT
1130 THETA(1) = THETA(2): THETA(2) = THETA(3)
1140 DZ = ZM - ZA: DX = XM - XA: HETA = ATN(DZ / DX): IF DX > 0 THEN HET
    A = HETA + PI: IF ABS(HETA - THETA(1)) > PI / 2 THEN THETA(1) = TH
    ETA(1) + PI
1150 THETA(3) = HETA

```



```

1170 C = C - 1: D = SQR (DX * DX + DZ * DZ)
1180 IF ZA > 0 THEN RETURN
1190 VTAB 23: HTAB 3: PRINT "L'AVION A PERCUTE LE SOL"
1195 END
1200 REM
1210 REM ETUDE DE L'INTERCEPTION
1220 REM
1230 XD = VX - WX: ZD = VZ - WZ
1240 IF (DT * SQR (ZD * ZD + XD * XD) + DL) < D THEN RETURN
1250 P1 = DX:P2 = DZ:P3 = P1 + XD:DT:P4 = P2 + ZD:DT:P5 = P4 - P2:P6
    = P1 - P3
1260 KD = (P1 * P4 - P2 * P3) / (P5 * P5 + P6 * P6)
1270 P7 = KD * P5:P8 = KD * P6
1280 SS = SQR (P7 * P7 + P8 * P8): SS = INT (SS + 0.5): IF SS > DL OR (
    (P7 - P1) * (P7 - P3) + (P8 - P2) * (P8 - P4)) > 0 THEN RETURN
1290 VTAB 22: PRINT FF$: VTAB 22: HTAB 1: PRINT "DESTRUCTION DE L'OBJE
    CTIF PAR UNE ": VTAB 23: HTAB 1: PRINT FF$: VTAB 23: HTAB 1: PRINT
    "EXPLOSION A "; SS: " M": BB = 1
1300 RETURN
1500 REM
1510 REM TRACE DES EVOLUTIONS
1520 REM
1530 GOTO 1470
1550 PRINT "X="; XM: "Y="; YM: "Z="; ZM: "XA="; XA: "ZA="; ZA
1570 PRINT "VX="; VX: "VZ="; VZ: "WX="; WX: "WZ="; WZ
1590 PRINT "THETA="; HETA: "TT="; TT: "SR="; SR
1600 PRINT "G1="; G1: "G2="; G2: "G3="; G3: "G4="; G4
1610 PRINT "SM="; SM: "I="; I: "H="; H: "UM="; UM: "T="; T: "D="
    ; D
1470 IF BB = 1 THEN GOTO 1700
1680 VTAB 22: HTAB 1: PRINT FF$: VTAB 22: HTAB 1: PRINT "A "; T: " S ";
    "DIST="; I0 * INT (D / 10 + 0.5): " M:"
1690 VTAB 23: HTAB 1: PRINT FF$: VTAB 23: HTAB 1: PRINT "MACH MISSILE="
    ; INT (MM * 10 + 0.5) / 10:
1700 L5 = 140 + R3 * (XM - S1): L6 = 80 - R3 * (ZM - S2): L7 = 140 + R3 *
    (XA - S1): L8 = 80 - R3 * (ZA - S2)
1710 IF ABS (139 - L5) > 139 OR ABS (139 - L7) > 139 OR ABS (79 - L6
    ) > 79 OR ABS (79 - L8) > 79 THEN GOTO 1750
1720 HPLLOT L1, L2 TO L5, L6: HPLLOT L3, L4 TO L7, L8
1730 L1 = L5: L2 = L6: L3 = L7: L4 = L8
1740 GOTO 1760
1750 GOSUB 2300
1760 IF BB = 0 THEN RETURN
1770 END
2000 REM
2010 REM INITIALISATIONS
2020 REM
2025 M = 250: Q = 10: WS = 2800: EF = 0.95: S = 0.9: DT = 0.2: DL = 20: PI = 3.
    1416: G = 9.81
2030 T = 0: XM = 0: VM = ZM / 100 + 300: VA = ZA / 100 + 300: BB = 0
2040 SM = PENTE / 180 * PI: TM = 288.15 - 0.0045 * ZM: AS = SQR (TM * 401
    .8): HM = VM / AS: PR = 101325 * (1 - 2254E - 8 * ZM) * 5.26: RO = PR /
    TM / 287
2050 AA = 0: IF R# = "N" THEN AA = PI
2060 VX = VM * COS (SM): VZ = VM * SIN (SM): WX = VA * COS (AA): WZ = 0
2080 FOR K = 1 TO 2
2090 FOR J = 1 TO 6
2100 READ F1(K, J)
2110 NEXT J
2120 NEXT K
2130 FOR K = 1 TO 2
2140 FOR J = 1 TO 6
2150 READ F2(K, J)
2160 NEXT J
2170 NEXT K
2180 FOR K = 1 TO 2
2190 FOR J = 1 TO 5
2200 READ F3(K, J)
2210 NEXT J
2220 NEXT K
2222 FF$ = " "
2224 FOR K = 1 TO 78
2226 FF$ = FF$ + " "
2228 NEXT K
2230 DATA 0,0.7,1,1.5,4,10,6.5,7.5,10,6.5,2.5,2,0,0.6,0.85,1.05,4,10,0
    .032,0.032,0.04,0.11,0.088,0.08,0.06,1.4,10,0.3,0.3,0.22,0.8,1.8
2240 DX = XM - XA: DZ = ZM - ZA
2242 IF DX = 0 THEN DX = - 1E - 5
2245 HETA = ATN (DZ / DX): IF DX > 0 THEN HETA = HETA + PI
2250 THETA(3) = HETA
2260 GOSUB 2300
2270 RETURN
2300 REM
2310 REM MISE EN PLACE DU DECOR
2320 REM
2325 C1$ = "MISSILE": C2$ = "AVION"
2330 IF DX = 0 THEN DX = 1E - 4
2340 IF DZ = 0 THEN DZ = 1E - 4
2350 R1 = 280 / ABS (DX): R2 = 160 / ABS (DZ): R3 = R1 / 2: IF R2 < R1 THEN
    R3 = R2 / 2
2355 IF R3 > 0.07 THEN R3 = 0.07
2360 R4 = 80 / R3: R5 = 10 * (INT (LOG (R4) / LOG (10))) : R6 = R5 * INT
    (R4 / R5 + 1E - 3): R7 = R4 * R3: R8 = INT (R4 + 0.5)
2370 HGR = HCOLOR= 3: HPLLOT 90, 159 TO 90 + R7, 159: HPLLOT 90, 155 TO 90, 1
    59: HPLLOT 90 + R7, 155 TO 90 + R7, 159: VTAB 21: IF DX < 0 THEN C3$ =
    C1$: C1$ = C2$: C2$ = C3$
2375 VTAB 21: PRINT FF$: VTAB 21: PRINT C2$: HTAB 15: PRINT R6: " M": HTAB
    31: PRINT C1$
2380 S1 = (XA + XM) / 2: S2 = (ZA + ZM) / 2
2390 L1 = 140 + R3 * (XM - S1): L2 = 80 - R3 * (ZM - S2): L3 = 140 + R3 *
    (XA - S1): L4 = 80 - R3 * (ZA - S2)
2400 HPLLOT L1, L2: HPLLOT L3, L4
2410 RETURN

```

fonction de l'altitude: de Mach 1 à très basse altitude, à Mach 2 pour 20 000 m environ. A entrer également le sens de vol de l'hostile, étant entendu que le missile partira vers la droite, et enfin la constante, A, de la navigation proportionnelle.

Après avoir planté le décor, et indiqué une échelle au bas de l'écran, le micro vous demandera toutes les 4 secondes (temps simulé !) l'évolution souhaitée de la cible. Tapez alors :

— "D" pour une manœuvre dans le sens direct des aiguilles d'une montre

— "I" pour une manœuvre dans le sens contraire (indirect)

— "R" pour une trajectoire momentanément rectiligne

— "A", pour des évolutions aléatoires à  $\pm 8$  g.

Dès que l'un des deux aéronefs dépassera les limites de l'écran, un recentrage sera effectué avec éventuellement un changement d'échelle. Si l'un des deux touche le sol, le programme s'arrêtera, bien entendu.

Le langage Applesoft de notre calculateur ne permet pas l'inscription de caractères sur les graphiques: les mentions "missile" et "avion" sont donc portées au bas de la page, chacune du bon côté.

Le calcul s'effectuera de proche en proche toutes les 0,2 seconde et il va sans dire que la vitesse de notre machine ne permet pas le temps réel: le rapport temps de calcul/ temps simulé dépasse 8.

### Formulation.

Tous les calculs sont effectués dans le système international d'unités.

### 1) Initialisation

masse initiale =  $M = 250$  kg  
débit massique =  $Q = 10$  kg/s  
vitesse d'éjection des gaz =  $WS = 2800$  m/s

coefficient d'efficacité de la tuyère =  $EF = 0.95$

surface alaire =  $S = 0.9$  m<sup>2</sup>

DL = distance létale = 20 m

DT = pas de calcul = 0,2 s

T = temps écoulé = 0

coordonnées du missile: (XM, ZM)  
avec XM = 0

vitesse initiale du missile: (VX, VZ)  
avec:

$VX = VM \cdot \cos(PE)$

$VZ = VM \cdot \sin(PE)$ , où

PE = pente initiale de la trajectoire en radians

VM = vitesse du missile = 330 + ZM/100

coordonnées de l'avion: (XA, ZA)

vitesse initiale: (WX, WZ), avec:

$WX = VA \cdot \cos(AA)$   
 $WZ = VA \cdot \sin(AA)$  où  
 $VA = 330 + ZA/100$   
 $AA = \text{angle initial de la vitesse de l'avion}$   
 $AA = 0$  si les deux aéronefs volent dans le même sens,  $\pi$  sinon (3,1416)  
 $SM = \text{angle initial de la vitesse du missile} = PE$   
 $TM = 288.15 - 0.0065 ZM$  (en Kelvin)  
 $\text{vitesse locale du son} = AS = \sqrt{401.8 TM}$   
 $\text{nombre de Mach} = MM = VM/AS$   
 $\text{pression atmosphérique} = PR = 101325 (1 - 2256 \cdot 10^{-8} ZM)^{5.26}$  (en pascals)  
 $\text{masse volumique de l'air} = RO = PR/TM/287$   
 $DX = XM - XA$   
 $DZ = ZM - ZA$   
 $\theta = \arctg(DZ/DX)$   
 si  $DX > 0$  faire  $\theta = \theta + \pi$   
 $THETA(3) = \theta$

## 2) Calcul de l'incidence i du missile

- si  $T < 13$ ,  $F = \text{poussée du missile} = Q \cdot WSEF$
- si  $T \geq 13$ ,  $F = 0$
- si  $T < 1$ ,  $i = 0$ : aller en 3)
- si  $T \geq 1$ , calculer  $C_1 = F_1(MM)$  par interpolation linéaire

La méthode à suivre est alors la suivante:  $MM$  étant compris entre  $MM_1$  et  $MM_2$ ,  $F_1(MM)$  est obtenu en effectuant

$$F_1(MM_i) + (MM - MM_i) \times \frac{(F_1(MM_2) - F_1(MM_1))}{MM_2 - MM_1}$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{THETA(3) - THETA(1)}{2 DT}$$

(moyenne sur deux cycles)

$$i = M \cdot \frac{(VM \cdot \frac{d\theta}{dt} + G \cdot \cos(SM))}{F + \frac{1}{2} RO \cdot S \cdot VM \cdot C_1}$$

limiter  $i$  à  $\pm 0.3$  radian

## 3) Calcul des paramètres du missile

Calculer  $C_2 = F_2(MM)$  et  $C_3 = F_3(MM)$  par interpolation linéaire  
 $CZ = C_1 i$

$$CX = C_2 + C_3 CZ^2$$

$$\text{si } T < 13, M = M - D \cdot T \cdot Q$$

$$GG = 1/2 RO \cdot S \cdot VM^2$$

accélération dans le repère aérodynamique:

$$G_1 = (F \cdot \cos(i) - GG \cdot CX)/M - G \cdot \sin(SM)$$

$$G_2 = (F \cdot \sin(i) + GG \cdot CZ)/M - G \cdot \cos(SM)$$

accélération dans le repère lié à la Terre:

$$G_3 = G_1 \cdot \cos(SM) - G_2 \cdot \sin(SM)$$

$$G_4 = G_1 \cdot \sin(SM) + G_2 \cdot \cos(SM)$$

nouvelle vitesse du missile:

$$VX = VX + G_3 \cdot DT$$

$$VZ = VZ + G_4 \cdot DT$$

$$VM = \sqrt{VX^2 + VZ^2}$$

nouvelle position du missile:

$$ZM = ZM + VZ \cdot DT$$

$$XM = XM + VX \cdot DT$$

calcul des paramètres atmosphériques et du Mach:

$$TM = 288.15 - 0.0065 ZM$$

$$AS = \sqrt{401.8 TM}$$

$$MM = VM/AS$$

$$PR = 101325 (1 - 2256 \cdot 10^{-8} ZM)^{5.26}$$

$$RO = PR/TM/287$$

$$SM = \arctg(VZ/VX); \text{ si } VX < 0, \text{ faire}$$

$$SM = SM + \pi$$

$$T = T + DT$$

## 4) Calcul des paramètres de l'avion

choisir le sens de rotation de l'avion  
 $SR = -1$  si rotation dans le sens des aiguilles d'une montre

$SR = 1$  dans le cas contraire

$SR = 0$  si maintien de pente

accélération de l'avion:

$$XR = -80 \cdot SR \cdot \sin(AA)$$

$$ZR = 80 \cdot SR \cdot \cos(AA)$$

vitesse de l'avion

$$WX = WX + XR \cdot DT$$

$$WZ = WZ + ZR \cdot DT$$

$$AA = (\arctg(WZ/WX)); \text{ si } WX < 0$$

$$\text{faire } AA = AA + \pi$$

position de l'avion:

$$XA = XA + WX \cdot DT$$

$$ZA = ZA + WZ \cdot DT$$

$$\text{faire } THETA(1) = THETA(2) \text{ et}$$

$$THETA(2) = THETA(3)$$

calcul de la distance missile-but et de l'angle missile-but avec l'horizontale:

$$DZ = ZM - ZA, DX = XM - XA$$

$$\theta = \arctg(DZ/DX); \text{ si } DX > 0 \text{ faire } \theta = \theta + \pi$$

$$\text{si } |\theta - THETA(1)| > \frac{\pi}{2}, \text{ faire}$$

$$THETA(1) = THETA(1) + \pi.$$

$$THETA(3) = \theta$$

$$D = \text{distance missile-but} = \sqrt{DX^2 + DZ^2}$$

## 5) Etude de l'interception (voir fig. 10)

calcul de la différence des vitesses:  
 $XD = VX - WX, ZD = VZ - WZ$   
 (coordonnées de  $\vec{VM} - \vec{VA}$ )

si  $DL + DT \cdot \sqrt{ZD^2 + XD^2} \leq D$ , aller en 2) (pas d'interception)

coordonnées du point A:  $P_1 = DX, P_2 = DZ$

coordonnées du point B:

$$P_3 = P_1 + XD \cdot DT$$

$$P_4 = P_2 + ZD \cdot DT$$

coordonnées du vecteur  $\vec{U}$ :

$$P_5 = P_4 - P_2,$$

$$P_6 = P_1 - P_3$$

$$KD = (P_1 P_4 - P_2 P_3) / (P_5^2 + P_6^2)$$

coordonnées du point C:

$$P_7 = KD \cdot P_5, P_8 = KD \cdot P_6$$

si  $\sqrt{P_7^2 + P_8^2} \geq DL$ , aller en 2) (pas d'interception)

$$CA \cdot CB = (P_7 - P_1) (P_8 - P_2) + (P_7 - P_3) (P_8 - P_4)$$

• si  $CA \cdot CB > 0$  aller en 2) (pas de collision)

• si  $CA \cdot CB \leq 0$  l'interception est réussie: fin du programme.

## Notes concernant le programme pour Apple IIc

Ce mois-ci nous avons adopté une structure modulaire par sous-programmes. Les lignes 100 à 510 qui suivent la présentation à l'écran montrent l'enchaînement de ces modules. Ceci dit, l'ordre des calculs est quasiment le même que dans la formulation et il n'est pas utile de le rappeler. Nous formulerons seulement quelques remarques sur la partie graphique.

Ainsi, lors de l'initialisation et plus tard après chaque recadrage des trajectoires, un appel est fait au sous-programme débutant à la ligne 2300, qui place les avions sur la toile de fond et calcule les diverses échelles. Rappelons à ce propos que les coordonnées de l'écran vont de 0 à 279 en x et de 0 à 159 en y. Par ailleurs nous avons dû utiliser un subterfuge pour éviter l'effacement de la première ligne de commentaires par les messages suivantes: faire imprimer 80 caractères blancs (au moyen de la variable FF\$) sur la ligne qui nous intéresse avant d'y écrire le message au moyen d'un VTAB. Ainsi, aucune ligne ne se déplace vers le haut, et la première reste toujours visible.

Les amateurs de chiffres pourront enlever la ligne 1530 et l'instruction HGR de la ligne 2370: ils verront alors défiler la liste des variables, ceci afin d'étudier plus finement les phénomènes. Bien sûr, dans ce cas il n'y aura plus de tracé de courbe!

Pour prendre un exemple de simulation, nous conseillons de choisir les paramètres initiaux dans les domaines suivants:

- Altitudes entre 0 et 30 000 m
- distance entre abscisses comprises entre 0 et 40 000 m
- A compris entre 1,5 et 5
- pente initiale entre  $-30^\circ$  et  $30^\circ$

A vous de choisir, après essais, la valeur de A. Si ce choix est positif et les conditions initiales réalistes, le pilote de l'avion-cible aura du souci à se faire.

Daniel FERRO  $\Delta$



## CHO SAIT AUSSI JOUER L'INFLUENCE

**K**obayashi mène par 3-1 et il lui manque une seule partie pour gagner.

**Diagramme 1.** La combinaison du coin sud-est avec le coup 9 est une de ses favorites et Cho n'est pas pris au dépourvu (il n'a dépensé en tout qu'une seule minute jusqu'au coup 10 inclus). Il opte ensuite résolument pour l'influence en capturant la pierre de coupe 13 avec 18 et 20, et continue avec 22. Après le *Joseki* 23-28, le noir prend un troisième coin avec 29.

Ce coup a été critiqué, l'approche en "a" étant plus naturelle (suivie de blanc 51 et noir 41). Après 30, le *Moyo* blanc devient menaçant.

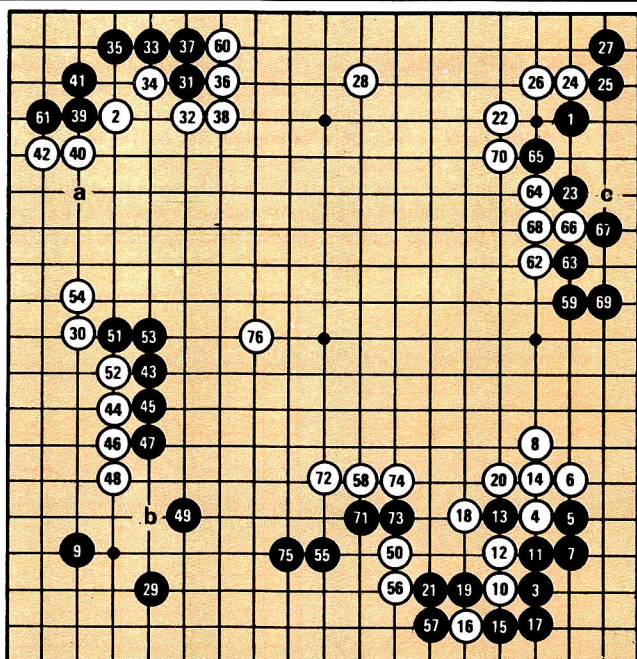
A l'approche en 31, Cho répond par le *Tsuke* en 32 : très bon coup selon les commentateurs ; la suite 33-34 est une innovation. Après 42, le noir a pris un quatrième coin. Il y a deux proverbes, contradictoires comme il se doit :

1. Si vous avez perdu les quatre coins, abandonnez !
2. Si vous avez les quatre coins, vous avez perdu !

A partir de ce moment, le noir doit jouer très prudemment et il choisit d'éroder la puissance blanche tout en essayant de gagner encore des points. C'est le sens du coup 43, qui aurait pu aussi être joué en 51 (peut-être meilleur). 44 est la réponse offensive normale. Cho joue très patiemment et le noir doit rajouter un coup en 55, parce qu'il craint un coup blanc en "b". Le blanc continue à construire avec 58, et 59 est, de l'avis général, un mauvais coup : il fallait jouer 62, sur la quatrième ligne, toujours pour éroder la puissance blanche.

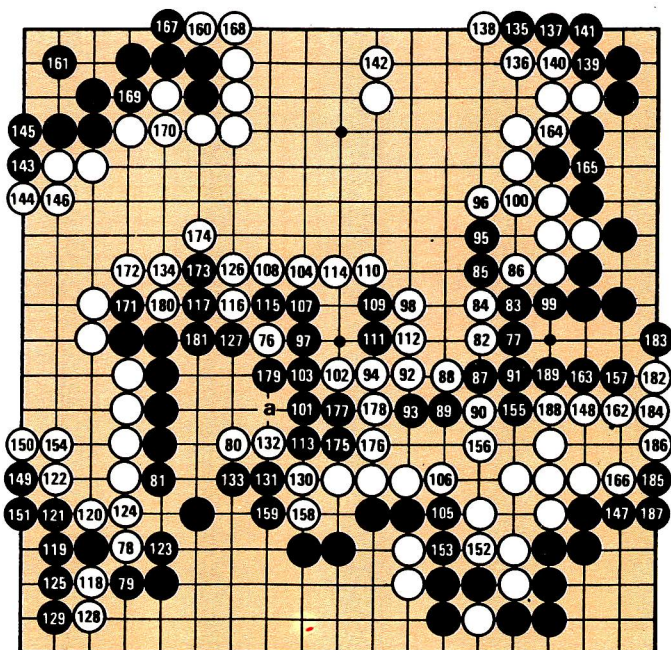
La sanction ne tarde pas avec les coups 62-64. Si le noir joue 69 en 70, blanc coupe en "c" et gagne plus sur le bord est qu'il ne perd dans le coin nord-est. Avec 72 et 74 le blanc joue encore le centre (si le noir ne joue pas 75 les menaces en "b", etc. renaissent) et parachève son œuvre en 76.

**Diagramme 2.** Tenter de vivre carrément dans le *Moyo* blanc conduirait au désastre et le noir continue son travail d'érosion avec 77. Ayant joué la séquence jusqu'en 93, il se rend compte que s'il continue en 178



**Diagramme 1.**

5<sup>e</sup> du Meijin 1985 à Kyoto  
Blancs : Cho.  
Noirs : Kobayashi.  
Résultat : blanc.  
gagne de 2 1/2 points.  
Coups 1-76.



**Diagramme 2.**

Blancs : Cho.  
Noirs : Kobayashi.  
Coups 76-189.

il perdra toutes ses pierres, et il complique avec 97. La réponse en 98 est trop prudente ; l'analyse montre que blanc "a" était possible. Du coup, avec la séquence jusqu'en 115, Kobayashi a pratiquement rétabli la situation, d'autant plus que Cho est en *Byo Yomi* depuis le coup 110 (114 est absolument nécessaire).

En fait, en spécialiste du genre, Cho ne fera aucune faute, alors qu'il


n'a plus qu'une minute par coup ; il donnera des frayeurs à ses supporters en jouant un coup à l'ultime seconde. Au contraire ; Kobayashi fait une faute en jouant 121 ; il fallait prendre en 125 et il perd 2 points.

Cho a également gagné la sixième partie, mais dans la septième et dernière, Kobayashi lui a ravi le titre de Meijin. Cho n'a plus que le *Kisei*.

Pierre AROUTCHEFF Δ



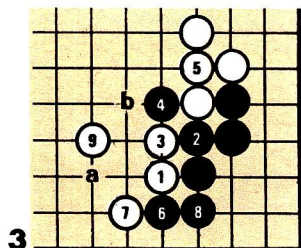
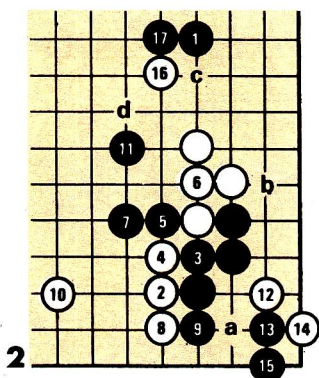
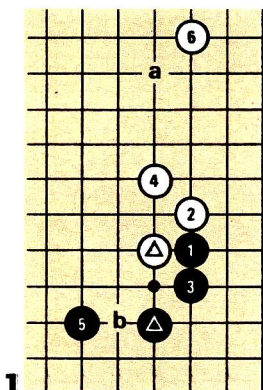
## "JOSEKI" ET STRATÉGIES SPÉCIALES

**L**a séquence de 1 à 6 du **diagramme 1** est un *Joseki* des plus classiques, qui est un des développements les plus naturels du face à face entre la pierre  qui est une pierre de territoire et la pierre


ruption possible, que nous n'étudierons pas dans le détail, vient après le coup 3. Le blanc peut laisser momentanément la position telle quelle ; une attitude de ce genre est justifiée par la position des pierres blanches par rapport aux noirs : le blanc estime qu'il a forcé le noir à répondre et traitera ensuite légèrement les deux pierres. Techniquement, forcer la réponse de l'adversaire en l'obligeant à

jouer en position relativement basse, est un *Kikashi* : or les pierres *Kikashi*, par principe, ne doivent pas être défendues.

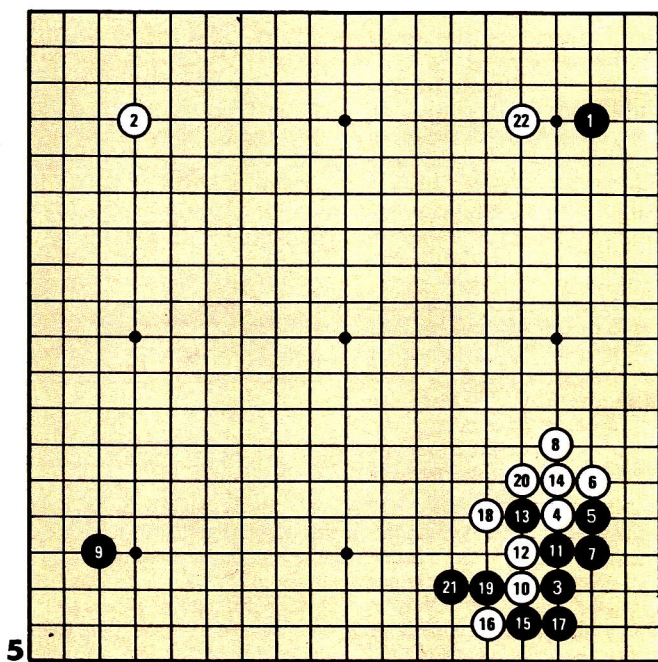
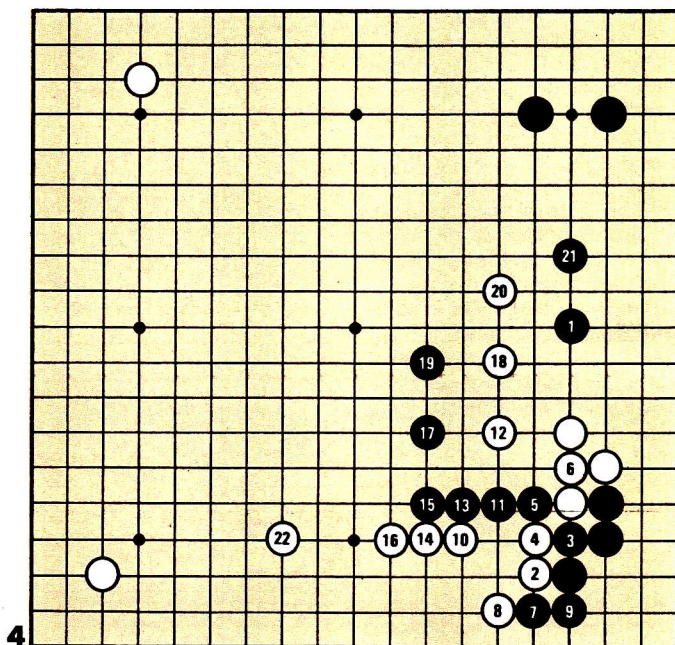
La deuxième interruption possible vient bien après le coup 4. Le noir peut estimer que sa position dans le coin est suffisamment solide et contre-attaquer immédiatement en "a", attaquant ainsi les trois pierres blanches. Il peut aussi simplement



**Diagramme 4 :** 4<sup>e</sup> du Meijin 1983.  
Blancs : Sakata.  
Noirs : Fujisawa Shuko.  
**Diagramme 5 :** 5<sup>e</sup> du Meijin 1985.  
Blancs : Kobayashi.

, qui est une pierre "d'influence". Cette séquence est naturelle parce que le noir prend le territoire du coin alors que le blanc a une position solide sur le bord et une bonne influence vers le centre.

A part les variantes de détail, le *Joseki* peut aussi s'interrompre à deux reprises, si un des joueurs adopte une stratégie spéciale. La première inter-





occuper un gros point sur le terrain. Dans les deux cas, le blanc réagit quasi immédiatement à l'ommission noire en bloquant en "b".

**Diagramme 2.** L'attaque en 1 se justifie quand le noir a déjà une position forte dans le coin nord-est, comme c'est le cas sur ce diagramme. La séquence noire en 3, suivie de la coupe en 5, est la seule bonne réponse et déclenche le combat. A la place de 3, se "soumettre" en jouant 8 est hors de question. Avec 7, le noir a séparé les pierres blanches en deux groupes.

La simple descente en 8, suivie de l'extension en 10 est la meilleure solution : il ne faut pas jouer blanc 9, noir "a", blanc 8, noir 12, blanc 10, parce qu'alors le coin noir est définitivement vivant ; quand le noir joue 11, les pierres blanches sont attaquées ; la combinaison 12-14 est subtile, ce que veut le blanc c'est avoir la possibilité de jouer ensuite "b" en menaçant de nouveau la vie du coin. C'est cette possibilité qui rend l'attaque sur les pierres blanches moins sévère ; possibilité qui serait gâchée par l'échange commençant par blanc 9 (voir ci-dessous).

Ensuite le blanc sort avec 16 et noir monte en 17 ; à ce stade le blanc a le choix entre vivre sur place en commençant par "c" ou sortir, la bonne technique recommandant de jouer alors en "d".

**Diagramme 3.** Si le noir joue ailleurs, il a moins de raison de déclencher le combat ; il se contente d'assurer la solidité du coin avec 6-8. Après 8, le blanc a trois possibilités : 9, "a" et "b". Dans chaque cas la pierre 4 joue son rôle, comme pierre de sacrifice.

**Diagramme 4.** La séquence 7-9 n'est pas cohérente avec l'attaque en 1. La conséquence c'est que le blanc occupe le point 12, vital pour le développement réciproque des pierres noires et blanches (comparer avec le **diagramme 2**).

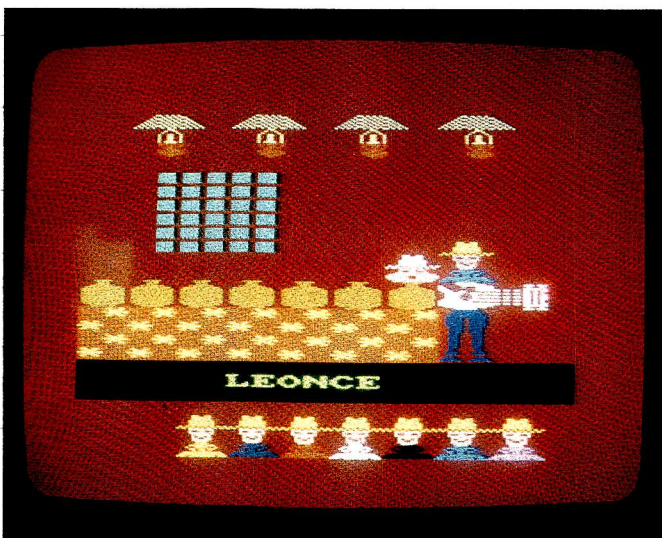
**Diagramme 5.** Dans cette partie, Kobayashi occupe le coin en 9 (il a déjà joué plusieurs fois ce début). Cho réplique immédiatement en 10 et opte avec 18 et 20 pour régler la question de la pierre 13 le plus radicalement possible. Le coin noir étant déjà solide, la perte de la pièce 16 n'est pas grave et le blanc a l'initiative pour jouer 22. Cho joue rarement pour l'influence ; en revanche 18-20 est typique de son style : il n'aime pas laisser de nuisance (*Aji*).

Pierre AROUTCHEFF △

## LÉONCE LE FERMIER

**C**omme nous vous l'avions indiqué le mois dernier, nous vous proposerons ici un programme pour micro-ordinateur Amstrad. Pour notre part nous l'avons écrit sur le modèle 464, mais

nous commencerons par redéfinir l'ensemble des symboles graphiques dont nous aurons besoin. En premier lieu nous préciserons à l'ordinateur à partir de quel caractère commencera cette redéfinition (ligne 30) puis l'ensemble des données nécessaires sera introduit. Pour cela l'instruction SYMBOL sera utilisée. Le premier nombre indiquera à la machine le numéro de caractère concerné, les



il est directement utilisable sur les autres appareils de la gamme Amstrad. Enfin, pour faciliter la tâche à ceux d'entre vous qui désireraient adapter ce jeu à d'autres machines, nous avons proscrit l'utilisation du basic abrégé.

