

SCIENCE & VIE

Le Nobel de physique en bande dessinée

Avions : les commandes de vol électriques

La menace du bifteck aux antibiotiques

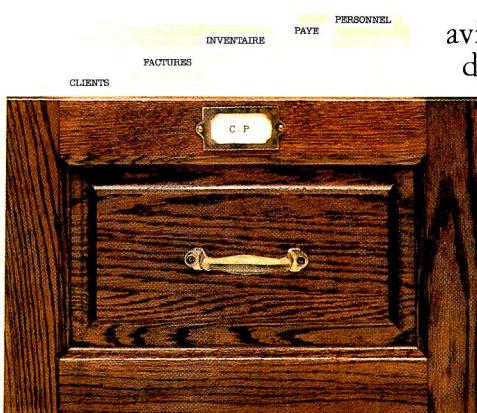
POUR
OU CONTRE
L'HOMÉOPATHIE

GUERRE NUCLÉAIRE : L'HIVER
SUR TOUTE LA TERRE

2,50F
807
SSE 4,50 FS
ADA \$ 2,50
GIQUE 96 FB
AANE 300 PTAS
ROC 12,5 Dh
SIE 1,25 DT
AN 1,25 LL

ISSN 0036 8369

LES IDÉES LES PLUS EFFICACES SONT GÉNÉRALEMENT TRÈS SIMPLES.



Jusqu'ici, pour gérer vos affaires, vous aviez des chemises, un classeur, un système de rangement.

C'était à peu près tout. Ça fonctionnait ? Bravo ! Mais ça vous prenait beaucoup de place et, surtout énormément de temps.

Maintenant, vous allez devenir nettement plus efficace en dépensant beaucoup moins de temps : maintenant, vous avez PFS.

PFS, c'est une gamme de programmes informatiques extrêmement faciles à comprendre et à utiliser : en moins d'une heure vous savez vous en servir. C'est donc

une heure essentielle, qui va vous faire gagner des centaines d'heures ensuite.

Avec le programme "PFS : Fichier", vous enregistrez, recherchez, consultez sur le moment toutes les informations dont vous avez besoin. Vous choisissez votre ordre de classement, -par client, dossier, secteur, etc. Vous décidez. Pas la machine.

Pour faire toutes sortes de calculs, opérations, moyennes, pourcentages... et pour résumer vos résultats ensuite, le programme "PFS : État" vous permet de réaliser des présentations soignées en tableaux : calculs, dispositions, choix du format, impression, tout est automatique.

PFS, ce sont des logiciels tout en français à la fois puissants et faciles à apprendre.

PFS, c'est la simplicité. Documentation, compatibilités, points de vente :

Appelez le 723.78.56



LES LOGICIELS PFS. LA PUISSANCE DE LA SIMPLICITÉ.

"PFS : ÉTAT" fonctionne sur les ordinateurs personnels Apple. © Software Publishing Corporation.
Importateur exclusif pour la France : SONOTEC, 41-45 rue Galilée, 75116 Paris - Tél. : (I) 723.78.56

Les Exportunités de SCIENCE & VIE

SÉCATEURS HYDRAULIQUES



Deux gammes d'outils pour la taille de la vigne, des arbres fruitiers, de la forêt, des palmiers...

Fonctionnement. Les modèles de la gamme à centre ouvert sont

directement utilisables sur les pompes de tous les circuits hydrauliques.

Ceux de la gamme à centre fermé exigent des minicentrales hydrauliques fabriquées par Pellenc.

Avantages. Sécurité et souplesse d'utilisation ; puissance et précision de coupe.

Références. • Brevets internationaux. • Fabrication exclusive. • Succès commercial en France et à l'étranger. • Flam-

beau de l'Exportation 1982.

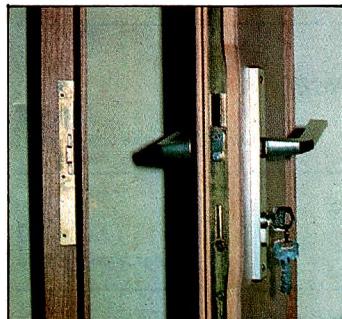
• *Trophée régional de l'entreprise innovatrice décerné par la Fondation du Brevet d'Invention Français.*

Marché. Recherche de distributeurs.

CONTACT

PELLENC ET MOTTE -
Quartier Notre-Dame -
Route de Villelaure -
F 84120 - PERTUIS - Tél.
(90) 79 05 68 - Télex 431 724
FR PELMOT.

CREMONE - SERRURE TRIMATIC®



Déclenche automatiquement le verrouillage des portes et rattrape le voilement sans manœuvre particulière.

Fonctionnement. Que l'on accompagne la porte ou qu'on laisse se fermer, Trimatic la verrouille automatiquement en 3 points : 2 rouleaux et 1 pêne demi-tour.

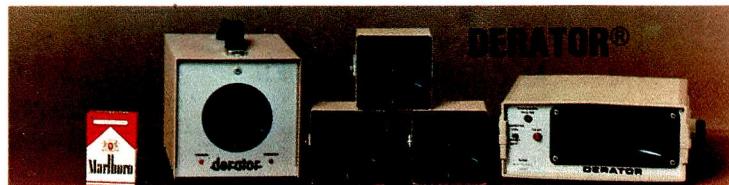
Avantages. Le système de verrouillage en 3 points assure un excellent maintien de la porte, donc améliore l'étanchéité thermique et phonique.

Références. • Testée avec suc-

ces après 150 000 ouvertures fermetures de portes. • Brevetée dans 11 pays (Europe, Canada, Afrique francophone). • Succès commercial en France et à l'étranger. • *Trophée régional de l'entreprise innovatrice décerné par la Fondation du Brevet d'Invention Français.*

CONTACT

FERCO INTERNATIONAL - BP 42 - F 57401 SARREBOURG Cedex - Tél. (8) 703 41 88 - Télex Export 960 803.



Générateur de fréquences sonores, à ultrasons, qui permet d'éloigner les rongeurs de zones à protéger : câblages, ordinateurs, stocks aliments.

Fonctionnement. Les fréquences sont émises suivant un balayage erratique (20 à 30 KHz), à une puissance variable (120 à 126

décibels).

Avantages. Ultrasons de forte puissance, inaudibles par le système auditif humain ; pas de cadavres à virus ou microbiens.

Références.

- Brevet déposé.
- Fiabilité du produit :
- Armées, Administrations :

France (Ministère de la Défense), Algérie, Égypte, Liban...

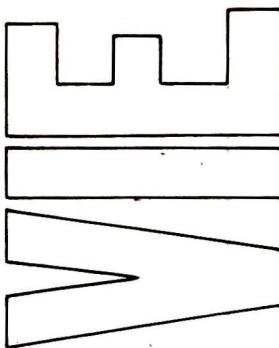
— Banques de données : ARIANE, CATED.

Prix. Suivant surfaces (en FF) : 3 000 ; 10 000 ; 50 000.

Marché. Recherche de distributeurs et fabricants en France et à l'étranger.

CONTACT

Société S.I.R.E. - BP 8 - ZI La Gare - F 83190 OLLIOULES - Tél. (94) 63 25 98 - Télex 404 645 F.



Sommaire
Décembre 84
N° 807

Dessin
Jean-Jacques
Vincent

**L'HIVER
NUCLÉAIRE**

p. 14

par Françoise Harrois-Monin

**LE NOBEL
AU BOSON**

p. 22

par Hélène Guillermot
et Fernando Puig Rosado

UN MICRO-ZOO À VINCENNES

p. 32

par Roger Bellone

**DÉMOGRAPHIE :
LE CRÉPUSCULE DES JEUNES**

p. 34

par Alexandre Dorozynski

● **À L'ASSAUT
DE LA DÉMENCE
SÉNILE**

p. 42

par le Dr Jacqueline Renaud

**POUR OU CONTRE
L'HOMÉOPATHIE**

p. 48

par Michel Rouzé

**LA RAGE ENTRERA-T-ELLE
DANS PARIS ?**

p. 56

par Michel Rouzé

**ANTIBIOTIQUES :
LE BIFTECK MEURTRIER**

p. 60

par Alexandre Dorozynski

● **LA GIRONDE
RADIOACTIVÉE "EN DOUCE"**

p. 66

par Jacqueline Denis-Lempereur

**MER DU NORD,
ÉGOUT DE L'EUROPE**

p. 70

par Edgar Gärtner

CHRONIQUE DE LA RECHERCHE

p. 75

dirigée par Gerald Messadié

POUVOIR

UTILISER

Aviation :
les commandes de vol électriques

p. 82

par Serge Brosselin

Espionnage :
"Big Bird"
contre "Black Com 2"

p. 92

par Sven Ortoli

■ Les "pépins" secrets de TDF 1

p. 96

par Jacqueline Denis-Lempereur

Métro :
l'informatique choc du ticket chic

p. 100

par Henri-Pierre Penel

Chronique de l'industrie

p. 105

dirigée par Gérard Morice

Des marchés à saisir

p. 110



Voici la maquette du futur appareil Airbus TA-11. Cet avion sera probablement le premier au monde à disposer d'ailes à cambrure variable actionnées électriquement. Les commandes de vol électriques sont une grande révolution dans l'aviation de ces dernières années.

LE "TAPIS CELLULAIRE" POUR REMPLACER LA PEAU BRÛLÉE

p. 112

par Jean-Michel Bader

CADEAUX DE NOËL : LA SÉLECTION DE "SCIENCE & VIE"

p. 118

par Paul Helander

► MAGNÉTOSCOPE : LA RÉVOLUTION DU 8 mm

p. 122

par Roger Bellone

LES JEUX

p. 126

par Pierre Aroutchoff, Pierre Berloquin, André Costa, Daniel Ferro, Olivier Gutron, Renaud de La Taille, Alain Ledoux et Henri-Pierre Penel

"SCIENCE & VIE" A LU POUR VOUS

p. 144

CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE

p. 151

dirigée par Elias Awad

ENCART : "Science & Vie économie"

Diffusion abonnés France

pp. I et II



Les acariens tels cet Atax histrionicus d'eau douce, sont de minuscules animaux vivant dans le sol, l'eau, la nourriture ou même la peau humaine. Ils viennent d'entrer au Zoo de Vincennes et, malgré leurs dimensions réduites, pourront être vus par les visiteurs grâce à une installation étonnante de micro-vidéo, qui vient d'ouvrir au public.

DONNEZ-LUI 5,1 L. EL

A3770

© PUBLICIS



5,1 L à 90 Km/h, elle n'est vraiment pas gourmande la Renault 9 certitude qu'elle libérera ses 82 ch et qu'elle filera sans forcer à 170 Km/h sur circuit Modèle présenté Renault 9 GTX (59 kW ISO). Prix clés en main au 1.07.84 : 63.100 F (non comprise). Consommations normes UTAC : 5,1 L à 90 Km/h, 7,0 L à 120 Km/h

LE EN FERA 100 KM.



Mais quand on lui demande, on a la
Renault 9 : 9 versions à partir de 47.700 F.
Millésime 85 (option peinture noire vernie
8,8 L en cycle urbain.)

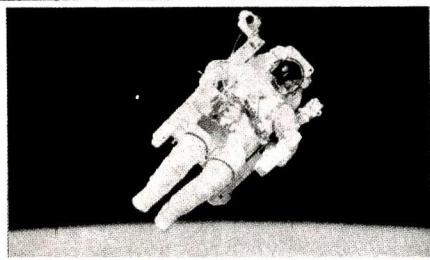
RENAULT préconise elf

RENAULT 9
LA CERTITUDE.

SCIENCE & VIE

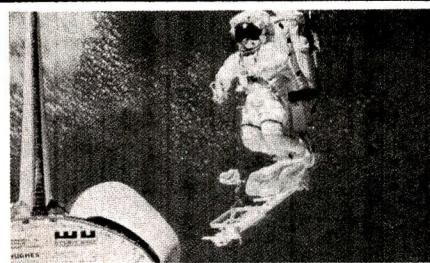
POUR VOS CADEAUX DE FIN D'ANNEE

GALAXY CONTACT présente
LES VIDEOS
de la
N. A. S. A.



L'HOMME SATELLITE

La mission 41 B de la Navette Spatiale Américaine CHALLENGER
Le premier essai du fauteuil volant.
Réf. : CV 5



MISSION SOLAR MAX

La mission 41 C de la Navette Spatiale Américaine CHALLENGER
La réparation du satellite Solar Maximum en orbite terrestre.
Réf. : CV 6

2 films couleurs de 53 mn chacun en version originale

Le film : 350 F, les 2 films : 600 F
PRIX DE LANCEMENT !

envoi en recommandé +15F



BON DE COMMANDE SV
à recopier ou retourner,
accompagné de votre règlement,
à GALAXY CONTACT, BP 26,
62101 CALAIS Cedex SV France

Nom Adresse

Réf. de la commande

VHS V 2000

Je désire recevoir votre catalogue complet (Vidéo, diapositives, cartes postales, posters, choix de plus de 65 photos NASA couleur), je joins 4 timbres à mon envoi.

Publié par
EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
5 rue de la Baume - 75008 Paris - Tél. 563 01 02

Direction, Administration

Président : Jacques Dupuy

Directeur général : Paul Dupuy

Directeur adjoint : Jean-Pierre Beauvalet

Directeur financier : Jacques Behar

Rédaction

Rédacteur en chef : Philippe Cousin

Rédacteur en chef adjoint : Gérald 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 Marsault

Françoise Harrois-Monin

Sven Ortoli

Jacqueline Denis-Lempereur

Marie-Laure Moinet

Olivier Postel-Vinay

Anny de Laleu

Illustration

Anne Lévy

Photographe : Miltos Toscas

Documentation

Catherine Montaron

Maquette

Mise en page : Christine Van Daele

Assistant : Lionel Crooson

Correspondants

New York : Sheila Kraft - 115 East 9 Street

New York - 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 : Olivier Heuzé

Marketing et développement : Patrick Springora

Abonnements : Elizabeth Drouet

assistée de Patricia Rosso

Vente au numéro : Bernard Héraud

assisté de Marie Cribier

Exportunités

Ghislaine Dichy - poste 212

Relations extérieures

Michèle Hilling

Publicité

Excelsior Publicité - Interdeco

67 Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225 53 00

Directrice du développement : Michèle Brandenbourg

Chefs de publicité : Donat Bernard

et Christian de Dives

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS

Numéro de Commission paritaire : 57284



1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

1982

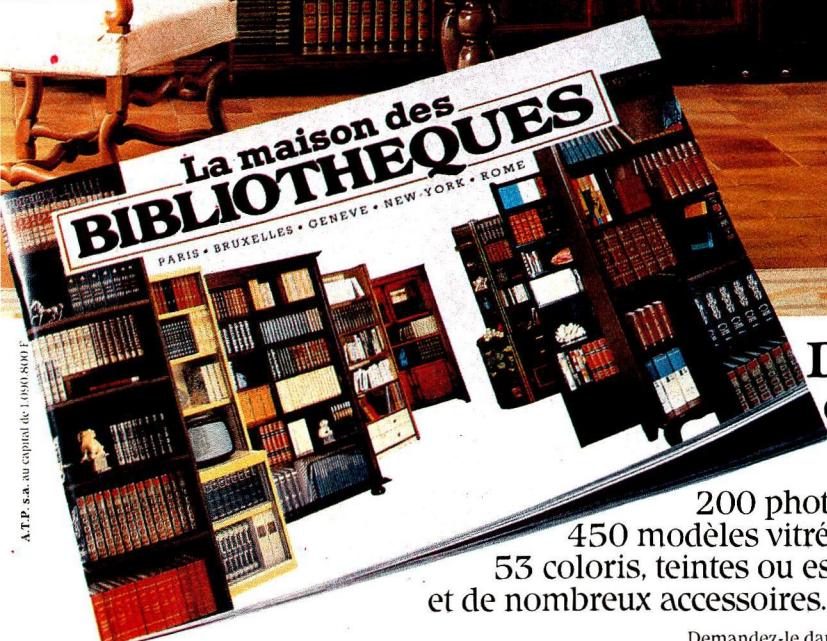
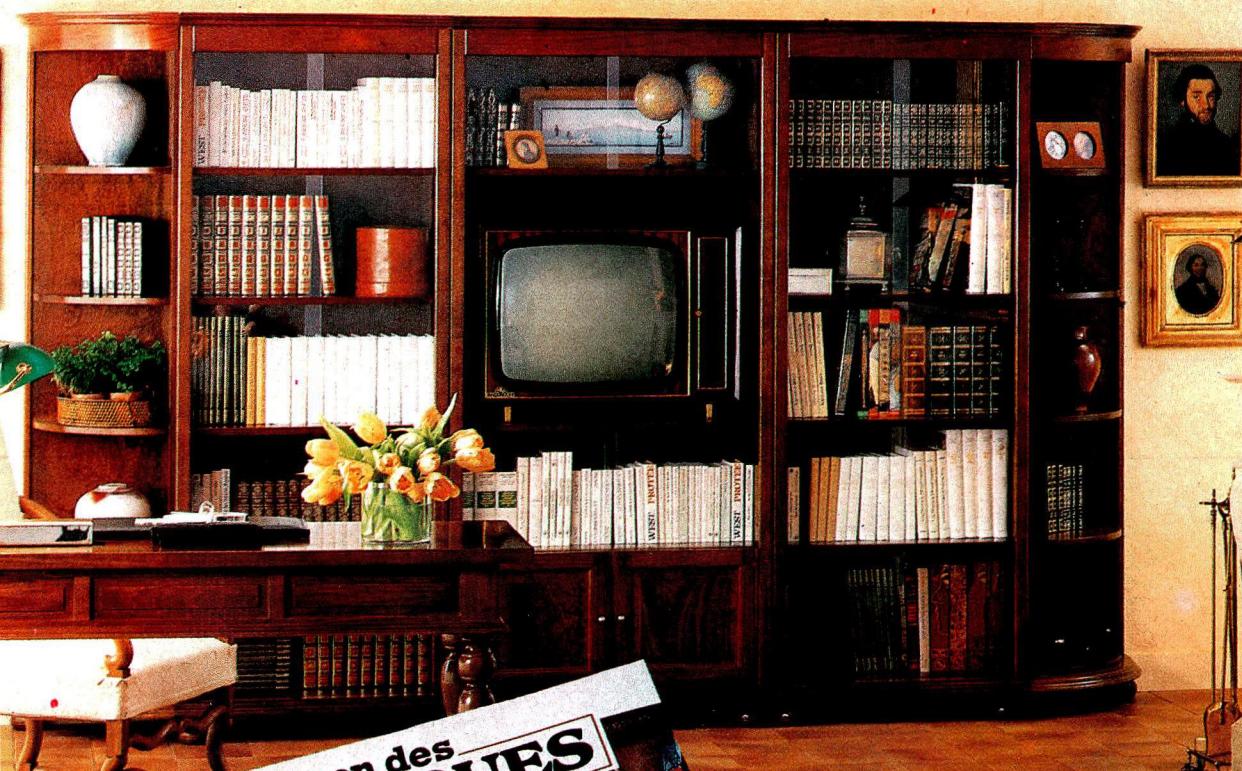
1982

1982

1982

1982

Vos livres méritent de vraies bibliothèques



Bibliothèques rustiques Louis XIII vitrées

28 modèles juxtaposables : 6 hauteurs - 6 largeurs - 5 profondeurs - 4 teintes ou essences de bois - Au premier plan, bureau Rustique Louis XIII.

Dans le nouveau catalogue gratuit

76 pages en couleurs,
200 photos, schémas et illustrations,
450 modèles vitrés ou non, 12 lignes et styles,
53 coloris, teintes ou essences de bois
et de nombreux accessoires.

Demandez-le dans nos magasins ou renvoyez le bon ci-dessous.

VISITEZ NOS MAGASINS

PARIS : 61, rue Froidevaux 75014 Magasins ouverts le lundi de 14 h à 19 h et du mardi au samedi inclus de 9 h à 19 h sans interruption.

Metrop. - Denfert-Rochereau - Gare - Edgard Quinet. Autobus : 28-58-58-68. SNCF : Gare Montparnasse

BORDEAUX 10, rue Bouffard.

tél. (56) 14.59.42

CLERMONT-FERRAND

22, rue G. Clémenceau.

tél. (73) 95.97.06

DIJON 100, rue Monge, tél. (080) 45.02.45

GRENOBLE 59, rue St-Laurent.

tél. (76) 42.53.75

LILLE 88, rue Esquermoise, tél. (20) 55.69.59

LIMOGES 57, rue Jules-Noria.

tél. (55) 78.15.42

LYON 9, rue de la République, (métro Hotel-de-Ville Louis-Pradel), tél. (7) 828.58.51

Magasins ouverts du mardi au samedi inclus.

MARSEILLE 109, rue Baradis

(métro Estrangin), tél. (89) 37.60.54

MONTPELLIER 8, rue Sévène

(métro Caron).

tél. (67) 58.19.52

NANCY 8, rue Piétonne St-Michel

(face St-Epvre).

tél. (83) 352.84.84

NANTES 18, rue Gambetta (pres

rue Coulmiers), tél. (40) 74.59.55

NICE 8, rue de la Boucherie

(Vieille Ville).

tél. (93) 80.14.89

RENNES 18, quai E. Zola

(près du Musée).

tél. (99) 79.56.53

ROUEN 45, rue des Charrettes.

tél. (35) 71.96.22

STRASBOURG 11, rue des Bouchers.

tél. (88) 56.75.78

TOULOUSE 1, rue des Trois-Renards

(pres place St-Sernin).

tél. (61) 22.92.40

TOURS 5, rue H. Barbusse

(pres des Halles).

tél. (47) 61.05.28

CATALOGUE GRATUIT

en envoyant ce bon à :
LA MAISON DES BIBLIOTHEQUES 75680 PARIS CEDEX 14

Veuillez m'envoyer, sans engagement, votre catalogue en couleurs contenant tous les détails (hauteurs, largeurs, profondeurs, matériaux, teintes, contenances, avec le tarif, etc.) sur tous vos modèles. **SY 37**

M.. Mme Prénom Adresse Code postal Ville

(facultatif) Tél. Profession

Catalogue par télécopie : 24 h sur 24.
Répondeur automatique.

130.73.33



POSSO

La sécurité. Avec la nouvelle boîte ARX* de Posso.



La boîte ARX (*anti-rayons X) est conçue pour protéger efficacement vos films des rayons X émis par les installations de contrôle des bagages dans les aéroports. Elle offre de nombreux avantages par rapport aux anciens procédés.

- Déclarée excellente à la suite d'un test effectué par un fabricant de films de réputation mondiale.
- Prévue pour les films jusqu'à 1000 ASA.
- Dimensions extérieures réduites: 38 x 55 x 90 mm.
- Pour 3 films 135 ou 2 films 120/220.
- Etanche à la poussière et à la pluie.

La boîte ARX vous suit partout et trouve place dans le plus petit fourre-tout. Un accessoire qui témoigne de l'esprit créatif et novateur de Posso, dans tous les domaines de la photo.



POSSO SA, 121, avenue d'Italie, BP 304,
75624 Paris Cedex 13
Belgique: Etablissement Ortmans, rue de Limbourg 43,
4800 Verviers. Tél. 087/331160. Tx 49506 corta b.

POSSO

Une dimension créative.



Découvrez la formidable joie de n'être plus Timide

MAURICE OGIER

Vous Réussirez tout ce que vous n'osez même pas envisager aujourd'hui.

Vous Réussirez mieux dans votre profession et dans vos études.

Vous éliminerez la peur d'être jugé. Vous vous sentirez progressivement plus sûr de vous. Votre confiance en vous augmentera ; votre autorité personnelle s'affirmera. Les gens supérieurs ne vous impressionneront plus. Vous apprendrez à vous faire respecter. Vous obtiendrez plus facilement un emploi, de nouvelles responsabilités. Vous apprendrez à Agir. Vous apprendrez comment ne plus rougir.

Votre vie de relations sera riche d'Amités.

Vous évoluerez à l'aise dans l'existence ; vous chercherez les contacts au lieu de les fuir. Vous romprez votre solitude et apprendrez comment vous faire beaucoup d'amis.

Vous aurez enfin une vraie vie affective.

Vous ne redouterez plus l'autre sexe. Vous ferez l'apprentissage de comportements naturels et souples ; vos relations deviendront équilibrées et enrichissantes. Votre vie sentimentale s'épanouira. Vous serez heureux.

La timidité n'est pas une maladie, mais un comportement acquis.