Les instructions telles que LET ou PRINT, par exemple, figureront donc sur notre listing. Si vous êtes un habitué de l'Amstrad il vous sera facile de les remplacer par leurs abréviations (ou de les supprimer, comme LET par exemple) afin d'écourter la frappe du programme.

Nous vous proposerons donc de réaliser un jeu d'arcades : Léonce.

Au village, la fête bat son plein. Cependant, avant de pouvoir y aller, Léonce doit terminer de charger sa charrette de foin. Malheureusement pour lui, une hirondelle cherche de quoi faire un nid et tente de s'emparer de chaque botte de foin qu'il jette vers la charrette. De plus le temps est compté. Léonce devra donc, dans ce temps imparti, réussir à envoyer à bon port la plus grande quantité de foin possible. Chaque botte saisie par l'hirondelle, ou lancée trop loin, sera perdue.

Pour l'écriture du programme,



huit suivants son nouveau graphisme. Il est donc normal que SYMBOL soit suivi d'une série de neuf nombres au total. 53 nouveaux caractères seront ainsi créés ; cette opération occupera les lignes 40 à 405 incluses.

Vient ensuite la mise en place de la page de présentation du jeu. La couleur du fond de l'écran ainsi que de son pourtour seront déterminées et une vitesse de clignotement rapide de l'encre sera demandée afin de simuler le scintillement des lampes à pétrole pendues au plafond de la salle de bal (ligne 425). La fenêtre du fond du décor sera affichée par la bouche des lignes 430 à 440 puis le

(suite du texte page 132)

*Le "visuel" de présentation de notre jeu (photo du haut), et Léonce au travail (ci-dessus).*

```

10 CLEAR
15 REM *****
20 REM REDEFINITION DES CARACTERES GRAPHIQUES DE LA PAGE DE PRESENTATION.
25 REM *****
30 SYMBOL AFTER 120
35 REM chapeau
40 SYMBOL 120,6,7,7,15,15,15,85,170
45 SYMBOL 129,96,224,240,240,240,85,170
50 REM visage normal
55 SYMBOL 130,15,9,15,7,5,8,7,3
60 SYMBOL 131,240,144,240,224,160,96,224,192
65 REM epaules
70 SYMBOL 132,3,15,19,13,5,63,127,239
75 SYMBOL 133,192,240,200,178,160,252,254,247
80 REM visage soufflant
85 SYMBOL 134,15,9,31,127,254,254,127,63
90 SYMBOL 135,240,144,240,254,127,127,254,252
95 REM bouteille
100 SYMBOL 136,7,3,3,15,63,127,127,127
105 SYMBOL 137,224,192,192,240,252,254,254,254
110 REM bouteille (bas)
115 SYMBOL 138,127,127,127,127,127,127,63,15
120 SYMBOL 139,254,254,254,254,254,254,252,240
125 REM lampes
130 SYMBOL 140,24,36,60,153,153,153,153,189
135 SYMBOL 141,189,153,90,60,255,255,126,24
140 REM guitare position haute
145 SYMBOL 142,7,3,129,192,224,115,62,60
150 SYMBOL 143,224,252,31,31,0,127,32
155 SYMBOL 144,60,60,126,255,255,255,63,7
160 SYMBOL 145,63,32,127,192,255,255,252,224
165 REM guitare position basse
170 SYMBOL 146,15,15,135,135,135,135,66,64
175 SYMBOL 147,224,252,255,255,255,192,127,32
180 SYMBOL 148,112,120,112,240,240,240,63,7
185 REM manche
190 SYMBOL 149,0,0,0,0,219,0,219,0
195 SYMBOL 150,0,119,34,127,107,106,106,107
200 SYMBOL 151,219,0,219,0,219,0,0,0
205 SYMBOL 152,107,107,106,106,107,127,34,119
210 REM jambes
215 SYMBOL 153,15,15,31,31,63,62,62,62
220 SYMBOL 154,240,240,240,240,252,124,124,124
225 SYMBOL 155,62,62,30,30,30,30,28,28
230 SYMBOL 156,124,124,120,120,120,120,56,56
235 SYMBOL 157,28,28,28,28,28,28,28,24
240 SYMBOL 158,56,56,56,56,56,56,56,24
245 SYMBOL 159,24,60,60,0,56,124,254,0
250 SYMBOL 160,24,60,60,0,28,62,127,0
255 REM *****
260 REM REDEFINITION DES CARACTERES GRAPHIQUES DU JEU.
265 REM *****
270 REM oiseau ailes hautes
275 SYMBOL 161,16,72,40,28,14,7,1,120
280 SYMBOL 162,0,128,96,112,56,28,252,248
285 SYMBOL 163,96,63,15,7,1,0,0,0
290 SYMBOL 164,254,253,254,248,192,0,0,0
295 REM oiseau ailes basses
300 SYMBOL 165,16,72,40,28,14,7,3,3
305 SYMBOL 166,0,0,0,0,56,60,252,248
310 SYMBOL 167,3,7,7,7,14,12,12,4
315 SYMBOL 168,254,253,254,48,32,0,0,0
320 REM profile droit
325 SYMBOL 169,15,15,15,15,7,7,7,3
330 SYMBOL 170,240,144,240,252,112,128,240,224
335 REM profile gauche
340 SYMBOL 171,15,9,31,63,14,1,15,7
345 SYMBOL 172,240,240,240,240,224,224,192
350 REM corps
355 SYMBOL 173,223,223,223,223,207,239,111,111
360 SYMBOL 174,251,251,251,251,243,247,246,246
365 SYMBOL 175,103,103,103,7,240,96,79,15
370 SYMBOL 176,230,230,230,224,15,6,242,240
375 REM fourche a droite
380 SYMBOL 177,0,0,0,255,0,0,0,0
385 SYMBOL 178,31,32,127,224,127,32,31,0
390 REM fourche agauche
395 SYMBOL 179,240,4,254,7,254,4,248,0
400 REM foia
405 SYMBOL 180,130,108,236,108,110,108,130,0
410 REM *****
415 REM PAGE DE PRESENTATION.
420 REM *****
425 RELEASE 7:PEN 8: MODE 0:BORDER 3:INK 0,3:INK 2,1:PAPER 0:CLS:SPEED INK 3,2:
LEAR
430 FOR I=5 TO 10
435 LOCATE 4,1:PRINT CHR$(233):CHR$(233):CHR$(233):CHR$(233):CHR$(233)
440 NEXT I
445 FOR I=0 TO 3
450 LOCATE ((I+1)*4)-1,1
455 PEN 13:PRINT CHR$(222):CHR$(207):CHR$(223)
460 LOCATE (I+1)*4,2
465 PEN 14:PRINT CHR$(140)
470 LOCATE (I+1)*4,3
475 PEN 3:PRINT CHR$(141)
480 NEXT I
485 FOR I=1 TO 13 STEP 2
490 LOCATE I,13:PEN 9:PRINT CHR$(136):CHR$(137)
495 LOCATE I,14:PRINT CHR$(138):CHR$(139)
500 LOCATE I+4,25:PEN 1/2:PRINT CHR$(132):CHR$(133)
505 LOCATE I+4,24:PEN 11:PRINT CHR$(130):CHR$(131)
510 LOCATE I+4,23:PEN 1:PRINT CHR$(128):CHR$(129)
515 NEXT I
520 LOCATE 1,15
525 PAPER 3:PEN 1:PRINT* *****
530 PRINT* *****
535 PRINT* *****
540 PRINT* *****
545 PEN 12:PAPER 5:PRINT*
550 PRINT* LEONCE
555 PRINT*
560 PAPER 0:PEN 4
565 LOCATE 15,13:PRINT CHR$(142):CHR$(143):CHR$(149):CHR$(150)
570 LOCATE 15,14:PRINT CHR$(144):CHR$(145):CHR$(151):CHR$(152)
575 PEN 2
580 LOCATE 15,15:PRINT CHR$(153):CHR$(154)
585 LOCATE 15,16:PRINT CHR$(155):CHR$(156)
590 LOCATE 15,17:PRINT CHR$(157):CHR$(158)
595 LOCATE 15,18:PRINT CHR$(159):CHR$(160)
600 LOCATE 15,10
605 PEN 1:PRINT CHR$(128):CHR$(129)
610 LOCATE 15,11
615 PEN 11:PRINT CHR$(130):CHR$(131)
620 LOCATE 15,12
625 PEN 6:PRINT CHR$(132):CHR$(133)
630 ENV 1,1,12,1,1,0,10,6,-2,1
635 ENV 2,3,5,1,1,0,15,5,-3,1
640 DATA 402,13,602,3,804,5,902,7,1012,9,902,11,1012,9,602,11
645 DATA 402,5,602,3,804,5,902,7,1012,9,902,11,1012,9,1204,11
650 FOR P=0 TO 3
655 FOR T=2 TO 1 STEP -1
660 RESTORE 640

```



```

65 FOR I=0 TO 15
70 READ X:READ B
75 LOCATE B,11: PEN 4:PRINT CHR$(120):CHR$(129):LOCATE B,12:PEN 11:PRINT CHR$(14):CHR$(135)
80 FOR S=0 TO 100:NEXT S
85 SOUND 1,202,0,0,1,0,0
90 SOUND 2,301,0,0,1,0,0
95 LOCATE 15,13:PEN 4:PAPER 6:PRINT CHR$(142):CHR$(143):LOCATE 15,14:PRINT CHR$(144):CHR$(145):PEN 11:PAPER 0
00 LOCATE B,12:PRINT CHR$(130):CHR$(131)
05 IF SQ (2)<>132 THEN GOTO 705
10 SOUND 3,INT(X/T),0,0,2,0,0
15 LOCATE B,11:PRINT " ":LOCATE B,12:PRINT " "
20 LOCATE 15,13:PEN 4:PAPER 6:PRINT CHR$(146):CHR$(147):LOCATE 15,14:PRINT CHR$(148):PAPER 0
25 NEXT I
30 NEXT T
35 NEXT P
40 REM *****
45 REM PREPARATION DE L'ECRAN DE JEU.
50 REM *****
55 BORDER 10: PAPER 8: CLS
60 LOCATE 1,21:PEN 1
65 PRINT CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180)
70 PRINT CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180)
75 PRINT CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180)
80 PRINT CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180):CHR$(180)
85 PAPER 3:LOCATE 19,22:PRINT " "
90 LOCATE 15,23:PRINT " ":PAPER 8
95 PEN 5:LOCATE 17,24
00 PRINT CHR$(138):CHR$(139)
05 PAPER 13:PEN 5:PRINT " CREDIT: " :PAPER 8
10 LOCATE 7,18:PEN 4:PRINT CHR$(128):CHR$(129)
15 LOCATE 7,18:PEN 10:PRINT CHR$(132):CHR$(133)
20 LOCATE 7,19:PRINT CHR$(173):CHR$(174)
25 LOCATE 7,20:PRINT CHR$(175):CHR$(176)
30 LOCATE 7,21:PEN 2:PRINT CHR$(153):CHR$(154)
35 LOCATE 7,22:PRINT CHR$(155):CHR$(156)
40 LOCATE 7,23:PRINT CHR$(157):CHR$(158)
45 LOCATE 7,24:PEN 5:PRINT CHR$(159):CHR$(160)
50 REM *****
55 REM INITIALISATION DES VARIABLES.
60 REM *****
65 LET SC=1000:LET SCT=0
70 LET D=-3
75 LET F=-1
80 LET X01=1
85 LET Y01=1
90 LET XF=10
95 LET YF=20
00 LET X02=1
05 LET Y02=1
10 LET ANIM=0
15 LET EPX=5
20 LET EPY=21
25 LET XOT=1
30 LET YOT=1
35 LET fin =0
40 REM *****
45 REM DEBUT DU JEU.
50 REM *****
55 LET ANIM=(ANIM+1)*(1+(ANIM=1))
30 IF X01<>XOT OR Y01<>YOT THEN LOCATE XOT,YOT:PRINT " ":LOCATE XOT,YOT+1:PEN 1
35 PEN 5:LOCATE X01,Y01
70 IF ANIM=0 THEN PRINT CHR$(161):CHR$(162)
75 IF ANIM=1 THEN PRINT CHR$(165):CHR$(166)
900 LOCATE X01,Y01+1
985 IF ANIM=0 THEN PRINT CHR$(163):CHR$(164)
990 IF ANIM=1 THEN PRINT CHR$(167):CHR$(168)
995 LET XOT=X01:LET YOT=Y01
1000 LET X02=X02+(X02>1.5)/5:LET X01=INT(X02)
1005 LET Y02=Y02+(Y02>1.5)/2:LET Y01=INT(Y02)
1010 LET D=(INKEY(8))+2*(INKEY(1))
1015 LET F=D+4*(INKEY(0))
1020 LOCATE 7,17:PEN 11
1025 IF D=-3 THEN PRINT CHR$(130):CHR$(131):IF C=0 THEN LOCATE 6,20:PRINT CHR$(177):LOCATE 9,20:PRINT CHR$(178)
1030 IF D=-2 THEN PRINT CHR$(171):CHR$(172):IF C=0 THEN LOCATE 6,20:PRINT CHR$(179):IF C=0 THEN LOCATE 9,20:PRINT CHR$(177)
1035 IF D=-1 THEN PRINT CHR$(169):CHR$(170)
1040 PAPER 13:PEN 5:LET SC=SC-2:LOCATE 10,25:PRINT SC:" ":PAPER 8
1045 IF SC=0 THEN LET FIN=1:GOTO 1155
1050 IF F<>-2 THEN GOTO 1120
1055 LOCATE 6,20:PEN 1
1060 PRINT CHR$(180)
1065 LOCATE EPX,EPY
1070 PRINT " "
1075 LET EPX=EPX-1
1080 IF EPX=0 AND EPY=25 THEN STOP
1085 IF EPX=0 THEN LET EPY=EPY +1
1090 IF EPX=0 AND EPY=25 THEN LET FIN=1
1095 IF EPX=0 THEN LET EPX=5
1100 IF INKEY (0)=0 THEN GOTO 1100
1105 LET C=1
1110 LOCATE 6,20:PRINT CHR$(177)
1115 LOCATE 9,20:PRINT CHR$(180)
1120 IF C=0 THEN GOTO 955
1125 LET X=0:LET Y=4
1130 LET Y=Y+0.01*(INKEY(0)=0)
1135 LET X=X-0.01*(INKEY(1)=0)
1140 IF X=0 OR Y=4 OR INKEY(0)=0 OR INKEY(1)=0 THEN GOTO 1130
1145 LET Y=INT (Y):IF Y<1 THEN LET Y=1
1150 GOSUB 1165
1155 IF FIN=1 THEN LOCATE 1,10:PRINT "VOTRE SCORE:" :SCT=FOR T=0 TO 3000:NEXT T:GOTO 425
1160 GOTO 955
1165 LOCATE 9,20:PRINT CHR$(178)
1170 LET XFP=10
1175 FOR J=0 TO 42
1180 LET XT=XF:LET YT=YF
1185 LET YF=INT((((20-J)^2)/20)*(1/Y))+INT(20-(20/Y))
1190 LET XFP=XFP+X
1195 LET XF=INT(XFP)
1200 LET ANIM=(ANIM+1)*(1+(ANIM=1))
1205 IF X01<>XOT OR Y01<>YOT THEN LOCATE XOT,YOT:PRINT " ":LOCATE XOT,YOT+1:PEN 1
1210 PEN 5:LOCATE X01,Y01
1215 IF ANIM=0 THEN PRINT CHR$(161):CHR$(162)
1220 IF ANIM=1 THEN PRINT CHR$(165):CHR$(166)
1225 LOCATE X01,Y01+1
1230 IF ANIM=0 THEN PRINT CHR$(163):CHR$(164)
1235 IF ANIM=1 THEN PRINT CHR$(167):CHR$(168)
1240 PEN 1:LOCATE XF,YF:PRINT CHR$(180)
1245 LOCATE XT,YT:PRINT " "
1250 LET XOT=X01:LET YOT=Y01
1255 LET X02= X02+(1-(X02<XF)-1+(X02>XF))/3:LET X01=INT(X02)
1260 LET Y02= Y02+(1-(Y02<YF)-1+(Y02>YF))/ 2:LET Y01=INT(Y02)
1265 IF (X01=XF AND Y01=YF) OR YF<2 OR XF>19 THEN LET J=42
1270 IF (XFP>14 AND YF>17) THEN LOCATE (14+EPX),(43-EPY):PRINT CHR$(180):LET J=42:LET SC=SC+100:LET SCT=SCT+SC
1275 NEXT J
1280 LOCATE XF,YF:PRINT " "
1285 LET C=0:LET XF=10:LET YF=20
1290 RETURN

```

tracé complet des lampes sera assuré par la boucle des lignes 445 à 480. Notons que, pour ces diverses représentations, la couleur de chaque motif sera précisée par l'ordre PEN.

Sur le même principe, nous placerons les bonbonnes qu'utilisera Léonce comme instrument de musique ainsi que les spectateurs.

Le guitariste, lui, sera dessiné ligne par ligne. Nous nous attacherons ensuite à la préparation de la musique. Pour cela deux formats d'enveloppe seront définis; le premier pour synthétiser le son de la guitare, le second pour celui provenant des bonbonnes. Deux instructions ENV seront donc utilisées (lignes 630 et 635) puis la mélodie sera mémorisée grâce à deux chaînes DATA (lignes 640 et 645). L'air sera exécuté par lecture de ces données, utilisées également pour commander la position de la tête de Léonce au-dessus des bonbonnes (lignes 650 à 735).

Pour le décor du jeu, nous afficherons sur l'écran l'ensemble des symboles fixes: couleur de fond (ligne 755), bottes de foin (lignes 760 à 780), charrette (lignes 785 et 790) et enfin corps du personnage (lignes 810 à 845). Tout comme pour la page de présentation la couleur de chaque élément du décor sera précisée par l'instruction PEN précédant son impression.

Les variables de déroulement du jeu seront ensuite initialisées. SC et SCT seront utilisées pour le décompte du crédit de jeu et la détermination du score final, D et F permettront de modifier les paramètres en fonction des touches frappées au clavier, XO1, YO1, XO2 et YO2 commanderont les mouvements de l'oiseau, XF, YF, EFX et EFY ceux des bottes de foin. ANIM gèrera l'animation et FIN commandera l'arrêt du jeu.

La partie pourra donc commencer. L'oiseau sera affiché. Notons que suivant la valeur prise par ANIM (0 ou 1) il sera représenté soit avec les ailes en position hautes soit en position basse. De même nous ferons évoluer ses coordonnées en fonction de sa position sur l'écran par rapport à sa position de départ (lignes 955 à 1005). Ensuite le programme s'intéressera à l'état du clavier par modifications des valeurs de D et F en fonction des touches appuyées (lignes 1010 et 1015).

La valeur prise par D commandera la représentation du visage du personnage: soit vu de face, soit par son

profil droit, soit par son profil gauche (lignes 1020 à 1035). De même une botte de foin sera chargée ou non sur la fourche, et effacée du tas.

Une fois Léonce prêt à lancer le foin, deux variables (X et Y) seront incrémentées en fonction des touches appuyées pour le départ de la trajectoire du foin.

Cette trajectoire est déterminée par calcul d'une parabole dans la sous-routine des lignes 1165 à 1290. Dans celle-ci, les coordonnées de l'oiseau seront également modifiées afin qu'il poursuive le foin et il sera déterminé si la botte a bien atteint la charrette, en fonction de quoi le score sera, ou ne sera pas, incrémenté et un crédit complémentaire de durée de jeu sera octroyé. Ce tir terminé, le programme reviendra dans sa partie principale pour le chargement sur la fourche d'une nouvelle botte, en contrôlant s'il reste du foin disponible et du temps. Si ce n'est pas le cas, FIN prendra la valeur 1; le score définitif sera alors affiché et le programme reviendra sur la page de présentation pour proposer une nouvelle partie.

La frappe ne doit pas poser de problème. Notons cependant que, contrairement au Spectrum, l'Amstrad n'utilise pas, pour la programmation, de mots-clés. Chaque instruction devra donc être tapée lettre par lettre au clavier.

L'utilisation du programme est aussi simple. Une fois entièrement écrit on demandera RUN. Après un bref temps mort, utilisé par l'ordinateur pour redéfinir les caractères graphiques, la page de présentation apparaîtra, accompagné de sa musique. Ensuite l'écran de jeu sera présenté.

Le chargement du foin sur la fourche sera obtenu en appuyant simultanément sur les touches portant une flèche à gauche et une flèche vers le haut. Dès que ces flèches seront relâchées Léonce se placera en position de "tir".

La force du tir sera ajustée en appuyant plus ou moins longtemps sur les touches flèche à droite et vers le haut. Dès que celles-ci seront libérées le tir aura lieu. A vous donc d'ajuster la puissance.

Chaque botte arrivée à bon port ajoute 100 points au crédit de jeu et ajoute la valeur de celui-ci au score final. Pour obtenir un bon score il faudra donc placer sur la charrette le plus de foin possible et au plus vite.

Henri-Pierre PENEL  $\Delta$

## LA PERFECTION REVISITÉE

**L**a perfection des nombres entiers nous a intéressée en septembre dernier, cette délicate qualité de certains nombres qui possèdent une fascinante disposition de leurs entrailles logiques. Si l'on accepte que l'intimité viscérale d'un nombre soit constituée de ses diviseurs, de 1 jusqu'à lui-même, il est impossible de ne pas se passionner pour les nombres où ces diviseurs ont avec le nombre même une relation remarquable. Plus précisément, un nombre est réputé parfait lorsqu'il est égal à la somme de ses diviseurs, lui-même exclu. Ainsi :

$$6 = 1 + 2 + 3.$$

Pour pouvoir aller plus loin que les nombres simplement parfaits, on peut, dès le départ, convenir que les nombres parfaits seront appelés "bi-parfaits", car la somme de leurs diviseurs, le nombre lui-même compris, est égale au double du nombre :

$$1 + 2 + 3 + 6 = 2 \times 6.$$

Le but est en effet de pouvoir définir des nombres tri-parfaits, quadri-parfaits, etc. où la somme des diviseurs est N fois le nombre, tout en respectant la définition normale de "diviseur".

Depuis quelques siècles qu'ils sont repérés et identifiés, le grand problème des nombres parfaits et multi-parfaits est, bien sûr, de les découvrir. Aucun calcul ni aucune méthode ne permettent actuellement de les débusquer à coup sûr ni sans tâtonnement. En ce sens, toutefois, une lettre récente de Jean Gouzy nous fait progresser d'un pas décisif: l'algorithme tâtonnant qu'il pratique est à la fois fertile et facile à mettre en œuvre.

Prenons les choses calmement et à la base.

Lorsqu'un nombre "a" est premier, la somme de ses diviseurs est  $1 + a$ .

Lorsqu'un nombre N est égal à  $a^p$  où a est premier et p supérieur à 1, ses diviseurs sont  $1, a, a^2, a^3, \dots, a^p$  et la somme est  $1 + a + a^2 + a^3 + \dots + a^p$ .

Dans le cas général, on a  $N = a^p b^q c^r \dots$  et la somme des diviseurs est:  $(1 + a + a^2 + \dots + a^p)(1 + b + b^2 + \dots + b^q)(1 + c + c^2 + \dots + c^r) \dots$  car chaque diviseur est un des termes du



produit et chaque terme du produit est un diviseur.

Tout cela nous mène à l'équation fondamentale de Jean Gouzy :

$$(1 + a + a^2 + \dots + a^p)(1 + b + b^2 + \dots + b^q)(1 + c + c^2 + \dots + c^r) \dots$$

$a^p b^q c^r \dots$

est un nombre entier lorsque N est un nombre multi-parfait. Sans être profondément révolutionnaire, cette équation a pour mérite insigne de fournir un clair tableau de bord pour se lancer dans les tâtonnements de la recherche et faire le point à chaque instant.

Progressons en effet systématiquement sur ces bases et supposons d'abord que N est pair, ce qui implique que  $a = 2$ . Explorons les possibilités successives de p égal à 1, 2, 3, 4, etc.

Si  $p = 1$ , la fraction de base s'écrit  $\frac{3}{2}$

Pour faire de la fraction un nombre entier, il faut introduire le facteur 3 au dénominateur, ce qui amène à placer au numérateur la somme des facteurs de 3, soit 4. On obtient :

$\frac{3 \times 4}{2 \times 3}$  qui vaut 2 et livre donc un nombre bi-parfait : 6. Tout baigne !

Sur ce fort encouragement, explorons  $p = 2$ . La même démarche donne :  $\frac{7 \times 8}{2^2 \times 7}$  qui livre 28, autre nombre bi-parfait.

Remarquons au passage que la méthode laisse une part de choix. A quel nombre parfait aurait-elle abouti si le nombre  $7^2$  avait été introduit à la place de 7 ?

Saurez-vous aller plus loin sur ces bases ? Si vous n'avez pas en vous, de naissance, les fonctions automatiques de calculs arithmétiques, les calculettes et micro-ordinateurs vous seront d'un grand secours. Atteignez donc, comme Jean Gouzy :

• trois autres bi-parfaits :

8 589 869 056  
137 438 691 328  
2 305 843 008 139 952 128

• deux tri-parfaits :

120  
51 001 180 160

• 23 nombres quadri-parfaits (les premiers sont écrits entièrement, les autres sont décrits à travers leurs décompositions) :

30 240

32 760

2 178 540

23 569 920

45 532 800

142 990 848

1 379 454 720

43 861 478 400

66 433 720 320

153 003 540 480

403 031 236 608

704 575 228 896

$256 \times 73 \times 37 \times 49 \times 361 \times 127 \times 9 \times 13$

$16384 \times 151 \times 31 \times 361 \times 49 \times 9 \times 127 \times 13$

$32 \times 49 \times 81 \times 121 \times 361^2 \times 151 \times 911$

$256 \times 73 \times 37 \times 49 \times 361^2 \times 151 \times 911 \times 9 \times 13$

$33\,554\,432 \times 8\,191 \times 2\,731 \times 683 \times 19 \times 27 \times 25 \times 31$

$131\,072 \times 73 \times 37 \times 361 \times 127 \times 729 \times 1\,093 \times 547 \times 137 \times 23 \times 7$

$33\,554\,432 \times 8\,191 \times 2\,731 \times 683 \times 243 \times 13 \times 49 \times 361 \times 127$

$131\,072 \times 73 \times 37 \times 361^2 \times 151 \times 911 \times 729 \times 1\,093 \times 547 \times 137 \times 23 \times 7$

$33\,554\,432 \times 8\,191 \times 2\,731 \times 683 \times 243 \times 13 \times 49 \times 361^2 \times 151 \times 911$

$8\,589\,934\,592 \times 131\,071 \times 43\,691 \times 331 \times 83 \times 81 \times 1\,331 \times 61 \times 31 \times 7$

$137\,438\,953\,472 \times 524\,287 \times 174\,763 \times 43\,691 \times 331 \times 83 \times 81 \times 1\,331 \times 61 \times 31 \times 7$

• 8 nombres quinqu-parfaits :

14 182 439 040

518 666 803 200

$16384 \times 151 \times 19 \times 25 \times 961 \times 331 \times 83 \times 9 \times 13 \times 343$

$2097152 \times 683 \times 89 \times 19 \times 2187 \times 41 \times 23 \times 25 \times 31 \times 7$

$1048576 \times 2187 \times 41 \times 337 \times 2197 \times 17 \times 127 \times 2401 \times 2801 \times 467 \times 5$

$16777216 \times 601 \times 43 \times 1801 \times 17 \times 53 \times 11 \times 49 \times 6561 \times 757 \times 379 \times 361 \times 127 \times 13 \times 31$

$16777216 \times 601 \times 43 \times 1801 \times 17 \times 53 \times 11 \times 49 \times 6561 \times 757 \times 379 \times 361^2 \times 151 \times 911 \times 13 \times 3$

$2305843009213693952 \times 2147483647 \times 715827883 \times 3033169 \times 43331 \times 157 \times 59 \times 23 \times 79 \times 3125 \times 31 \times 34^3 \times 2187 \times 41$

41

• 10 nombre sexi-parfaits :

$32768 \times 257 \times 43 \times 11 \times 25 \times 31 \times 17 \times 243 \times 13 \times 49 \times 19$

$32768 \times 257 \times 43 \times 17 \times 243 \times 13 \times 19 \times 121 \times 625 \times 343 \times 71$   
 $524288 \times 41 \times 31 \times 11 \times 49 \times 19 \times 125 \times 13 \times 59049 \times 3851 \times 107 \times 23$

$134217728 \times 113 \times 43 \times 29 \times 19 \times 11 \times 125 \times 13 \times 729 \times 1093 \times 547 \times 137 \times 23 \times 7 \times 127$

$268435456 \times 233 \times 1103 \times 2089 \times 19 \times 23 \times 11 \times 2187 \times 125 \times 169 \times 61 \times 31 \times 41 \times 7$

$16777216 \times 601 \times 43 \times 1801 \times 17 \times 53 \times 11 \times 49 \times 6561 \times 757 \times 379 \times 361 \times 127 \times 13 \times 31 \times 5$

$16777216 \times 601 \times 43 \times 1801 \times 17 \times 53 \times 11 \times 49 \times 6561 \times 757 \times 379 \times 361^2 \times 151 \times 911 \times 13 \times 31 \times 5$

$34359738368 \times 139 \times 73 \times 37 \times 29 \times 361 \times 2187 \times 343 \times 78125 \times 313 \times 157 \times 79 \times 127 \times 41 \times 169 \times 61 \times 3$

$34359738368 \times 139 \times 73 \times 37 \times 29 \times 361^2 \times 151 \times 911 \times 2187 \times 343 \times 78125 \times 313 \times 157 \times 79 \times 41 \times 169 \times 61 \times 31$

$68719476736 \times 223 \times 616318177 \times 898423 \times 102303 \times 7019 \times 13 \times 16807 \times 19 \times 43 \times 11 \times 25 \times 31 \times 729 \times 1093 \times 547 \times 137 \times 23$

Enfin, ultime cadeau de nouvelle année, Jean Gouzy révèle trois nombres de trois chiffres égaux à la somme des cubes de leurs chiffres :

$$370 = 3^3 + 7^3 + 0^3$$

$$371 = 3^3 + 7^3 + 1^3$$

$$407 = 4^3 + 0^3 + 7^3$$

## BIBLIOGRAPHIE

Les amateurs d'arithmétique récréative auront à cœur d'examiner notamment :

• "L'Arithmétique amusante", par Edouard Lucas, Librairie scientifique et technique, Albert Blanchard éd.

• "La Mathématique des jeux ou récréations mathématiques", par M. Kraitshik, Stevens frères éd. - Bruxelles.

• "Fantaisies et paradoxes mathématiques", par E.P. Northrop, Dunod éd.

• "Récréations mathématiques", par W. Rouse-Ball, bibliothèque scientifique, Hermann éd.

• "Mathematical excursions" (Helen A. Merrill, Dover publications-NY.NY. USA.

• "Arithmetical excursions", par Henry Bowers et Joan E. Bowers, Dover publications-NY.NY. USA.

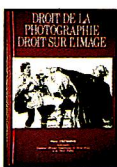
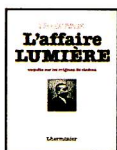
• "Master book of mathematical recreations", par Fred Schuh, Dover publications-NY.NY. USA.

Pierre BERLOQUIN ▲

# PRÉCISIONS SUR L'IMAGE

## L'HISTOIRE DU CINÉMA COMMENCE AVEC LA PROJECTION

**DU PREMIER FILM** au Grand Café du boulevard des Capucines, à Paris, le 28 décembre 1895, du moins pour le grand public et pour le Dictionnaire encyclopédique Larousse, ainsi que pour l'Encyclopædia Britannica, pour ne citer que ces excellentes sources.



**I**l est vrai que les deux ouvrages cités plus haut s'empressent de rendre hommage aux prédécesseurs des frères Lumière, car aucun historien sérieux ne conteste plus aujourd'hui que le cinéma est né bien avant, d'une série de découvertes faites un peu partout dans le monde, notamment par Emile Reynaud à Paris en 1889, Etienne-Jules Marey près de Naples en 1890, Léon Bouly à Paris en 1893, Laurie Dickson et Edison aux Etats-Unis en 1894, etc. Mais, pour Léo Sauvage, l'attribution abusive — dans la conscience collective — de l'invention du cinéma au seul Louis Lumière, constitue une affaire. Dans *L'affaire Lumière* (1), il rouvre le dossier et revient sur les origines du cinématographe, sur ceux qui, plus que Lumière et avant lui, ont fait du cinéma. Le livre a été écrit au terme d'une longue enquête aux Etats-Unis et en Europe.

Il faut ajouter aussi que Léo Sauvage a été mêlé de très près, avant la dernière guerre, aux controverses sur les circonstances de l'invention du cinéma et qu'il a été l'ami de Georges Méliès jusqu'à sa mort, dans la misère. Léo Sauvage nous fait entrer dans cette époque, nous plonge dans la vie extraordinaire

de ses pionniers. Ainsi, quoique très dense en informations et en références, l'ouvrage raconte cette histoire de l'invention du cinématographe. Ce qui en fait un livre passionné et passionnant.