C'est une forme d'ANXIETE sociale : vous vous sentez anxieux à l'approche de certaines situations : prise de parole, réunions, entretiens ; ou en présence de certaines personnes : l'autre sexe, supérieurs, inconnus. La conséquence la plus visible est la fameuse "rougeur", la plus pénible, le trac.

Une Méthode anti-timidité sérieuse et efficace

est née au cours de plusieurs années de réflexion et d'expérimentation. C'est une méthode exclusivement consacrée aux solutions pratiques à apporter aux problèmes nés de la timidité. Elle est différente de TOUT ce qui a été proposé jusqu'ici.

C'est une rééducation de vos comportements.

Au cours des années, vous avez acquis de mauvais réflexes. Guidé pas à pas, de façon méthodique, vous ferez le tour de toutes vos difficultés. Des exercices programmés concrets vous entraîneront à l'aisance sociale. 36 grilles personnelles vous entraîneront et vous aideront à acquérir l'audace que vous souhaitez.

Renvoyez ce bon à MAURICE OGIER
CENTRE ANTI-TIMIDITE

Institut Français de la Communication. Service T 926
6 rue de la Plaine, 75020 Paris, France. M^e Nation.



GRATUIT ET DISCRET

Je désire recevoir gratuitement le livre de Maurice Ogier "Comment sortir de la timidité et devenir pleinement vous-même", ainsi que toutes informations concernant votre nouvelle Méthode et vos Conseils personnels, sans aucun engagement ni démarchage, par poste sous pli confidentiel. Voici mon adresse permanente :

M Mme Melle _____

Prénom _____

Adresse _____

Age _____

Bon gratuit à renvoyer à Maurice Ogier
CENTRE ANTI-TIMIDITE

Institut Français de la Communication. Service T 926
6 rue de la Plaine, 75020 Paris, France.
Pour l'Afrique, joindre 2 coupons-réponse.

T 96 E 204 1084

ABONNEZ-VOUS A SCIENCE & VIE

**1 AN
12 Numéros
144 F**

2 ans : 280 F

**1 AN / 12 Numéros
+ 4 Hors Série**

202 F

2 ans : 388 F

ETRANGER

BENELUX 1 an simple **970 FB** - 1 an couple **1370 FB**
EXCELSIOR PUBLICATIONS B.P. N° 20 IXELLES 6
1060 BRUXELLES Compte N° : 551-8615600-32

CANADA 1 an simple **35 \$** Can. - 1 an couple **50 \$** Can.

PERIODICA C.P. 444, OUTREMONT
P.Q. CANADA H2V 4R6

SUISSE 1 an simple **54 FS** - 1 an couple **78 FS**
NAVILLE ET CIE, 6-7, rue Levrier
1211 GENEVE 1.

AUTRES PAYS 1 an simple **215 F** - 1 an couple **290 F**

Commande à adresser directement à
SCIENCE & VIE
Recommandé et par avion nous consulter.

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.....

Ci-joint mon règlement de F
par chèque ou mandat-lettre

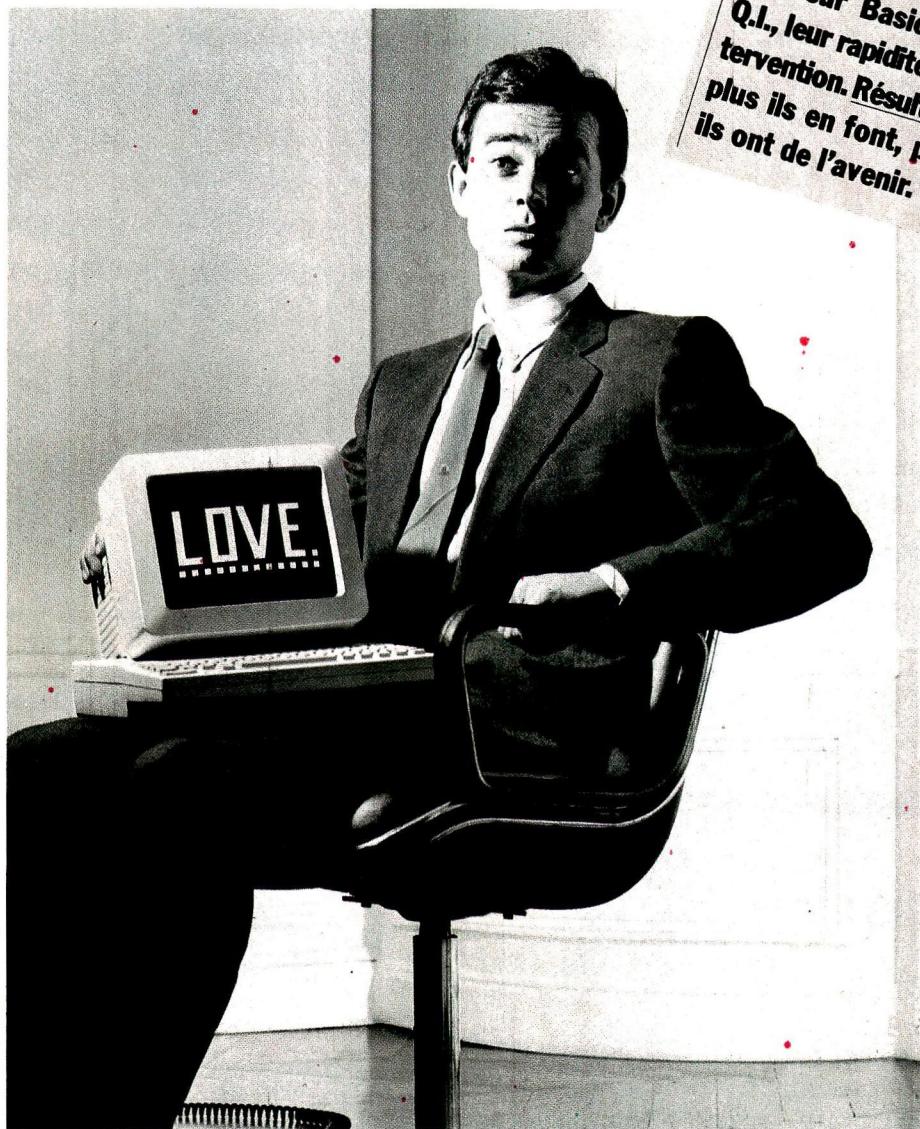
à l'ordre de SCIENCE & VIE - BRED

Etranger : mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV 807

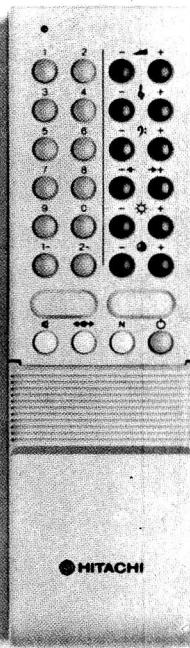
**Et pour ne pas
être dévorés par
les puces, nous
avons déjà trou-
vé comment ap-
privoiser leurs
nouveaux lan-
gages.**



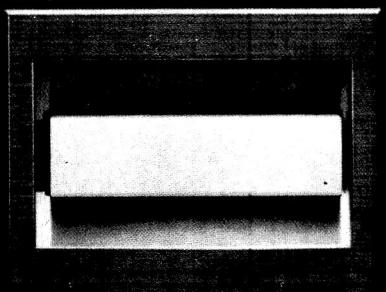


DOSSIER Les Micro-ordinateurs domestiques. 14 machines examinées. A l'épreuve : leur Basic, leur Q.I., leur rapidité d'intervention. Résultats : plus ils en font, plus ils ont de l'avenir.

La fnac. L'oxygène de la tête.



DEP



■ **Magnétoscope VT 34 S** : Magnétoscope VHS à chargement frontal - Minuteur 1 programme sur 2 semaines - Minuteur à enregistrement instantané (**DEP**) - Effets spéciaux à la reproduction - Rembobinage/arrêt automatique - Rembobinage à mémoire - Télécommande.

■ **Téléviseur CST 2244** : Téléviseur 56 cm coffret bois, **Pal-Secam** - Haut-parleurs en façade - Position veille - Veille automatique après l'arrêt des émissions - Télécommande à infrarouge **14 fonctions** dont en plus des commandes classiques : réglage graves/aigus, réglage couleur, sourdine, touche parole/musique, mémorisation du réglage idéal - Garantie tube 3 ans.



HITACHI Je suis la vie.

L'HIVER NUCLÉAIRE



Quarante années de réflexions sur les conséquences d'un conflit nucléaire n'ont pas empêché les spécialistes de la guerre atomique, de passer à côté d'un effet qui pourrait être le pire de tous : une chute brutale des températures, provoquant un hiver quasi polaire de plusieurs mois. Des équipes de savants américains et russes de toutes disciplines viennent de mettre en évidence ce nouveau scénario de la terreur, qui pourrait changer les données de la dissuasion.

● Soviétiques et Américains sont d'accord : en cas de guerre nucléaire totale, la majeure partie de la surface du globe serait plongée pendant quelques mois dans un froid polaire, qui détruirait l'essentiel de la vie végétale et animale sur terre et dans la mer. Cette conséquence d'un conflit nucléaire majeur n'avait jusqu'ici pas été envisagée. Elle pourrait modifier sensiblement les données de la dissuasion.

Depuis Hiroshima et Nagasaki, puis l'expérimentation de la bombe H, l'analyse des effets probables d'une guerre atomique a mené les experts à des conclusions de plus en plus pessimistes. Le lâchage des deux bombes qui mirent fin à la Seconde Guerre mondiale a permis d'évaluer l'importance des dégâts commis par les ondes de choc et les radiations nucléaires initiales (neutrons et rayons gamma). Hiroshima mon amour..! En 1954, les essais nucléaires atmosphériques au-dessus de l'atoll de Bikini permirent d'apprécier le danger du transport par les vents de matériaux contaminés, capables de polluer des régions entières situées à des kilomètres du point de détonation. Plus tard, furent mis en évidence deux autres incidences majeures. D'abord l'effet EMP (*electromagnetic pulse*) ou encore "radioflash" : les explosions nucléaires engendrent des impulsions électromagnétiques capables de perturber les réseaux de communication et l'ensemble des appareils électroniques et donc de paralyser l'activité de pays entiers⁽¹⁾. Ensuite ce qu'on pourrait appeler l'effet B : une guerre atomique de grande ampleur pourrait détériorer la couche d'ozone qui nous protège des rayons ultra-violets B, exposant ainsi

bêtes et hommes au risque d'être aveuglés et atteints de cancers de la peau. Une étude américaine⁽²⁾ faite à la demande de l'Agence pour le Contrôle des Armements a permis de conclure, en 1975, que la couche d'ozone mettrait quatre ans à se reconstituer.

C'est seulement depuis 1982 à la suite d'une initiative prise par une revue éditée par l'Académie des sciences de Stockholm, *Ambio*, que des équipes américaines et soviétiques se penchèrent sur l'incidence de la projection dans l'espace des énormes quantités de poussière et de fumées inévitablement dégagées par des explosions nucléaires en série. Les poussières et les fumées portant des particules de suie formeraient une sorte de gigantesque couvercle qui empêcheraient pendant des semaines ou des mois la lumière du Soleil de parvenir normalement jusqu'à la surface de la Terre. Ce qui resterait de l'humanité serait ainsi plongé dans une nuit glacée. Cette mini-glaciation serait certes temporaire, mais sa durée suffirait pour détruire la majeure partie des écosystèmes.

Toute une série de scénarios sont bien sûr envisageables. Les Américains en ont étudié une soixantaine, qui tentent d'évaluer les incidences climatiques des différents types de conflit nucléaire possibles. Les Soviétiques, eux, n'ont publié qu'un seul scénario, correspondant à une guerre nucléaire quasi totale, dans laquelle les quatre-

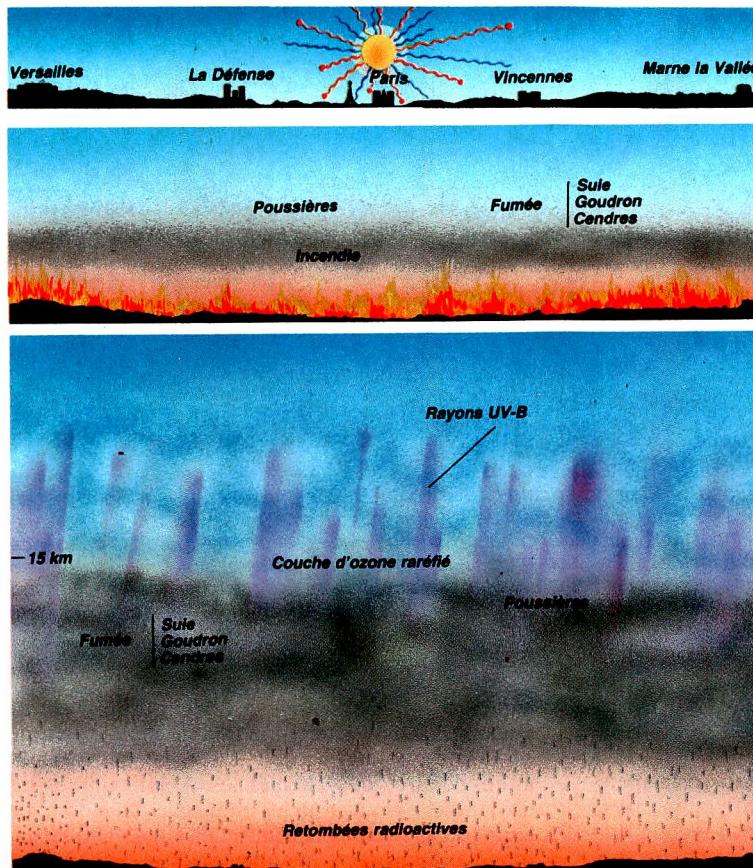
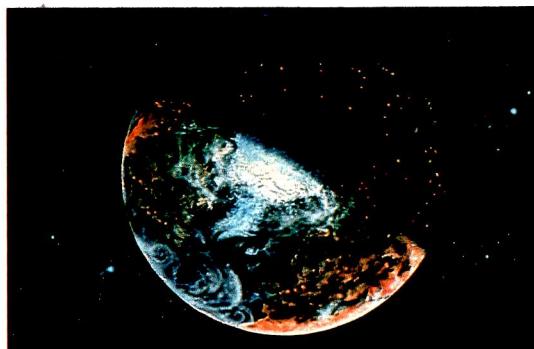
(1) Voir *Science & Vie* n° 788, mai 1983.

(2) *Long Term Worldwide Effects of Multiple Nuclear Weapons Detonations* — National Academy of Sciences — 1975.

cinquièmes du potentiel nucléaire des deux grandes puissances seraient utilisés. Les résultats qu'ils obtiennent concordent avec les conclusions des experts américains pour ce même scénario.

Les calculs soviétiques ont été établis par

descendront jusqu'à -40° dans certaines zones de l'hémisphère nord (Canada, Pakistan) et jusqu'à -5° dans certaines zones de l'hémisphère sud (Australie). Plus de huit mois après le conflit, il ferait encore -20° en Arabie Saoudite, -15° en



ON AVAIT OUBLIÉ LA POUSSIÈRE ET LA FUMÉE

Si les bombes nucléaires ont été largement testées, la guerre nucléaire, elle, ne l'a jamais été. Aux trois conséquences : les radiations (rayons gamma et neutrons), l'incendie et le souffle, une quatrième fut récemment ajoutée : l'onde électromagnétique (EMP) laquelle est capable de détruire l'électronique de tout pays en l'espace d'un flash, mais on avait, encore et tout simplement, oublié la poussière et la fumée ! En ouvrant d'énormes cratères dans le sol en brûlant tout ce qui est inflammable, les explosions injecteraient finalement des tonnages formidables de poussière et de fumée dans la haute atmosphère. Cela formerait un écran compact et durable au rayonnement solaire, donc un hiver mortel sur la Terre. Sur nos photos on peut suivre la progression de ces nuages de fumée qui, petit à petit s'étaisent dans la haute atmosphère jusqu'à recouvrir l'hémisphère nord tout entier. En même temps, l'oxydation de l'air chauffé lors de l'explosion produirait de grandes quantités d'oxyde d'azote qui attaquaient la couche d'ozone. Après dissipation au bout de quelques semaines, de la fumée et des poussières, les rayons UV-B pourraient atteindre librement la surface de la Terre et y faire des ravages avant le retour des températures normales.

l'équipe du Dr Vladimir V. Aleksandrov, directeur du Centre de recherche sur le climat de l'académie des sciences de Moscou, assisté du Dr Georgie Stenchikov, du Centre de calcul de cette même académie. L'hypothèse est celle de l'explosion en quelques jours d'un total de 10 000 mégatonnes. Quarante jours après le conflit, les températures

Amérique centrale, entre -5° et 0° en Europe, -5° en divers endroits de l'hémisphère sud.

Pour la même hypothèse, les Américains estiment que dans l'hémisphère nord la luminosité serait réduite d'un facteur 100 pendant un mois, que les températures pourraient chuter jusqu'à -43° pendant quatre mois. Dans les zones tropicales, les

températures tomberaient en-dessous de zéro.

Si l'on y ajoute, comme l'a fait un groupe de biologistes américains dirigé par le Professeur Paul Erhlich de l'Université de Stanford, les autres conséquences des explosions nucléaires, le tableau général est passablement terrifiant : plus d'un milliard de morts sur le coup, soufflés par l'explosion,

C'est le professeur Paul Crutzen, directeur du département de chimie atmosphérique de l'Institut Max Planck, à Mayence, et le professeur John Birks, un chimiste de l'université de Boulder (Colorado), qui étudièrent les premiers en détail l'effet des fumées. Ils se placèrent dans le cadre d'un scénario envisagé par la revue *Ambio*, dans

VOICI 9 SCÉNARIOS DE GUERRES NUCLÉAIRES FICTIVES ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LE CLIMAT

SCÉNARIO	PUISSEANCE TOTALE (Mt)	EXPLOSIONS EN SURFACE %	EXPLOSIONS SUR DES VILLES OU CENTRES INDUSTRIELS %	PUISSEANCE DES BOMBES (Mt)	NOMBRE TOTAL D'EXPLOSIONS	TEMPÉRATURE APRÈS 20 JOURS	TEMPÉRATURE APRÈS 80 JOURS	TEMPÉRATURE APRÈS 200 JOURS
Scénario de base	5000	57	20	0,1 à 10	10,400	-24°C	-3°C	6°C
Majorité des explosions en altitude. Bombes de faible puissance	5000	10	33	0,1 à 1	22,500	-28°C	-5°C	10°C
Guerre de grande envergure	10 000	63	15	0,1 à 10	16,160	-29°C	-11°C	2°C
Guerre limitée (toutes cibles)	3000	50	25	0,3 à 5	5,433	-20°C	2°C	8°C
Guerre limitée (cibles militaires uniquement)	3000	70	0	1 à 10	2,150	7°C	5°C	8°C
Guerre limitée (toutes cibles)	1000	50	25	0,2 à 1	2,250	7°C	12°C	Température normale
Attaque sur l'hémisphère sud	300	0	50	1	300	Température normale	Température normale	Température normale
Attaque sur les villes et centres industriels uniquement	100	0	100	0,1	1000	-24°C	3°C	Température normale
Attaque sur les silos uniquement	5000	100	0	5 à 10	700	7°C	5°C	7°C

Sur l'ensemble des 60 scénarios étudiés par les Américains, neuf sont détaillés dans ce tableau. Pour chacun d'entre eux, le pourcentage d'explosions en surface (qui génèrent de grandes quantités de poussières), le pourcentage d'explosions sur les villes et les centres industriels (qui déclenchent des incendies de grande envergure), la puissance des bombes utilisées et leur nombre, sont indiqués. En calculant les quantités de poussières et de fumée engendrées dans chaque cas, en appliquant différents modèles de comportement de l'atmosphère, les chercheurs américains ont évalué, pour chacune des guerres fictives, les valeurs de la température dans l'hémisphère nord, 20, 80 et 200 jours après la fin des "hostilités".

carbonisés dans les incendies, irradiés par les radiations directes, et plus d'un milliard de blessés graves. En quelques jours, c'est 30 % à 50 % de la population du globe qui disparaîtrait, principalement en Amérique du Nord, en Europe, en URSS et au Japon. Pour les survivants, les rayons ultraviolets B seraient multipliés par quatre pendant un an, ajoutant ainsi leurs effets aux retombées radioactives des premiers jours, et la chute des températures provoquerait une pénurie alimentaire quasi totale et durable.

Quels sont les raisonnements qui permettent ainsi aux Américains et aux Soviétiques de prévoir une catastrophe climatique en cas de conflit nucléaire majeur ? Il faut distinguer entre les poussières et les fumées.

lequel 5 742 mégatonnes seraient dégagées en quelques jours, correspondant à l'explosion de 14 747 têtes nucléaires. C'est donc un scénario intermédiaire, dans lequel les Américains et les Soviétiques engageraient moins de la moitié de leurs forces nucléaires (qui totalisent 13 000 mégatonnes). Dans cette hypothèse, un million de km² de forêts prendraient feu — soit l'équivalent de la superficie de la Scandinavie. L'incendie libérerait entre 200 et 400 millions de tonnes de particules de fumée, pour la plupart d'un diamètre inférieur au micron. Les trois quarts de ces particules seraient composées de matière organique, dont 55 % de goudron, 25 % de suie et 20 % de cendres. Ce sont précisément des grains de cette taille et de cette nature qui absorbent le plus facilement le rayonne-

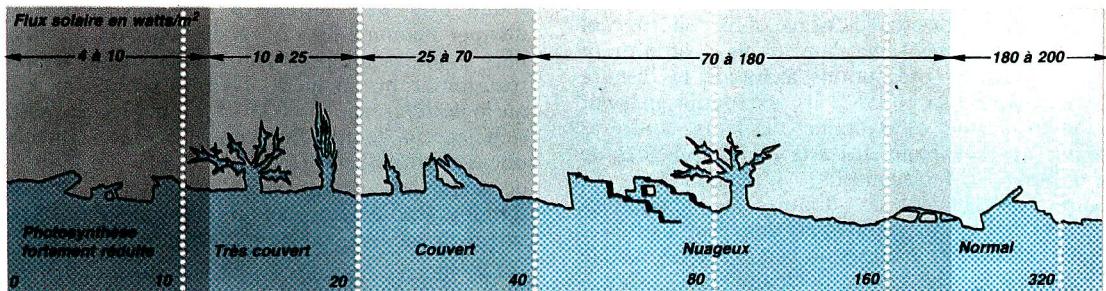
ment solaire et forment écran. Les feux de forêt risquant de se poursuivre pendant deux mois, l'aérosol ainsi formé, lui-même capable de flotter dans la haute atmosphère pendant 5 à 10 jours, devrait absorber durant plusieurs semaines entre 50 % et 99 % de l'ensoleillement.

Aux conséquences de ces incendies de forêts il

laboratoire d'Etudes planétaires de l'université Cornell, aux Etats-Unis. Le professeur Sagan avait étudié les effets sur le climat martien des tornades de poussières observées par la sonde *Mariner 9*. Il avait calculé le refroidissement de la surface de Mars en fonction de l'épaisseur et de la densité de la couche d'aérosols présente dans l'atmosphère.

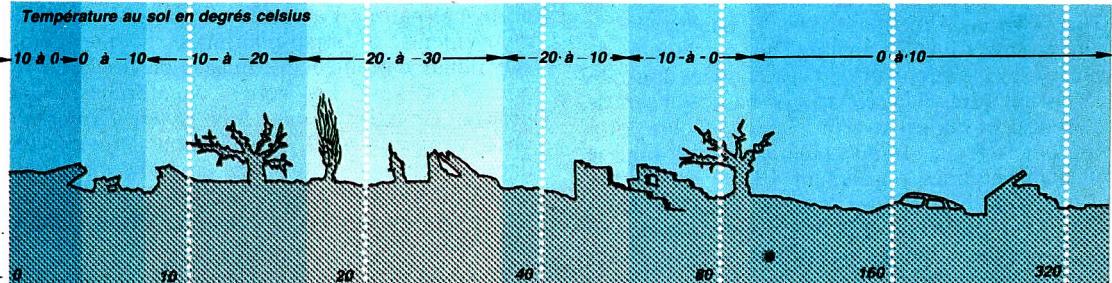
AVEC L'EXPLOSION DE 5 000 MÉGATONNES : L'HÉMISPHÈRE NORD S'ASSOMBRI...