Passionnant encore, mais aussi plus émouvant, le livre de Georges Sadoul: *Lumière et Méliès* (2). Il s'agit d'une réédition, mais augmentée par Bernard Eisenschitz strictement dans l'esprit qu'avait formulé Henri Langlois écrivant: «Je suis le premier à savoir le nombre de sources nouvelles qui se sont fait jour depuis 1946. Et c'est justement à la lumière et au constat de tous ces documents nouveaux que j'ai été frappé de voir à quel point la clarification qu'avait faite Sadoul s'est trouvée confirmée et non infirmée. C'est la raison pour laquelle, si je trouve normal que tel ou tel fait nouveau fasse l'objet d'une note, il ne saurait être question de modifier le texte de Sadoul dans la mesure où sa pensée est justement essentielle.»

Premier volet du livre: Louis Lumière. Sadoul ne parle pas "d'affaire Lumière". Pour lui les choses semblent fort simples: Louis Lumière n'a jamais prétendu inventer le cinéma; il a simplement créé un type de projecteur appelé "cinémato-

graphe". Ami de Louis Lumière, G. Sadoul l'a interviewé plusieurs fois et, le 6 janvier 1948, lors de sa dernière interview, celui-ci précisait: «Durant l'été 1894, mon frère Auguste et moi avons commencé nos premiers travaux. A cette époque, les recherches de Marey, Edison, Demenÿ avaient conduit ces auteurs à certains résultats, mais aucune projection de film sur écran n'avait encore été faite. Le principal problème à résoudre était alors de trouver un système d'entraînement de la bande d'images du film... Une nuit où je ne dormais pas, la solution se présenta clairement à mon esprit. Elle consistait à adapter aux conditions de la prise de vues le mécanisme connu sous le nom de "pied de biche" dans le dispositif d'entraînement des machines à coudre, dispositif que je réalisai...» Pour terminer sur cette affaire, citons encore Georges Sadoul: «En 1946-1947, Louis Lumière m'a répété à plusieurs reprises: «D'autres appareils ont pu précéder mon cinématographe pour diverses démonstrations et représentations. Mais ils ne marchaient pas. C'est incontestable.»

Cela dit, il importe d'observer que l'ouvrage de Georges Sadoul est moins un livre sur Louis Lumière, industriel et inventeur,

(suite du texte page 136)



# VOULEZ-VOUS PROGRESSER DANS LA VIE ?

Vous vous sous-estimez. Vous croyez faire de votre mieux alors que vous n'utilisez qu'une fraction de vos vraies possibilités. Non ce n'est pas une boutade, ces faits sont bien connus de tous les savants.

En voici la preuve : votre cerveau a plus de 15 milliards de neurones dont 10 % seulement, d'après les scientifiques, sont connectés entre eux et servent quotidiennement. Pour vous donner une idée de cette puissance énorme, il faudrait faire appel aux mémoires électroniques de 1000 grands ordinateurs pour enregistrer toutes les informations que votre cerveau peut contenir !

Alors pourquoi vous, vous sentez-vous si limité dans vos possibilités ? Pourquoi votre mémoire est-elle défaillante ? Pourquoi la simple vie quotidienne vous pose-t-elle parfois des problèmes insolubles ? Pourquoi votre vie professionnelle n'est-elle pas plus épanouissante ?

A ces questions, comme à beaucoup d'autres, il n'y a qu'une seule réponse : **vous ne savez vous servir que de 10 % des possibilités de votre cerveau.** Vous ne réussissez pas mieux dans la vie parce que vous ne savez pas encore comment mettre en service les 90 % restant inemployés.

Ce n'est pourtant pas votre faute. L'évolution humaine, les progrès de la vie moderne font que notre survie est assurée en n'utilisant qu'une fraction de nos ressources naturelles, que ce soient celles de notre cerveau ou celles de notre corps.

Comme nous sommes tous potentiellement capables d'extraordinaires exploits physiques : courir, sauter, nager — après un entraînement adéquat — nous sommes tous aussi potentiellement capables d'étonnantes prouesses intellectuelles.

**Vous aussi vous pouvez :** acquérir la pleine maîtrise de vous-même, une mémoire étonnante, un esprit juste et pénétrant, une volonté robuste, une imagination fertile, une personnalité forte qui dégage de la sympathie et un ascendant irrésistible sur ceux ou celles qui vous entourent ... **Vous gagnerez ainsi automatiquement** la précieuse confiance en vous qui en découle, mais cela n'est possible qu'à certaines conditions.

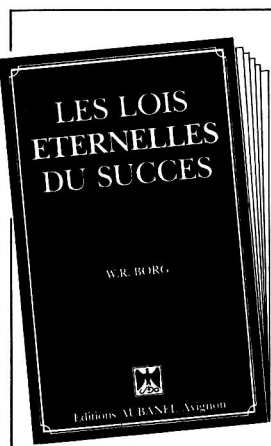
Comme pour acquérir la maîtrise de votre corps, pour développer votre mémoire, vos capacités intellectuelles, votre personnalité, il faut vous entraîner. Il faut apprendre à mettre en fonction vos dons naturels, jusqu'alors négligés, ignorés. Le matériau de base est en vous. Il ne vous manquait jusqu'à présent que le mode d'emploi.

## Une étonnante simplicité

Aujourd'hui ce mode d'emploi existe. Sa simplicité vous étonnera. Une documentation complète vous sera envoyée gratuitement et sans aucune obligation comme à toute personne suffisamment intéressée pour en faire la demande.

Si vous souhaitez employer plus de 10 % de vos capacités, si vous voulez vivre pleinement, mais pas seulement survivre, si vous voulez obtenir plus de vous-même et plus de la vie, remplissez sans tarder le bon gratuit ci-dessous.

*Méthode W.R. Borg — Chez Aubanel dpt 784 — 6, place Saint-Pierre 84057 Avignon Cédex.*



## BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : **Méthode W.R. Borg, chez Aubanel, dpt. 784 — 6, place St-Pierre — 84057 Avignon Cedex — France**, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé, "Les Lois Eternelles du Succès".

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Profession \_\_\_\_\_

Aucun démarcheur ne vous rendra visite

(suite de la page 134)

qu'un livre sur Louis Lumière, créateur de films (il en a tourné ou produit 2 023). Et c'est en ce sens qu'il est associé à Georges Méliès dans la seconde partie du livre. Georges Méliès, dont 1 533 films ont été identifiés, mais dont on ne peut dire combien il en a produit. Ainsi, ensemble Méliès et Lumière ont-ils fait le cinéma, le premier dans le domaine de l'imaginaire et du fantastique, le second dans celui du réel par le reportage sur le quotidien.

Les précisions que voilà ne sont pas les seules que des livres apportent sur ce nouveau dieu des temps modernes qu'est l'image plate. Parmi d'autres idées toutes faites — méfions-nous dans ce domaine du prêt-à-porter ! — il faut citer celle-ci : la liberté de photographier est totale en France, hormis l'interdiction de photographier les zones militaires. Les 560 pages de l'ouvrage de Pierre Frémond, *Droit de la photographie, droit sur l'image* (\*), montrent avant tout qu'il n'en est rien. Appliqué à la lettre, le droit français paralyserait même cette liberté à cause des nombreux intérêts qu'il a pour vocation de protéger, mais qui sont en conflit : le droit de chaque personne sur sa vie privée et son image, le droit de propriété de chaque personne sur ses biens meubles et immeubles, le droit du créateur sur son œuvre, les droits de la puissance publique. Tous droits qui, en définitive, limitent considérablement les droits du photographe et du cinéaste, amateur ou professionnel.

Une situation que résume avec humour Robert Doisneau, photographe, dans sa préface. « Je ne puis apporter, dit-il, que le point de vue du délinquant. Avant d'avoir mérité ce titre, j'exerçais mon métier avec une belle fluidité d'âme... Comme l'automobiliste accidenté saisi de tremblements bien après le choc, en parcourant les documents réunis par M. Frémond, je suis la proie d'une terreur rétrospective. Sous cette épée de Damoclès, il faut un goût morbide

du risque pour continuer à capter les images. »

Fort heureusement, l'auteur nous dit en langage clair (le livre ne s'adresse pas seulement aux juristes) comment démêler l'écheveau de ces droits et accéder aux compromis qu'ils établissent entre les intérêts en jeu. Pour ce faire, l'auteur examine les droits sur l'image sous leurs aspects les plus divers, dans leur environnement. Ainsi vingt chapitres traitent, notamment, des conditions de prises de vues, des photographies protégées, du droit moral de l'auteur, du droit matrimonial, des cessions, des contrats de commande, du contrat de travail, de la contre-façon et de la concurrence déloyale, des régimes matrimoniaux, des statuts sociaux et fiscaux des photographes et des agences, des procédés vidéo, des sociétés d'auteurs, des mannequins... Un livre que nous recommandons à tous les producteurs d'images, même amateurs.

Roger BELLONE

#### JOSIP KLECZEK ET PETR JAKES

##### L'UNIVERS ET LA TERRE

*Le Cercle d'Art, 320 p., 119 F*

Cet ouvrage est le fruit d'une idée : l'Univers, dont l'homme n'est qu'un maillon, est organisé hiérarchiquement. Comme les objets qui le peuplent sont constitués de particules élémentaires, entre une galaxie, le Soleil, le cerveau humain ou une protéine tous également constitués du même matériau, la différence n'est qu'une question de complexité. Assurément, l'homme est le plus extraordinaire système de particules élémentaires existant : il se compose de plusieurs dizaines de quadrillions de protons et d'électrons. On conviendra que les particules élémentaires sont mieux organisées chez lui que dans un grain de sable. Un cerveau humain et une pierre d'un kilo et demi ont le même nombre d'électrons et de protons (1 027 particules). Mis bout à bout, les neurones qui relient les cellules nerveuses entre elles, atteindraient la distance Terre-Lune (384 000 km, en moyenne).

De par ses dimensions, l'homme se retrouve quelque part entre les particules élémentaires et les étoiles. Mais tout part quand même de la

particule élémentaire : chaque organe de notre corps en est constitué ; elles y sont organisées en atomes, eux-mêmes rassemblés en molécules constituant les protéines qui... etc. etc.

De même, l'homme n'est qu'un des éléments de la biosphère terrestre, elle-même composante du globe terrestre, avec la lithosphère et l'hydrosphère. A son tour, la Terre fait partie du Système Solaire qui appartient à la Galaxie, elle-même regroupée dans un amas. A cette échelle le lien est assuré par la gravitation universelle.

Kleczek, un astrophysicien tchécoslovaque de réputation internationale, a écrit cet ouvrage, richement illustré, pour exposer au grand public comment la science contemporaine considère l'unité de l'Univers. Naturellement, plus de la moitié de l'ouvrage est consacré à l'infiniment petit (les particules élémentaires) et à l'infiniment grand (le système solaire, les étoiles, les galaxies). Bonne idée que d'avoir demandé à Petr Jakes, géologue, de décrire et d'expliquer la Terre sans l'isoler ni la traiter à part. C'est ce qui fait que l'ouvrage est original, parce qu'il ne sépare pas comme les livres de ce type, la Terre du reste de l'Univers, sous prétexte que les disciplines scientifiques qui s'en occupent sont différentes.

Soulignons la qualité et la quantité des illustrations, sur lesquelles le Pr Kleczek a particulièrement travaillé, puisqu'il y trouve le moyen incomparable d'expliquer les phénomènes complexes.

Jean-René GERMAIN

#### CHRISTIAN RAYNAUD

##### LES ORCHIDÉES DU MAROC

*SFO, 120 p., 105 F*

Ce livre - fort bien imprimé - s'adresse aux amateurs avertis et aux débutants qui souhaitent connaître les orchidées du Maroc. L'auteur, professeur à l'Institut de botanique de Montpellier, a parcouru le pays durant 5 ans pour observer et étudier les espèces marocaines. C'est en scientifique qu'il les présente, avec une quarantaine de photos en couleur, sous forme de monographie comportant une description, l'aire géographique où elles se trouvent et l'écologie de la plante. Un livre utile aussi pour une meilleure compréhension des orchidées de toute la région méditerranéenne dans leur complexité écologique.

R. B.

(suite du texte page 138)



Nouvelle méthode plus facile,  
plus efficace

**Pour apprendre  
à vraiment parler**

# ANGLAIS ou ALLEMAND

la méthode réflexe-orale  
donne des résultats stupéfiants  
et tellement rapides

Connaître une langue, ce n'est pas déchiffrer lentement quelques lignes d'un texte écrit. Pour nous, connaître une langue, c'est comprendre instantanément ce qui vous est dit et pouvoir répondre immédiatement.

La méthode réflexe-orale a été conçue pour arriver à ce résultat. Non seulement elle vous donne de solides connaissances, mais surtout elle vous amène infailliblement à parler la langue que vous avez choisi d'apprendre. C'est une méthode progressive, qui commence par des leçons très faciles et vous amène peu à peu à un niveau supérieur. Sans avoir jamais quoi que ce soit à apprendre par cœur, vous arriverez à comprendre rapidement la conversation ou la radio, ou encore les journaux, et vous commencerez à penser dans la langue et à parler naturellement. Tous ceux qui l'ont essayée sont du même avis: la méthode réflexe-orale vous amène à parler une langue dans un délai record. Elle convient aussi bien aux débutants qui n'ont jamais étudié une langue qu'à ceux qui, ayant pris un mauvais départ, ressentent la nécessité de rafraîchir leurs connaissances et d'arriver à bien parler. Les résultats sont tels que ceux qui ont suivi cette méthode pendant quelques mois semblent avoir étudié pendant des années ou séjourné longtemps en Angleterre ou en Allemagne.

La méthode réflexe-orale a été conçue spécialement pour être étudiée chez soi. Vous pouvez donc apprendre l'anglais ou l'allemand chez vous à vos heures de liberté, où que vous habitez et quelles que soient vos occupations. En consacrant moins d'une demi-heure par jour à cette étude qui vous passionnera, vous commencerez à vous "débrouiller" dans deux mois et, lorsque vous aurez terminé trois mois plus tard, vous parviendrez à parler couramment avec un accent impeccable, ce qui d'ailleurs a stupéfié des spécialistes de l'enseignement.

Commencez dès que possible à apprendre la langue que vous avez choisie avec la méthode réflexe-orale. Rien ne peut vous rapporter autant avec un si petit effort. Dans le monde d'aujourd'hui, parler une langue est un atout essentiel à votre réussite.

**GRATUITS** 1 cassette + 1 leçon  
+ 1 brochure



Bon à retourner à CENTRE D'ÉTUDES  
Service A 14 M- 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; pour pays hors Europe joindre 3 coupons-réponse)

NOM NOM .....  
(en majuscules SVP)

MON ADRESSE .....

Code postal (5 chiffres) .....

Ville .....



## LA LECTURE RAPIDE ENFIN POUR TOUS!

LECTIKA SYSTEM c'est la lecture profonde et rapide à la portée de tous. En 30 heures, grâce à une méthode réputée, apprenez à maîtriser attention et compréhension; vous pourrez alors assimiler jusqu'à 300 pages en une heure, ou lire ce message en 5 secondes... essayez! ce n'est pas si facile, et pourtant... ☎ (1) 42 33 34 34  
Renseignez-vous, LECTIKA peut vous apporter beaucoup.

**Lectika**

Centres de formation à : S Y S T E M  
Paris, Rennes, Morlaix, Besançon, Tours, Strasbourg, Marseille, Niort, Grenoble, Lille, Bordeaux, Le Mans.

### DEMANDE DE DOCUMENTATION GRATUITE

☐ sans engagement de ma part, adressez-moi une documentation gratuite sur la Lecture Rapide ☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle

NOM : .....

PRÉNOM : .....

ADRESSE : .....

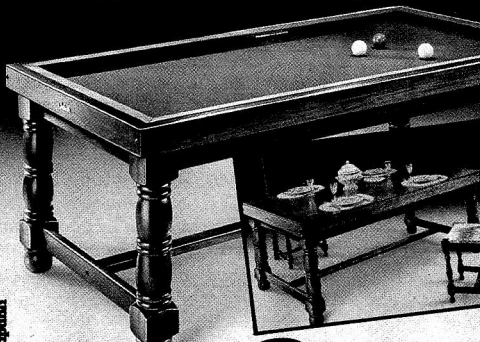
CODE POSTAL : ..... SU 3 I- CORPORATE

VILLE : .....

N° DE TÉL. : ..... AGE : .....

ÉTUDES EN COURS OU PROFESSION : .....

**11500F\***  
**VOTRE BILLARD CHEVILLOTTE  
N'A PAS LA FOLIE DES GRANDEURS**



**BILLARDS CHEVILLOTTE**

ZA des Montées - 23, rue Jean-Moulin - 45073 Orléans Cedex 2  
Tél.: 16-38 66 51 00

et aussi:

Paris, Amiens, Strasbourg, Nantes, Poitiers, Lyon, Marseille, Ste-Maxime  
PRESTABLE CHEVILLOTTE: 74-78, av. Thiers - B.R 72 - 33015 Bordeaux  
Cedex - Tél.: 16-56 32 93 93

Pour recevoir, sans engagement, une documentation Chevillotte, fabricant de billards et connaître les possibilités de financement, complétez le bon ci-dessous et retournez-le à l'adresse indiquée.

Nom .....

Adresse .....

Tél. .... SV 02.2

SOUS LA DIRECTION DE  
JEAN-CLAUDE PECKER

## ASTRONOMIE FLAMMARION

*Flammarion, 2 vol., 1 072 p., 895 F.*

Flammarion a une longue tradition astronomique : c'est la maison qui publia en 1879 la célèbre *Astronomie populaire*, de l'astronome Camille Flammarion, en raison des liens de parenté qui l'unissait avec le directeur de cette noble maison d'édition. L'auteur était émerveillé par le ciel : « N'est-il pas étrange que les habitants de notre planète aient presque tous vécu jusqu'ici sans savoir où ils sont et sans se douter des merveilles de l'Univers ? » Lyrisme qui surprend aujourd'hui, et qui pourtant fut efficace : il assura le succès de l'entreprise de popularisation des sciences menée par cet astronome. Fidèle à son esprit, Flammarion, l'éditeur, a publié en 1959 une nouvelle *Astronomie populaire*, sous la direction d'André Danjon, puis en 1979 une édition fac-similé de *Astronomie Populaire*. Les deux reflètent bien l'état des connaissances de leurs époques.

L'astronomie puis l'astrophysique et la cosmologie ont connu un tel développement depuis vingt ans qu'il est apparu nécessaire de refaire une nouvelle somme des connaissances en la matière. Elle fait date.

Une trentaine de chercheurs réunis sous l'égide de Jean-Claude Pecker, professeur au Collège de France et membre de l'Académie des Sciences, y ont travaillé. Tous appartiennent à l'Observatoire de Paris, au CNRS, à l'Agence spatiale européenne ou à l'université de Paris VII. Le développement de l'ouvrage est classique : les moyens de l'exploration astronomique, de l'œil nu à l'investigation *in situ* ; le système solaire, du plus gros corps (le Soleil) aux plus petits qui intéressent de plus en plus les astrophysiciens (les astéroïdes) ; étoiles et matière inter-stellaire, c'est-à-dire la Galaxie avec toutes ses composantes en évolution ; et enfin, le monde des galaxies, des amas de galaxies et des quasars, sans oublier non plus la question cosmologique.

Naturellement, ce sont ces dernières questions, stellaires et galactiques, qui occupent la plus grande part de l'ouvrage : le tome 2 leur est entièrement consacré. On y trouvera une série d'articles, en particulier sur la physique stellaire et l'interaction des étoiles sur leur milieu, sujets qui connaissent actuellement un déve-

loppement considérable. Pareillement, l'*Astronomie Flammarion* est le premier ouvrage de grande vulgarisation à traiter en détail de la question des superamas de galaxies et de la structure cellulaire de l'Univers, telle qu'on pourrait la voir à des centaines de millions d'années-lumière. Après un exposé sur la cosmologie classique, l'ouvrage se termine avec un excellent traité des voies nouvelles de la cosmologie, recherchées dans des phénomènes indépendants de la théorie gravitationnelle (comme la "fatigue" des photons, expliquant les décalages anormaux des spectres des galaxies vers le rouge), une possible hétérogénéité de l'Univers dans le passé, ou la mise en évidence d'un principe "anthropique" (pas "entropique" !), expliquant l'effet de sélection qu'exerce l'homme sur les observations qu'il utilise et qui a conduit certains cosmologistes à présenter des modèles d'autres univers plausibles, peut-être réels, mais inobservables !

Un bon millier de photos et de dessins soutient les textes. Outre la classique carte du ciel, on trouve dans les annexes, sous forme de tableaux, les données essentielles sur les astres, ainsi que les formules mathématiques de base complétant certains articles. **Jean-René GERMAIN**

## BRONISLAW MALINOWSKI

### JOURNAL D'ETHNOLOGIE

*Seuil, 302 p., 120 F.*

Malinowski est un des grands noms de l'ethnologie et/ou de l'anthropologie culturelle (les Américains appellent en effet anthropologie culturelle ce que nous appelons en France ethnologie). Né à Cracovie en 1884, il est mort en 1942 aux E.-U. après avoir publié quelques ouvrages qui font autorité, comme *Une théorie scientifique de la culture*, *Les Argonautes du Pacifique occidental*, *Trois essais sur la vie sociale des primitifs*. Il était spécialisé dans l'étude des Mélanésiens de l'archipel des Trobriand. L'un des intérêts de ses observations est d'avoir indiqué que les schémas culturels, y compris les schémas de comportement sexuel, ne vérifient guère les thèses de la psychanalyse. Dans le domaine "pratique", il faut lui savoir gré, à une époque où l'on n'étudiait la sexualité que de façon morale ou littéraire, d'avoir analysé scientifiquement celle de populations primitives et d'avoir révélé que la sexualité y est

essentiellement une activité sociale, aussi éloignée que possible de la vision personnelle occidentale. On n'a hélas pas trop tenu compte du conseil qu'il prodigua à d'autres égards, à savoir qu'il n'est de bonne administration coloniale que fondée sur l'analyse culturelle.

Il faut que le savant ait été de grande stature pour qu'on publie son journal. Constitué d'un enchevêtrement de notations intimes — très intimes — et ethnographiques, il comporte cependant des révélations surprenantes. La première est le peu d'estime dans lequel l'auteur tenait ses sujets d'observation : « Je vois la vie des indigènes comme entièrement dénuée d'intérêt ou d'importance », écrit-il, « comme quelque chose qui m'est aussi étranger que la vie d'un chien. »

Bien que conscient de la valeur de ses observations, l'ethnologie est pour lui une corvée, surtout l'ethnologie de terrain. Notation impétueuse ? Non, car il la renforce plus loin en ces termes : « Je me soucie fort peu des problèmes d'ethnologie. Pour dire vrai, je vis loin, très loin de Kiriwina (sur l'île Boyowa), tout en détestant cordialement les *niggers*. »

On peut déplorer le racisme non dissimulé de l'auteur, mais on doit admirer que l'homme ait surmonté son aversion à la fois pour son travail et l'objet de celui-ci, sa constante lassitude (qu'il traitait à l'arsenic) et son dépaysement pour élaborer une discipline de travail qui demeure un modèle de vigilance intellectuelle. Mais on peut aussi penser que s'il avait été plus amical à l'égard des Trobriandais, ce qui n'est pourtant pas difficile, il nous eût sans doute donné des livres encore plus riches.

**Gérald MESSADIÉ**

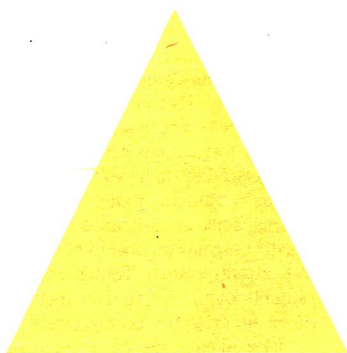
## KATIA ET MAURICE KRAFFT

### LES PLUS BEAUX VOLCANS DU MONDE

*Solar, 90 p., 85 F.*

Certes les volcans sont des sujets photogéniques. Mais cela ne suffit pas pour avoir pris les belles images qui constituent la substance de ce livre. Les auteurs, volcanologues avant tout, sont aussi de remarquables photographes. Ainsi les 130 photos en couleurs rassemblées sont-elles un régal pour les yeux des amoureux de géologie. Chaque volcan est présenté avec ses caractéristiques et son histoire. Un très bon livre d'initiation. **R. B.**





## JEUX

### SI VOUS ÉTIEZ SHERLOCK HOLMES...

« **V**oilà notre homme, Watson, venez !... » Le violoniste cocaïnomane du 221 bis Baker Street, accompagné de son ineffable confident est sur une nouvelle piste...

Mais, cette fois, *vous* êtes impliqué dans l'affaire. C'est à *vous* de faire plus vite que vos concurrents pour résoudre les dix énigmes "holmésiennes" que les Jeux Descartes <sup>(1)</sup> soumettent à votre perspicacité...

Ce jeu de société *Sherlock Holmes Détective-Conseil* se présente sous la forme d'un classeur à anneaux contenant quatre livrets, un *Dossier*, un choix de *Journaux d'archives* et un grand plan de Londres à l'époque victorienne. Ni cylindre de roulette, ni cartes, ni dés. Autrement dit, le hasard est exclu de ce jeu. Pour gagner, il

(suite du texte page 140)

(1) Edition des *Jeux Descartes*, 5 rue de la Baume, 75008 PARIS.

sera surtout fait appel à votre intelligence et à votre mémoire.

Mais votre imagination, voire votre sens poétique, seront également sollicités. Et ce n'est pas le moindre intérêt de ce jeu qui a su fort bien reconstituer l'ambiance très particulière que sir Arthur Conan Doyle a distillée autour de son héros.

Vous parcourrez les rues du Londres du XIX<sup>e</sup> siècle sous la lumière verdâtre des reverberes noyés dans le brouillard. Des formes inquiétantes hanteront les quais de la Tamise. De temps en temps, un *cab* surgira de l'ombre et vous entreverrez votre suspect qui vraiment n'avait rien à faire à cet endroit et à cette heure !...

Imprimés sur un papier couleur

thé, les documents destinés à vous aider dans votre enquête sont illustrés de bois gravés d'époque qui ajoutent encore à l'illusion. "Sherlock Holmes Détective-Conseil" se joue à un ou plusieurs joueurs. Bien que la règle varie légèrement selon le nombre des participants, elle reste toujours fort simple. On commence par choisir dans le livret intitulé *Mémoires* (d'autres tomes des *Mémoires* sont en préparation) l'une des dix énigmes proposées et on la lit très attentivement. Toutes se présentent sous la forme d'un récit qui décrit un crime ou un mystère dans le style même de ceux auxquels Sherlock fut si souvent confronté.

En possession des données du problème, vous devrez alors trouver une piste. Vous reportant au *Dossier* — qui contient toutes les pistes que

vous pourriez suivre pour une affaire donnée — vous lirez les indications correspondantes. Mais attention, un mystère peut en cacher un autre... et vous renvoyez sur une nouvelle piste et, bien entendu, vous égarer !

Chemin faisant, vous aurez éventuellement à consulter aussi bien le plan de Londres (500 lieux répertoriés) que l'*Annuaire* (contenant une liste alphabétique de tous les personnages cités et de certains autres) et la collection des *Journaux d'archives*.

Ces sources d'information, tout à fait comparables à celles dont disposait Sherlock, sont à la fois une aide et une difficulté. Comme votre illustre modèle (et comme dans une véritable enquête), vous devrez choisir dans cette masse d'informations et de documents ceux qui peuvent vous être utiles et soigneusement éliminer les autres.

Lorsque vous aurez débrouillé l'écheveau des faits et bâti une hypothèse, vous vous reporterez au livre des *Enigmes* et répondrez aux questions se rapportant à l'affaire.

C'est alors, et alors seulement, que vous calculerez votre score en prenant connaissance des réponses que l'on trouve dans la seconde partie de ce même livret et qui sont affectées d'une note. Les pistes retenues et suivies par Holmes totalisent toujours 100 points, ce qui postule que faire mieux est impossible... Mais comparer vos scores aux siens (et surtout à ceux des autres joueurs) vous donnera une bonne mesure de vos capacités de déduction.



## VIDÉO

### UNE RÉGIE POUR VIDÉASTES AMATEURS

**L'**une des techniques de mixage utilisées en prise de vue vidéo consiste à filmer une scène avec plusieurs caméras, afin de cadrer des plans de grosseurs différentes sous divers angles. Au moyen d'une régie, un technicien choisit parmi ces plans ceux qui doivent se succéder dans l'enregistrement ou dans l'émission directe. Cette technique vient d'être mise à la portée des amateurs par la marque Guiston, qui a créé une micro-régie de 24 x 11 x 23 cm pesant 3,4 kg seulement.

Il faut toutefois observer que, si la

micro-régie Guiston convient à ces utilisateurs à cause de sa compacité et de son prix (5 900 F environ), son utilisation avec plusieurs caméras vidéo l'est moins puisque ces caméras coûtent autour de 10 000 F pièce. Elle peut intéresser, par contre, des amateurs possédant chacun une caméra, qui pourront alors se grouper soit au sein d'un club vidéo, soit pour réaliser un film.

La micro-régie Guiston permet le branchement de 4 caméras sur un magnétoscope. Le passage de l'une à l'autre des caméras se fait avec possibilité de sélection indépendante de

l'image et du son. Des voyants signalent immédiatement les choix opérés et permettent le contrôle du bon fonctionnement de chaque appareil.

La micro-régie peut également être utilisée en banc de montage, par exemple : une ou deux caméras pour insérer un texte ou des effets spéciaux et deux magnétoscopes lecteurs avec un troisième en enregistrement sur la sortie générale.

Pour tous renseignements : Hifiavie, Centre de recherches et de perfectionnement en électronique audiovisuelle, 17-19 rue Lambert, 75018 Paris, tél. 42 55 01 63.



## ÉDUCATION

## DE L'ŒUF À LA POULE

**O**n raconte qu'une petite écolière parisienne à qui l'on demandait de dessiner une poule, exécuta une nature morte, bien ficelée, avec même une étiquette symbolisant la classique garantie "poulet fermier". On devine la suite vraisemblable de cette histoire tout à fait plausible : sourire songeur de l'adulte en présence de cette "perversion citadine", puis force explications sur l'œuf et la poule, avec, à la clé, dans le meilleur des cas, un week-end à la campagne pour voir tout ça de plus près.

Cette "expérience" vivante, émouvante, instructive et divertissante, vos enfants peuvent désormais la faire sans avoir à mettre le nez dehors, grâce à la mini-couveuse électrique MOBI. Elle permet d'incuber jusqu'à 12 œufs de poule à la fois, avec une régulation précise de la température (entre 36,5 et 38,5° C) et de l'humidité (de 88 à 93 %) et un retournement facile des œufs sans les toucher (la poule le fait 92 fois par jour). Au bout de 3 semaines, l'éclosion, instant le plus émouvant, s'observe à travers le dôme en plastique de l'appareil. Cette délivrance, le poussin l'obtient au prix d'un effort



très éprouvant : laissez-lui 24 h de repos ; attendez aussi qu'il soit complètement sec avant de le toucher.

L'Union franco-suisse, qui distribue la couveuse MOBI — *Miracle of Birth Incubator, made in USA* —, annonce 70 % de réussite. A condition, bien sûr, d'utiliser des œufs fertiles (ce n'est pas le cas des œufs du commerce), que l'on se procure chez des accoueurs spécialisés.

Prix : 782,76 F. Pour tous renseignements : Union franco-suisse, 105 rue Isambard, 27120 Pacy-sur-Eure, tél. 32 36 10 01. Attention, le mode d'emploi ne précise pas comment "traiter" les produits piaillants de chaque couvée. On peut, bien sûr, faire éclore des œufs d'autres volatiles (prendre le soin de se renseigner sur les conditions spécifiques à chaque espèce).

## MINIATURISATION

## MICRO-ASPIRATEUR POUR MICRO-POUSSIÈRES

**L**es appareils de valeur tels que objectifs photo, projecteurs, microscopes, micro-ordinateur, etc. ne sont pas toujours à l'abri de la poussière, qui s'introduit dans des endroits inaccessibles à la main ou au chiffon. Ce micro-

aspirateur, qui ne mesure que 13 cm de long, est équipé d'accessoires pour nettoyer et dépoussiérer vos équipements délicats. Des brosses en crin de poney permettent d'éviter de rayer les surfaces sensibles. Un instrument utile qui peut éviter les réparations coûteuses de votre matériel photo.

Prix : 189 F.

Vente par correspondance :  
Le catalogue de l'homme moderne,  
12 rue Gay-Lussac,  
94430 Chennevières,  
tél. 45 94 12 00.



## COMMUNICATION

## UN BLOC-MESSAGE ÉLECTRONIQUE

**P**etite boîte magique, le "Memo-Tec" permet d'enregistrer et de restituer à tout instant un message parlé d'une durée maximale de 15 secondes.

Son utilisation est des plus simples. Pour enregistrer le message, il suffit d'appuyer sur un gros bouton rouge réservé à cet effet. L'écoute s'effectuera en soulevant l'appareil.

Le Memo-Tec, parfaitement autonome et alimenté sur piles, ne nécessite aucun entretien particulier. Le message étant enregistré sur une bande sans fin, aucune opération de rebobinage n'est nécessaire.

Prix : 450 F. En vente chez Dune, 12-14 rond-point des Champs-Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86.



L'enregistrement aussi simple...