Jours après le conflit



... ET SE REFROIDIT

Jours après le conflit



Si Américains et Soviétiques faisaient exploser 5 000 Mt nucléaires, l'ensoleillement (en watts par m^2) serait de 20 fois inférieur à sa valeur habituelle pendant les 12 premiers jours. Au bout d'un mois, il serait environ trois fois plus faible que la normale, et il faudrait attendre plus de 160 jours pour que le flux d'énergie solaire retrouve sa valeur normale. Quant à la température, elle tomberait en moins d'une semaine de 13 °C à 0 °C ou même -10 °C ; au bout d'une vingtaine de jours elle descendrait encore à -20 ou -30 °C. Un mois plus tard, elle remonterait pour atteindre -10 °C et 0 °C au bout d'une année.

faudrait ajouter les effets des feux urbains, ceux des centres industriels et ceux des puits de pétrole et de gaz que l'étude cite mais dont elle n'a pas calculé l'ampleur. Résultats probables : disparition massive du phytoplancton et du zooplancton herbivore dans une bonne moitié des mers de l'hémisphère nord, réduction considérable des récoltes.

Jamais personne, pas même les spécialistes de l'Agence nucléaire de défense américaine (DNA — Defense Nuclear Agency), dont le rôle est pourtant d'étudier tout effet d'un conflit nucléaire, n'avait songé que la fumée dégagée lors des incendies puisse jouer un rôle quelconque. Marvin Atkins, directeur scientifique adjoint de la DNA, que nous avons interrogé à Washington, le concède : « Personne n'avait pensé que la fumée puisse avoir de l'importance... mais avant Newton, personne n'avait songé à la gravité ! » ajoute-t-il en guise d'excuse.

Le rôle des poussières (et non plus des fumées) fut étudié spécifiquement en 1982 par une équipe dirigée par le professeur Carl Sagan, directeur du

Quatre autres chercheurs ⁽³⁾, qui se sont joints au professeur Sagan, avaient de leur côté étudié la dispersion dans la haute atmosphère des poussières éjectées par des volcans en éruption, comme dans le cas d'El Chichon (Mexique). Ils avaient également étudié les conséquences climatiques de la collision probable entre la Terre et un astéroïde de 10 km de diamètre, voici 65 millions d'années — collision que le professeur Alvarez, prix Nobel, rend responsable de la disparition des dinosaures. Or, lorsqu'un engin nucléaire explose au sol ou près du sol, il creuse un cratère immense et éjecte dans l'atmosphère des quantités très importantes de poussières. Ainsi, l'explosion d'une bombe d'une mégatonne au sol peut créer une excavation de plusieurs centaines de mètres de diamètre. Cela implique que des milliers de tonnes de débris soient projetés en l'air. Plus précisément, ce sont

(3) Richard Turco, de R and D associates, une société de consultants semblable à la Rand Corporation. James B. Pollack, Owen O. Toon et Thomas P. Ackerman du Ames Research Center de la NASA.

entre 100 000 et 600 000 tonnes de terre qui sont aspirées vers la haute atmosphère par le champignon atomique, et entre 10 000 et 30 000 tonnes de particules de poussière, inférieures au micron qui sont projetées jusque dans la stratosphère (4).

Ces émissions ajoutent aux émissions de fumée un effet-écran supplémentaire, plus faible mais de longue durée (jusqu'à un an). Lorsqu'ils eurent connaissance de l'article publié par *Ambio* sur les fumées, le professeur Sagan et les quatre autres chercheurs tentèrent de faire la synthèse des deux phénomènes. Les conclusions qu'ils en tirèrent étaient tellement dramatiques qu'ils s'entourèrent de nombreuses précautions avant de les rendre publiques. En avril 1983, ils les soumirent pour examen à une quarantaine de leurs confrères réunis à l'Académie des arts et des sciences de Cambridge (Massachusetts). L'unanimité se fit entre spécialistes de toutes les disciplines concernées. Six mois plus tard, les résultats furent étalés au grand jour, lors de la conférence sur "le Monde après une guerre nucléaire" qui se tint à Washington D.C. le 31 octobre et le 1^{er} novembre 1983 (5). Depuis, l'étude est connue sous le nom de "TTAPS", sigle tiré des initiales des auteurs (Turco, Toon, Ackerman, Pollack, Sagan).

Le groupe TTAPS a envisagé une soixantaine de scénarios, en se fondant sur les données fournies par les militaires. Un scénario de base, qui sert de référence, et qui est très proche du scénario proposé par la revue *Ambio*, envisage l'explosion de 5 000 mégatonnes regroupant 10 400 engins nucléaires dont la puissance respective se situe entre 0,1 et 10 mégatonnes ; 57 % de ces explosions sont supposées avoir lieu en surface et 20 % près des villes ou des centres industriels. Dans cette hypothèse près de 960 millions de tonnes de poussières seraient éjectées dont 80 % (soit 768 millions de tonnes) atteindraient la stratosphère.

Cette poussière serait constituée de particules de différentes tailles ; 8,4 % d'entre elles auraient un diamètre inférieur au micron (dimension idéale pour entraver le rayonnement solaire). Parallèlement les incendies dévasteraient 23 000 km² de zones urbaines, 500 000 km² de régions forestières (soit presque la superficie de la France) s'envoleraient en fumée. Ces incendies, qui durerait plusieurs semaines, produiraient 225 millions de tonnes de fumée dont 5 % rejoindraient les couches stratosphériques. Le reste s'étalerait dans la troposphère en attendant de retomber sur le sol, entraîné par les pluies ou par la pesanteur. Cette fumée, comme l'avait fait remarquer l'étude Crutzen-Birks, est composée de petites particules de suie, très efficaces pour bloquer la lumière du Soleil. En utilisant un modèle simulant les propriétés microphysiques des particules de poussière et de suie, l'équipe de TTAPS détermina la manière dont elles allaient se déplacer au cours du temps et s'étendre, pour ne former qu'une couche uniforme qui peu à peu envelopperait tout l'hémisphère nord. Un second modèle, simulant le comportement de l'atmosphère perturbée par l'injection massive de poussières et de fumée, permet de calculer plus précisément l'atténuation du rayon-

nement solaire, et les variations de températures en fonction de l'altitude et du temps.

Ces simulations, dont les résultats, rappelons-le, ont été vérifiés par une quarantaine de spécialistes en avril 1983 ont de quoi faire frémir. Ainsi, dès que les guerres imaginaires mettent en jeu plus de 1 000 mégatonnes, les nuages de poussières et de fumée deviennent tellement importants qu'ils encerclent la Terre en moins de deux semaines. Du même coup, l'ensevelissement est considérablement réduit et l'épais brouillard met des mois à se dissiper ; comme les rayons du Soleil n'atteignent plus le sol, la température dans les zones tempérées tombe brutalement. Dans l'exemple du scénario de référence (5 000 Mt), en moins de quatre semaines, la température moyenne dans l'hémisphère nord descend jusqu'à -23°C. Au bout de deux mois, elle se situe aux alentours de -10°C et il faut attendre plus d'un an pour qu'elle retrouve sa valeur moyenne ancienne.

La guerre nucléaire concerne essentiellement l'hémisphère nord, puisque c'est là que se concentrent aussi bien les cibles que les lanceurs. On en concluerait à tort, cependant, que l'hémisphère nord seul pâtirait du conflit. Il n'en est rien. Les mouvements atmosphériques inter-hémisphériques entraînent les nuages de fumée et de poussières vers les zones équatoriales. Une preuve : le satellite *Solar Mesosphere Explorer* a observé que 10 à 20 % de la poussière injectée dans la stratosphère lors de l'éruption volcanique d'El Chichon (14° de latitude Nord) en 1982, se retrouvait, au bout de 7 semaines, dans l'hémisphère sud.

D'autres scénarios tendent à illustrer les conséquences climatologiques d'une guerre nucléaire de moindre ampleur si les cibles sont choisies de façon "adéquate". Ainsi, l'explosion de 1 000 bombes de 100 kilotonnes chacune au-dessus de villes et de centres industriels, totalisant donc 100 mégatonnes, est capable de déclencher des incendies d'une telle importance que 130 millions de tonnes de fumée se répandraient dans la troposphère, bloquant le rayonnement solaire et entraînant une chute de température de plusieurs dizaines de degrés en moins de trois semaines. Il faudrait environ 3 mois pour que la température du sol retrouve son niveau normal. Les travaux du groupe TTAPS furent dupliqués par deux équipes

(4) L'atmosphère terrestre est divisée en trois couches : la troposphère va du sol jusqu'à une douzaine de kilomètres d'altitude en moyenne ; la température y diminue constamment ; au-delà, se trouve la stratosphère où la température est d'abord constante puis croît jusqu'à une altitude de 50 km. On atteint alors la mésosphère où la température décroît de nouveau jusqu'à 80 km d'altitude.

(5) Les principaux textes et débats de cette conférence sont regroupés dans un ouvrage publié aux Etats-Unis par N.W. Norton sous le titre : *The Cold and the Dark*. Ce livre sera publié en français au mois de février prochain sous le titre : *Le froid et les ténèbres*, chez Belfond.

(6) J.T. Khiel et V. Ramaswamy du National Center for Atmospheric Research, et Michael C. MacCracken du Lawrence Livermore Laboratory.

(7) Curt Covey et Stephen Schneider du NCAR.

américaines (6) et affinés par d'autres chercheurs (7) qui utilisèrent des modèles du comportement de l'atmosphère plus sophistiqués.

Les auteurs de ces différentes études reconnaissent : leurs travaux ne sont pas dénués d'incertitudes. Les quantités de poussière, de fumée, de suie produites par les explosions au sol et par les

nucléaire entre les États-Unis et l'URSS peut prendre de multiples autres formes que les scientifiques n'ont sans doute pas envisagées.

Le Pr Edward Teller — le père de la bombe H — du Lawrence Livermore Laboratory, a publié un commentaire critique dans le journal *Nature* du 23 août 1984, pour mettre en garde contre le risque de

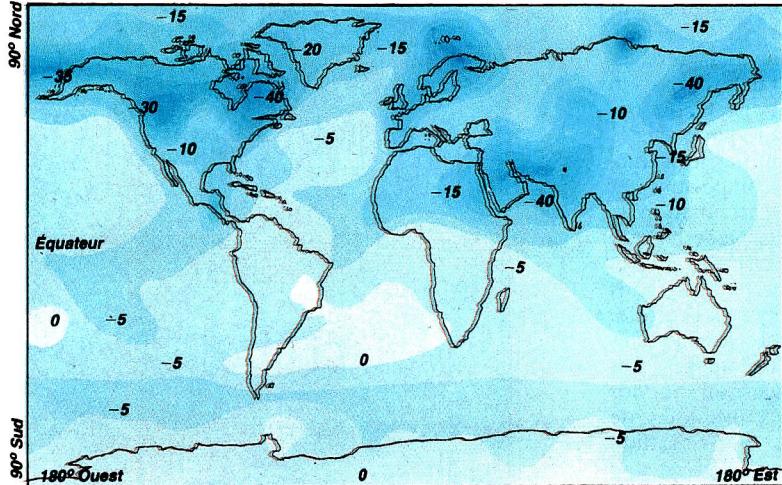
simplification abusive dont ces hypothèses ne peuvent manquer d'être entachées. Mais il reconnaît que les questions posées valent la peine d'être étudiées de près. Trop de résultats concordent, trop de scientifiques de grand renom et de tous bords s'accordent pour que l'effet climatique catastrophique d'une guerre nucléaire, effet que l'on avait jusqu'à présent totalement négligé, puisse être traité à la légère.

La dimension formidable des effets "poussière" et "fumée" a retenu très vite toute l'attention des stratégies militaires. Immédiatement après la publication de la première étude sur le sujet, celle d'Ambio, l'Agence de défense nucléaire américaine (DNA), demanda à l'académie des Sciences d'effectuer une nouvelle recherche. « En effet, précise le Dr Marvin C. Atkins, déjà cité, nous ne savons pas si le nuage de fumée sera concentré en une couche uniforme, et non distribué en nuages éparpillés ; nous connaissons mal les quantités de matière brûlée lors d'incendies violents, pas plus que nous connaissons précisément la masse des particules émises. Des informations supplémentaires sont donc nécessaires. » Le rapport de l'académie des Sciences américaine devrait être remis à l'Agence nucléaire à la fin de cette année.

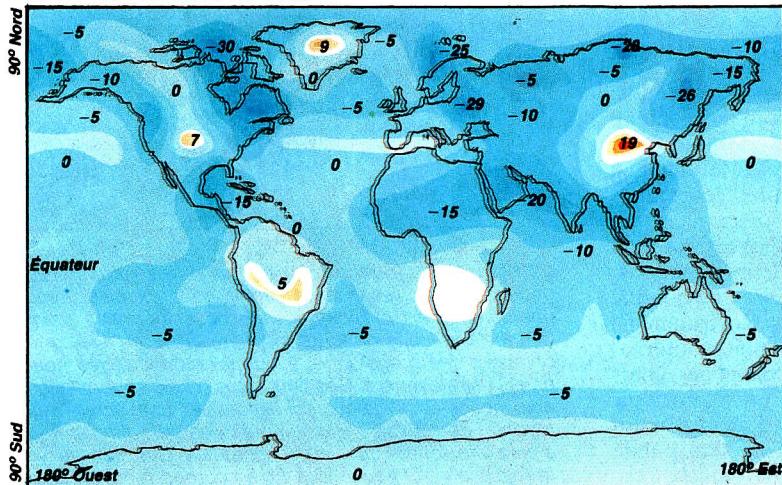
Globalement, la DNA va consacrer 2 millions de dollars par an à financer des recherches sur le sujet. De son côté, le département à l'énergie américaine (DoE — Department of Energy), va investir à peu près la même

somme, dont la majeure partie ira au Lawrence Livermore Laboratory, pour développer des modèles de propagation des feux, pour étudier la dispersion des fumées dans la troposphère et la stratosphère et le temps de séjour des particules

L'HIVER NUCLÉAIRE SELON LES SOVIÉTIQUES : 40 JOURS APRÈS...



... ET 243 JOURS APRÈS



Les Soviétiques ont calculé le refroidissement du globe après l'explosion de 10 000 mégatonnes. Chaque carte représente les courbes isothermiques séparées entre elles de 5 °C. 40 jours après le conflit, les températures descendaient jusqu'à -40 °C en certaines régions de l'hémisphère nord (au Pakistan et au nord du Canada, par exemple) et jusqu'à -5 °C dans certaines zones de l'hémisphère sud (en Australie). Plus de huit mois après le conflit, les températures seraient encore glaciales en beaucoup d'endroits. Il ferait -20 °C en Arabie Saoudite, et -15 °C en Amérique centrale ; l'Europe commencerait à se réchauffer (températures entre -5 °C et 0 °C), mais l'hémisphère sud resterait froid (-5 °C en de nombreuses zones).

incendies ne sont pas connues avec précision, les altitudes auxquelles elles grimperont dans l'atmosphère sont sujettes à caution, tout comme leur temps de séjour dans l'air. Les guerres fictives ne sont que des hypothèses de travail et un conflit

dans la haute atmosphère avant qu'elles ne retombent au sol et pour paufiner les modèles de simulation du comportement atmosphérique.

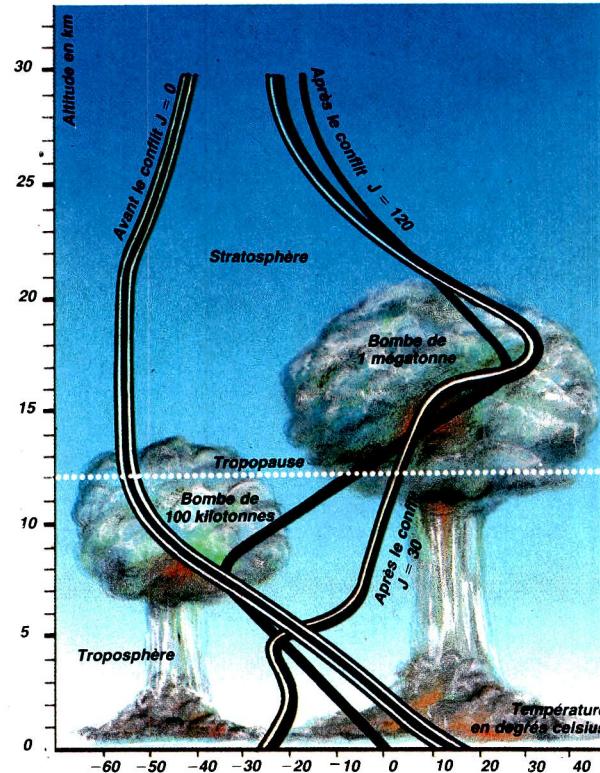
Même souci de contre-vérification du gouvernement fédéral américain. En février 1984, le Dr George Keyworth, conseiller scientifique du président Ronald Reagan, chargea Alan Hecht, directeur du programme national sur le climat de la NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) que nous avons également interviewé à Washington, de faire le bilan des incertitudes, de voir celles qui pouvaient être levées par des études approfondies et de proposer un vaste programme de recherche à l'échelon national. Des expériences en laboratoire par exemple devraient permettre de mieux quantifier les caractéristiques de la fumée : taille, composition et interaction des particules produites, atténuation de la lumière, etc. Du laboratoire, on passerait aux expériences en grandeur nature, avec des études précises des grands incendies de forêts, des grands feux urbains ou de ceux des nappes de pétrole. Enfin, on essaierait d'affiner encore les modèles mathématiques du comportement des nuages. Ces recherches pourraient être confiées au Service national des forêts qui étudie les incendies de forêts, au Bureau national de normalisation (National Bureau of Standards) qui se préoccupe de la résistance des bâtiments aux feux, à la NOAA qui travaille sur le comportement de l'atmosphère.

Aujourd'hui, le programme d'Alan Hecht est sur le bureau de George Keyworth qui doit décider de le mettre en œuvre et de débloquer les crédits. « L'option, précise Alan Hecht, serait d'obtenir 10 millions de dollars par an pendant au moins cinq ans. » Ailleurs, la Royal Society du Canada a décidé d'étudier d'un peu plus près les grands incendies de forêts ; quant aux Soviétiques, qui participèrent aux premières études, ils restent forts discrets comme à l'accoutumé, sur leurs intentions. A l'échelon international, SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment) partie intégrante du Conseil de l'union internationale des scientifiques qui regroupe des chercheurs du monde entier, prépare un rapport sur l'ensemble des conséquences climatiques et biologiques d'une guerre nucléaire qui ne sera publié qu'au cours du second semestre de l'année prochaine.

Aujourd'hui, plus personne dans la communauté scientifique ne semble mettre en doute les conséquences dramatiques des effets "poussière et fumée". En l'espace de quelques jours, une longue nuit et un hiver glacial s'étendront sur la majeure partie de la planète. Comme l'a fait remarquer l'étude dirigée par le Pr Erhlich, de nombreuses plantes, des céréales sont capables de résister à de très basse températures, si celles-ci surviennent durant les mois d'hiver ; certaines variétés de blé par exemple supportent très bien des températures de l'ordre de -15°C à -20°C . Il en va tout autrement si la chute brutale de température se produit au printemps ou en été ; là, il suffit que la

température tombe en-dessous de zéro pour que les mêmes plantes soient anéanties. Certaines espèces comme le riz ou le sorgho sont sensibles à des températures inférieures à 13°C en pleine période de croissance, alors que le maïs et le soja réagissent mal si l'air ambiant descend en dessous de 10°C . La végétation tropicale quant à elle, est

COMMENT LES POUSSIÈRES ET LES FUMÉES FONT UN ÉCRAN ENTRE LE SOLEIL ET NOUS



La hauteur à laquelle sont injectées les poussières dépend de la puissance de l'engin qui a explosé. Avec une bombe de 100 kilotonnes, les poussières atteignent tout juste la limite de la troposphère, alors qu'avec une bombe d'une mégatonne, elles se répandent très haut dans la stratosphère. Ces poussières et les fumées dues aux incendies s'étalent en altitude et font écran aux rayons du Soleil. Résultat, la haute atmosphère s'échauffe tandis que les couches les plus basses se refroidissent. Chacune des trois courbes représente la distribution des températures de l'atmosphère en fonction de l'altitude, le jour précédent le conflit ($J = 0$), trente jours après la fin de la guerre ($J = 30$) et quatre mois après la fin du conflit ($J = 120$).

sensible aux variations de température tout au long de l'année. Une grande partie des forêts dans cette région du monde disparaîtra, entraînant avec elle l'extinction de nombreuses espèces animales et végétales. Les grands froids engendreront le gel immédiat de toutes les rivières, de tous les lacs, ainsi que la disparition des espèces qui les peuplent. Seuls les océans, à l'inertie thermique très grande, échapperont aux glaces. Les ténèbres seront agitées dans les régions côtières par de violentes tempêtes déclenchées par les grandes diffé-

rences de températures entre la terre et les océans. La photosynthèse sera fortement ralentie voire même totalement arrêtée dès que l'ensoleillement tombera en-dessous de 5 % de son niveau habituel. Le phytoplancton, le premier maillon de la chaîne alimentaire marine sera alors détruit. Du même coup tous les animaux qui en dépendent pour se développer disparaîtront à leur tour.

Le cauchemar n'est pas terminé car au froid et aux ténèbres, il faudra ajouter les effets des retombées radioactives. La dose moyenne mortelle pour les êtres humains se situe entre 350 et 500 rems⁽⁸⁾ reçus en l'espace de 48 heures. En revanche la plupart des mammifères et des espèces végétales sont capables de survivre à des doses plus fortes pouvant aller jusqu'à 1 000 rems. Si l'on prend comme exemple, le scénario proposé par *Ambio* où 5 742 mégatonnes distribuées entre 14 747 têtes nucléaires explosent, c'est une superficie de 5 millions de km² (près de 10 fois la superficie de la France) dans les régions situées sous le vent, qui sera exposée à plus de 1 000 rems, dont 85 % seront distribués en moins de 48 heures. Dans cette zone, tous les êtres humains mourront, la majeure partie des espèces animales et végétales également. Si, de plus, les explosions détruisent des centrales nucléaires ou des sites de stockages des déchets radioactifs, le niveau de radioactivité sera encore plus élevé et s'étendra sur des régions plus vastes. Là où les retombées radioactives seront un peu plus faibles, les personnes et les animaux tomberont malades. L'exposition prolongée aux radiations entraînera des déficiences immunitaires graves qui laisseront leurs victimes sans défense face aux infections. Un grand nombre d'anomalies génétiques et de cancers feront leur apparition.

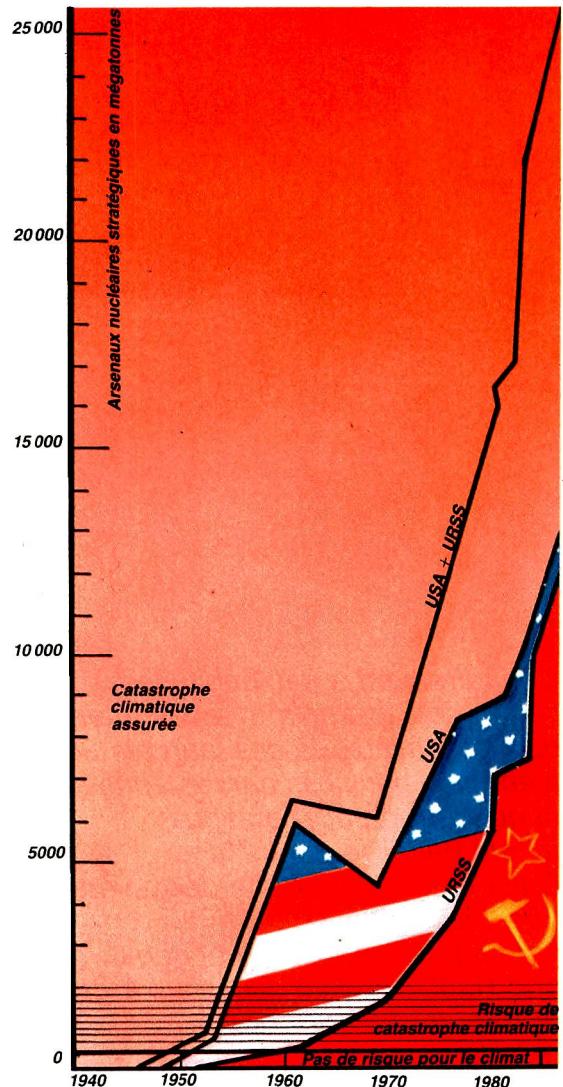
Durant les premiers mois qui suivront le conflit, le vaste nuage de poussières et de suie qui entoure la Terre absorbera l'ensemble du rayonnement solaire et en particulier les rayons néfastes UV-B (dont les longueurs d'ondes se situent entre 290 et 320 nanomètres) qui, en temps normal, sont arrêtés par la couche d'ozone. Lors de l'explosion en masse d'armes nucléaires, des quantités impressionnantes d'oxyde d'azote seront produites par l'oxydation de l'azote de l'air porté à des températures élevées, supérieures à 2 000 K. Or, ces produits attaqueront violemment la couche d'ozone qui s'effilochera petit à petit. Lorsque le nuage de poussière et de suie se sera dissipé, la barrière de protection de la Terre sera sérieusement endommagée.