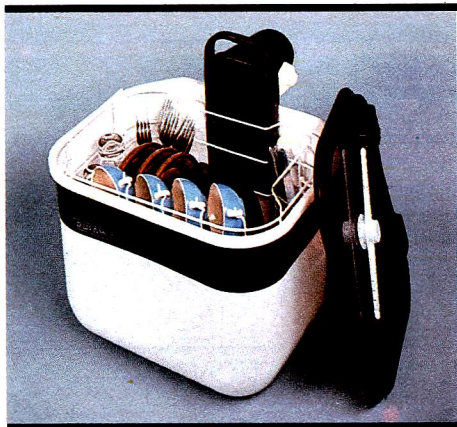
... que l'écoute.

## ÉLECTROMÉNAGER

### DEUX MACHINES EN UNE

**P**our ceux qui manquent de place et qui ont de petites vaisselles et peu de linge à laver, la machine à laver le linge SUFAM portable et transformable en lave-vaisselle peut être une solution pratique pour un faible investissement.

Si le système de fonctionnement de cet appareil est conventionnel, à savoir qu'il est équipé d'un pulsateur latéral qui brasse le linge et crée un tourbillon d'eau chargé de détergent qui pénètre les fibres et lave en profondeur, la cuve est, par contre, conçue ingénieusement pour recevoir un panier à vaisselle. Par ailleurs, deux orifices placés dans la partie



supérieure de la cuve permettent l'écumage des mousses et des saletés, l'eau est ainsi renouvelée sans dégorgement sur les parois extérieures.

D'un encombrement réduit (46 x 30 x 36 cm), d'un poids léger (5 kg) et d'une consommation économique (puissance de 200 watts), cette machine permet de laver 2,5 kg de linge en 15 min (temps de lavage programmable par minuterie incorporée).

Quant au panier à vaisselle, sa capacité est de 4 à 5 couverts. Le cycle de lavage est semi-automatique et comporte 3 séquences : prélavage, lavage, rinçage.

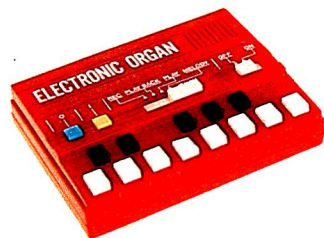
Vente par correspondance. Prix : 850 F, livrée. Pour tous renseignements : SEDAO, 17-19 rue de la Plaine, 75020 Paris, tél. (1) 43 48 08 08.

## JOUETS

### UN ORGUE ÉLECTRONIQUE DE POCHE

**D**e la taille d'un paquet de cigarettes, cet orgue électronique miniature permettra à vos enfants de s'initier à la musique. Alimenté par pile 9 V, d'un modèle identique à celui utilisé pour les récepteurs radio, et comportant un haut-parleur intégré, cet instrument est donc parfaitement autonome. Son clavier ne comporte qu'une octave mais un poussoir permet de jouer sur deux octaves par décalage sonore du clavier vers l'octave supérieure. Si l'enfant se sent une âme de compositeur, la position "record" du sélecteur de fonction lui permettra de mémoriser dans l'appareil une mélodie comprenant jusqu'à 56 notes. Celle-ci pourra être restituée à tout moment en utilisant le mode "play back".

Si, par contre, l'inspiration lui manque, cet orgue pourra lui jouer 8 mélodies différentes enregistrées



d'origine dans la mémoire de l'instrument.

Le musicien en herbe pourra, bien entendu, essayer de rejouer lui-même l'une ou l'autre de ces mélodies.

Pour terminer, précisons que cet appareil pourra être utilisé pour accorder un instrument de musique, son "la" étant garanti juste (440 Hz).

Prix : 290 F. Pour tous renseignements : Dune, 12 14 rond-point des Champs Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86.

## VIE FACILE

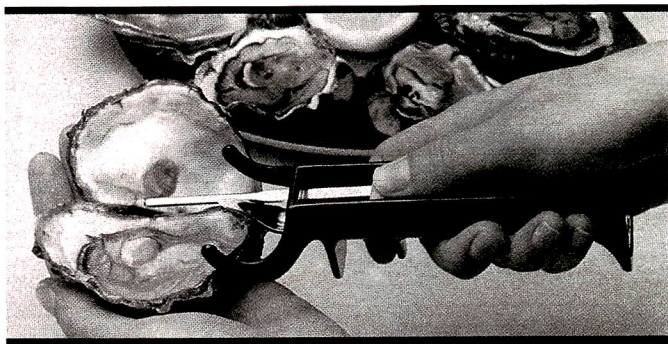
### OUVREZ VOS HÙÎTRES AUSSI VITE QUE VOUS LES MANGEZ

**F**abriqué en polyamide alimentaire et en acier inoxydable de haute qualité (celui utilisé en chirurgie), l'ouvre-huîtres DFI est pourvu de deux cornes de protection et d'une pointe courbée en acier qui permet de soulever la charnière de l'huître. Une lame rétractable complète l'ensemble et se glisse entre les deux coquilles pour sectionner le muscle, sans abîmer le mollusque. Pas besoin de torchon

pour protéger la main car pas besoin de forcer et donc pas de risque de dérapage. L'ouverture des huîtres s'effectue rapidement et sans danger.

Petit détail qui a son importance, cet ustensile convient aussi bien pour gauchers que pour droitiers et permet d'ouvrir, avec la même facilité, les huîtres plates (comme les belons) et les huîtres creuses (comme celles d'Arcachon).

Prix : 75 F environ.





## PHOTO

## LES COMPACTS À DEUX FOCALES SE MULTIPLIENT

**D**ans le domaine des appareils  $24 \times 36$  compacts, une tendance s'est fait jour au dernier Salon de la photo à Paris : les constructeurs ont commencé à produire des modèles à deux focales, celles-ci étant obtenues par un complément optique ou par déplacement d'un groupe de lentilles.

- L'appareil le plus sophistiqué, présenté dès septembre, est le Minolta AF-T (voir *Science & Vie* n° 817 d'octobre 1985)

- Konica a réalisé un appareil similaire, le MR 70. L'objectif comporte deux positions qui donnent les deux focales : "rentré" pour 38 mm et "sorti" pour 70 mm. Dans le premier cas, l'ouverture est de 1:3.2. Elle passe à 1:5.8 en position télé. Le changement de focale est assuré par moteur, celui-ci déplaçant la monture et introduisant un groupe de 4 lentilles derrière les 4 lentilles de la focale de 38 mm. Le Konica MR 70 est par ailleurs un compact très complet : entraînement par moteur, exposition automatique (1/

25 à 1/250 s), sensibilité de 25 à 1600 ISO, flash incorporé, mise au point automatique. Son poids est de 425 g (prix et date de commercialisation non connus au moment de mettre sous presse).

- Fuji a conçu un appareil semblable, quoique moins sophistiqué, le Fuji TW-300. Ses deux focales sont 3,5/38 mm (à 3 lentilles) et 6/65 mm (à 6 lentilles). Le changement de focale est commandé manuellement par rotation de l'objectif.

Le Fuji TW-300 est automatique, une cellule au silicium réglant l'obturateur (1,6 à 1/500 s) et le diaphragme. Comme sur le Fuji DL 200, le TW-300 comporte le prébobinage : dès que la cartouche est en place, la pellicule est totalement enroulée sur l'axe récepteur ; la prise de vue se fait donc de la fin du film vers le début.

Ce système a 2 avantages : pas de rebobinage après les prises de vues ; les vues impressionnées étant enroulées dans la cartouche, elles ne peuvent pas être voilées en cas d'ouverture accidentelle du dos.

## JEUX

## JOUEZ AU SCRABBLE CONTRE L'ORDINATEUR

**A**près être devenus des partenaires de Mastermind et d'échecs, les micro-ordinateurs s'attaquent au Scrabble. Portatif, le Monty sera un partenaire toujours prêt à vous suivre si vous êtes un passionné de ce jeu.

En début de partie l'appareil demandera si vous désirez commencer, puis distribuera les jetons par tirage aléatoire. Après chacun de ses coups, il vous invitera à jouer en affichant votre nom sur son écran à cristaux liquides, puis demandera sur quelle case de la grille et suivant quelle direction la première lettre de votre mot devra être placée.

Un dictionnaire intégré en mémoire et comportant 108 418 mots fait de cet appareil un partenaire plus qu'acceptable. De plus, 5 niveaux de difficulté et 7 options de jeu permettent d'adapter les réactions de la machine à la force du joueur.

Prix : 2 290 F. En vente chez Dune, 12-14 rond-point des Champs-Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 45 62 06 86.

## ÉLECTROMÉNAGER

## LE PÈSE-PERSONNE QUI PARLE

**C**ompact, extra-plat, le SC 2003 de Téfal est aussi et surtout doté d'une mémoire et d'une voix synthétique d'intensité réglable qui vous dit en clair votre poids et les écarts entre 2 pesées.

L'appareil est doté de 7 touches et d'une touche de mémorisation, utilisable soit par une seule personne pour suivre son poids sur différentes périodes (exemple 7 jours de la semaine), soit par plusieurs personnes de la famille pour connaître leur écart de poids entre deux périodes.

Par ailleurs le SC 2003 est équipé d'un cadran détachable qui permet ainsi une lecture claire et précise du poids, à hauteur des yeux. Le poids est indiqué à 200 g près.

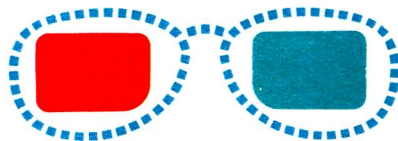
Lors de la mise en marche, la mise à zéro est automatique. Après utilisation, l'arrêt est automatique.

Prix : 950 F environ. En vente dans les grands magasins, les grandes



surfaces et chez les spécialistes d'électroménager.

## VERRES MANQUANTS



## QUI N'A PAS VU LA TERRE EN RELIEF ?

**A** la suite d'un défaut de fabrication, quelques exemplaires des lunettes encartées dans notre dernier numéro n'avaient pas de filtres colorés. Que nos lecteurs veuillent bien nous en excuser (y compris ceux, astucieux, qui ont confectionné — dans du celluloid rouge et bleu — puis monté les verres manquants). Nous enverrons immédiatement une nouvelle paire de lunettes à tous ceux qui nous retourneront leurs lunettes défectueuses, afin qu'ils puissent découvrir la France en relief.

## PSYCHANALYSE, CLASSEMENT ET AUTRES PROGRAMMES

**R**éseau planétaire. C'est le nom que s'est choisie une toute jeune société de diffusion de logiciels. Son but est triple : diffuser des logiciels américains introuvables en France ; diffuser ses propres logiciels ; et enfin adapter, sous licence, des logiciels américains.

Nous pouvons rattacher le logiciel *Eliza* à cette dernière catégorie. Il vous soumettra (gentiment) à une véritable séance de psychanalyse, pour peu que vous répondiez à ses questions.

De même, le logiciel *Stress Management* permettra d'établir votre niveau de stress au moment où vous l'effectuerez ! Plus sérieux sont les logiciels dits "utilitaires". *Orca M* est un puissant assembleur pour les microprocesseurs 6502 et 65c02, ou le "Z. Imp" qui rend toutes les imprimantes compatibles avec l'IBM PC. Les logiciels *Generap* et *Ramdrive* vous seront très utiles. *Generap*, qui est très complet, pourra vous être utile pour constituer des rapports. Sans rentrer dans ses détails de fonctionnement, qui demandent une certaine accoutumance, disons qu'il vous suffit de taper sur votre clavier vos idées dans le désordre, *Generap* vous les reclassera selon un ordre préétabli par vous-même. *Ramdrive* est un émulateur de lecteur de disquette pour Apple II 64 et 128 K.

*Doublestuff Plus* intéressera les artistes : adaptation française d'un logiciel américain, il possède une bibliothèque de formes, permet la création de caractères et permet de réaliser des dessins en 16 couleurs. Les scientifiques seront intéressés par ce logiciel.

*Prime Plotter*, qui est l'un des plus puissants graphes possibles actuellement pour Apple. Fournissant les principales fonctions statistiques, il donne également les symboles mathématiques et autorise les dessins libres. Réseau planétaire diffuse en France les bibliothèques de caractère *Fontrix* qui offrent une multitude de caractère et de symboles de toutes sortes. Les mords du traitement de texte seront captivés par le logiciel *Gutenberg* qui présente l'avantage d'être multilingue, de comprendre également les symboles graphiques utilisés notamment dans

l'électrique.

Pour tous renseignements : Réseau planétaire, Raffy, 43260 St-Julien-Chapteuil, tél. 71 57 61 67 ou 69 30 12 07.

**De son côté, Version-Soft** propose son logiciel *Epistole*, la nouvelle version de son traitement de texte pour Apple, mise au point par Luc Barthelet, un jeune ingénieur de 22 ans, champion de voile. Ce best seller du traitement de texte sur Apple se distingue principalement de la première version par un ensemble "communication", qui fait tout son intérêt.

Un premier groupe de fonctions transforme votre Apple en terminal pour le réseau Calvados sous Transpac (accès par téléphone, comme pour le Minitel) en assurant des fonctions de messagerie, lancement des séquences de texte, ou communications en duplex. Naturellement, ces fonctions, comme toutes les autres, sont commandées par la "souris" qui agit sur des menus déroulants apparaissant à l'écran, ce qui est d'un maniement très simple.

En déplaçant le curseur sur l'écran avec la "souris", on peut ainsi saisir le texte que l'on vient de taper sur le clavier, et le sauvegarder. Naturellement toutes les opérations d'insertion de textes nouveaux, de coupures, de modifications de caractères ou de mots sont possibles grâce notamment aux fonctions "couper", "coller", "annuler".

Pour imprimer le texte que vous avez rentré, un ensemble de commandes permettent de mettre votre texte en page en choisissant le nombre de lignes par page, la longueur des lignes, la grandeur des marges à droite et à gauche, le soulignement ou non des mots, l'impression feuille à feuille ou en continu, etc.

Un menu "visualisation" permet d'afficher sur l'écran le texte tel qu'il sera imprimé. Une série de commandes spéciales permettent de numérotter automatiquement les pages imprimées. Une fonction "glossaire" fait ressortir à chaque instant les éléments, les formules répétitives que vous voulez voir apparaître lors de la saisie d'un texte.

Les mailings sont possibles avec

*Epistole* qui possède un fichier de variables, ce qui permet de créer un courrier spécialisé, une lettre type à des adresses différentes, par exemple.

Enfin, *Epistole* est doté d'une fonction "calculs" qui permet d'éditer des textes avec des variables numériques (des factures, par exemple).

*Epistole* est un logiciel ouvert : fonctionnant sous ProDos, il est possible de convertir les fichiers DOS 3.3 en ProDos pour pouvoir fonctionner avec lui. On peut également le faire fonctionner avec quelques logiciels connus comme *Version Calc*, *Appleworks*, *Multiplan*, *Quick File*, etc.

Un petit regret pourtant : *Epistole* ne permet de générer les lettres des alphabets étrangers ou les signes diacritiques d'autres langues écrites avec l'alphabet latin, ainsi que les signes mathématiques. Si c'était le cas, ce logiciel serait vraiment parfait.

Signalons deux autres produits de Version-Soft :

- *Budget Familial*, une gestion de budget personnel pour Apple IIc qui, à l'aide de la souris et de menus déroulants, présente les caractéristiques suivantes : tenue d'un compte bancaire, tenue de 5 cartes de crédit gérées simultanément, sortie du solde réel, rapprochement bancaires, gestion de virements automatiques, fonction calculatrice, fonction bloc-notes, répartition mensuelle des recettes et dépenses par poste avec pourcentage, bilan annuel, pourcentage par poste des dépenses et recettes pour chaque mois de l'année, etc. Indispensable pour avoir un budget bien géré !

- *ProCode*. Il s'agit ici d'un puissant éditeur en langage assembleur pour 6502 et 65c02, pleine page 80 colonnes, pouvant être connecté à un autre logiciel *ProFile* de gestion de fichiers. C'est le premier du genre.

Si elle continue de rester fidèle à Apple pour laquelle elle prépare de nouveaux logiciels, Version Soft commence à s'intéresser à l'IBM PC. Elle vient de publier *Edutex*, un éditeur pleine page, multifenêtres, écrit en assembleur, permettant de visualiser simultanément 4 fichiers et d'insérer tout ou une partie d'un texte, d'une fenêtre à l'autre.



## VIDÉO

## UN CAMESCOPE VHS À MISE AU POINT AUTOMATIQUE

**O**lympus vient de commercialiser le VHS Movie VX-402 AF, un caméscope de 2 700 g. L'appareil fonctionne avec des cassettes VHS ordinaires qui permettent jusqu'à 160 minutes de programme.

L'analyseur d'image est un tube Mewcosvision demi-pouce qui, avec le zoom 1,4/9-54 mm, permet de filmer avec un éclairage minimal de 10 lux. Ce zoom est à mise au point automatique par faisceau infrarouge. Une mise au point manuelle est également possible. Le cadrage est obtenu au moyen d'un viseur électronique orientable.

Pour l'examen des cassettes, le caméscope peut être directement connecté à un téléviseur.

Prix : encore inconnu au moment de mettre sous presse (il devrait être de l'ordre de 15 000 F).

## CHAUFFAGE

## BRIQUETTES DE PAPIER POUR VOTRE CHEMINÉE

**S**imple, écologique et économique, cet appareil transforme tous vos vieux journaux, papiers et autres déchets de même nature en une brique d'énergie dont le pouvoir calorifique est comparable à celui d'une brique de charbon, à savoir 4000 kcal environ.

Il suffit de tremper le papier, de le compacter grâce à cet appareil en briquettes de 230 x 85 x 60 mm. Une fois séchées, ces briquettes seront prêtes à être brûlées dans un poêle, une cheminée ou une chaudière.

Prix : 295 F, vente par correspondance. Pour tous renseignements : Le catalogue de l'homme moderne, 12 rue Gay-Lussac, 94430 Chennevières, tél. (1) 45 94 12 00.

## PHOTO

## PREMIER CONCOURS DE PHOTOS D'ORCHIDÉES



**L**e XVI<sup>e</sup> Salon des orchidées se tiendra au parc floral de Paris, à Vincennes, du 21 février au 2 mars prochain. Le public pourra y voir plusieurs dizaines de milliers de fleurs dans un paysage exotique reconstitué. Et, pour la première fois, la photographie sera associée à cette manifestation. Les amateurs pourront s'initier à la photo rapprochée grâce à Canon et Kodak, qui prêteront le matériel nécessaire

et développeront les films en couleurs dans la journée.

Des techniciens et un photographe professionnel spécialiste de photomacrographie donneront les premiers conseils. De plus, tous les amateurs pourront photographier les orchidées exposées en participant à un concours doté de prix (notamment un voyage UTA au royaume des orchidées à Singapour et des voyages SNCF).

## FUMEURS

## L'INTERRUPTEUR DE CIGARETTES



**C**igarette au bec, vous pénétrez dans un de ces lieux où, justement, il est interdit (ou "instantanément recommandé de s'abstenir") de fumer. Vous pouvez, soit l'écraser, soit chercher (parfois en vain) un cendrier. Ou alors, sortir de votre poche le "Mini-quick" et l'y mettre en attente : elle s'y éteindra toute seule (faute d'air), sans odeur et en restant intacte. Une fois libéré de l'intolérable tyrannie des non-fumeurs et autres consignes de sécurité, et de nouveau en mesure d'exercer votre droit le plus élémentaire à disposer de la couleur de vos poumons, vous pourrez rallumer

vos cigarettes, la même (et donc réaliser, en plus, une économie qui peut atteindre près de 100 % si, au début de votre mésaventure, vous veniez juste de l'allumer).

Prix moyen : 15 F. Le "Mini-quick" est doté à sa base d'une pastille adhésive qui lui permet de tenir tout seul, par exemple sur le tableau de bord de votre voiture (pour poser la cigarette sans en perdre une bouffée, ce que ne permet pas le cendrier, qui d'ailleurs n'est pas très sûr dans les virages). Pour tous renseignements : Sté Icom, 12 rue Anatole-France, 92300 Levallois-Perret, tél. (1) 47 57 15 95. ▲

## LA BELLE COMÈTE DE 1910 N'ÉTAIT PAS HALLEY

(suite de la page 46)

publiés. Les spectres de la comète enregistrés dans l'ultra-violet à la mi-décembre, alors qu'elle se trouvait à 150 millions de km de la Terre, ont confirmé une augmentation considérable de son activité due à l'accroissement du rayonnement solaire. Mais aussi, les mesures faites par IUE montrent que la composition gazeuse de Halley, qui est une comète périodique relativement jeune, est similaire à celle de comètes plus anciennes observées dans les mêmes conditions. On a retrouvé dans ses spectres toutes les raies d'émission caractéristiques de l'hydrogène, du carbone, de l'oxygène, du soufre et du radical hydroxyle (OH) provenant de la dissociation des molécules d'eau.

Lors des mesures effectuées en décembre, le dégagement de matériaux gazeux était 5 fois supérieur à celui observé en septembre; si cette tendance se maintient jusqu'en février, lorsque la comète passera au périhélie, on estime qu'elle pourrait perdre jusqu'à  $10^{30}$  molécules par seconde, ce qui est un débit extrêmement élevé comparativement à d'autres comètes observées par IUE à des distances similaires du Soleil (90 millions de kilomètres). Les dégagements gazeux se font par bouffées soudaines, d'une manière complètement erratique. Cela explique les modifications rapides de la queue, observée en 1910.

Il reste sa "chevelure" de poussière, c'est-à-dire le nuage de poussière qui l'entoure. Il est relativement compact, de 20 000 km d'épaisseur et représentent le dixième de la chevelure de gaz qui entoure le noyau. Alarmante tignasse: la sonde européenne *Giotto* qui, le 13 mars prochain, y plongera à la vitesse de 69 km/s pour passer à 500 kilomètres du noyau, y survivra-t-elle? Elle risque d'être pulvérisée avant d'avoir rempli sa mission, car une particule de 0,1 g lancée à une vi-

tesse de 70 km/s peut transpercer une plaque d'aluminium de 8 cm d'épaisseur! Adieu photos, adieu mesures! Nous

analyserons cette mission du "pou" terrestre dans notre prochain numéro.

Jean-René GERMAIN ●

### CONCOURS PHOTO LEITZ ET "SCIENCES ET VIE": IL VOUS RESTE DEUX PÉRIODES POUR PHOTOGRAPHER LA COMÈTE

Durant le mois de février, la comète de Halley va contourner le Soleil, se réchauffer et gonfler sa chevelure pour être plus photographique. Aux observateurs comme aux photographes, elle laissera un mois de répit en attendant de réparaître en mars, mais malheureusement elle sera visible surtout dans l'hémisphère sud.

Ce mois de répit va vous permettre, si vous avez déjà photographié la comète, de trier et de nous adresser vos photos pour le concours. Ce qui, précisons-le, ne vous empêchera pas de nous adresser de nouvelles images si vous la photographiez durant son second passage, en mars et avril. Du 5 mars au 5 avril, elle sera visible le matin, bas sur l'horizon, et du 20 avril au 20 mai à la tombée de la nuit.

N'oubliez pas que l'aspect scientifique et sportif entreront en ligne de compte pour le jury. Nous avons déjà reçu quelques photos prises en novembre alors que l'observation était difficile. Nous en recevrons encore, prises de France et d'autres prises dans l'hémisphère sud dans de meilleures conditions. Certaines auront été obtenues avec de modestes appareils d'amateur. D'autres, avec du matériel sophistiqué asservi à une monture équatoriale.

Mais toutes auront leur intérêt. Aussi aucun concurrent ne sera défavorisé et il y aura des récompenses tenant compte de cette diversité des origines et des techniques.

La plus prestigieuse des firmes de matériel photographique, Leitz, s'est associée à notre entreprise. Ce sont donc des matériels dont la réputation n'est plus à faire qui constitueront les lots, qu'il s'agisse du Leica, du projecteur Pradovit, des jumelles, des flashes Metz ou des cuves Jobo (ces dernières marques distribuées par Wild-Leitz France sont spécialisées dans les fabrications de qualité).

Voici donc la liste des récompenses du concours *Science & Vie*-Leitz:

**1<sup>er</sup> prix** : un reflex Leica R4S modèle 2 (le dernier né) équipé d'un Summicron 2/50 mm

**2<sup>e</sup> prix** : un projecteur Pradovit 253 AF à infrarouge

**3<sup>e</sup> prix** : jumelles Leitz Trinovid 10 × 25 BC

**4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> prix** : jumelles Leitz Trinovid 8 × 20 BC

**6<sup>e</sup> prix** : flash à torche Metz 45 CT1

**7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> prix** : flash Metz 30 BCT 4

**du 11<sup>e</sup> au 16<sup>e</sup> prix** : un équipement de développement amateur Jobo

**du 17<sup>e</sup> au 20<sup>e</sup> prix** : un équipement de développement amateur Jobo-Hobby.

Rappelons pour terminer les principales conditions de ce concours. Les concurrents pourront envoyer des photos en noir et blanc ou en couleurs, sur tirage papier 13 × 18 à 24 × 30 cm ou sur diapositives.

L'auteur donnera le maximum de précisions sur les conditions de prise de vue:

- Lieu, date et heure de réalisation de la photo;
- constellation dans laquelle se trouvait la comète;
- instruments utilisés (appareil, optique, monture);
- film utilisé et sensibilité choisie;
- technique de prise de vue (ouverture, temps de pose, filtrage éventuel).

Le concours sera clos le 30 avril. Le jury classera 20 photos en fonction des qualités de l'image et des informations scientifiques qu'elle apporte. La composition du jury, présidé par M. Roger Maurice Bonnet, directeur du programme scientifique de l'Agence spatiale européenne, responsable de la sonde *Giotto*, a été publiée dans *Science & Vie* de janvier. Les auteurs resteront propriétaires de leurs photos. Ils pourront en obtenir le renvoi à condition de joindre une enveloppe avec leur adresse.



Une étonnante expérience qui a changé beaucoup de choses pour moi

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

**A**près 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<sup>e</sup> ou quel est le 12<sup>e</sup>? 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<sup>e</sup>, la 35<sup>e</sup> ou la 47<sup>e</sup> 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, vous pouvez le lire dans 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. Demandez 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 M14R, Centre d'Etudes, 1, avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 Paris. *Veillez m'adresser le livret gratuit «Comment acquérir une mémoire prodigieuse» et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres pour frais. (Pour pays hors d'Europe, joindre 5 coupons-réponse.)*

Mon nom: ..... Prénom: .....  
(en majuscules SVP)

Mon adresse: .....

Code postal: ..... Ville: .....

## L'APPAREIL PHOTO INFORMATISÉ ARRIVE

(suite de la page 113)

permet de l'utiliser en éclairage indirect (en le dirigeant vers le plafond par exemple). Dans ce cas les diverses programmations restent utilisables.

**Le flash annulaire ML-2**, destiné à la photo rapprochée, est également couplé au micro-ordinateur du T 90. Ainsi permet-il l'exposition automatique par mesure de la lumière de l'éclair sur le film. Si le programme automatique en service est celui à priorité au diaphragme, la technique du flash complémentaire peut être utilisée pour obtenir l'exposition correcte du sujet (par exemple une fleur) et des détails dans les ombres du fond. Ce qui est obtenu par variation de la vitesse de synchronisation entre 1/30 et 1/250 s. Comme le flash Canon 300 TL, le flash annulaire est utilisable manuellement en programmes M-HI et M-LO.

**Le dos du Canon T 90** est interchangeable avec d'autres dos, dont un à mémoire. Connecté à travers une interface au micro-ordinateur personnel MSX Canon, il permet l'archivage informatique de données (date, sujet, lieu, numéro d'identification des photos, etc.).

Cette énumération des principales possibilités du Canon T 90 (il y en a d'autres) ne laisse aucun doute sur sa destination : il s'adresse à des utilisateurs connaissant la technique photographique. En particulier, il nous paraît bien adapté à des usages scientifiques ou industriels à cause de ses possibilités au flash électronique, en photomacrographie automatisée, et de ses possibilités de couplage à un micro-ordinateur MSX.

Cela dit, le Canon T 90 n'est que le premier boîtier de la marque destiné à la prise de vue photo informatisée. Ses procédures de mise en œuvre sont relativement complexes et longues. Son langage est parfois

hermétique au point qu'on peut à peine se passer de son mode d'emploi. Nous pensons qu'avec les appareils qui suivront, chez Canon et chez les autres constructeurs, les choses se simplifieront. Paradoxalement d'ailleurs, elles se simplifieront alors que la puissance des unités de traitement et les possibilités des appareils augmenteront. C'est une évolution que suit toute l'informatique et qui a déjà permis son entrée dans le milieu familial.

Dans un premier temps, les simplifications devraient venir du langage utilisé, qui est encore trop technique (*AE lock, aperture priority AE, FE lock TTL, fill-in, program AE*, etc.) ou même faussement technique (*Program télé, Program grand-angle*). Il est probable que les premiers signes de cette simplification apparaîtront dès cette année à la Photokina qui se déroulera début septembre à Cologne.

Roger BELLONE ▲

## L'ONDE ET LA PARTICULE

(suite de la page 31)

l'oublions pas, ce milieu est agité de perpétuels mouvements, d'où la nécessité d'associer aux ondes un comportement aléatoire qui ne peut être décrit qu'en termes de probabilité, ce que fait effectivement la mécanique quantique.

La troisième remarque concerne l'un des principes de base de l'interprétation de Copenhague : l'indiscernabilité. Cette notion signifie qu'il est impossible d'étiqueter les particules : si deux particules identiques, deux protons par exemple, viennent à se mélanger temporairement, on ne peut plus dire, lorsqu'elles se séparent de nouveau, laquelle venait de droite et laquelle venait de gauche. C'est un peu comme si deux vagues de même amplitude et de même vitesse allaient à la rencontre l'une de l'autre à la surface de la mer. Lorsqu'elles se rejoignent, elles forment un instant une vague d'amplitude

double ; puis cette vague double se divise, et deux vague analogues aux premières se reforment et s'éloignent l'une de l'autre sans que l'on puisse dire si ce sont les vagues primitives qui se sont enjambées, ou si elles ont rebondi l'une sur l'autre. De la même façon, le caractère ondulatoire des particules entraîne leur indiscernabilité.

Une des conséquences de cette indiscernabilité est que, pour rendre compte du comportement d'un ensemble de particules, on est obligé de modifier les statistiques classiques en les remplaçant par des statistiques quantiques.

Si l'on considère maintenant que les particules ne se manifestent pas seulement sous forme d'ondes de probabilité mais suivent des trajectoires spécifiques dans l'espace-temps, elles deviennent du même coup discernables, et il est alors possible de prévoir leur comportement individuel.

Quoi qu'il en soit et quelle que soit l'issue de ce nouvel épisode

du débat Bohr-Einstein, le fait essentiel est que les progrès de la technique ont permis de passer du stade théorique au stade décisif de l'expérience. Citons encore une fois Einstein : « En science, et il faut s'en féliciter, l'issue des débats n'est pas une question de majorité ni de consensus. C'est l'expérience qui doit avoir le dernier mot. »

Il faut donc se réjouir que la question de la dualité onde-particule (onde OU particule, comme l'ont soutenu Bohr et Eisenberg ; onde ET particule, comme l'ont suggéré Einstein et de Broglie) soit sur le point d'être tranchée par les expérimentateurs eux-mêmes. Pour l'instant, si l'on admet la conservation de l'énergie-impulsion dans tous les phénomènes et l'indivisibilité des quantas, les résultats enregistrés à Grenoble donnent plutôt raison au père de la relativité et à Louis de Broglie.

par Jean-Pierre VIGIER ●  
directeur  
de recherches  
au CNRS.



## LES PICS, FLICS ET CONSEILLERS (suite de la page 55)

proché de la mer en Loire-Atlantique et dans la Somme et pourrait bien envahir la Grande-Bretagne un jour prochain.

Ce mouvement a commencé vers 1955 en Bourgogne et en Champagne. Les causes en restent inconnues, bien que l'on ait émis plusieurs hypothèses, no-



**Pour étudier le régime alimentaire du Pic noir**, on utilise différentes méthodes. L'une d'elles consiste à prendre dans le gosier des jeunes la nourriture que leurs parents viennent d'apporter. Ces aliments sont bloqués dans le gosier par un lien souple, qui empêche la déglutition. Ces prélèvements sont sans danger pour les jeunes oiseaux car ils n'ont lieu qu'une seule fois par jour. Cette étude fait partie d'un programme d'ensemble sur l'écologie des Vertébrés forestiers mené par l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) en collaboration avec l'Office National des Forêts (O.N.F.).

tamment celle d'une modification dans la composition des forêts (extension des conifères), qui lui aurait été favorable. Mais cet « enrésinement » n'est pas récent partout et ne saurait, à lui seul, expliquer l'arrivée de l'oiseau dans les plaines. On ignore également d'où proviennent les colonisateurs : sont-ils descendus des montagnes ou ont-ils franchi nos frontières de l'Est et du Nord ? Les raisons qui ont poussé ces oiseaux à s'établir dans un milieu inhabituel ont-elles été d'ordre alimentaire ?

Les réponses sont difficiles. Toutefois, il est possible que les éclaireurs aient été des jeunes, qui vagabondent parfois très loin de leur forêt d'origine, parcourant des dizaines, voire des cen-

taines de kilomètres à la fin de l'été et en automne.