Les pauvres survivants auront également à combattre les poisons chimiques qui pollueront l'atmosphère et les nappes d'eau. En effet, une grande variété de gaz toxiques sera dégagée durant les incendies : du monoxyde de carbone, des cyanures, des dibenzofuranes, du chlorure de vinyle, des dioxines ; ces poisons seront aussi transportés par les vents, et s'étaleront sur de larges zones.

(8) Le rem est l'unité d'effet biologique des radiations. Il correspond à la dose reçue exprimée en rad, multipliée par des coefficients de sensibilité des tissus et de distribution des radiations.

La découverte des effets "poussière" et "fumées" change fondamentalement les données de base de la stratégie nucléaire. Pourquoi ? Parce qu'une guerre atomique de grande envergure ne pourra en aucun cas être limitée aux deux seuls belligérants ; elle sera globale et radicale. De la Terre de Feu à l'Arabie Saoudite, de l'Inde à

DANS LES ARSENAUX EST-OUEST : DE QUOI DÉCLENCHER SIX HIVERS NUCLÉAIRES



Depuis 1945, les stocks d'armes nucléaires américains et soviétiques n'ont cessé d'augmenter. Ces courbes, établies par le Pr Carl Sagan, représentent l'évolution des arsenaux jusqu'en 1982. Aujourd'hui, les stocks voisinent les 13 000 mégatonnes ; 2 000 mégatonnes suffisent pour déclencher une catastrophe climatique.

l'Australie, tous les États de la planète pâtiront d'un conflit nucléaire de grande envergure. Des États pourront voir leur population anéantie sans qu'une seule bombe ne tombe sur leur territoire. Les tensions, les menaces qui pourraient dégénérer

(suite du texte page 176)

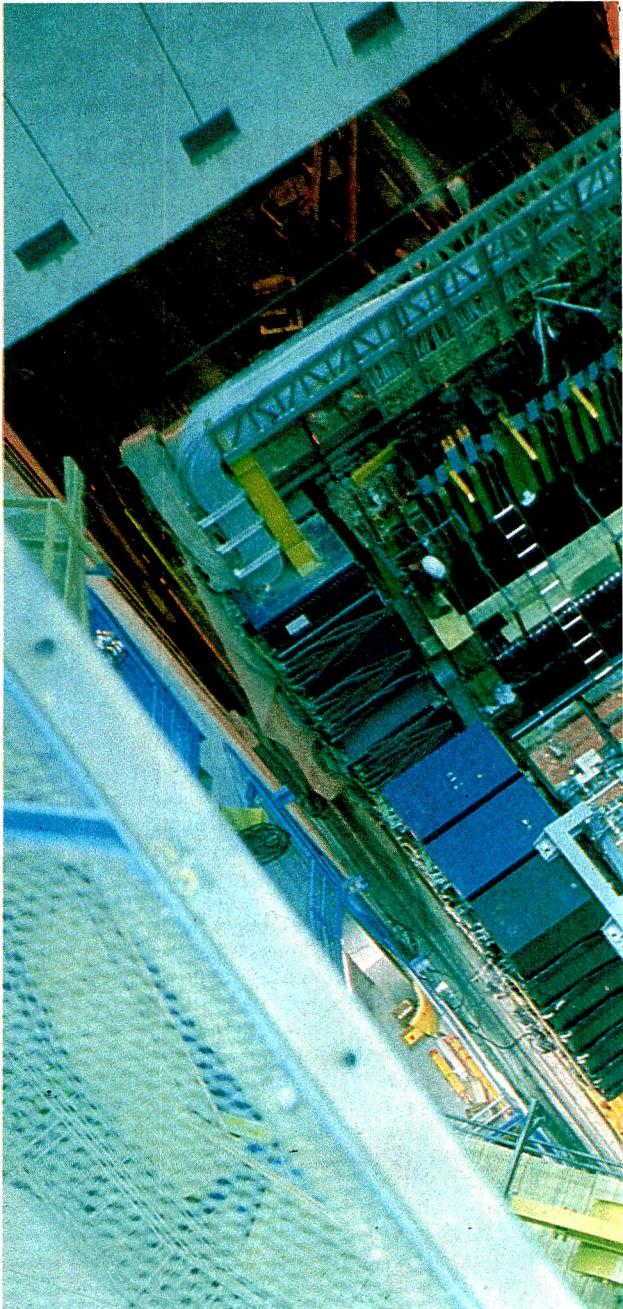
LE NOBEL AU BOSON



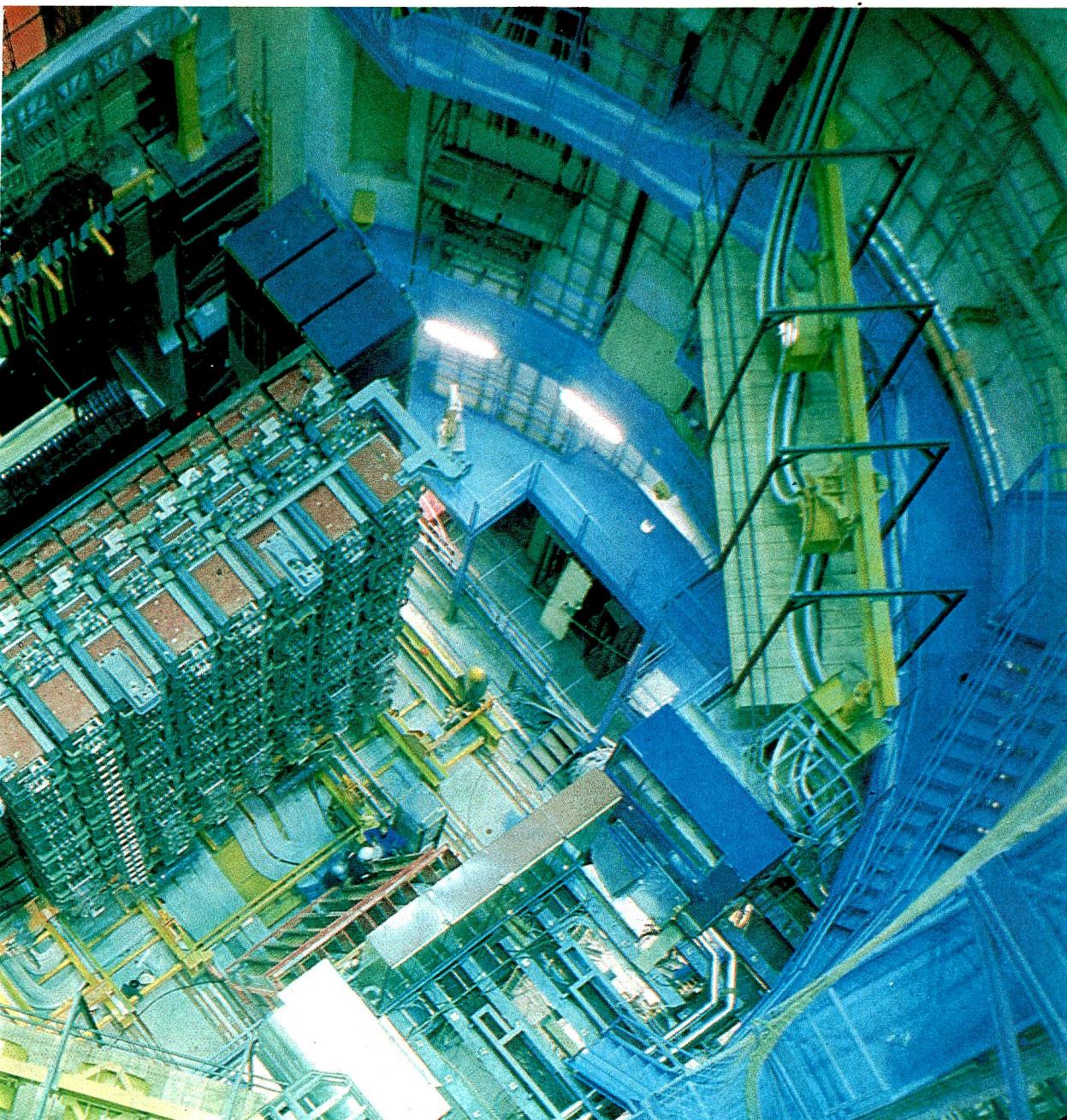
Photos CERN — R. Blumenthal — Dessin F. Rosado

Contrairement à ses habitudes, le jury de Stockholm n'a pas attendu que les travaux de ses lauréats 84 aient été "bonifiés" par les années, ni que leur résultat pratique ait été banalisé par l'usage. C'est en effet pour une découverte très "pointue", datant à peine d'un an et demi, que Rubbia (photo ci-dessus à gauche) et Van der Meer (à droite) ont été couronnés.

● L'importance théorique de la découverte des bosons est unanimement reconnue : c'est la confirmation de la théorie électrofaible, pilier de la physique contemporaine, qui unifie deux des quatre forces de la nature, la force électromagnétique et la force faible. Au-delà de cette preuve expérimentale, l'existence des bosons conforte les physiciens dans le bien-fondé de leur démarche unificatrice actuelle : édification d'une théorie unique capable d'expliquer tous les phénomènes de la nature. Les idées audacieuses qu'il a fallu trouver,



les prouesses techniques qu'il a fallu accomplir pour enfin piéger les précieux bosons, sont à la mesure de l'enjeu théorique. Ces expériences, les plus importantes jamais réalisées en physique, sont nécessairement une œuvre collective : elles ont mobilisé plusieurs centaines de chercheurs, de diverses nationalités européennes, plus encore de techniciens et d'ingénieurs. Mais les deux lauréats du Nobel ont eu le mérite d'avoir "impulsé" le projet et imaginé les procédés qui ont permis de monter les expériences sur les accélérateurs de

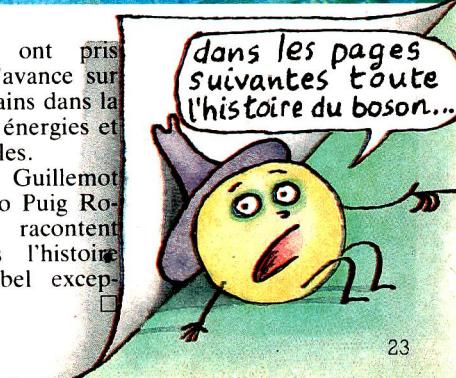


particules existants déjà au CERN. Entièrement modifiées dans cet objectif, ces machines ont pu fournir l'énergie nécessaire à la mise en évidence des bosons. Pour identifier ceux-ci au milieu de milliards de particules, on a construit les deux détecteurs les plus complexes et les plus lourds du monde. Ici une vue plongeante sur le plus gros, UA1, qui pèse 2 000 tonnes. Sept ans seulement se sont écoulés entre la proposition lancée par Carlo Rubbia et la découverte des bosons, sept ans pour mettre sur pied une expérience grâce à laquelle les

Européens ont pris cinq ans d'avance sur les Américains dans la course aux énergies et aux particules.

Hélène Guillemot et Fernando Puig Rosado vous racontent en images l'histoire de ce Nobel exceptionnel.

dans les pages suivantes toute l'histoire du boson...





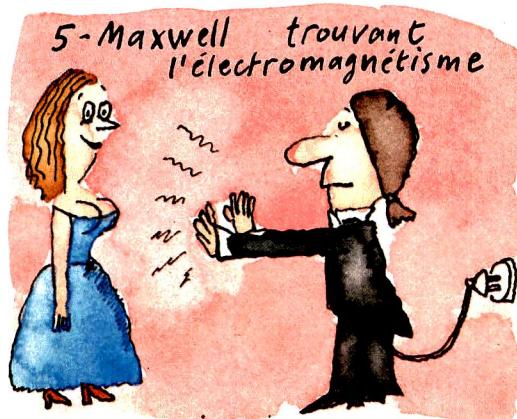
1- Rubbia découvre le boson...