L'arrivée du Pic noir dans des forêts où il n'existait pas auparavant n'a manifestement pas entraîné de bouleversements spectaculaires. Il n'a évincé aucun autre pic et lui-même a appris à tolérer certaines perturbations : dans une forêt de l'Île-de-France, il a occupé deux ans de suite un arbre situé à une vingtaine de mètres de la route nationale où, à certaines périodes, passent en moyenne 120 véhicules par heure. Il semble donc qu'il ait quelque peu modifié ses habitudes ancestrales. Dire qu'il a perdu toute sauvagerie serait exagéré, car il fait preuve de méfiance au début de la nidification, mais certains sujets sont moins sensibles que d'autres aux dérangements.

La diversité de la faune et de la flore sauvages et surtout la présence d'espèces aux exigences très précises, comme la plupart des pics, sont le signe qu'un paysage n'a pas encore subi de transformations majeures. C'est en les étudiant attentivement que l'on peut déceler certaines modifications qui apparaissent de façon insidieuse. Diverses mesures ont été préconisées pour que la richesse biologique soit maintenue dans les forêts soumises à une exploitation intensive, permettant ainsi de concilier deux exigences apparemment contradictoires, le maintien d'une faune et d'une flore diversifiées et la production d'une grande quantité de bois.

Elles consistent, par exemple, à reculer l'âge de l'abattage de certains arbres, à laisser sur place ceux qui sont morts, à favoriser les espèces sans intérêt pour l'homme mais qui font vivre certains animaux (pommier sauvage, alisier, etc.), à maintenir un mélange d'essences feuillues et résineuses quand il existe préalablement et, enfin, à éviter l'emploi de pesticides chimiques.

Michel CUISIN ●

## RECHERCHE ET BUREAUCRATIE

(suite de la page 14)

faut un conseil des ministres pour décider si les élèves des écoles primaires doivent ou non faire des devoirs à la maison ! Près d'un million de personnes à gérer, 14 millions d'élèves : aucune armée, aucune multinationale ne pourrait fonctionner avec ce degré de centralisation !

— **La France est-elle un pays à ce point différent des autres ? De quel pays notre modèle est-il le plus proche ?**

— De la Chine, j'entend de la Chine traditionnelle. Nos grandes écoles forment d'abord des fonctionnaires, au sens des mandarins de l'Empire du Milieu, c'est-à-dire, comme disait Balazs, le sinologue spécialiste de *La Bureaucratie céleste*, « une corporation de gens dotés à vie des prérogatives de l'élite appelée à gouverner les hommes ». Les fonctions où s'exercent les talents des anciens élèves des grandes écoles sont bien celles que Balazs décrivait pour les mandarins : « Aucune n'est immédiatement productive, mais chacune est nécessaire, indispensable même, pour maintenir la production ». La liste qu'il a dressée, des principales institutions dont la bureaucratie céleste avait la charge, s'applique à la nôtre. Il suffit, d'une société à l'autre, de substituer à l'environnement agricole et artisanal un contexte scientifique et industriel : « le calendrier, indispensable aux travaux agricoles ; la régularisation des cours d'eau, le système des canaux de transport et d'irrigation, la construction des digues ; le stockage de réserves dans les greniers publics ; l'unité des mesures et de la monnaie ; l'organisation de la défense nationale ; enfin, l'instruction, l'éducation, la formation et la reproduction des élites ». Mais l'Empire du Milieu vivait dans un temps qui ignorait les mutations technologiques rapides. Et nous...

Propos recueillis par Olivier  
POSTEL-VINAY ●





*"Moi, ce que j'aime  
dans le Blues, c'est ce mélange  
de force et de douceur"*

**GAULOISES**  
PAPIER À ROULER



## L'ÂGE DE LA PIERRE GELÉE

(suite de la page 51)

près constantes, et un milieu à la fois gelé et non gelé, dont les propriétés thermiques (conductivité et diffusivité) oscillent en fonction des températures. Ces facteurs apparaissent alors comme de nouvelles variables, qui compliquent la prévision des températures. Même à  $-10$  ou  $-15^{\circ}\text{C}$ , les propriétés thermiques de la paroi ne peuvent pas être considérées comme absolument constantes, car il subsiste toujours une petite quantité d'eau liquide dans la texture rocheuse.

**Il reste à élucider une dernière corrélation :** la dépendance entre les températures dans la paroi et la taille, la forme, la quantité des fragments. La rupture de la roche peut occasionnellement survenir même en absence de gel, par thermoclastisme, sous l'effet des différences de températures (positives), et en fonction de l'amplitude et du nombre des cycles thermiques. C'est-à-dire quand une paroi est soumise à des chocs thermiques qui la fatiguent.

Mais de telles contraintes sans intervention de gel produisent rarement une rupture de matériau. La fragmentation de la roche est presque toujours la conséquence du gel. C'est le phénomène de la gélifraction.

Au-dessous de  $0^{\circ}\text{C}$ , la roche change progressivement d'état physique, en traversant toute une série de phases intermédiaires. Ces changements d'état s'accompagnent de l'apparition de deux nouvelles quantités de chaleur : la chaleur latente, énergie qu'il est nécessaire d'extraire d'un corps pour qu'il se congèle, et la chaleur dégagée par les frictions internes considérables, provoquées par les pressions dues à la congélation de l'eau dans les pores. A cela vient s'additionner la chaleur échangée dans la paroi du fait des variations de la température atmosphérique. Il est possible de calculer la somme de ces quan-

tités de chaleur, à partir des températures et de la conductivité thermique mesurées pendant tous les états intermédiaires du milieu qui est en train de geler.

Pour établir une corrélation entre, d'une part, l'énergie représentée par ces différents flux de chaleur et, d'autre part, les taux de sédimentation et la taille des fragments de roche, on a recours au calcul de l'augmentation d'entropie. En thermodynamique, l'entropie est la fonction qui mesure l'énergie perdue par un corps ou un système lors d'un processus de dégradation irréversible (un moteur qui s'use en tournant est un exemple type d'un tel système).

Dans le cas de la roche, la dégradation est bien irréversible, car elle ne peut qu'aller en augmentant. De plus, il y effectivement production d'énergie par la chaleur de départ qui se dissipe ; cette chaleur est totalement gaspillée, mais non sans avoir d'abord provoqué des effets visibles. L'énergie produite est donc bien une entropie créée.

Au stade actuel de la recherche, Marc Le Ber est essentiellement occupé à mettre en évidence les relations complexes qui affectent ces multiples phénomènes et les font interagir. En même temps, par des vérifications expérimentales *in situ*, il met à l'épreuve certaines lois théoriques qui commandent ce jeu formidable d'influences réciproques. Une définition de plus en plus fine des paramètres en jeu est donc en train de se faire. L'ordinateur, à l'aide des modèles physiques et statistiques, est déjà capable de prévoir les événements avec une grande certitude. Ainsi, aussi curieux que cela puisse paraître, il faut faire de la prévision pour pouvoir regarder des milliers d'années en arrière et connaître l'histoire des climats d'autrefois...

par Elisande COLADAN ●

## Douceur brune.

# GAULOISES

TABAC A ROULER



**COUPE FINE**  
*Mélange Original*

En blague scellée,  
un mélange  
des meilleurs tabacs  
sélectionnés  
pour leurs qualités  
aromatiques.

## LES POUBELLES DE L'INDUSTRIE DÉBORDENT

(suite de la page 99)

encore les entrepôts de la Spelidec, après que 41 fûts de Seveco y aient un moment séjourné<sup>(3)</sup>.

Bien sûr, l'irresponsabilité des utilisateurs de produits dangereux n'est pas chose nouvelle et c'est quelquefois par hasard que l'on tombe sur d'anciennes réserves à donner froid dans le dos. Ainsi, à Vénissieux, dans la banlieue lyonnaise, il fallut l'incendie d'un vieux hangar vermoulu où les enfants avaient coutume de jouer pour que les pompiers découvrent un stock de substances à base d'acide fluorhydrique...

Il y a quelques mois seulement, à Auzon, en Haute-Loire, 200 t de pesticides à forte proportion d'arsenic étaient trouvées dans une remise délabrée, à quelques dizaines de mètres de la rivière; l'usine de produits chimiques qui en avait été propriétaire 40 ans auparavant avait connu son heure de gloire durant les deux dernières guerres en fabriquant sans doute de l'hypérite, le fameux gaz de combat!

**Après les industriels, les spécialistes du traitement des déchets.** Ce très long réquisitoire contre des industriels inconsciemment ou délibérément responsables de la pollution ne doit pas faire oublier qu'il en existe de scrupuleux, entendant bien éliminer légalement leurs déchets. Mais les entreprises spécialisées auxquelles ils font appel ne montrent pas toujours une même honnêteté, en dépit des sommes appréciables qui leur ont été versées.

• A Flins-sur-Seine, dans les Yvelines, un dépôt de l'entreprise Sotradec, spécialisée dans le traitement des déchets, était tenu dans des conditions si déplorable qu'il avait fait l'objet d'une interdiction d'exploitation en 1970; la société, dont le responsable a fini par se réfugier à l'étranger l'année dernière, y poursuivait cependant ses acti-

vités jusqu'en 1977, sans être apparemment gênée par les explosions de fûts contenant des encres notamment.

• La société Rodanet, également spécialiste des déchets, a laissé une carrière de Saintines, dans l'Oise, dans un piteux état: alors qu'elle comptait PCUK, Rhône-Poulenc, CDF- Chimie, Monsanto et le CEA parmi ses clients, elle y entassait les fûts au petit bonheur et déversait les produits chimiques liquides dans un vase trou — au vu et au su du Service des Mines, de surcroît. La carrière a été clôturée depuis, mais chaque été des fûts continuent d'exploser ici ou là.

• Quant à la SARP, importante société d'élimination de déchets et filiale de la puissante Compagnie générale des eaux, elle fut mêlée, il y a une dizaine d'années, à de peu honorables déversements clandestins (au Vaudreuil, dans l'Eure, nombreux fûts dans une carrière appartenant à Morillon-Corval; à Hardivilliers, dans l'Oise, résidus liquides dans une autre carrière). Erreurs de jeunesse, dirait-elle, mais il se trouve qu'il y a deux ans à peine un ingénieur des Mines reconnut la marque de la SARP sur la cinquantaine de fûts de cyanure flottant sur une sablière, près de Mantes-la-Jolie... (Il y a tout justement quelques mois, elle refaisait parler d'elle (à Plancenoit, près de Waterloo, en Belgique, elle avait stocké 78 fûts de produits très toxiques dans une laiterie désaffectée; des témoins affirment même avoir vu vider des bidons dans un égout proche des entrepôts.)

Au terme de ce sombre tableau de l'élimination des déchets industriels dans notre pays, il paraît évident que des solutions urgentes s'imposent. Toutes anecdotes totalisées, ce sont des millions et des millions de tonnes de substances dangereuses qui dorment sous nos pieds depuis des décennies. Et il

est foncièrement malhonnête de dire que l'industrie française n'y ajouterait chaque année que les quelques maigres 18 Mt de déchets "spéciaux" officiels.

Principale accusée, c'est d'abord à l'industrie française de bouger. En ce sens, il est réconfortant de voir naître une nouvelle génération d'industriels, consciente des responsabilités qui lui incombent et prête à payer le prix d'une bonne gestion de ses résidus de fabrication. L'Institut international de gestion et de génie de l'environnement, dont le siège est à Aix-les-Bains, s'emploie à sensibiliser les industriels sur ces problèmes. L'Association patronale anti-pollution Rhône-Alpes (APORA), qui regroupe aujourd'hui bon nombre de responsables de la région, tente elle aussi de trouver des solutions acceptables par tous.

Car, s'il est urgent de sauvegarder notre environnement, il l'est tout autant de résoudre le problème du surcroît de charges financières que commencera par entraîner une élimination correcte des déchets, et ce en préservant la compétitivité française. Certains pays concurrents ne se soucieront guère du poids de nos mesures de sécurité et s'évertueront à offrir des produits similaires aux nôtres mais à plus bas prix. Déjà, sur les gros tonnages, les marchés ne se jouent-ils pas au centime près?

Le prix de revient de leurs produits étant amené à englober le coût d'élimination des résidus de fabrication, il est probable que les industriels français seront contraints d'adopter peu à peu des procédés d'usage plus "propres", où davantage de déchets pourront être recyclés. Certaines molécules de synthèse seront peut-être délaissées; en tout cas, il ne sera plus question que tel produit de substitution miracle s'avère plus cher à l'usage, et surtout après usage. Ainsi le recours à de nouvelles



technologies sera-t-il souvent générateur d'économie.

Pour ce qui est de l'indispensable surveillance — en l'état actuel des choses, en tout cas ! —, ce sont les pouvoirs publics qui semblent, au premier chef, concernés.

En ce début 1986, force est de reconnaître que chaque DRIR s'applique à contrôler avec plus de précision le volume de déchets produits sur le territoire dont elle a la charge. Un système informatisé de recueil des données, concernant la production, le transport et l'élimination de déchets dangereux, est en train de se mettre en place.

Par ailleurs, un travail de synthèse très détaillé ayant été effectué sur les décharges internes aux industries de Lorraine, des études du même type sont actuellement mises en œuvre sur l'ensemble de la France. Il reste à souhaiter qu'un changement de majorité gouvernementale ne rapporte aucune des dispositions prises par d'autres.

Pour ce qui est des entreprises chargées de l'élimination des déchets, il semblerait normal que l'Etat apporte une part plus importante de sa contribution financière, à l'instar de quelques pays étrangers. Car ce secteur n'est pas toujours rentable si l'on s'y comporte en toute intégrité. Ainsi n'entendrions-nous plus un industriel belge nous déclarer : « Lorsque les mines de sel d'Herfa-Neurode (\*) me refusent des déchets parce qu'ils sont trop dangereux, je les mets dans les décharges françaises qui les acceptent sans problème. »...

Les sommes faramineuses que la résorption des anciens dépôts font aujourd'hui supporter aux gouvernements et industriels, ailleurs qu'en France, portent à réflexion. Finalement, tout consommateur français devrait se demander s'il ne vaudrait pas mieux payer un peu plus cher, dès demain, pour que sa survie même ne soit pas l'exorbitant coût de la pollution, après-demain.

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■

## LE CHAR À SIX PATTES...

(suite de la page 82)

d'action, ils bâtirent deux modèles théoriques. Le premier montrait qu'en variant l'étalement de ses ailes, le ptérodactyle pouvait déplacer son centre de gravité, ce qui résolvait le problème du tangage. •

Le second révélait qu'en bougeant la tête d'un côté ou de l'autre il contrôlait aussi bien le roulis que le mouvement de lacet. De plus, il possédait à mi-longueur de l'aile des doigts, ou des griffes, dont la résistance à l'air était suffisante pour jouer le rôle d'ailerons. De cette manière il pouvait amortir toute amorce de lacet et redresser sa position pendant le vol.

Aussi retrouvera-t-on dans le modèle électrique les griffes, la tête mobile et les ailes à flèche variable. Un gyroscope installé dans le corps de la maquette détectera toute rotation autour de la verticale tandis qu'un moulinet à ailettes, genre anémomètre, mesurera la direction du vent relatif. Les deux indications seront envoyées à une centrale automatique de pilotage qui assurera les corrections nécessaires en agissant sur les servomoteurs des ailes et de la tête montée sur roulements — la version naturelle possédait des vertèbres très mobiles ayant les mêmes possibilités que le roulement.

Le ptérodactyle de synthèse possèdera donc un contrôle automatique d'attitude alors que les mouvements d'ordre plus général, comme un changement de direction ou d'altitude, seront réglés depuis le sol par radio-commande. La force de propulsion et de sustentation sera fournie par le battement des ailes. Au début, celui-ci sera relativement lent pour permettre aux ingénieurs de bien surveiller le comportement en vol. Le battement sera assuré par des servomoteurs de taille réduite, ce qui a conduit à les utiliser de manière ingénieuse; dans un premier temps, le moteur re-

monte l'aile et torsade une bande de caoutchouc similaire à celle utilisée pour les modèles réduits d'avion.

Dans le deuxième temps, l'aile descend et le ruban se déroule, aidant le moteur dans cette phase d'effort. Il en va du battement d'aile comme de la nage : la première phase consiste à ramener les bras à leur position, la deuxième à les faire travailler pour assurer la propulsion. Cela aurait conduit à faire tourner le moteur électrique de manière irrégulière; là, avec le caoutchouc, on lui demande un effort constant, l'énergie superflue qu'il fournit pendant la phase ascendante étant stockée par le caoutchouc, et restituée pendant le temps moteur. Normalement, le système devrait assurer un battement constant et régulier.

Pour les premiers vols, le ptérodactyle sera lancé comme un planeur, ce qui est d'ailleurs proche de la réalité puisque l'animal commençait par prendre de la vitesse en courant avant de s'envoler.

Le modèle sera une réplique aussi proche que possible de l'original : il aura une légère fourrure sur tout le corps — les reptiles volants n'avaient pas de plumes — une membrane synthétique sur les ailes assez semblable à celle d'une chauve-souris, et des couleurs que l'on espère conformes à l'original (que personne n'a jamais vu).

C'est au printemps que les habitants de Washington verront ce volatile préhistorique partir du Musée national de l'air et de l'espace, faire le tour des monuments, survoler le parc et se poser gracieusement devant le Musée d'histoire naturelle. Nul doute qu'il n'y ait foule pour assister à cette reconstitution unique de ce qu'était le vol animal à l'ère secondaire. Et puis, après avoir copié les insectes avec un char à six pattes, copié les oiseaux avec des ailes battantes électromécaniques, il ne restera plus qu'à imiter les poissons avec un sous-marin ondulant comme une anguille.

Renaud de LA TAILLE ■

(4) Anciennes mines de sel allemandes qui ont été aménagées en une installation-modèle pour le stockage de déchets toxiques.

## CONTRE LE VIEILLISSEMENT : LA GYMNASTIQUE DU CERVEAU

(suite de la page 59)

repos et de paresse, et que la tomographie d'émission met en évidence (voir **photos page 59**). Les exercices sortent le cerveau de ce bruit de fond en mettant les neurones en action, réveillant les réseaux de leur torpeur, où ils risquent de s'atrophier. Les chances de récupération grâce à cette gymnastique sont de 90 %, bien entendu dans le cas d'un cerveau normal mais simplement inactif ; on observe une nette amélioration de la performance dans les tests psychométriques, les scores pouvant être facilement doublés ou triplés par rapport à la situation d'origine.

L'INRPVC a créé des antennes à Nyons, dans la Drôme, pour la région Rhône-Alpes, et à Perpignan pour celle du Languedoc. D'autres centres sont en cours d'implantation à Caen, Rouen, Lille, Soissons, Laon, Dijon,

Bourg-en-Bresse, Lyon, Limoges, Aix-en-Provence, Nice. L'institut est une association régie par la loi 1901, dont le statut est comparable à celui de l'Institut Pasteur, c'est-à-dire qu'il peut recevoir des financements autant publics que privés. Il rassemble des chercheurs neurologues, biologistes, pharmacologues, des médecins généralistes et hospito-universitaires. Une subvention de l'Etat est en attente ; l'institut est pour l'instant commandité en grande partie par l'industrie pharmaceutique.

C'est la première initiative de ce genre en France, où la recherche en gérontologie est relativement peu développée par rapport à celle d'autres pays, comme la Hollande, les pays scandinaves et le Japon, mais surtout les États-Unis.

Ceux-ci ont investi énormément dans les études sur le vieillissement et explorent activement les moyens de soulager à la fois la condition des personnes

âgées et le portefeuille des contribuables, lourdement grevé par les charges médicales relatives à la population du troisième âge. Ainsi de 1976 à 1983, le *National Institute of Aging*, centre de gérontologie qui fait partie des organismes officiels de la santé aux États-Unis, a vu son budget quintupler, pour atteindre actuellement 94 millions de dollars par an.

L'INRPVC mène des études fondamentales et des travaux en pharmacologie. En effet, on est loin d'avoir élucidé le mode d'actions et les effets secondaires de nombreux médicaments utilisés en gériatrie. Une bonne connaissance pharmacologique dans ce domaine devrait permettre de lutter contre la surmédicalisation et les coûts de santé de cette tranche d'âge dont les effectifs ne cessent de croître sur le tableau démographique, et qui est la plus grande consommatrice de médecine du pays.

Alexandre DOROZYNSKI ●

## DEVEZ 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° 17 à  
UNIVERSALIS, 11, Faubourg Poissonnière, 75009 PARIS.  
Pour la Belgique : 13, bd Frère Orban, 4000 Liège. Tél. 041/23.51.10

**BON** pour une documentation gratuite  
sans engagement et sans frais.

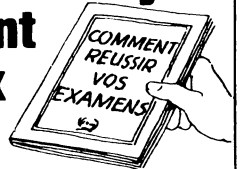
à découper ou à recopier

NOM : \_\_\_\_\_

PRENOM : \_\_\_\_\_

ADRESSE : \_\_\_\_\_

## Ce guide est envoyé gratuitement à tous ceux qui veulent REUSSIR leurs examens



À travail égal certains décrochent leurs examens... et d'autres pas. Des surdoués ? Des chanceux ? NON. Il existe une "Méthode du Succès". Grâce à elle : vous apprenez plus en moins de temps. Vous lisez trois fois plus vite. Vous mémorisez facilement dates, chiffres, formules. Vous savez quoi faire en cas de trou de mémoire en plein examen et aussi comment éliminer le trac, etc... Toutes les possibilités de cette méthode vous sont expliquées dans le nouveau guide 86. Pour le recevoir gratuitement, recopiez ou renvoyez le bon ci-dessous au CEREP, 10/H4 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.

Envoyez-moi gratuitement et par courrier, le guide 86.

☐ M ☐ Mlle \_\_\_\_\_

Prénom : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code postal : \_\_\_\_\_

Ville : \_\_\_\_\_

Bon à remplir (ou à recopier) et à envoyer au  
CEREP 10/H4 rue Deltéral, 93310 Le Pré-st-Gervais.



# TABLE DES MATIÈRES

## Supplément de SCIENCE & VIE

par ordre alphabétique pour l'année 1985 — Numéros 808 à 819 (mensuels)

établie par Monique VOGT

— Les lettres A ou E figurant à la suite de chaque intitulé désignent respectivement un article ou un écho paru dans une de nos trois chroniques (Recherche, Industrie et Vie pratique).

— Les marchés à saisir sont des innovations non encore exploitées et donc des opportunités d'affaires "bonnes à saisir" pour les entreprises françaises.

	N°	Page		N°	Page
<b>A</b>					
Abat-jour en kit	809	96	Amplificateur correcteur de son et d'image	809	93
Abattoirs (élimination des nuisances à coût nul) — E	814	100	AMRAAM et MICA (programmes) et salon aéronautique du Bourget	813	73
Abeilles, fourmis et repérages — E	819	63	Analyses chimiques (180) à l'heure — E	808	108
Accélérateurs de particules et économie (CERN)	819	78	Anamorphoses cartographiques par Olivier POSTEL-VINAY — A	809	34
Acide lactique et sport — E	814	69	Ananas (champagne d') — E	812	87
Acupuncture : des "preuves" qui n'en sont pas — E	819	61	Pr Anati et Mont Sinai	819	43
A.D.N. et momie	813	39	Angénieux (Sté) et dotation — E	817	173
<b>Aéronautique :</b>			Angles (rapporteur d') "Radiant" — E	810	153
• Pilotage tête haute : le pare-brise moniteur (FMS) par Serge BROSELIN — A	808	90	Anguilles (où vont les) pour se reproduire ? par Jacques MARSAULT — A	816	56
• Le retour de l'hélice par Serge BROSELIN — A	809	74	Antenne (une) miniaturisée oppose Télécom 1 à TDF 1 — E	810	108
• Ce qu'on ne verra pas au Salon du Bourget par Serge BROSELIN — A	813	73	Anthropologie : l'adolescent du Kenya : presque moderne — E	808	68
• Dangers représentés par les oiseaux par Michel REDDAN — A	818	68	Anticorps monoclonaux	811	29
• Le vol le plus long par Claudine MULARD — A	819	80	Anticorps monoclonaux	817	88
• Les Américains confiants dans l'avenir du prop-fan — E	808	66	<b>Antivol :</b>		
Aéronomie : radar laser Lidar — A	816	34	• V-Matic (pour protéger les habitations) — E	814	153
Aéroports (les) face au terrorisme par J. DENIS-LEMPEREUR — A	815	58	• Autoradio — E	817	171
Aérospatiale et assurances — E	817	108	• Autoradio et code de sécurité — E	818	162
Aéroturbines à tout faire — E	817	113	• Voiture : Pantherchoc — E	813	90
Afrique (révolution verte de l') — E	815	54	• Voiture : on ne "pourra plus" vous l'emprunter à votre insu — E	816	165
<b>Agriculture :</b>			• Voiture : la calculatrice déjoue le voleur par R. de LA TAILLE — A	815	116
• Cybides par Marie-Laure MOINET — A	811	102	Apesanteur, pesanteur et gravitation — A	811	65
• Stations informatiques pour gérer les exploitations (CAA) — E	811	129	Apocalypse now et énergie nucléaire par Georges DUPONT — A	814	12
• L'informatique découvre le blé et la vigne — E	812	112	Apolipoprotéines (les gènes des) et obésité	813	21
• Dix mille tomates sur un seul pied — E	816	107	Aquarium (un gardien pour votre) — E	815	153
Agroclimatologie et informatique — E	811	129	<b>Archéologie :</b>		
<b>Agronomie :</b>			• Astérix se servait bien d'une grammaire par Pierre ROSSIGNOL — A	810	84
• Un pactole pour la grande industrie chimique : le blé hybride par Marie-Laure MOINET — A	811	86	• L'Amérique centrale livre ses secrets (Costa Rica ; Nicaragua) par Elisandre COLADAN — A	811	48
• Les asperges "supermales" par Marie-Laure MOINET — A	813	100	• Le Mont Sinai n'est pas celui qu'on croit par Brigitte GANDIOL-COPPIN — A	819	42
• Les pêcheurs au régime sans sol par Marie-Laure MOINET — A	815	86	• Où est donc passée la colonne d'Hadrien ? (hologramme) — E	808	67
• A quoi ressemblera un plant de maïs dans 20 ans — E	808	109	• A Herculanum, les squelettes sont bavards — E	808	70
• Radiographie des semences — E	809	112	• Manuscrits de la mer Morte — E	808	69
• Promesses du sorgho CA 25 — E	812	111	• Vallée de la Cauca et premiers vestiges d'une Pompéi andine — E	811	81
• Pommiers sans branches — E	813	117	• La ridicule affaire de la "cité perdue" péruvienne Gran Pajaten (Pérou) — E	811	77
• Révolution verte pour l'Afrique noire — E	815	54	• Le Roi Arthur a bien existé — E	813	59
• Indicateur de souffrance en eau pour les plantes — E	817	109	• Les pharaons mangés par le sel — E	815	55
Pr Aguayo Albert et nerfs qui repoussent	819	48	• Gran Vilaya (Pérou) et civilisations précolombiennes — E	816	65
Air (filmer de l') par R. de LA TAILLE — A	812	63	• Mystification et farce de Conan Doyle — E	816	63
Airbus (palonnier pour la voiture de l') — E	808	107	Architecture : des immeubles ou des voiles ? — E	809	60
Airland Battle	817	20	AREPIT (brevets et licences : un marché fantôme) — A	813	87
Pr Aitken John et stérilité masculine	809	57	Argent et mercure (recyclage de l') — E	818	100
AIVA (Association Internationale des Villes d'Avenir) — E	812	109	Armes de poing : Beretta déclassé Colt par Renaud de LA TAILLE — A	812	102
AL 721, remède miracle ? par Sylvie GABRIEL et Jean-Michel BADER — A	819	51	<b>Armement :</b>		
Alambic grand public pour herbes aromatiques — E	817	171	• La guerre des étoiles ou l'illusion cosmique I.D.S. par Sven ORTOLI — A	809	65
Alarme (une charnière de fenêtre système alarme) — E	808	106	• Une mini-bombe A dans un sac à dos par Sven ORTOLI — A	810	102
Pr Albery John et informatique	815	57	• Exportations d'armes : qui paie ? par Olivier POSTEL-VINAY — A	818	86
Alcoolisme : AL 721, remède miracle ? par Sylvie GABRIEL et Jean-Michel BADER — A	819	51	Arosage et indicateur de souffrance en eau pour les plantes — E	817	109
Aldicarbe (de Bhopal à Béziers)	819	84	Aspect Alain et physique	811	69
Alfven (théorie) et astronomie	812	78	Asperges "supermales" par Marie-Laure MOINET — A	813	100
Algèbre : une énigme à deux échelles par Henri-Pierre PENEL — A	808	122	Aspirateur "Aspirotach" — E	811	168
Algérie : le désastre de l'eucalyptus par Edgar GÄRTNER — A	814	94	Aspiration des poussières et Aquaflow	809	96
Algues (les "yeux" des) — E	809	63	Assurances : les cas particuliers du cinéma et de l'aérospatiale — E	817	108
Algues (les) plus profondes du monde — E	810	91	<b>Astronautique :</b>		
Alimentation : maigrir n'est pas bon pour les obèses par Jean FERRARA — A	813	16	• Ce que fera le Français de "Challenger" par Stéphane CHENARD — A	809	54
Aliments pour animaux (industrie) — E	810	113	• France-URSS : à nous les petites planètes par Stéphane CHENARD — A	813	50
Allergie, œufs de caille et homéopathie	812	48			
Allométrie : pourquoi l'homme ne saute pas aussi haut que la puce par A. DOROZYNSKI — A	810	76			
Aménagement : le crépuscule de l'Aube par Marie-Laure MOINET — A	819	86			
Aménagement urbain et repère topométrique mural — E	813	114			

## TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page		N°	Page
• Des autobus pour l'espace par Stéphane CHENARD — A	816	69	<b>B</b>		
• Enterrément céleste — E	810	87	Balai "Leifheit" — E	815	154
• Patrick Baudry : invité au vol Columbia — E	812	89	Balance (micro) : peser au 100/1 000 <sup>e</sup> de mg près — E	809	62
• Un homme sur Mars en 2024 ? — E	812	86	Baleines : filature par satellites — E	810	87
• La Chine se met à l'électronique spatiale et satellite de communication STW2 — E	814	73	Banque de données américaine (National Science Foundation américaine)	819	97
<b>Astronomie :</b>			<i>Dr Barbacid</i> et cancer	815	30
• La course aux étoiles lointaines par Anna ALTER — A	808	28	Barbecue "Tison fute" : des braises en 8 mn — E	813	162
• Telescope géant Hoffmann : le duel des donateurs par Anna ALTER — A	810	46	Barbelé : qui saura concevoir une machine à le fabriquer ? — E	819	100
• Mamans-poussières et bébés planètes par Anna ALTER — A	812	76	Barquettes O'Kay — E	810	156
• Comète de Halley par Anna ALTER — A	816	44	Barrage de Saint-Cassien : génie civil et sociologie — E	818	60
• Comète de Halley par Jean-René GERMAIN — A	819	106	<i>Dr Barraquer J.</i> et chirurgie de la myopie — E	809	62
• Le satellite de Jupiter qui fait schpitt ! — E	809	59	Barres de Weber : la chasse aux ondes gravitationnelles	817	179
• Les potins de la comète Swift-Tuttle — E	810	90	Barrière anti-chocs (parking) — E	811	125
• Le secret des formes étranges des galaxies — E	810	91	<b>Bateaux :</b>		
• Ce que l'Europe prépare dans l'espace — E	811	82	• Grément de finesse élevée à manœuvre simplifiée — E	809	111
• Les mènes de Cambronne et création d'un institut d'astronomie spatiale — E	815	52	• Vraquier à voiles — E	813	119
• Ganyède n'est plus ce qu'il était — E	815	56	• Tour de France en bateau solaire (Solar glisseur) — E	814	73
• Un œil artificiel pour l'astronomie — E	816	62	• Bateau magnétique japonais — E	814	68
• Le système solaire n'est pas pittoresque — E	816	64	• Nippon Maru : le plus moderne des grands voiliers est japonais — E	816	109
• Un couple stellaire défie les lois de la relativité — E	817	85	<b>Bâtiment :</b>		
<b>Astrophysique :</b>			• Bardeaux auto-accrochants et autobloquants — E	810	152
• Des galaxies conçues par insémination artificielle par Anna ALTER — A	811	72	• Murs en kit prêts à monter (minibloc) — E	810	152
• Des galaxies cannibales ? par Anna ALTER — A	814	16	<i>Baudry Patrick</i> ce que fera le Français de "Challenger" par Stéphane CHENARD — A	809	54
• Des ogres qui font des mirages par Anna ALTER — A	815	24	B Box : parking auto — E	810	153
• Vénus enfin vue de près — E	812	84	Bébé (son comportement) : avant sa naissance et les premiers jours de sa vie par Robert DURANDE — A	809	48
• Notre galaxie aussi est percée — E	814	70	Bébé-éprouvette à partir d'une momie par Pierre ROSSION — A	813	39
Athérosclérose (rapport inattendu entre virus de l'herpès et) — E	812	84	<i>Dr Benezech</i> et autisme	812	40
Athérosclérose et obésité	813	18	Benson : le contrat du siècle — E	815	112
Atlas (système) pour guider l'automobiliste par Henri-Pierre PENEL — A	819	130	<i>Pr Benveniste</i> et homéopathie	812	44
Atomes (les) violent la symétrie du miroir par Hélène GUIL-LEMOT — A	810	38	<i>Beret Jean-Louis</i> Aviation (Mermoz bis le Goéland)	813	81
Aube (le crépuscule de l') par Marie-Laure MOINET — A	819	86	Beretta déclassée Colt par Renaud de LA TAILLE — A	812	102
<i>Dr Aubert</i> et Centre d'océanographie médicale	815	15	<i>Bertin Gilles</i> (Association de recherche économique en propriété intellectuelle) — E	817	107
Aurore polaire observée de la navette spatiale — E	818	61	Béton armé : démolition silencieuse — E	808	111
Autisme : les gènes contre les "psy" par Alexandre DOROZYNSKI — A	812	38	Béton isolant pour panneaux de façades moulés — E	808	107
Automate à lavage aspiration — E	814	103	Bhopal : les luviovements d'Union Carbide	813	86
<b>Automobile :</b>			Bhopal à Béziers par Edgar GARTNER — A	819	84
• Votre nouveau pot d'échappement : aussi cher qu'une voiture d'occasion par Renaud de LA TAILLE — A	808	78	Bibliothèque de Pékin — E	811	128
• Voiture "propre" : le handicap français par Luc AUGIER — A	812	96	<b>Biologie :</b>		
• Les anti-radars de la route par Luc AUGIER — A	813	122	• Le prion : 3 hypothèses pour une énigme par Pierre ROSSION — A	810	48
• Vitesse : votre compteur ment ! par Luc AUGIER — A	814	105	• Le code génétique n'est pas le même pour tout le monde par Pierre ROSSION — A	811	34
• La calculatrice déjoue le voleur par Renaud de LA TAILLE — A	815	116	• Les folles idées de M. Sheldrake par Marcel CONTIG — A	813	34
• Voitures solaires : des monstres d'économie par Thierry EMTAS et Adriano CIMAROSTI — A	815	106	• Retrouvée grâce aux gènes des grands-parents par Françoise HARROIS-MONIN — A	814	52
• Un parfait simulateur de conduite par Luc AUGIER — A	816	97	• Cancer : 3 grands coups par Pierre ROSSION — A	815	28
• Système Radiotex : pour recevoir les messageries Mintel par Laurent DOUEK — A	816	133	• La génétique, arme du rajeunissement par A. DOROZYNSKI — A	816	14
• La voiture savante et ordinateur Carin pour guider un automobiliste par Henri-Pierre PENEL — A	819	129	• On connaît enfin l'hormone de la fertilité par Alexandre DOROZYNSKI — A	817	68
• Les verts : "l'essence sans plomb pire que l'autre" par Luc AUGIER — A	819	82	• Les muscles des muscles par Jean FERRARA — A	818	48
• Le cri électrique — E	811	165	• Première gène greffé "dans le mille" par Alexandre DOROZYNSKI — A	819	45
• Call Mate : pour communiquer entre voitures — E	814	154	• Qu'est-ce qu'une plante ? — E	813	54
• Stopovol : voiture sans volant — E	814	156	• Biologie ou graphologie et justice — E	815	51
• Contrôle obligatoire pour les véhicules d'occasion — E	817	170	• Immunité sous influence (stress) — E	816	67
• Certificat d'assurance — E	818	161	• Biologie de la religion (ouvrage de Vernon Reynolds et Ralph Tanner)	811	36
• Autoradio avec code de sécurité — E	818	162	Bionique : copier la nature par Pierre ROSSION — A	811	52
• Aveugle et traduction en braille de livres pour enfants — E	812	165	Biotechnologie : naissance de Fivette, incubateur de fécondation in vitro — E	818	102
• Aveugle : un lecteur braille portable Delta — E	815	151	Bismuth 212 contre cancer — E	809	58
<b>Aviation :</b>			Blé hybride : un pactole pour la grande industrie chimique par Marie-Laure MOINET — A	811	86
• Pilotage tête haute : le pare-brise moniteur (FMS) par Serge BROSELIN — A	808	90	Boeing suffoqué et éruptions volcaniques par Claudine MULARD — A	811	61
• Le retour de l'hélice par Serge BROSELIN — A	809	74	<i>Bohr Niels</i> , cet inconnu par Michel EBERHARDT, A. DOROZYNSKI et Sven ORTOLI — A	819	12
• "Mermoz bis" : le goéland par Claudine MULARD — A	813	80	<i>Boiron</i> (laboratoires) et homéopathie	812	44
• Salon aéronautique du Bourget par Serge BROSELIN — A	813	73	Bois et informatique par Edgar GARTNER — A	809	106
• Terrorisme et sécurité des aéroports par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — A	815	61	Bois (protection) Xylamon intérieur — E	816	164
• L'avion invisible SR-71 par Serge BROSELIN — A	815	69	Boîte noire : l'exploit de Scarab	815	53
• Le plus gros avion du monde Antonov 124 "Condor" par Antoine BONDUEL — A	816	80	Bombe A (mini) dans un sac à dos par Sven ORTOLI — A	810	102
• Le vol le plus long et Solar Happ par Claudine MULARD — A	819	80	<i>Bouely Françoise</i> et tomates de mer	811	104
• Et espionnage "Aquila", l'oiseau d'or — E	809	63	Bourses à l'innovation alimentaire et agro-industrielle — E	818	102
• Et pollution — E	812	86	<i>Dr Breslow</i> et obésité	813	19
• Dégrivage des avions — E	815	114	Brevets et licences, un marché fantôme par Gérard MORICE — A	813	87
• ATB (bombardier)	815	71	Brevets, indispensables à l'innovation — E	816	107
• Et ordinateurs portatifs — E	815	115	<i>De Brichambaut Christophe</i> (aviation : Mermoz bis)	813	80
			Bricolage : perforatrice et scie sauteuse — E	809	154



	N°	Page		N°	Page
Bricolage : l'alu et l'inox au chalumeau — E	811	168	Champs sémantiques	817	79
Briques : des plans évitant les gâchis	809	99	Chariot de randonnée laissant les mains libres — E	809	99
Briques : une plaquette qui supprime tout jointement — E	811	164	Chariot porte-achats repliables et portatif (marché à saisir)	814	102
Briquet : comment ne plus le perdre (marché à saisir)	819	102	Charnière de fenêtre système d'alarme — E	808	106
Briquet micro-soudeur, micro-torche GB 2001 — E	819	161	Charnière à double sens (marché à saisir)	811	130
Bronzage artificiel dangereux — E	815	52	Chaussettes anatomiques et semelles collantes — E	819	160
Brûlés : "peau de culture pour" — A	814	56	Chaussures électroniques (Micropacer) — E	809	154
Bûches : pour les fendre sans effort — E	817	168	Chaussure "trekking" — E	815	154
Docteur Buraud et homéopathie	810	62	Cheminée Celcor — E	808	151
Bureau informatique modulable BIM — E	814	99	Cheminée en kit — E	809	96
			Cheminée d'aération, pollution et maladie des légionnaires — E	814	72
<b>C</b>			Cherrier Gérard et programme Struct	809	34
Câble électrique clips-fil — E	814	101	Chimie : la poudre à espionner NPPD par Anne-Marie ROU-		
Café (les savants s'envoient le café à la tête) — E	812	86	ZERÉ — A	817	34
Calculatrice (la) déjoue le voleur par R. de LA TAILLE — A	815	116	Chimie : 180 analyses chimiques à l'heure — E	808	108
Calculatrice Casio SL 810 — E	817	171	Chiralité et symétrie du miroir	810	38
<b>Caméra :</b>			Chirurgie : la crysonde française à l'assaut des artères — E	812	85
• Bauer S 360 XL — E	808	154	Cholestérol et obésité	813	20
• Beaulieu 2016 Quartz 16 mm de 1 500 g	818	164	Cholestérol et Nobel 85 — E	818	58
• Minicam (la plus petite) — E	809	159	Chômage et suicide	811	46
• Lolux GX-N7 — E	808	153	Chromosomes et carte de santé génétique	809	22
• Torroone K 500 S — E	809	158	Cigarettes pour automobilistes — E	815	155
<b>Camescope :</b>			Cinéma et assurances — E	817	108
• Le 8 mm est arrivé : Sony Video CCD-8 E par R. BELLONE			Cisaille sans fil Bosch — E	817	170
— A	812	138	Classement des documents non rigides — E	809	114
• Le camescope 8 mm de poche CCD M8 par R. BELLONE — A	814	115	Clefs (une carte d'identité pour vos) — E	817	170
• Bauer VCC 406 Movie — E	816	167	Climat et télé-détection	812	62
• VHS Compact M1 - VHS Movie — E	814	155	Climatologie et guerre nucléaire : il fera trop froid pour survivre		
• 8 mm Pioneer — E	817	172	par Françoise HARROIS-MONIN — A	819	38
Camion baliseur — E	809	97	Clonage de gène et virus du Sida	809	30
Canal Plus va-t-il interdire les micro-ordinateurs ? et schéma			Codes à barres plus performants — E	818	101
décodeur par Henri-Pierre PENEL — A	808	113	Code porcin et gestion des élevages — E	817	111
<b>Cancer :</b>			<b>Cœur :</b>		
• 3 grands coups par Pierre ROSSION — A	815	28	• Cœur artificiel : une bonne affaire par Jean-Michel BADER —		
• L'enzyme à double tranchant par Jean FERRARA — A	818	51	A	812	26
• 2 puissants agents anti-cancéreux sont en cours de production			• Réanimation du cœur et Annie, poupée cardiaque par Jac-		
industrielle — E	809	57	ques TEXIER — A	814	58
• Et physiologistes : la fin de 35 ans de tolérance — E	810	92	• Cœurs à la une — E	809	58
Canots de sauvetage largables en chute libre — E	809	112	COFACE et exportations d'armes	818	94
CAO et prothèse dentaire — A	813	22	Coffres-forts invisibles — E	808	150
CAO (logiciel Macintosh) Mac Space par Alex KOVALEFF — A	816	130	Coineau Yves et bionique	811	52
CAO et médecine	812	28	Colle (applicateur précis de) — E	816	165
CAO et simulateur de conduite	816	97	Collier anti-tiques — E	818	163
Caoutchouc (3 nouveaux additifs pour l'industrie du) — E	819	98	Combinaison anti-feu sans amiante — E	808	111
CAPT'A (système) et électricité sans fil	816	119	Combustibles irradiés et plutonium	808	76
Caravane camping-car "clip-car" — E	814	157	<b>Comète :</b>		
Cardan et énigme à deux échelles	808	124	• La comète de Halley est de retour par Anna ALTER — A	816	44
Carin (système) pour guider les automobilistes par Henri-Pierre			• La comète de Halley par Jean-René GERMAIN — A	819	106
PENEL — A	819	130	• Il attendait la Comète de Halley — E	808	65
Caron Francis et code génétique	811	34	• Comète Swift Tuttle — E	810	90
Carrotier pour grand fond marin — E	818	100	<b>Communications :</b>		
Cartographie et anamorphose : la France dans tous ses états par			• Télévisions privées : le miroir aux alouettes par Françoise		
Olivier POSTEL-VINAY — A	809	33	HARROIS-MONIN — A	811	107
Cartons (nouvelle génération de machines automatiques à coller			• Téléphone : pourquoi 8 chiffres par Françoise HARROIS-		
les) — E	819	99	MONIN — A	812	131
Casque pour compact disc — E	811	164	• Rita, l'armée des ondes par Sven ORTOLI — A	819	67
Casque à air conditionné "Race cool" — E	817	170	• L'informatisation de l'outil téléphone à la portée de tous — E	814	101
Casque pour les pompiers (nouveau)	819	101	• Communication non verbale	815	44
Casseroles (dispositif de sécurité pour)	809	96	Compact disc par Laurent DOUEK — A	812	126
Catastrophe de Bhopal : Union Carbide à Béziers : pas de			Composants électroniques (marché) : l'Esprit vient à l'informati-		
sécurité informatisée par Edgar GARTNER — A	808	88	que européenne par Françoise HARROIS-MONIN — A	810	94
Cavitation (phénomène de)	814	108	<b>Concours :</b>		
Cellule végétale — E	813	54	• "Espace" — "Energie et environnement" — E	810	155
Cendrier aspire-fumée — E	813	163	• Crédit Lyonnais : innover pour exporter — E	810	111
Céramique (moteurs en) par Luc AUGIER — A	809	88	• Giotto-jeunesse et comète de Halley — E	811	78
CERN (le), un pactole insoupçonné par Gérard MORICE — A	819	78	• Créatifs 85 — E	817	109
Céruloplasmie et carte de santé génétique	809	25	• Photo et comète de Halley	819	123
<b>Cerveau :</b>			• Prix pour l'innovation concrète — E	817	113
• C'est notre cerveau qui "voit" par Alexandre DOROZYNSKI —			Congrès planétaire — E	819	62
A	811	16	Congrès de Solvay	819	14
• Des neurones qui ne voient que les visages par Michel			Construction et habitations modulaires — E	815	152
ROUZÉ — A	813	27	Contraceptif naturel	817	68
• Zones du cerveau impliquées dans la sensation de douleur —			Contraction musculaire par Jean FERRARA — A	818	49
A	810	73	Coquilles d'escargot jetables — E	815	115
• Et système immunitaire	812	43	Couette anti-taches — E	817	168
• Il y a bien un organe sexué dans le cerveau — E	815	56	Couleur dans l'industrie — E	812	115
• Pr Chabre Marc et cerveau	811	21	Création d'entreprises et maternité d'entreprises à Douai — E	811	128
Chaise transformable en fauteuil roulant — E	813	96	Créations d'entreprises et rendez-vous de Marseille — E	812	113
Chalumeau Dillon MK 111 — E	811	168	Credit gratuit — E	814	155
Champagne crayeuse et Aube	819	90	Cri primal par Michel ROUZÉ — A	817	74
Champagne d'ananas ivoiriens — E	812	87	Cric électrique — E	811	165
Champignon (un) dans le ciel du Pacifique par Sven ORTOLI —			Cristal (le) monstrueux par Sven ORTOLI — A	818	32
A	811	58	Crochet de sécurité à bascule — E	819	99
Champignons et petite anthologie des confusions mycologiques			Dr Crocq L. et dossiers psychiatriques — E	808	65
par Roland SABATIER — A	816	111	Croûte terrestre — E	812	83
Champignons carnivores (pleurotes) — E	808	68	Crysonde — E	812	85

# TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page		N°	Page
CSICOP (Comité Américain pour l'Etude Scientifique du Para-normal)	817	90	Echelle monte-charge électrique "Cresta" — E	810	113
Cube cosmique informatique par Françoise HARROIS-MONIN — A	817	100	Echelle sans barreaux — E	819	165
Culture sans sol et pêchers par Marie-Laure MOINET — A	815	86	Echographie et nouvelles performances — E	809	115
Cuve et développement sans chambre noire — E	811	166	<b>Eclairage :</b>		
Cybrides (agriculture : bonjour) par Marie-Laure MOINET — A	811	102	• Eclairer les sous-plafonds - "plaques Ondex" — E	813	114
Cyclone et météo	814	30	• Des tubes fluorescents trois fois plus durables — E	814	103
Cytchromes P 450 et cancer	818	53	• Dès qu'il fait noir, la lampe s'allume "Light Watcher" — E	817	169
			• Un variateur à télécommande "Philips HL 4762" — E	817	169
			Ecole des Mines de Douai et "maternité" d'entreprises — E	811	128
<b>D</b>			Ecologie : des grenouilles indiennes à la catastrophe de Bhopal... — E	811	77
Davignon Etienne (l'Esprit vient de l'informatique européenne)	810	95	Economie : exportation d'armes, qui paie ? par Olivier POSTEL-VINAY — A	818	87
Décamatic : détecteur électronique de fertilité pour vaches laitières — E	813	117	Economiseur de carburant — E	808	110
Découvertes astronomiques (les 43 plus grandes)	808	38	Economiseur de carburant GAPE — E	815	155
<b>Défense :</b>			Ecorce d'orange et alcool — E	815	112
• Une nouvelle stratégie pour l'Europe par Sven ORTOLI — A	817	15	Ecran de télévision Jumbotron au Japon	810	97
• Système de neutralisation de la menace des missiles (NEWSY) — E	813	118	Ecriture et expertise par Pierina CRISAFULLI	808	48
Défi Calais-Douvres — E	818	165	EDF et accident de Reims (pollution)	810	105
Dégivrage des avions — E	815	114	EDF et pollution : du pyrène partout en France	816	92
Delouvrier et les folies de La Villette (2) : les responsables répondent	811	116	Educational scolaire : avoir un frère ou pas... — E	818	55
<b>Démographie :</b>			Effet EMP et guerre nucléaire	819	38
• L'urbanisation sauvage du Tiers Monde par Marie-Laure MOINET — A	808	14	Effet Hall quantique et palmars de physique — E	818	59
• Exode rural : ce n'était qu'un début — E	811	125	Effet placebo et homéopathes	819	59
Denargou Paul : téledétection par ULM	809	100	Eckman Paul Dr et le langage des fausses émotions	815	41
Dents de la viande et du blé par Jean-Michel BADER — A	818	40	<b>Electricité :</b>		
Dents : une nouvelle technique d'hygiène dentaire (marché à saisir)	818	104	• Multiplicateur de fréquence	809	97
Dentistes contre prothésistes par Anne TIBERGHEN — A	813	22	• Energie conventionnelle — E	812	115
Déodorants et dermatologie — E	812	87	• Gérez votre consommation par ordinateur — E	812	165
Dépression nerveuse et maladie infectieuse — E	814	71	• Elle peut rendre malade — E	813	53
Dérive des continents (océanographie et Nautilie) : projet Kaiki Desmons J. Y. (pompes à chaleur, coût et informatique)	812	112	• Des fils souples gainés emboîtables — E	814	101
Destructeurs de documents — E	816	109	• Sans fil par Gérard MORICE — A	816	118
Détecteur électronique (decamatic) pour vaches laitières — E	813	117	Electrogenèse et horloge à poisson	812	49
Détecteur de circulation pour fluides — E	813	97	<b>Electronique :</b>		
Détecteur de fuites MS 20 — E	815	115	• Comment faire de la musique sans être musicien (orgues électroniques) par Henri-Pierre PENEL — A	808	118
Détecteur de gaz "Neotox" — E	811	127	• La naissance d'une puce par Hélène GUILLEMOT — A	815	78
Détection des excès de vitesse (les anti-radars de la route) par Luc AUGIER — A	813	122	• Chaussures électroniques — E	809	154
Développement technologique AIVA (association internationale des villes d'avenir) — E	812	111	• Solaire - SNES — E	816	105
Diabète (contre le) : la greffe d'un gène par Pierre ROSSION — A	810	53	Electrophorèse et médicaments "made in space" — E	810	90
DIAL (méthode) - (radar laser lidar)	816	38	Emballage ultra haute protection — E	809	110
Dianétique (et Ron Hubbard) - (cri primal)	817	75	Embout : dispositif pour le fixer (marché à saisir) — E	810	112
Diasystem-projection de diapos 24 x 36 — E	810	155	<b>Embryologie :</b>		
Dinosaure (nouvelle apparition) — E	809	59	• Papas : arrêtez à 40 ans par Olivier POSTEL-VINAY — A	816	20
Dinosaures (s'ils avaient perdu la boussole ?) — E	819	60	• Génétique... et bientôt les navets-éprouvette ! — E	818	57
Dioxyne et pollution (l'accident de Reims) — A	810	104	Emeraude : pas de "vraies-fausse" — E	814	71
Dioxyne à Reims : 150 000 accidents possibles ailleurs par J. DENIS-LEPEREUR — A	812	89	Emotions fausses et langage vrai par A. DOROZYNSKI — A	815	40
Diplôme de management-bureautique — E	810	110	Enceintes acoustiques : affaire d'alchimiste ou d'électronicien par Alain BELZ — A	809	125
Disjoncteur (réenclenchement automatique) - inventions de Paris	809	95	Endoscopie et vidéoendoscope	808	58
Dispensaire de brosse ambulante à énergie solaire — E	817	111	<b>Energie :</b>		
<b>Disque :</b>			• Economie et heure d'été	812	20
• Hi-fi à lecture par laser (compact disc) — E	808	152	• Eolienne et aéroturbines à tout faire — E	817	113
• Optique effaçable pour le son TDK — E	811	168	• Plutonium : on solide ! par Françoise HARROIS-MONIN — A	808	74
• Premiers compacts à lecture par laser — E	813	115	• Nucléaire et apocalypse now par Georges DUPONT — A	814	12
• Compacts encore plus purs : Pioneer PD 5010 - PD 7010 - PD 9010 — E	817	172	• Nucléaire : 10 questions sur Mururoa par Paul HELANDER — A	817	26
Distributeur automatique d'air comprimé (marché à saisir) — E	816	108	<b>Energie solaire :</b>		
Dotation de Science & Vie (grand prix de l'expo. artisanale) Fondexa — E	816	103	• Tour de France en bateau solaire "solar glisseur" — E	814	73
Douleur et ses 7 mystères par Olivier POSTEL-VINAY — A	810	66	• Une photocopie sur une tuile — E	814	99
Doyle Conan : des faux fossiles et des farces — E	816	62	• Energie solaire — E	816	105
Sté Drouot : (menuiserie SIMPA) bois et informatique	809	106	• Dispensaire de brosse ambulante — E	817	111
Pr Dry et homéopathie — E	813	57	• Pompe à chaleur : thermopompe — E	817	110
Dumas Dr et cœur artificiel	812	35	• Le défi Calais - Douvres — E	818	165
Dunes : la chirurgie esthétique par Marie-Laure MOINET — A	815	95	• Le vol le plus long et Solar Happ, par Claudine MULARD — A	819	80
Durkheim Emile et le suicide	811	43	• Centrale utilisant la puissance des vagues — E	811	131
			Enfant et psychologie infantile. Premières impressions d'un extraterrestre par Robert DURANDE — A	809	48
<b>E</b>			Engineering bionique et cœur artificiel par Michel BADER — A	812	27
<b>Eau :</b>			Engrais : Algoflash et plantes géantes — E	813	158
• La réserve "Volutex" — E	809	113	Enigme à deux échelles — algèbre par Henri-Pierre PENEL — A	808	122
• Pas de bons milieux sans eau pure — E	811	126	<b>Enseignement :</b>		
• Appareil pour économiser l'eau "Flowfix" — E	818	162	• L'informatique à l'école par Isabelle BOURDIAL — A	814	83
Echafaudage qui se déplace avec son utilisateur "sauterelle" — E	810	156	• L'informatique à l'école : c'est dans 2 mois par Françoise HARROIS-MONIN — A	814	74
Echantillons plus sûrs et plus rapides (PEAM) — E	814	103	• Diplôme de management bureautique — E	810	110
Echelles (une énigme pour 2) par Renaud de LA TAILLE — E	808	122	• Profs et patates... — E	812	88
			Enterrement céleste et transport spatial des cendres — E	810	87
			<b>Entomologie :</b>		
			• La mouche délatrice — E	817	87
			• Abeille, fourmis et repérages — E	819	63



	N°	Page
ENUWAR (rapport) guerre nucléaire : il fera trop froid pour survivre	819	40
Environnement : Comment se débarrasser des goélands par Jacques MARSAULT — A	812	52
Enzymes à double tranchant, par Jean FERRARA — A	818	51
Epave sous les plages et océanographie — A	816	100
Epigraphie et pictogrammes — Comment traduit-on Jérémadeth ? — E	810	93
Epurateur centrifuge à étages successifs — E	813	95
Erasmus (Sté-Dinova) radio-répondeurs-téléphone	810	121
Ergonomie — E	813	94
Escalade : semelles collantes et chaussettes anatomiques — E	819	160
Escalier à géométrie variable, Sab — E	816	165
Escalier réglable livré en kit (marché à saisir) — E	817	112

## Espace :

• La colonisation de la galaxie est commencée par Anna ALTER — A	818	14
• Crises de nerfs célestes — E	817	89
• Tourisme en navette spatiale — E	817	91
• Cosmonautes de tous les pays, unissez-vous — E	819	62
Espionnage et aviation "Aquila" — E	809	63
Espionnage et la poudre à espionner NPPD — A	817	35
Essais nucléaires et 10 questions sur Mururoa par Paul HELLANDER — A	817	26

## Essence :

• Sans plomb par Luc AUGIER — A	819	82
• Sans plomb et pot d'échappement catalytique	808	81
• Sans plomb et voiture propre	812	98
• Libération des prix — E	810	108
Etoile Beta Pictoris et Astronomie	812	81
Etoile Vega et astronomie	812	81
Eucalyptus et désastre par Edgar GARTNER — A	814	94
Evier à ultrasons lavasonic — A	814	108
Exode rural : ce n'était qu'un début — E	811	125
Expertise en écriture et ce qu'elle vaut par Pierina CRISAFULLI — A	808	48
Explosifs, ils sont pulvérisés — E	812	83
Explosion et mystère : un champignon dans le ciel du Pacifique par Sven ORTOLI — A	811	58
Exportation : s'implanter en Côte d'Ivoire ? — E	810	110
Exportations d'armes : qui paie ? par Olivier POSTEL-VINAY — A	818	87
Exportunités : un nouvel atout pour nos annonceurs — E	809	114
Exposition internationale à Tsukuba par Manuel TOHARIA — A	810	96

## F

Fauteuil convertible en table basse (marché à saisir) — E	817	112
Fauteuil à musique Bodysonic — R	816	167
Fauteuils (des) à votre marque — E	813	96
Fauteuil roulant tout-terrain — E	809	96
Faux fossiles et... farces de Conan Doyle — E	816	63
Fécondation in vitro et Fivette — E	818	102
Fenêtre : bloque-gond et paumelle bloquante — E	809	96
Fenêtres insonorisées — E	809	98
Fenêtre à ouverture panoramique GHL — E	812	169
Fers à repasser sans fil... ni pile — E	811	164
Fibre optique — E	818	101
Fibroscope	808	58
Filets meurtriers et pêche — E	811	80
Film polyester pour blindages des vitres auto — E	813	160
Fission naturelle	808	42
Fivette, incubateur de fécondation in vitro — E	818	102
Fizeau Armand et télescope spatial	808	30
Flora-bip pour plante asséchée — E	811	130
Pr Florian André et horloge à poisson	812	49
Fluorescence et poudre à espionner NPPD	817	36
FMS (Flight Management System)	808	91
Fondation Sophia-Antipolis et création d'entreprises — E	813	116
Fondexpa (dotation de Science & Vie : grand prix de l'expo artisanale) — E	816	104
Pr Fontaine Jean-Yves et reproduction des anguilles	816	56
Fontaine électrique et électricité sans fil	816	118
Forage de Kola (géologie) par Jacques BREIZ — A	809	38

## Forêt :

• SO2 et mort de la forêt par Edgar GARTNER — A	808	60
• Spectre de la forêt et télédétection par Jacques BREIZ — A	812	56
• Le virus qui détruit les forêts par Edgar GARTNER — A	817	59
Forum embauche : expérience originale à Lille — E	809	113
Fos-sur-Mer (complexe de)	815	17
Foudre (la) neuronisée — E	813	55
Français (le) menacé par le "look" par Alan J. RAUDE — A	817	78
Franges d'interférence et télescope spatial	808	30
Pr Frenzel et mort de la forêt	817	59
Froid (la route du), par Sven ORTOLI	813	48
Froid et cryochirurgie — E	812	85

Fuel domestique (pourquoi votre gazole a figé) par Luc AUGIER — A	810	122
Fusée-signal "Nicosignal" (sécurité) — E	810	157
Fusion : la route du froid par Sven ORTOLI	813	48
Fusion thermonucléaire	812	69

## G

Galapagos (les) promues à un bel avenir touristique — E	809	60
Galaxies cannibales ? par Anna ALTER	814	16
Galaxies conques (des) par insémination artificielle par Anna ALTER — A	811	72
Galénique : l'ère des médicaments retard par Pierre ROSSION — A	816	89
Pr Gallo Robert et virus HTLV — E	808	66
Garage (porte isolante de) — E	812	170
Gaulois (Asterix se servait d'une grammaire) par Pierre ROSSION — A	810	84
Gaz naturel — E	812	115
Gaz toxique : Méthyl isocyanate (MIC) et Union Garbide	808	88
Gazole a figé (pourquoi votre) par Luc AUGIER — A	810	122
Gènes lin-14, lin-28, lin-29 et carte de santé génétique	809	19
Génie génétique : Contre le diabète : la greffe d'un gène, par Pierre ROSSION — A	810	53

## Génétique :

• Le code génétique n'est pas le même pour tout le monde par Pierre ROSSION — A	811	34
• Et botanique : les cybrides, par Marie-Laure MOINET — A	811	102
• Un bébé éprouvée à partir d'une momie — A	813	39
• Comment fut liquidée la génétique russe et affaire Vavilov-A par Jean FERRARA	814	46
• Retrouvée grâce aux gènes des grands parents par Françoise HARROIS-MONIN	814	52
• Papas : arrêtez à 40 ans par Olivier POSTEL-VINAY — A	816	20
• Arme de rajeunissement par Alexandre DOROZYNSKI — A	816	14
• On a cloné le virus du Sida par Marcel CONTIG — A	809	26
• Bientôt la carte de santé génétique par Alexandre DOROZYNSKI — A	809	18
Géode : salle de spectacles	810	32

## Géologie :

• Croûte terrestre ... et maintenant un trou de 14 km — E	812	83
• Voyage dans les profondeurs de la Terre par Jacques BREIZ — A	809	38
• Pr Gerber George et TV	815	9

## Gérontologie :

• La génétique, arme du rajeunissement par Alexandre DOROZYNSKI — A	816	14
• 120 ans et il boit ! — E	816	67
• Globules blancs (le vrai maître des) par A. DOROZYNSKI	812	42
• Globules blancs (cancer : 3 grands coups) — A	815	30
Goélands (comment se débarrasser des) par Jacques MARSAULT — A	812	52
Goldberg et La villette	811	116
Gomme électrique	818	161
Gond de pente — E	809	44
Gorilles de montagne (comment on a sauvé les derniers) par Pierre BOURDINS — A	809	44
Grain d'eau et arrosage automatique — E	811	169
Grangier Philippe et physique	811	69
Granit et machine-outil	813	115

## Graphologie :

• Ce que vaut l'expertise en écriture par Pierina CRISAFULLI — A	808	48
• Graphologie, biologie et justice — E	815	51
Grattas Denis et cristal monstrueux	818	37
Gravitation : la chasse aux ondes gravitationnelles par Hélène GUILLEMOT — A	817	44
Dr Green Howard et peau de culture pour brûlés	814	56

## Greffe :

• Greffe d'un gène contre le diabète par Pierre ROSSION — A	810	55
• Greffe de la peau (peau de culture pour grand brûlés) par Pierre ROSSION — A	814	56
• Greffe de gène	819	45
Grenouilles indiennes (des) à la catastrophe de Bhopal — E	811	77
Grenouilles (les) font trembler la terre — E	814	72
Grimaces : le langage des émotions fausses par Alexandre DOROZYNSKI — A	815	40
Guerre des étoiles (la) ou l'illusion cosmique I.D.S. par Sven ORTOLI — A	809	65
Guerre des étoiles (une nouvelle stratégie pour l'Europe) par Sven ORTOLI — A	817	15

# TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page		N°	Page
Guerre nucléaire : il fera froid pour survivre par Françoise HARROIS-MONNIN — A	819	38	• Tout sur le piratage par Henri-Pierre PENEL — A	816	84
<b>H</b>			• CAO Macintosh — Mac Space par Alex KOVALEFF — A	816	130
Habitations modulaires passe-partout — E	815	152	• Le cube cosmique "IPSC" par Françoise HARROIS-MONNIN — A	817	100
Haie (taille) sans fil — E	814	152	• Candide et le robot traceur par Pierre COURBIER — A	819	126
Hakuraikin — E	809	111	• Informatiser les dossiers psychiatriques — E	808	65
Hamann à domicile — E	812	169	• "1901", premier progiciel de gestion pour associations — E	808	107
Pr Hanahan Douglas et cancer	815	28	• Canon MSX-V20 — E	808	153
Harnais de wind-surfing — E	815	153	• Comment vous informatiser — E	809	109
Harwitt Martin et télescope spatial	808	40	• Machine à coudre à micro-ordinateur, Pfaff 1471 — E	809	153
Hélice (le retour de l') par Serge BROSSELINE — A	809	74	• Bureau, contrôle de saisie des données par voix synthétique — E	809	158
Hémophiles — E	819	60	• Peau neuve pour le micro-ordinateur Spectrum — E	809	159
<b>Hérédité :</b>			• Filature de baleines par satellites — E	810	87
• Papas : arrêtez à 40 ans par Olivier POSTEL-VINAY —	816	20	• Gestion agricole — E	812	112
• Et caractères acquis	813	38	• Pompes à chaleur — E	812	112
Herpès (virus) et athérosclérose — E	812	84	• Logiciel Réceptel : la prévision et le contrôle de la vendange — E	812	113
Heures d'été (la France à l'heure de Moscou), par Olivier POSTEL-VINAY — A	812	16	• Gérez votre consommation électrique par ordinateur — E	812	165
Heure d'été : 75 % de mécontents par Olivier POSTEL-VINAY — A	814	61	• Médicale sur Minitel "Anatel" — E	813	118
Heure étalon et pendule atomique — E	814	151	• Programme pour programmer — E	813	162
<b>Hi-fi :</b>			• Les chercheurs français crient misère, par O. POSTEL-VINAY — A	813	62
• Compact-disc : la nouvelle vague par Laurent DOUEK — A	812	126	• Terminal de poche "Scorepak IV" — E	814	98
• Les chaînes de sonorisation par Henri PENEL — A	814	122	• Bureau informatique modulable — E	814	99
• Enceintes acoustiques : affaire d'alchimiste ou d'électronicien ? par Alain BELZ — A	809	125	• 2 nouvelles extensions pour le ZX spectrum — E	814	154
• Compact disc graphics — E	811	163	• Vers l'ordinateur coloré — E	815	57
• Un casque pour compact discs — E	811	164	• L'ordinateur au service de la mode — E	815	55
• Chaîne compacte à platine tangentielle Radiola CT 756 - E	812	167	• Ordinateur scientifique de poche, "PC 1450" de Sharp — E	816	104
• Philips CD 555 (combiné portable pour disque à laser) — E	812	168	• Un terminal polyvalent "VDT3500" Thomson — E	816	161
• Enceintes acoustiques pour mélomanes — E	813	163	• Un rapport qualité/prix hors du commun "Amstrad CPC 664" — E	816	162
• 2 haut-parleurs sur un gilet — E	814	157	• Une puce dans votre bibliothèque "Mupy" — E	816	163
• Dr Hirsch et obésité	813	20	• Agricole : Le code porcin améliore la gestion des élevages — E	817	111
• H.L.A. (système)	814	53	<b>Ingénierie génétique</b>	813	39
• Hologramme — E	808	67	Ingénierie biologique et protéines sur mesure, par A. DOROZYSKI — A	815	32
• Holographie (films 35 et 70 mn) — E	809	156	Innovations : les entreprises sont pour, mais... — E	815	109
<b>Homéopathie :</b>			Inquiétudes des Français, que craignent-ils ? — E	816	106
• La mauvaise foie et la foi, par Michel ROUZÉ — A	810	59	Institut Primal Européen — IPE	817	72
• L'expérimentation dit non — A	812	44	Insuline et diabète, par Pierre ROSSION — A	810	53
• Nouvel échec — E	813	57	Intégral 32 et protection des moteurs électriques — E	809	113
• Un fabricant nous répond (Ets. Pieron) — E	814	68	Interférences et phénomène	811	70
• Les curieuses dilutions de l'homéopathie — E	816	64	Interférence optique et ondes gravitationnelles	817	49
• Un laboratoire (Boiron) nous écrit — E	817	88	Interférence spatiale et télescope	808	30
• Le flou des homéopathes — E	819	59	Interférométrie stellaire	808	30
Horloge à poisson, par Pierre ROSSION — A	812	49	<b>Inventions :</b>		
Hormone de fertilité PIF (on connaît enfin l'), par Alexandre DOROZYSKI — A	817	68	• 30 marchés au Salon de Paris, par Gérard MORICE — A	809	92
Hoyle Fred et astronomie	812	78	• Brevets et licences : un marché fantôme, par Gérard MORICE — A	813	87
Hubbard Lafayette Ron et cri primal	817	74	• Grand prix — E	809	111
Humidimètre bon marché pour le grain — E	809	114	IRD, les robes à tout faire	809	82
Hybridation chimique et blé, par Marie-Laure MOINET — A	811	92	Irrigation, le tuyau qui transpire — E	811	169
Hydra V et hydrogène	814	92	Isère et protection de la nature — E	817	171
Hydrogène (pour plonger, respirer de l') par Jean-Albert FOEX — A	814	91	Isolants et pompe à encoller — E	813	158
Hydrophone (monture pneumatique) — E	808	108	<b>Isolation :</b>		
<b>I</b>			• Survitrage à fixation magnétique prêt à poser — E	810	152
I.D.S. "Initiative de défenses stratégiques", par Sven ORTOLI — E	817	15	• Dessus de matelas thermoflex — E	810	153
I.E.R. Ste (Médaille d'or) — E	811	127	• Thermistore et rideau de protection — E	812	171
Iguane au menu — E	816	65	<b>J</b>		
Immunisation et fabrication d'anticorps	811	31	Jacinthe d'eau, dépolluant n° 1, par François GOHIER — A	809	104
Immunité sous influence — E	816	67	Jade de synthèse — E	809	58
<b>Immunologie :</b>			Janov Arthur et la théorie primale	817	73
• Le vrai maître des globules blancs, par A. DOROZYSKI — A	812	42	Janus 2 et le musée de La Villette	810	34
• Qui donc n'est pas immunodéficient "sida" — E	819	57	Japon à la conquête du XXI <sup>e</sup> siècle, par Manuel TOHARIA — A	810	96
<b>Informatique :</b>			<b>Jardins :</b>		
• L'image du savant dans le public, par Françoise HARROIS-MONNIN — A	815	12	• Jardinage et arrosage, le tuyau lifecell — E	811	169
• Feux de tous bois, par Edgar GARTNER — A	809	106	• Programmeur d'arrosage Gardena — E	813	159
• Candide et l'ordinateur portraitiste, par Pierre COURBIER — A	810	124	• Irriguez vos arbres par les racines — E	813	159
• L'esprit à l'européenne par Françoise HARROIS-MONNIN — A	810	94	• Taille haie sans fil — E	814	152
• Candide et le grapheur par Pierre COURBIER — A	811	137	• Dr Jarvik et cœur artificiel	812	27
• Les micro-ordinateurs du printemps 85 par Henri-Pierre PENEL — A	812	135	<b>Jeux :</b>		
• Candide découvre la polychromie par Pierre COURBIER — A	813	128	• Cartes : les 7 familles solidaires — E	811	169
• Dans deux mois à l'école par Françoise HARROIS-MONNIN — A	814	75	• Entreprise et modèles des simulations de marché — E	819	102
• Et école ; l'important c'est Mozart... par Isabelle BOURDIAL — A	814	83	• "Scoop" Nathan — E	818	159
• La naissance d'une puce par Hélène GUILLEMOT — A	815	78	• "Scrabble" en trois dimensions, MB-France — E	818	160
• Candide essaie le PX-8 par Pierre COURBIER — A	815	124	• Joint de cardan, grand angulaire	809	93
			• Pr Jones Steven la route du froid	813	48
			• Jumelles (25) spécial comète, par Roger Bellone — A	819	111
			• Jumelles "lavables" marines — E	812	167
			• Jumeaux : une différence qui frappe, par Michel ROUZÉ — A	816	26
			• Jupiter et satellite — E	809	59



	N°	Page
<b>K</b>		
Kappafloat, vitrage énergétique — E	808	111
Katalavox (invention de Martine Kempf) — E	810	110
Kevlar (le) à pleine résistance — E	813	90
Kielar Alan et monstre du Loch Ness	814	42
Dr King Mary Claire et génétique	814	52
Pr Klajman A. et AL 721	819	53
Kola (forge de) et géologie, par Jacques BREIZ — A	809	38
Kolff Willem et cœur artificiel	812	27

<b>L</b>		
Labeyrie Antoine et télescope spatial	808	30
Laboratoire Boiron et homéopathie	812	44
Laboratoire informatique et tremblements de terre	818	66
Lampe minilux Color — E	809	154
Pr Landridge Robert et protéine	815	32
Langage vrai (le) des émotions fausses, par A. DOROZYNSKI — A	815	40
Langage : le Français menacé par le "look", par Alan J. RAUDE — A	817	78
Langage : l'Illiade était la Wilusiade — E	811	78
Dr. Lapeyre et cœur artificiel	812	33

<b>Laser</b>		
• La guerre des étoiles ou l'illusion cosmique	809	69
• La foudre au bout d'un laser (Nova), par Sven ORTOLI — A	812	69
• Laser-météo, par Anne-Marie ROUZERE — A	816	34
• Laser de micro-soudage, perçage et découpage — E	808	110
• Faisceau de 6kW transmis par fibre optique — E	818	101
Lavages à haute pression et nettoyeur Kärcher HD 555 — E	810	157
Lave-Vaisselle (table-tiroir) — E	809	96
Lave-vaisselle (mini) — E	813	160
Lecteur de disque compact CDF — 7F Sony — E	818	165
Lecteur de disque compact miniaturisé audio D50 Sony — E	815	157
Lecture optique et lecteurs de codes à barres plus performants — E	818	101
Dr Leibel et obésité	813	164
Pr lejeune Michel et grammaire	810	84
Leucémie et électricité, par Anne Marie ROUZERE — A	816	53
Linguistique : astérisx se servait bien d'une grammaire, par Pierre ROSSION — A	810	84
Linguistique : le Français menacé par le "look", par Alan J. RAUDE — A	817	80
Lipoprotéines et obésité	813	19
Loch Ness : le monstre traqué par l'électronique, par Michel ROUZ — A	814	40
Loup (la peur du) — E	811	83
Lubrifiants — E	808	106
Lumière et physique	811	69
Lumière (pain de) — E	817	169
Lune et colonisation de l'espace	818	22
Lunettes astronomiques et comète de Halley — A	819	120
Lussato Bruno informatique à l'école	814	83
Lyssenko et génétique russe	814	46

<b>M</b>		
Dr Mc Innis Joseph et épave sous les glaces	816	100
Machines à laver par ultrasons, par Habib ELIARI — A	814	108
Machines (mini) à écrire électronique — A	811	133
Machine à tricoter "Bond" — E	811	165
Machine automatique pour calibrer et emballer les melons — E	813	116
Machine à coudre à micro-ordinateurs Pfaff 1471 — E	809	153
Machine-outil pour tailler la pierre (granit) — E	813	115
Machine qui ramasse tout — E	809	98

<b>Magnétophone :</b>		
• SA-V 200 (pour diaporama) — E	809	159
• Soundwave (qui ne craint pas l'eau) — E	818	164

<b>Magnétoscopes :</b>		
• Le 8 mm est arrivé (camescope Sony Vidéo CCD-8E) par Roger BELLONE — A	812	138
• Le camescope 8 mm de poche CCD M8, le magnétoscope portable EV C8 et EV-S700 par Roger BELLONE — A	814	115
• Parc des magnétoscopes — E	809	158
• Grundig VHS - VS 200 Euro - VS 180 — E	812	166
• 8 mm de salon Toshiba — E	813	160
• Cassette antiviol Vidéoclé — E	813	159
Mais (à quoi ressemblera un plant de) dans 20 ans — E	808	109
Maison et fenêtre Velux-France à ouverture panoramique — E	812	169

<b>Maladie :</b>		
• Maladies infectieuses et anticorps sur mesures par Alexandre DOROZYNSKI — A	811	29
• Mal de l'espace	809	54

<b>• Maladie des légionnaires, pollution et tour de réfrigération — E</b>	814	72
• Maladie d'Alzheimer et pluie acide — E	814	67
• Maladie de Minamata et pollution	815	17
Manège nautique — E	811	169
Manivelle polyvalente — E	809	96
Manuscrits de la Mer morte — E	808	69
Marichal Robert et grammaire	810	84
Mars et civilisation disparues (blurgs) — E	811	81
Mars (un homme, en 2024, sur) — E	812	86
Mars (Quand prendra-t-on la route pour)	818	18
Marsupiaux en Afrique — E	816	62
Matelas (dessus) et thermoreflex — E	810	153
Matelas à eau — E	812	169
Matériaux : moteurs en céramique par Luc AUGIER — A	809	90
Matériau composite bois-résine (des marchés à saisir) — E	817	112
Mathématiques : une énigme à deux échelles par Henri-Pierre PENEL — E	808	122
Mécanique quantique	811	69

<b>Médecine :</b>		
• La vidéo dans le corps par Sven ORTOLI et Jean-Michel BADER — A	808	58
• Bientôt la carte de santé génétique par Alexandre DOROZYNSKI — A	809	18
• Vieillir sans vieux os par Pierre ROSSION — A	814	54
• Un virus très en vue : Epstein-Barr et Herpès VI et HVTI et EBV — E	814	75
Médicaments retard (l'ère des) par Pierre ROSSION — A	816	89
Médicaments : "made in space" pas si facile — E	810	90
Méditerranée (la) dans un sale état par Edgar GARTNER — A	815	14
Méluses (le temps des)	815	22
Mélon (machine pour calibrer et emballer les) — E	813	116
Mercurie et pollution	815	17
Mercurie et argent (recyclage du) — E	818	100
Mésion K (particule)	810	41
<b>Mesures :</b>		
• Pourquoi l'homme ne saute pas aussi haut que la puce par Alexandre DOROZYNSKI — A	810	76
• Les unités illégales par Renaud de La TAILLE — A	819	72
• Mesures et microbalance — E	809	62
• Un appareil qui mesure le temps de prise des produits — E	814	102

<b>Météorologie :</b>		
• Quand passent les tornades par Claudine MULARD — A	814	27
• Météo laser par Anne-Marie ROUZERE — A	816	34
• Eruptions volcaniques et transports aériens	811	63
Météorites martiennes — E	812	88
Météorologie : Pourquoi l'homme ne saute pas aussi haut que la puce par Alexandre DOROZYNSKI — A	810	76
Mexico et tremblement de terre par Roger BELLONE — A	818	64
MIC (Méthyl-isocyanate) et Union Carbide	813	84
MIC (Méthyl-isocyanate) et Union Carbide	819	84
Michelson et télescope spatial	808	30

<b>Micro-informatique :</b>		
• Candide et l'ordinateur portaitiste par Pierre COURBIER — A	810	124
• Candide et le grapheur par Pierre COURBIER — A	811	137
• Candide découvre la polychromie par Pierre COURBIER — A	813	128
• Candide essaie le PX-8 par Pierre COURBIER — A	815	124
• Candide et la 3 <sup>e</sup> dimension par Pierre COURBIER — A	816	130
• Candide joue aux échecs en 3 D par Pierre COURBIER — A	817	134
• Candide chef d'orchestre par Pierre COURBIER — A	818	126
• Candide et le robot traceur par Pierre COURBIER — A	819	126
Micro-miniaturisation électronique — A	818	120
Microscope qui répond à la voix — E	810	110
Microscope de poche Lissac — E	811	167
Pr Milhaud Gérard	814	54

<b>Minitel :</b>		
• Messagerie minitel et système Radiotex dans votre voiture par Laurent DOUEK — A	816	137
• FX000/FXT donne la parole au minitel — E	808	107
• Une seule clé, une seule facture — E	810	151
• Les images du minitel sur votre téléviseur — E	814	155
• Des centres serveurs Minitel adaptés aux PME — E	815	113
• Et itinéraire à la carte — E	817	168
• Et réseau Apex (occasion des collaborateurs) — E	819	159
Mirages gravitationnels par Anna ALTER — A	815	24
Miroir (les atomes violent la symétrie du) par Hélène GUIL-LEMET — A	810	38
Missiles et guerre des étoiles	809	72
Mode (l'informatique au service de la) — E	815	55
Momie (un bébé éprouvée à partir d'une) par Pierre ROSSION — A	813	39
Monopoly (championnat du monde du) — E	818	160
Monstre du Loch Ness traqué par l'électronique par Michel ROUZ — A	814	41

## TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page		N°	Page
Mont Sinaï (ou Mont Moïse) n'est pas celui qu'on croit par Brigitte GANDIOL-COPPIN — A	819	42	Optique Schlieren, filmer de l'air	812	63
<i>Pr Montagner Luc et Sida</i>	809	27	Orbite géostationnaire : on affiche complet par Françoise HARROIS-MONIN — A	818	76
Monte-charge électrique Cresta — E	810	113	<b>Ordinateurs :</b>		
<i>Dr Monties</i> (et cœur de Monties)	812	34	• Canal plus va-t-il interdire les micros par Henri-Pierre PENEL — A	808	116
Montre multifonctions Epson RC 20 — E	808	153	• Du printemps 85 par Henri-Pierre PENEL — A	812	135
Montre de prières pour musulmans — E	808	106	• Les chercheurs français crient misère par Olivier POSTEL- VINAY — A	813	62
Moquette routière — E	809	94	• Le visionnaire de la 4 <sup>e</sup> dimension par Renaud de La TAILLE — A	814	20
Morphogénèse	813	35	• Un gros en mallette — E	811	165
Moteurs en céramique par Luc AUGIER — A	809	88	Orgues électroniques et musiques sans être musicien ? par Henri-Pierre PENEL — A	808	118
Moteur "alambic" et voiture propre	812	97	Os (vieillir sans vieux) par Pierre ROSSION — A	814	54
Moto : l'innovation à tout prix pour séduire par Laurent DOUEK — A	817	116	Ostéoporose et vieillissement osseux	814	54
Mouche délatrice — E	817	87	OTAN et défense, une nouvelle stratégie pour l'Europe	817	16
Moustiques (un ventilateur spécial) — E	816	164	Ozone : la haute atmosphère et les avions — E	812	86
MOX (combustible) et plutonium	808	76			
Mules pas toujours stériles — E	809	59	<b>P</b>		
Multinationales (comment les) utilisent leurs brevets — E	817	107	<b>Paléontologie :</b>		
Multipropriété (une loi pour encadrer la) — E	818	161	• Les dents de la viande et du blé par Jean-Michel BADER — A	818	40
Muon et fusion	813	48	• Entends-tu le vol du Ptéranodon ? — E	810	89
Murs en kil prêts à monter — E	810	152	• Des vers marins au cœur de l'Islande — E	813	57
Mururoa (10 questions sur) par Paul HELANDER — A	817	26	• Faux fossiles et... farces de Conan Doyle — E	816	63
Muscles (les) des muscles par Jean FERRARA — A	818	48	• Et si les dinosaures avaient perdu la boussole — E	819	61
Muséum (le) mis en tutelle par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — A	814	32	Palonnier pour la volure de l'Airbus — E	808	107
<b>Musique :</b>			Paludisme et vaccin à l'essai — E	813	56
• Les Français sont moins musiciens qu'ils le croient par Olivier POSTEL-VINAY — A	808	54	Pannes, la carte qui les affiche — E	819	99
• Comment faire de la musique sans être musicien ? par Henri-Pierre PENEL — A	808	118	Panneaux de construction capteurs solaires (marché à saisir) — E	818	104
• Le salon de musique par Pierre ROSSION — A	817	52	Papier et désastre de l'eucalyptus par Edgar GÄRTNER — A	814	94
Myopie (nouvelles techniques pour corriger la)	811	26	Paramécie et code génétique	811	34
			<b>Parapsychologie :</b>		
<b>N</b>			• Congrès annuel du CSICOP — E	813	56
Nacelle hydraulique passe-partout — E	811	127	• Téléphone volant et pigeons à canards — E	817	90
Navets-éponge — E	818	57	Parasitologie et antidépresseurs... ? — E	809	63
Navettes spatiales "Hermès, Minos, Solaris, Columbia, Hotol" par Stéphane CHENARD — A	816	68	Paratonnerre électrique Corona — E	819	103
<i>Nebert Daniel Dr et cancer</i>	818	52	Parc d'activités technologiques — E	817	109
Nerfs qui repoussent par Pierre ROSSION — A	819	48	Pare-brise - Novus France — E	816	164
Nettoyage, un automate à lavage-aspiration — E	814	103	Parking auto : B Box, une seule place pour deux voitures — E	810	153
Nettoyeur Karcher HD555 — E	810	157	Parking, barrière anti-chocs — E	811	125
Neurobiologie, des nerfs qui repoussent par Pierre ROSSION — A	819	48	Pasteur n'a pas pratiqué l'euthanasie — E	808	71
Neurologie et émotions fausses par A. DOROZYNSKI — A	815	40	Pâte hydrophobe, anti-grippante et anti-corrosion — E	815	113
Neurones qui ne voient que les visages par Michel ROUZE — A	813	27	PCB en fuite au Havre... et ailleurs — E	808	105
Neurophysiologie, notre cerveau voit par A. DOROZYNSKI — A	811	16	PCB et pyralène (l'accident de Reims)	810	105
<i>Nicolau Claude Pr et diabète</i>	810	53	PCB, du pyralène partout en France	816	92
<i>Nikolics Karoly Pr et hormone de fertilité</i>	817	68	PEAM "Procédé d'échantillonnage automatique de matières en vrac" — E	814	103
Nobel 85 et cholestérol — E	818	58	Peau de culture pour grands brûlés par Pierre ROSSION — A	814	56
Nœud d'assemblage pour structures (marché à saisir) — E	814	102			
Nova, le laser par Sven ORTOLI — A	812	74	<b>Pêche :</b>		
NPPD et poudre à espionner — A	817	34	• Dégorgoir de poissons	809	99
<b>Nutrition :</b>			• Et filets meurtriers — E	811	80
• Les dents de la viande et du blé par Jean-Michel BADER — A	818	40	"Sondar" pour pêcher à la traîne sans accrocher le fond — E	812	171
• Les savants s'envoient le café à la tête — E	812	86	Pêcheurs au régime sans sol par Marie-Laure MOINET — A	815	86
			Pédale de sécurité Look — E	808	151
<b>O</b>			Peinture qui résiste à la chaleur — E	808	150
Obésité, maigrir n'est pas toujours bon par Jean FERRARA — A	813	17	Pelouse rendue carrossable — E	816	165
Objet de Minkowski et galaxies conçues par insémination artificielle	811	73	Pendule atomique et heure étalon — E	814	152
Océanica - création de l'association — E	811	128	Pendulette à eau Aqua Clock — E	819	161
<b>Océanographie :</b>			Péniche aux livres pour enfants — E	817	173
• Voyage dans les abysses et projet Kaiko par Claudine MU- LARD — A	813	42	Pépinières pour entreprises "innovantes" — E	813	116
• L'épave sous les glaces par Jean-Albert FOEX — A	816	100	Perception des bébés — A	809	51
• La pêche au sonar : Titanic par Sven ORTOLI — A	817	38	Perceuse Miniplex MV 2 et Miniflex GV — E	808	149
• 6 000 m à bord du "Nautil" — E	811	79	Pesanteur et gravitation et apesanteur — A	811	64
• 20 km sous les mer... pour le "Nautil" — E	816	66	Pesanteur et colonisation de la galaxie	818	17
Œil artificiel pour l'astronomie — E	816	62	Phénylcétonurie et autisme	812	41
Œufs de caille et allergie (homéopathie)	812	48	Phoques, le retour timide sur nos côtes par Isabelle BOURDIAL — A	815	48
Off-shore un carrotier pour grand fond marin — E	818	100	<b>Photo :</b>		
<b>Oiseaux :</b>			• Révolution du son en projection de diapositives (tableaux des nouveaux projecteurs 24 x 36) par Roger BELLONE — A	809	120
• Comment se débarrasser des goélands ? par Jacques MAR- SAULT — A	812	52	• Emulsion Kodak Technical Pan 2415 et émulsion Ektachrome 200 — A	810	98
• Danger et aéronautique par Michel REDDAN — A	818	69	• Filmer de l'air par Renaud de La TAILLE — A	812	63
Ondes électromagnétiques et physique	819	16	• Triplez la sensibilité de vos films les plus sensibles par Alex KOVALEFF — A	816	128
Ondes gravitationnelles par Hélène GUILLÉMOT — A	817	43	• Le salon de l'électronique par Roger BELLONE et Marie PARRA-ALEDO — A	817	126
Ondes de choc et optique Schlieren	812	65	• Vizzicolor : un jardin de 10 m de côté visible à 800 km par Roger BELLONE — A	810	98
<i>Oppenheimer Robert et ses bonnes idées</i> — E	814	71			



	N°	Page
• Une crosse pour la photo animalière — E	808	155
• Cuve de développement sans chambre noire — E	811	166
• Montures de diapo anti-incidents de projection Gépé-Pro — E	816	166
• Photo aérienne autorisée et navette spatiale — E	808	68
• Indemnités pour photos perdues ou films abîmés — E	819	165
• Devenez photographe professionnel — E	813	160
• Duplicateur de diapos Colorcopy 350 — E	810	154
• Stéréophotographie pour travaux sous-marins — E	811	131
• Visionneuse pour albums de films Sortilux — E	809	157
• Film négatif couleur ISO, Agfa color XRS 1000 — E	809	157
• Reflex 24 × 36 à mémoires mortes dans les objectifs Canon T70 - Minolta 7000 — E	811	167
• Plus aucune fonction manuelle sur les compacts 24 × 36 — E	808	154
• Agrandisseur à micro-ordinateur Durst AC 800 automatic — E	810	155
• Agrandisseur à microprocesseur Durst AC800 Automatic — E	813	161
• Applications pour photo périphérique — E	813	115
• Fuji AX multi-program — E	819	164
• Fuji système Fujix TV-photo	809	156
• Fuji GS 645 S — E	812	167
• Fuji STX-2 reflex 24 × 36 semi-automatique	814	154
• Fuji TW-3 DX — E	817	173
• 8 <sup>e</sup> prototype pour la photo électronique Hitachi — E	809	156
• Kodak Télé-Disc — E	819	164
• Photo électronique prototype Konica SVC-20 — E	817	173
• Moteur en rafale sur les 24 × 36 reflex Minolta 7000 — E	812	166
• Olympus OM-2 Spot-Program — E	810	154
• Pentax AFP-1 — E	819	164
• Pentax 24 × 36 Sport — E	813	161
• Pentax P 30 — E	819	164
• Photax mini-studio flash — E	815	156
• Photocolor RT (pour développer les films couleur à température ambiante) — E	809	157
• Prestinox — E	810	155
• Ricoh 24 × 36 AF-X — E	808	151
• Ricoh FF 70 24 × 36 — E	815	156
• Rollei SL 66 et 66 E 24 × 36 SL 2000 F et 3003 — E	810	154
• Rollei SL 6002 — E	819	164
• Rollei SL 3003 et SL 2000 F — E	810	154
• Starblitz GAS (flash) — E	809	156
• Vivitar 24 × 36 D 535 DX et P5 30 DX — E	815	156
• Zénith 24 × 36 automat. reflex automatique — E	819	164
• Photo sous-marine — E	810	155
• Photo vidéo et imprimante TIB 50 — E	808	155

#### Photocopie :

• La couleur, la qualité ou les prix par Alex KOVALEFF — A	814	110
• Au laser, Kodak IM40 — E	814	100
• Thermique en couleurs "color Printer" — E	816	106
• Photocopier miniature Copy-Jack	818	120
• Photoluminescence	809	92
• Photon interféré avec lui-même par Sven ORTOLI — A	811	69
• Photopile sur une tuile — E	814	99
• Physiatrons, la fin de 35 ans de tolérance — E	810	92
• Physionomie humaine et émotions	815	42

#### Physique :

• Bohr Niels, cet inconnu par Michel EBERHARDT, A. DOROZYNSKI et Sven ORTOLI — A	819	12
• La quatrième dimension, une affaire de courbure par Renaud de LA TAILLE — A	828	26
• Le cristal monstrueux par Sven ORTOLI — A	818	32
• La chasse aux ondes gravitationnelles par Hélène GUILLEMOT — A	817	43
• L'ordinateur visionnaire de la 4 <sup>e</sup> dimension par Renaud de LA TAILLE — A	814	20
• La route du froid par Sven ORTOLI — A	813	48
• La foudre au bout d'un laser-Nova par Sven ORTOLI — A	812	70
• Un photon interfère avec lui-même par Sven ORTOLI — A	811	69
• Pourquoi le whisky se met en boule par Renaud de LA TAILLE — A	811	64
• Les atomes violent la symétrie du miroir par Hélène GUILLEMOT — A	810	38
• Le transistor à électrons chauds par Sven ORTOLI — A	808	46
• La radioactivité exotique par Michel ROUZE — A	808	42
• Mesures, les unités illégales par Renaud de LA TAILLE — A	819	72
• Pi (nombre) et plaque minéralogique d'une voiture de Pise — E	818	56
• Pictogrammes et épigraphie — E	810	92
• Pieron Ets et homéopathie, un fabricant nous répond — E	814	68
• Pierres précieuses, pas de vraies fausses émeraudes — E	814	71
• Piezor — E	814	98
• Pile à patates — E	814	153
• Pilotage tête haute, le pare-brise moniteur par Serge BROSELIN — A	808	90
• Piolet Jean, les louvoiements d'Union Carbide	813	84
• Piratage informatique, tout savoir par Henri-Pierre PENEL — A	816	84

Piratage vidéo, codage, décodage — E	810	157
Plafons et éclairage — E	813	114
Planètes (à nous les petites) par Stéphane CHENARD — A	813	50

#### Plantes :

• Un indicateur de souffrance en eau — E	817	109
• Qu'est-ce qu'une plante ? — E	813	54
• L'autosuffisance et grain d'eau — E	811	169
• Asséchée et "Flora Bip" (marché à saisir) — E	811	130
• Plastique (journées d'études) — E	815	115
Plomb et pollution, pot d'échappement	808	81

#### Plongée sous-marine :

• Pour plonger profond, respirer de l'hydrogène par Jean-Albert FOEX — A	814	91
• 450 m avec de l'hydrogène — E	813	58

#### Pluies acides :

• Pot d'échappement catalytique	808	80
• Mort de la forêt	808	60
• Elles peuvent aussi rendre sénile — E	814	67
Plutonium : on soldé ! par Françoise HARROIS-MONIN — A	808	74
P.M.I., plus qu'on ne le pensait — E	811	129
Pneumatique à effet ventouse (marché à saisir) — E	810	112
Podium, plate-forme — E	813	91
Poids, et les obèses par Jean FERRARA — A	813	16
Poisson et horloge par Pierre ROSSION — A	812	49
Poissons et élevage des larves — E	809	114

#### Pollution :

• Du pyralène partout en France par J. DENIS-LEMPEREUR — A	816	92
• La méditerranée dans un sale état par Egard GARTNER — A	815	14
• De Bhopal à Béziers par Edgar GARTNER — A	813	84
• Dioxine à Reims et ailleurs par J. DENIS-LEMPEREUR — A	812	92
• L'accident de Reims par J. DENIS-LEMPEREUR — A	810	104
• PCB en fuite au Havre... et ailleurs — E	808	105
• Votre pot d'échappement par Renaud de LA TAILLE — A	808	78
• Mort de la forêt par Edgar GARTNER — A	808	60
• Jacinthe d'eau, dépolluant n°1 par François GOHIER — A	809	106
Polychromie et Candide par Pierre COURBIER — A	813	128
Polypropylènes — E	808	106
Pommier sans branches — E	813	117
Pompe à chaleur et énergie solaire — E	817	110
Pompe à chaleur, coût et informatique — E	812	112
Pompe pour encollage des isolants — E	813	158
Pompes omnivores pour les solides — E	808	108
Popovsky Mark et génétique russe	814	46
Porcs et abattage automatique — E	809	95
Porte-clé bip santé — E	815	152
Porte-clé d'auto-défense (marché à saisir) — E	819	102
Porte (blocs) dégonflable de l'extérieur	809	94
Pot d'échappement catalytique par Renaud de LA TAILLE — A	808	78
Poudre à espionner NPPD par Anne-Marie ROUZERE — A	817	34
Poudres métalliques microniques (marché à saisir) — E	819	102
Poupée cardiaque par Jacques TEXIER — A	814	58

#### Préhistoire :

• L'art unique du Canigou — E	819	63
• Hynduley sur la piste de l'homme de Cro-magnon — E	810	91
• Les Lascaux du Brésil — E	808	69
• Quand les éléphants se baignaient au Sahara — E	819	163
Presse (Hyper) (marché à saisir) — E	815	114
Priou : 3 hypothèses pour une énigme par Pierre ROSSION — A	810	48
Projecteurs sous-marins, jusqu'à 6 000 m — E	811	126
Projet Kaïko et océanographie	813	45
Propfan (hélice) par Serge BROSELIN — A	809	74
Propfan, les américains confiants dans l'avenir — E	808	66
Propulsion magnétique pour bateau — E	814	69
Protéines sur mesure — A	815	32
Prothèse cardiaque et cœur artificiel par Jean-Michel BADER — A	812	27
Prothèses dentaires et dentistes — A	813	22
Prothésistes contre dentistes par Anne TIBERGHEN — A	813	22
Prusiner Dr et le prion	810	50
Psychiatrie et dossiers informatisés — E	808	65
Psychothérapie et cri primal par Michel ROUZE — A	817	77
PTM - protecteur de la cavité buccale — E	814	99
Puce micro électronique par Hélène GUILLEMOT — A	815	78
Puech Dr dents de la viande et du blé	818	44
Puzzle, le tour du monde en 285 pièces — E	809	154

#### Pyralène :

• L'accident de Reims	810	105
• Partout en France par J. DENIS-LEMPEREUR — A	816	92
• Dioxine à Reims	812	92

## Q

Quasars et mirages gravitationnels par Anna ALTER — A	815	25
---	-----	----

#### Quatrième dimension :

• Une affaire de courbure par Renaud de LA TAILLE — A	818	26
• L'ordinateur visionnaire par Renaud de LA TAILLE — A	814	20

	N°	Page		N°	Page
<b>R</b>			Science (l'image du savant dans le public) par Françoise HARROIS-MONIN — A	815	9
Rabinovitz Dr et le sérum de jeunesse	819	53	SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment)	819	40
Radar laser lidar par Anne-Marie ROUZERE — A	816	34	Secours (bouton) pour personnes seules — E	814	157
Radar ("anti") de la route par Luc AUGIER — A	813	122	Sécurité routière — E	808	150
<b>Radio :</b>			Sécurité des aéroports et terrorisme par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — A	815	59
• Microminiaturisation électronique	818	121	Sécurité et SNCF par Renaud de LA TAILLE — A	817	94
• Cassette résistant à l'eau — E	816	162	Semelles collantes et chaussettes anatomiques — E	819	160
• Le mini Sony — E	817	168	Semences (radiographie des) — E	809	112
• Répondeur téléphone par Françoise HARROIS-MONIN — A	810	115	Sénescence : AL 721, sérum de jeunesse ? par Sylvie GABRIEL et Jean-Michel BADER — A	819	52
Radioactivité exotique par Michel ROUZÉ — A	808	42	Sénilité (la) résulte souvent de la tristesse — E	817	86
Radiomètres à balayage	812	59	SER (surface équivalente radar)	815	74
Radiotex, service messageries Minitel dans votre voiture par Laurent DOUEK — A	816	133	Serrure anti-panique — E	808	106
Rappe Pr et la dioxine à Reims	812	93	Serrure miracle (enfin la) Cod'x — E	813	163
Rapport ENUWAR et guerre nucléaire	819	39	Settles Gary et optique Schlieren	812	64
Raquette à neige repensée — E	813	97	Sheldrake (les folles idées de M.) — A	813	34
Rasage : pour avoir des serviettes chaudes — E	816	164	Dr Shettels Landrum et génétique	813	39
Rayons X et Controlix — E	815	110	Pr Shintzky et AL 721	819	53
Razdan Rikki et le monstre du Loch Ness	814	42	<b>Sida :</b>		
Réanimation cardiaque, Annie la poupée cardiaque	814	58	• La piste du mouton par Marcel CONTIG — A	817	63
Recherche : le CERN, un pactole insoupçonné par Gérard MORICE — A	819	78	• On a cloné le virus du Sida par Marcel CONTIG — A	809	26
Recherche et coopération des grandes écoles — E	811	128	• Recherches sur le Sida — E	811	80
Recherche fondamentale et travaux français — E	819	97	• Sida : après le congrès d'Atlanta — E	813	58
Régénération, des nerfs qui repoussent — A	819	48	• Le virus n'est pas seul en cause — E	816	61
Régimes, maigrir et les obèses par Jean FERRARA — A	813	16	• Sida et hépatite B — E	818	60
Régulateurs électriques à affichage digital... — E	811	128	• Sida (et qui donc n'est pas immunodéficient ?...) — E	819	57
Reichelt Günther Pr Pollution et mort de la forêt	808	60	Siege automobile à multi réglages — E	818	163
Reims, accident et pollution par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — A	810	104	Siege peseur — E	813	95
Relativité et astrophysique	815	24	Simulateur de conduite (un parfait) par Luc AUGIER — A	816	97
Relativité générale et ondes gravitationnelles	817	49	Simulation de marché (jeux d'entreprise) — E	819	103
Relief stéréoscopique, TV en relief sans lunettes — A	818	123	Sinai (le Mont) n'est pas celui qu'on croit par Brigitte GANDIOL-COPPIN — A	819	42
Religions et influences sur les gènes par Olivier POSTEL-VINAY — A	811	36	Sir Clive Sinclair (l'étonnant pari de) — E	810	109
Remorque basculante (marché à saisir) — E	818	104	Skis (16) et 14 équipements nouveaux au banc d'essai par Franz SCHNALZGER — A	818	106
Renoux Pr et globules blancs	812	43	Ski : remonte-pente portatif	809	93
Requins, comment les décourager — E	816	65	Skis (des) qui se comportent en luge — E	811	130
Requins, les toxines qui leurs font peur — E	809	62	Skis (porte) — E	815	114
Rétrovirus et Sida	809	28	Slom (repère topométrique mural) — E	813	114
Revêtement sur sol décor	809	96	Pr Smithies et génétique	819	46
Rhume et virus par Sylvie GABRIEL — A	818	46	SNCF : Faire disparaître l'insécurité par Renaud de LA TAILLE — A	817	94
Richter Charles Francis et tremblement de terre	818	173	Sociologie : le suicide : affaire moins privée qu'on le pense par Gérard MORICE — A	811	42
Rifkin Jeremy et carte de santé génétique	809	163	Sociobiologie : Comment les religions influencent les gènes par Olivier POSTEL-VINAY — A	811	36
Rita, l'armée des ondes par Sven ORTOLI — A	819	66	Sociologie : que craignent les Français ? — E	816	106
Rivo Edward Pr et autisme	812	39	Sogreah et crépuscule de l'Aube	819	92
Robinet tous uniques — E	809	115	Sonar (pêche au) et Titanic par Sven ORTOLI — A	817	38
Robot marine qui grimpe — E	810	107	Sondage : le recours aux nouvelles technologies, porte de sortie de la crise économique — E	809	109
Robot Scarab et récupérateur de boîte noire — E	815	53	Sondage "Science & Vie" heure d'été : 75 % de mécontents par Olivier POSTEL-VINAY — A	814	61
Robotique et robonne à tout faire par Françoise HARROIS-MONIN — A	809	82	Sondeur vidéo grand public Michigan 66 — E	814	152
Rogers Bernard Général et Défense, une nouvelle stratégie pour l'Europe	817	15	Sonomètre digital analyseur en temps réel — E	813	119
Rossmann Dr et virus du rhume	818	47	Sorgho CA 25 — E	812	111
Ruches en toute clarté — E	813	94	Soudure : micro torche gb 2001 — E	819	161
<b>S</b>			Soufflerie CERIB à tester les tuiles — E	819	100
Sac de plage plastique buvette — E	814	155	<b>Sous-marin :</b>		
SADARM (système) et défense	817	21	• NR 1, Sewer 2, Uniform : sous-marins atomiques de poche par Jean-Alber FOEX — A	815	46
Sahara (quand les éléphants se baignaient au) — E	819	162	• Nautil : voyage dans les abysses projet Haiko — A	813	42
M. Sainte Laudy Jean et homéopathie	816	65	• Nautil — E	811	78
Salon aéronautique du Bourget par Serge BROUSSELIN — A	813	73	• Nucléaire Typhon russe — E	814	70
Salon des médecines douces et homéopathie	812	46	• SAR - Knorr Argo et pêche au sonar : Titanic par Sven ORTOLI — A	817	39
Salon de musique par Pierre ROSSION — A	817	52	Spectromètre Soleno et radioactivité exotique	808	44
Salon des Inventions de Genève par Gérard MORICE — A	813	90	Spermatozoïdes et hérédité par Olivier POSTEL-VINAY — A	816	24
Salon des Inventions de Genève 1985 — E	809	110	Spot (satellite) et photos de la terre — A	810	102
Salon des Inventions de Genève et subvention aux artisans innovateurs — E	810	111	Station orbitale : la colonisation de la galaxie est commencée par Anna ALTER — A	818	14
Santini François et horticulture — E	813	158	Steréophotographie pour travaux sous-marins — E	811	131
SAPEMIC (Sté) — E	814	98	Steréoscopie et TV en relief sans lunettes	818	123
SAS Matériaux et analyse de surface — E	818	100	Sterilité masculine par décalcification — E	809	57
<b>Satellite :</b>			Sterilité et hormone de fertilité PIF	817	69
• Satellite de communication STW2 — E	814	73	Stimulation électrique et douleur	810	74
• Satellites de communications (liste des) — A	818	77	Stomatologie et cavité buccale — E	814	99
• Satellite IRAS pour détecter les infrarouges	812	77	Stress (immunité sous influence) — E	816	67
• Satellite de télédétection Landsat	812	57	Struct (programme) et anamorphoses cartographiques par Olivier POSTEL-VINAY — A	809	37
• Satellite SPOT et photos de la terre	810	98	Studio d'essai d'enceintes acoustiques	809	127
• Satellites au sol et télévisions privées	811	111	Suicide : affaire moins privée qu'on le pense par Gérard MORICE — A	811	42
Dr Saurat et réanimation cardiaque	814	58	Suicide héréditaire — E	818	56
Savant (l'image du) dans le public par Françoise HARROIS-MONIN — A	815	9	Surf (le) qui transforme automatiquement la graisse en muscle — E	816	108
Scepticisme ou choc toxique féminin — E	816	64			
Schapiro J.-P. et spectromètre Soleno	808	44			
Schechtman Daniel et cristal monstrueux	818	32			
Schlieren (optique)	812	64			
Scie à main pour découper la brique — E	808	106			



	N°	Page
Surface (analyse de) — E	818	100
Survitrage à fixations magnétiques prêt à poser — E	810	152
Symétrie du miroir (les atomes violent la) par Hélène (N/L) LEMOT — A	810	38
Système solaire : mamans poussières et bébés planètes par Anna ALTER — A	812	81
Sysran (système) et traduction automatique Français-Arabe — E	812	109
<b>T</b>		
Table aspirante qui récupère les matières premières — E	818	103
Tachymètre (automobile : vitesse : votre compteur ment !) — A	814	105
Tadjikov Mikhaïl et astronomie	816	62
Tapis qui capte 5 fois son poids en poussière — E	809	111
Pr H. Tauber (les dents de la viande et les dents du blé)	818	44
Technologies (nouvelles) porte de sortie de la crise économique — E	809	109
Tectonique des plaques	813	44
Tectonique des plaques et Tibet — E	810	92
Télécode et téléphone d'entrée — E	811	126
Télécommande et protection des moteurs électriques — E	809	113
<b>Télécommunications :</b>		
• Un télex dans votre voiture - système Radiotex (service messagerie Minitel) par Laurent DOUEK — A	816	133
• Orbite géostationnaire : on affiche complet par François HARROIS-MONIN — A	818	76
• Une antenne miniaturisée oppose Télécom 1 à TDF 1 — E	810	108
• Télédéttection par U.L.M. par Gérard MORICE — A	809	100
• Télédéttection : les forêts fantômes par Jacques Breiz — A	812	56
• Télédistribution et télévisions privées — A	811	114
• Télématique et P.M.E. — E	815	110
• Téléméasures (premiers théodolites électroniques) — E	818	105
• Téléphérique du monde (le plus gros) — E	815	111
<b>Téléphone :</b>		
• Radio-répondeurs : la prolifération par Françoise HARROIS-MONIN — A	810	115
• Pourquoi 8 chiffres par Françoise HARROIS-MONIN — A	812	131
• Sonnerie remplacée par allumage — E	809	99
• Echo 2000 (pour mal entendants) — E	810	156
• Dist 3 et 6 : diffuseurs d'annonces et attente musicale — E	810	113
• Téléphone d'entrée — E	811	126
• Une clé pour régler la distance de vos appels — E	811	163
• Mini-standard Villaphone — E	813	161
• Multiphone — E	814	101
• Ecouteurs pour mal-entendants — E	814	156
• Mini-diffuseur de musique d'attente — E	816	167
• Qui affiche ce qu'il vous coûte — E	816	163
• Répondeur à tout faire (bipeur + dériveur de message) — E	817	168
• Téléphones solaires ou éoliens — E	818	105
• Futur poste PTT — E	818	163
• KX-T2425 (mains libres à mémoire) — E	818	162
• Téléscope spatial par Anna ALTER — A	808	28
• Téléscope géant : Hoffmann et télescope de Keck par Anna ALTER — A	810	46
• Télescopes, jumelles et lunettes astronomiques — A	819	117
<b>Télévision :</b>		
• Canal Plus va-t-il interdire les micro-ordinateurs ? par Henri-Pierre PENEL — A	808	113
• Comment capter les TV transmises par satellites (TV étrangères) par Henri-Pierre PENEL — A	809	116
• Télévisions privées par Françoise HARROIS-MONIN — A	811	107
• Télévision par câble — A	811	115
• Entre haute fidélité et haute définition par Habib ELJARI — A	812	118
• La fin de l'écran bombé (écran plat) par Henri-Pierre PENEL — A	813	126
• L'image du savant dans le public par Françoise HARROIS-MONIN — A	815	9
• La bataille du téléviseur mural par Roger BELLONE — A	815	121
• 100 chaînes de TV locales ? et TV pirates par Laurent DOUEK — A	816	121
• Télévision en relief sans lunettes par Laurent DOUEK — A	818	123
• Téléviseurs à écrans plats (bientôt les premiers) — E	810	156
• Téléviseurs à écran plat Radiola RP 29904 — E	811	168
• Philips 9 P4099 — E	813	158
• Télévision numérique — E	817	172
• Téléviseurs insensibles au vieillissement — E	818	165
• Télévision de poche de moins de 200 g	818	121
Tennis (mini) à domicile — E	815	157
Tente transformable en canadienne Raclet — E	815	157
Terre (photo de la) prise par Météosat 1 — E	810	98
Terrorisme (les aéroports face au) par Jacqueline DENIS-LEMPEREUR — A	815	59
Text-tell pour concurrencer le télex — E	809	154
Théodolites électroniques — E	818	105

	N°	Page
Théorie primale (criez, et vous serez guéri) par Michel ROUZÉ — A	817	72
Thermique (congrès de la Sté française des thermiciens) — E	811	131
Thermomètre digital de poche — E	813	114
Thermomètre à boules Lissac — E	809	158
Thermopompe solaire — E	817	110
Thermostat pour le froid — E	811	128
Thésaurus et champs sémantiques	817	79
Thivolet Pr et peau de culture pour grands brûlés	814	56
Thomas E. Goff, télédéttection et forêts	812	57
Three mile Island (Apocalypse Now)	814	15
Tibet et tectonique des plaques — E	810	92
Tiers-Monde et urbanisation sauvage par Marie-Laure MOINET — A	808	14
Titanic pêché au sonar par Sven ORTOLI — A	817	38
T.N.F. et lymphotoxine anti-cancéreux — E	809	57
Toc de sécurité pour cours et rectifieuses cylindriques (marché à saisir) — E	812	114
Toma Peter Dr et système sysran	812	109
Tomates, sur un seul pied, 10 000 — E	816	107
Tomates de mer par Françoise HARROIS-MONIN — A	811	104
Tondeuse électrique "Homelite" — E	815	153
Tornades, quand elles passent — A	814	27
Tour de réfrigération, pollution et maladie — E	814	72
Tournevis agréés MLF Fiskars — E	819	161
Townshend John R. G. (télédéttection et forêts)	812	57
Traduction automatique — E	812	110
Train HSST et exposition au Japon	810	96
Transformateur EDF et pyralène	816	92
Transistor, naissance d'une puce	815	80
Transistor à électrons chauds SMS par Sven ORTOLI — A	808	46
Transports aériens, le boeing suffoqué par Claudine MULARD — A	811	61
Transport et train HSST	810	97
Travaux français, moins nombreux mais plus appréciés — E	819	97
Travaux publics, blindage de fouilles pour tranchées — E	815	112
Travaux publics, démolition silencieuse du béton armé — E	808	111
Tremblement de terre, Mexico aurait du s'y attendre par Roger BELLONE — A	818	64
Trépid pour grillades (marché à saisir) — E	810	112
Tréteaux pliables sur eux-mêmes et extensibles — E	819	100
Trieuse de pièces de monnaie — E	815	112
Tristesse et sénilité — E	817	86
Tritac (réseau), Rita, l'armée des ondes	819	69
Trombe, météo et tornades	814	30
Trou noir	815	26
Tubes fluorescents 3 fois plus durables — E	814	103
Tucker J. Compton, télédéttection et forêts	812	57
Tuiles, une soufflerie pour les tester — E	819	100
Tuteur amovible Samitutor (marché à saisir) — E	812	114
<b>U</b>		
U.L.M. et télédéttection par Gérard MORICE — A	809	100
U.L.M. : Hélice à régulation automatique du pas en vol — E	809	98
U.L.M. et variomètre altimètre — E	810	151
Ultrasons laveurs sans l'essive ni détergent par Habib ELJARI — A	814	108
Ultrasons (un appareil qui mesure le temps de prise des produits) (marché à saisir) — A	814	102
Union Carbide à Béziers : pas de sécurité informatisée par Edgar GÄRTNER — A	808	88
Union Carbide (les Louvolements d') par Edgar GÄRTNER — A	813	85
Union Carbide (de Bhopal à Béziers) par Edgar GÄRTNER — A	819	84
Unités illégales par Renaud de LA TAILLE — A	819	72
Univers : des galaxies conçues par insémination artificielle par Anna ALTER — A	811	72
Uranium européen dans le programme militaire US — E	812	87
Urbanisation "sauvage" du Tiers-Monde par Marie-Laure MOINET — A	808	14
<b>V</b>		
Vaches laitières Holstein et hormone de croissance — E	810	88
Vagues, centrale utilisant leurs puissances — E	811	131
Valise-table de camping	809	97
Van der Becke Jean-Pierre et les gorilles	809	46
Van Gogh aimait l'astronomie — E	817	91
Variomètre-altimètre — E	810	151
Vavilov Nikolai et la génétique russe par Jean FERRARA — A	814	46
Velfox	809	96
Vendanges, prévision et contrôle — E	812	113
Vente par correspondance aux USA — E	815	115
Ventilateur spécial moustiques calo — E	816	164
Vénus enfin vue de près — E	812	84
Vers marins au cœur de l'Irlande — E	813	57
Vibrations et système USC 2000 — E	811	127

# TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page		N°	Page
Vibrations, une machine pour les voir — E	815	113	Virus LAV (Sida) —	817	65
Vidéoendoscope et vidéo dans le corps par Sven ORTOLI et Jean-Michel BADER — A	808	58	Virus LAV, et qui donc n'est pas immunodéficient — E	819	58
<b>Vidéo :</b>			Virus Epstein — Barr — E	814	73
• Dans le corps par Sven ORTOLI et Jean-Michel BADER — A	808	58	VISNA (virus)	817	63
• Télévision haute définition par Habib ELJARI — A	812	122	Vision, c'est notre cerveau qui voit par A. DOROZYNSKI — A	811	17
• Magnétoscope : le 8 mm est arrivé par Roger BELLONE — A	812	138	Vitrage énergétique - Kappafloat — E	808	111
• Le caméscope 8 mm de poche CCD M8 par Roger BELLONE — A	814	115	Vizircolor — A	810	98
• Le vidéodisque effaçable par Roger BELLONE — A	814	118	Voile pour véliplaniste (marché à saisir) — E	812	114
• Le son hi-fi sur un magnétoscope — E	808	152	Voiturette Sinclair CS — E	810	109
• Sony attaque le marché du magnétoscope — E	811	166	Volcans, éruptions volcaniques par Claudine MULARD — A	811	61
• Des VHS chez Grundig — E	812	166	Volcan, et voyage au centre de la terre — E	809	155
• Sondeur grand public, Michigan 66 — E	814	152	Volutex, et réserve d'eau — E	809	113
• Caméscope VHS compact M1 - VHS Movie — E	814	155	Voyage FNAC-Voyage	819	124
• Vidéophone, commandez votre magnétoscope par téléphone — E	816	166			
• Jeux et piratage — E	810	157	<b>W</b>		
• Vidéoclé : cassette antiviol — E	813	159	Walkman Sony W-800 — E	813	160
• Vidéodisque — E	809	153	Wasp et épave sous les glaces	816	101
• Vidéo-informatique, un terminal de jeux en libre-service Lotomatic — E	818	103	Watkins Calvert Pr et le langage — E	811	78
Vie et nouvelle science — A	813	34	Wyatt Sally, multinationales et brevets — E	817	107
Vigue Jacques Un photon interfère avec lui-même	811	69			
<b>Villette :</b>			<b>Y</b>		
• Le musée ou la folie des grandeurs par J. DENIS-LEMPEREUR — A	810	14	Yeux et chirurgie de la myopie — E	809	62
• Le musée (II) les responsables répondent par J. DENIS-LEMPEREUR — A	811	116			
• Cité des sciences et de l'industrie — E	815	98	<b>Z</b>		
• Virologie et immunodéficient ? — E	819	58	Zazzo René Pr et les jumeaux	816	26
Virus du rhume HRV 14 par Sylvie GABRIEL — A	818	46	Zoos, aujourd'hui, des instituts de conservation par Jacques PRESCOTT — A	814	37
Virus HTLV et Pr Robert Gallo	808	66			

## Numéros de "Science & Vie" Hors-Série Année 1985 (n° 150 à 153)

N° 150 (mars 85) : Les médecines "parallèles"

N° 151 (mai 85) : Aviation 1985

N° 152 (septembre 85) : Le choc des media

N° 153 (décembre 85) : Neuf mois pour venir au monde

	N°	Page		N°	Page
<b>A</b>			Avions en papier — A	151	150
Accouchements prématurés par le Dr Michel AZOULAY — A	153	138	Avions-espions (pourquoi les) existent-ils encore ? par Bernard THOUANEL — A	151	105
Accouchement : enfanter sans angoisse par le Dr Michel AZOULAY — A	153	148	Avion : radioscopie de l'Airbus A 320 par Serge BROSSELIN — A	151	30
Accouchement (les postures d'), le dogme et les traditions par Nicolas JOURNET — A	153	150	Avion : bombardier B1-B	151	98
Acupuncture : points et méridiens sur écran par Jean-Pierre ICKOVICS — A	150	52	Avion : Grumman X 29	151	89
Acupuncture : les voies de l'énergie par le Dr Louis LECUSSAN — A	150	36	Avion : Mig 2000	151	114
Airbus : la lente conquête de l'Ouest par Bernard MARCK — A	151	22	Avion : Mirage IVP et Mirage 2000 N	151	102
Aluminium (le renouveau de l') par Nicole BEAUCLAIR — A	151	50	Avion : Northrop F 20	151	94
A.M.H. (hormone)	153	92	Avion : Tupolev Blackjack	151	121
Armement : la défense anti-aérienne moderne par Sven ORTOLI — A	151	126	Avionique : le chasseur "bionique" de 1995 par Noël HUDSON et William YOUNG — A	151	75
Audiovisuel (les Gargantua de l') par Bernard GUILLOU — A	152	86	Avionique : des sens pour faire la guerre par Richard NAZARE-TIAN — A	151	67
Auriculothérapie - iridologie par le Dr Jacqueline RENAUD — A	150	106	Avionique : l'heure des avions intelligents par Richard NAZARE-TIAN — A	151	61
Aviation : le chasseur "bionique" de 1995 par Noël HUDSON et William YOUNG — A	151	75	Avogadro (nombre d') et homéopathie	150	33
Aviation : l'hélice transsonique ou "prop-fan" par Jean-Jacques VALIGNAT — A	151	38	Avortement et immunologie	153	112
Aviation militaire : des bombardiers sans écho par Patrick FACON — A	151	96			
Aviation militaire : la défense anti-aérienne moderne par Sven ORTOLI — A	151	126	<b>B</b>		
Aviation militaire : vers des chasseurs agiles, furtifs instables par Germain CHAMBOST — A	151	84	Banque de spermes CEGOS	153	36
Aviation militaire : les mutations de l'armada soviétique par Jean-René GERMAIN — A	151	114	Boîtes noires (l'utilité des) par Bernard MARCK — A	151	56
Aviation : les nouvelles voilures par Jean-Jacques VALIGNAT — A	151	42			
Aviation : pilotage du Piper Navajo (sauvés sans pilote) par Jean BATTAREL — A	151	1	<b>C</b>		
			Cancer (les charlatans du) — A	150	116
			Cellules sanguines (l'extraordinaire ballet des) par le Dr Françoise DIETERLEN-LIÈVRE — A	153	82



	N°	Page
Chamanisme et guérison psychique .....	150	133
Chiropraxie et ostéothérapie .....	150	64
Chirurgie fœtale par Janette SCANDURA — A .....	153	132
Compagnies aériennes par Airy Routier — A .....	151	20
Contraception et point de vue : immaculées conceptions par le Dr Catherine DOLTO-TOLLIC — A .....	153	34
Courrier électronique (la messagerie électronique) par Daniel CAUSSE — A .....	152	126

## D

D2-MAC Paquet et écrans super-pixellisés .....	152	143
--	-----	-----

## E

Eaux minérales et thérapeutiques thermales .....	150	80
Echographie et album de la vie fœtale par le Dr Philippe SAADA — A .....	153	57
Ecrans super-pixellisés (le grand show des) par Roger BELLONE — A .....	152	136
Embryon devient fœtus (comment l') — A .....	153	54
Embryon (les migrations cellulaires chez l') par Nicole Le DOUARIN — A .....	153	76
Endocrinologie et épistémologie .....	150	140
Enfant (le désir d') par Françoise CAHEN — A .....	153	142
Epidémies et épistémologie .....	150	138
Epistémologie : les avatars de la notion de terrain par Michel ROUZÉ — A .....	150	136

## F

<i>Fabre Henri</i> (trophée) et rallye SV d'ULM de Deauville — A ..	151	136
Fécondation (la "noubas" des gamètes) par le Dr Jacques TESTARD — A .....	153	7
Fécondation in vitro (FIVETTE) .....	153	32
<i>Féroud Georges</i> (les propositions de) et plan Bredin .....	152	71
FIVETTE et insémination artificielle .....	153	36
Fœtus (comment l'embryon devient) par Sophie Blum — A .....	153	54

## G

Gamètes (la "noubas" des) par le Dr Jacques TESTARD — A .....	153	7
Génétique (programme homme-femme) par le Dr Bernard VIGIER — A .....	153	92
Grefte et immunologie — A .....	153	112
Grossesse extra-utérine par le Dr Laure Anne LE DOUARIN — A .....	153	40
Guérison psychique par le Pr Yves PELICIER — A .....	150	128
Guérisseurs (iridologie et auriculothérapie) par le Dr Jacqueline RENAUD — A .....	150	108
Guérisseurs : les mystiques du guérissage par Luc FELLOU — A .....	150	114
Guérisseurs (les) aujourd'hui par Jean-Marie LÉGER et Éliane LÉGER — A .....	150	120
Gutenberg démanagé par les puces par Bernard GIRARD — A .....	152	54
Gutenberg à Mac Luhan (la réponse de) .....	152	27

## H

<i>Hahnemann Samuel</i> et homéopathie .....	150	19
Hélice (l') transsonique ou "prop-fan" par Jean Jacques VALIGNAT — A .....	151	38
Hélicoptères militaires .....	151	124
Homéopathie (l') et la recherche fondamentale par le Dr Gérard PACAUD — A .....	150	18
Homéopathie (les pilules de l') et la loi par Olivier POSTEL-VINAY — A .....	150	27

## I

Immunologie : une hospitalité d'exception par le Pr Guy André VOISIN — A .....	153	108
Imprimerie : Gutenberg démanagé par les puces par Bernard		

	N°	Page
GIRARD — A .....	152	56
Industrie aéronautique : des constructeurs livrés à eux-mêmes par Airy Routier — A .....	151	16
Infertilité masculine par le Dr Danièle FENEUX — A .....	153	20
Informatique : Gutenberg démanagé par les puces par Bernard GIRARD — A .....	152	54
Informatique : le traitement de texte, pour quoi faire ? par Pierre COURBIER — A .....	152	28
Insémination artificielle .....	153	29
Interactivité par Alain LELU — A .....	152	106
Iridologie et auriculothérapie par Jacqueline RENAUD — A .....	150	106

## J

Jumelles à amplification de lumière (infrarouge) .....	151	71
--	-----	----

## L

Langage médiatique (le choc des styles) par Gerald MESSADIÉ — A .....	152	4
Lymphocytes et cellules sanguines .....	153	88

## M

Mac Donnell Douglas (l'incroyable retour de) par Airy Routier — A .....	151	34
<i>Mac Luhan</i> et choc des styles .....	152	12
Machines à écrire électroniques et informatique .....	152	28
Magnétoscope : la révolution du 8 mm .....	152	144
Maladies génétiques par le Dr Patrice EYDOUX — A .....	153	121
Matériaux composites .....	151	50
Médecines douces (l'Eldorado des) par Michel HEURTAUX — A .....	150	149
Médecines expérimentales (introduction aux) par le Pr Jean-Charles SOURNIA — A .....	150	5
Médecines générales par le Dr Pierre GUILLET — A .....	150	144
Médecines parallèles : le Ministre répond à nos questions par Gerald MESSADIÉ — A .....	150	158
Médicaments (pour un usage plus rationnel des) par le Pr Paul LECHAT — A .....	150	12
Mésothérapie : les bonnes piqûres du Dr Pistor par Pierre VITTOUX — A .....	150	52
Messagerie électronique par Daniel CAUSSE — A .....	152	126
Minitel, mode d'emploi par Monique VOGT — A .....	152	152
Musées de l'air de Washington (2 jours aux) par Gerald MESSADIÉ — A .....	151	139

## N

<i>Naessens</i> (l'affaire) et les mystiques du guérissage .....	150	115
Naissance : premiers instants d'autonomie par le Dr Michèle VIAL — A .....	153	154
Nidation (le temps du nid) par le Dr Alexandre PSYCHOYOS — A .....	153	38
Numérisation (longue marche vers la) par Alain LELU — A .....	152	132

## O

Obésité (diétothérapie de l') et régimes naturels .....	150	91
Obésité (traitements de l') par le Dr Bernard WAYSFELD — A .....	150	98
Ostéothérapie : l'art de faire craquer les os et ses dangers par le Dr François LE CORRE — A .....	150	56
Ovulation et fécondation .....	153	14

## P

Papiers neufs (les) de la bureautique par Ghislaine G. BLERY — A .....	152	48
Photocomposition .....	152	56
Photocopie couleur (les fulgurants progrès de la) par Roger BELLONE — A .....	152	44
Photocopie : 50 milliards de copies par François DESIGOT — A .....	152	40
Photographie aérienne et avions espions .....	151	106

# TABLE DES MATIÈRES 1985

	N°	Page
Physiatrons et cancer	150	119
Phytothérapie : les vrais domaines des plantes médicaments par le Dr Roger MOATTI — A	150	66
Dr Pistor et mésothérapie par Pierre VITTOUX — A	150	52
Placenta (le vivier placentaire) par le Dr Lise CEDARD — A	153	44
Plantes médicaments et phytothérapie par le Dr Roger MOATTI — A	150	66
Pomonti Jacques (interview de M.) et satellite TDF 1 par Roger BELLONE — A	152	73
Prématurés (pas de handicaps pour les) par le Dr Michel AZOULAY — A	153	138
Presse écrite (les défis de la) par Bernard DA COSTA — A	152	14
Prioré et sa machine	150	117
Programmes de télévision (coût des) — A	152	82
Psychothérapie et guérison psychique par le Pr Yves PELICIER — A	150	128
Publicité (la) : corne d'abondance sous corne de brume par Gérard LE FEBVRE et Thomas VALENTIN — A	152	96

## R

Rapport Bredin (les nouvelles télévisions hertziennes) par Françoise HARROIS-MONIN — A	152	62
Régimes alimentaires et gélules	150	154
Régimes (le marché du maigrir) par le Dr Bernard WAYSFELD — A	150	98
Régimes naturels (les vrais) par le Dr Bruno FOURRIER — A	150	88
Réseau câblé TV et plan Bredin	152	64
RNIS (réseau numérique à intégration de services)	152	134

## S

Sang (échographie du) et chirurgie fœtale	153	134
Satellites de communication par Françoise HARROIS-MONIN — A	152	120
Satellite TDF 1 (structures d'exploitation du) par Roger BELLONE — A	152	72
SECAM (disparition du) et D2-MAC Paquet	152	144
Sexe d'un enfant (choisir le) et fécondation	153	10
Souffleries (des) aux veines glacées par Nicole BEAULAIR — A	151	46
Spermatozoïde et fécondation	153	7
Stérilités féminines (les) par le Dr Joëlle BELAISCH — A	153	14
Styles de langages (le choc des) par Gerald MESSADIÉ — A	152	10
Système nerveux (les migrations cellulaires chez l'embryon) par Nicole LE DOUARIN — A	153	77

## T

TDF 1 et satellites de communication par Françoise HARROIS-MONIN — A	152	124
Télévision : les avatars du plan Bredin par Françoise HARROIS-MONIN — A	152	62
Télévision cinémascope	152	140
Télévision et coût des programmes dossier du BIPE — A	152	78
Télévision européenne (les enjeux d'une) par Michel GRANJEAN — A	152	101
Télévision et structures d'exploitation du satellite TDF 1 par Roger BELLONE — A	152	73
Testostérone (hormone)	153	92
Thermalisme et thérapeutiques thermales par le Dr Jean CANELLAS — A	150	79
Traitement de texte (le), pour quoi faire ? par Pierre COURBIER — A	152	28
Trophée Henri Fabre/SV et rallye ULM de Deauville — A	151	136

## U

U.L.M. (grand rallye d') et trophée Henri Fabre — A	151	136
---	-----	-----

## V

Pr Vernejoul et acupuncture	150	50
Vidéodisque optique	152	146
Vidéographie (les cacophonies de la) par Bernard MARTI — A	152	112
Videotex et messagerie électronique	152	132
Vie (les nouvelles façons de donner la) par les Drs Pierre JOUANNET et Jacques TESTARD — A	153	28
Vie (les mystères de la) par Nathalie KONDRACKI — A	153	103
Viviparité : le temps du nid par le Dr Alexandre PSYCHOYOS — A	153	38
Voiture supercritique	151	42

## Y

Yadwin Elaine et pilotage de l'avion Piper Cherokee Warrior II	151	1
Yang et Yin et acupuncture par le Dr Louis LECUSSAN — A	150	43

**Pour vous procurer les numéros parus en 1985, veuillez utiliser le bon de commande ci-dessous**

## BON DE COMMANDE

A découper ou recopier et à retourner paiement joint à SCIENCE & VIE, 5 rue de la Baume, 75008 Paris

• Veuillez m'adresser

**Les numéros mensuels**

Au prix unitaire franco de port de : 16 F (étranger 21,00 F)

**Les numéros Hors-Série**

Au prix unitaire franco de port de : 18 F (étranger 23,00 F)

NOM : ..... PRENOM : .....

ADRESSE : .....

CODE POSTAL : ..... VILLE : .....

• Ci-joint mon règlement de : ..... F par chèque établi à l'ordre de SCIENCE & VIE-BRED (étranger : chèque compensable à Paris ou mandat international).



# MEILLEURS JEUX POUR 1986 !

**JEUX & STRATEGIE, N° 1 de la presse des jeux de réflexion**

vous présente ses meilleurs jeux et vous souhaite une année fantastique de découvertes ludiques.

Et pour commencer, JEUX & STRATEGIE vous propose quinze jeux originaux pour de nouvelles stratégies : les jeux de blocages. Découvrez "La planète engloutie", un étonnant jeu d'aventure qui vous fait jouer avec le temps.

JEUX & STRATEGIE a testé pour vous les toutes dernières nouveautés et vous dit tout sur son nouveau "Pion d'or" : ARMADA.

Etdansson cahier micro, JEUX & STRATEGIE vous propose de nombreux jeux pour votre ordinateur, comme ce programme inédit : "La route de Samarcande"...



## JEUX & STRATEGIE

Ça dure deux mois et ça ne coûte que 18 F.  
Chez votre marchand de journaux.





# Fleur de Savane

---

CIGARES CIGARILLOS PETITS CIGARES