Carlo Rubbia et Simon Van der Meer, viennent de recevoir le prix Nobel de physique pour avoir conçu l'expérience qui a permis de découvrir trois nouvelles particules, les bosons intermédiaires de la force faible W^+ , W^- et Z^0 . Les bosons ne sont pas seulement des particules de plus. En fait ils étaient impatiemment attendus car d'eux seuls dépendaient la validité d'une théorie fondamentale de la physique et le succès d'une grande ambition : l'unification des forces de la nature.



3 - décomposer les corps...

Devant le foisonnement d'objets, d'êtres vivants, de phénomènes naturels très différents, les hommes ont, de tout temps, cherché à décomposer les corps pour en trouver les constituants communs et à observer et analyser les phénomènes pour y déceler des origines communes. Derrière le multiple, ils ont cherché l'unique... Peu à peu ils sont parvenus à rassembler des choses apparemment sans rapport. Newton a découvert qu'une seule force, la **gravitation universelle**, faisait tourner les planètes autour du Soleil et attirait les corps vers la Terre.



Plus tard, au XIX^e siècle, un physicien écossais, Maxwell, a trouvé les équations qui unifient l'électricité et le magnétisme en une seule force, l'**électromagnétisme**. Pendant ce temps, les chimistes décomposaient les solides, les liquides et les gaz, et s'apercevaient qu'ils étaient tous constitués de milliards de milliards de **molécules** semblables, puis que ces molécules étaient formées d'**atomes** liés ensemble et qu'il n'existe qu'une centaine d'éléments simples, donc de variétés d'atomes, dans tout l'Univers.



2- l'unification des forces

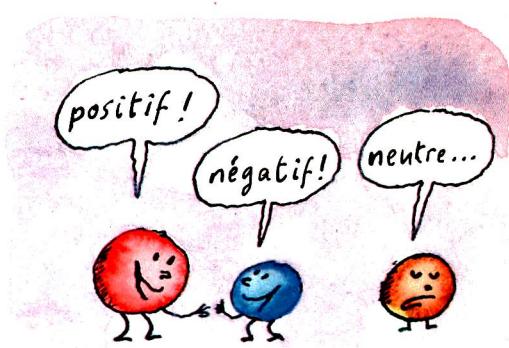
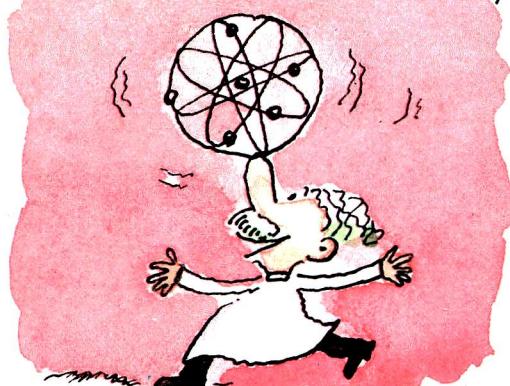


4- Newton



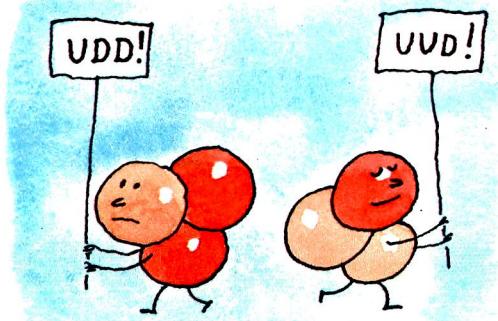
6- les chimistes s'amusent avec les molécules et les atomes

7 - Rutherford découvre le noyau



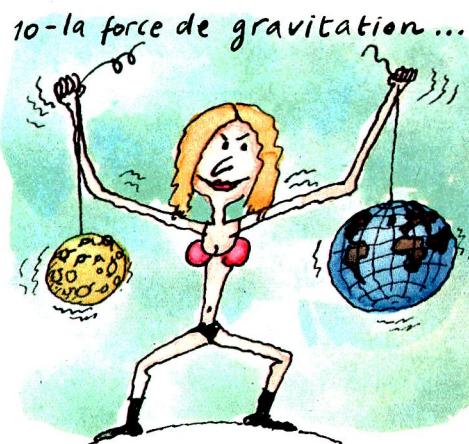
8 - protons, électrons et neutrons

En 1910, l'Anglais Rutherford découvre que les atomes ne sont pas les plus petits constituants de la matière : ils sont formés d'un noyau lourd, porteur d'électricité positive et d'électrons qui tournent autour, de charge négative. Le nombre d'électrons caractérise l'élément ; l'oxygène a 8 électrons, le carbone 6, etc. Toujours plus loin ! Le noyau aussi peut se scinder : il est fait de deux sortes de particules, les neutrons, neutres, et les protons qui portent une charge positive. L'unification était bien avancée.

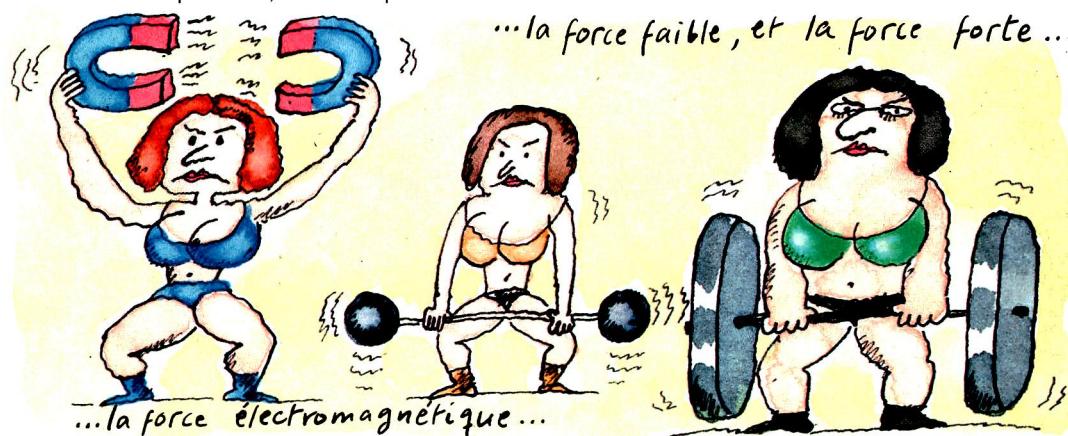


9 - les quarks...

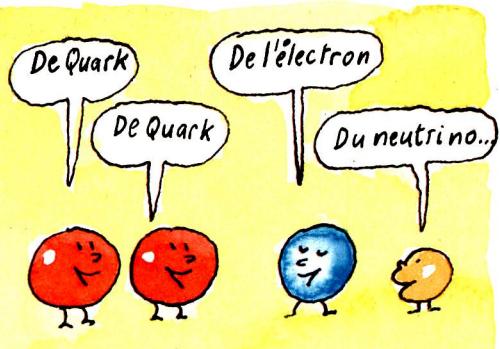
Et voilà que protons et neutrons ne sont plus élémentaires. Dans les années 60, on s'aperçoit qu'ils contiennent 3 **quarks** de deux types, u et d : le proton est fait de deux u et d'un d, le neutron de deux d et un u. Sur le front des forces, les physiciens sont parvenus à expliquer tous les phénomènes de la nature avec 4 forces ou interactions qui s'exercent entre ces particules, et sont de portées et d'intensité très différentes.



...la force faible, et la force forte ...



La force de gravitation de portée infinie et très faible, ne joue qu'à grande échelle sur de grosses masses : à l'échelle des particules, elle ne compte pas. **La force électromagnétique**, de portée infinie également s'exerce entre les particules électriquement chargées. Elle est à l'origine de l'électricité, de la chimie... **La force forte ou nucléaire** est la plus forte... mais elle ne porte pas loin. Elle fait s'attirer les quarks entre eux, les protons et les neutrons dans le noyau. **La force faible** est la plus discrète : de portée très courte, elle est responsable de la radioactivité bêta où intervient une particule dont on n'a pas encore parlé, le neutrino.



11-les 4 nobles à particule...

Résumons : dans les années 60 on pouvait bâtrir l'Univers avec 4 forces et 4 particules (les 2 quarks u et d plus l'électron et le neutrino, de la famille des "leptons"). (En fait les physiciens ont eu la surprise d'observer dans leurs expériences d'autres leptons (4) et d'autres quarks (4 aussi), mais comme ils ne constituent pas la matière, on se demande pourquoi ils existent). Mais comment les forces agissent-elles sur la matière ? s'interrogeait déjà Newton. Comment la pomme "sent-elle" la terre, comment l'électron sent-il que le noyau est là qui l'attire ?



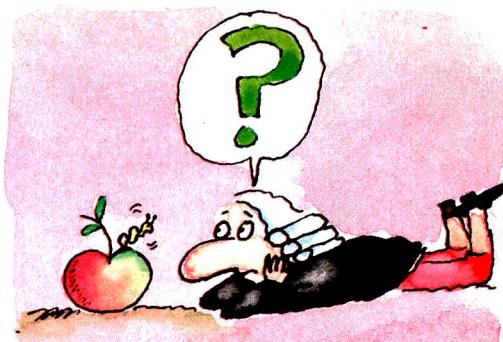
13-les forces sont transportées par des particules messagères...

Les physiciens ont trouvé la réponse dans les années 30. Les forces sont "transportées" par des particules messagères ; ainsi deux électrons en interaction s'échangent la particule intermédiaire de la force électromagnétique qui n'est autre que le photon. Le photon est bien connu, c'est le "grain" de lumière dépourvu de masse et de charge électrique. Les particules intermédiaires de force ne ressemblent pas aux particules de matière : on les dit virtuelles, car elles vivent si peu de temps qu'il est impossible de les observer.



15-la force faible et les bosons

La force forte, elle, compte 8 particules intermédiaires que les quarks s'échangent pour s'attirer entre eux dans le proton ou le neutron et qui ont été pour cela baptisées gluons. Pour la force de gravitation, on n'a pas encore trouvé la particule d'échange. Quant à la force faible... elle est transportée par ces fameux bosons dont la découverte a valu le prix Nobel à Carlo Rubbia et Simon Van der Meer. Comment a-t-on trouvé les bosons ? Avant de les "voir" expérimentalement, on les a "prédis" théoriquement.



12 - comment les forces agissent-elles sur la matière ?



14 - la force forte et ses gluons.

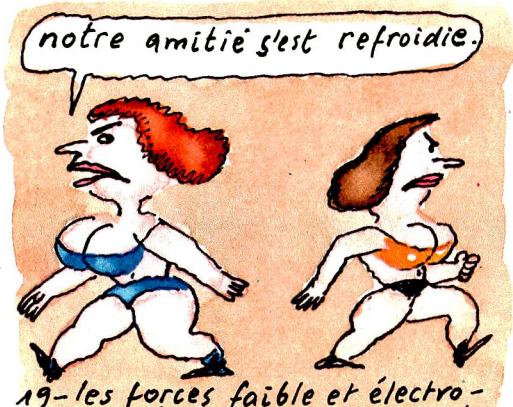


16 - pour la gravitation on n'a pas encore trouvé...



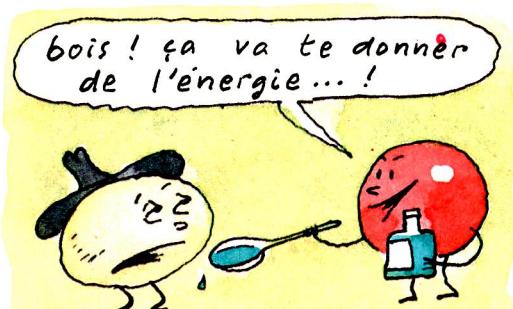
17 - théorie électrofaible...

Pour les théoriciens, 4 forces c'est encore trop... A la fin des années 60, s'étant aperçus que la force électromagnétique et la force faible bien que très différentes présentent des similitudes profondes, ils cherchent à les unir et y parviennent en édifiant la théorie électrofaible. Cette théorie prévoit qu'à côté du photon intermédiaire de la force électromagnétique, doit exister trois "bosons" messagers de la force faible. Mais dit la théorie, ces cousins du photon ne lui ressemblent pas du tout : ils sont très lourds et deux d'entre eux W^+ et W^- sont chargés (plus la portée de la force est courte, plus la particule associée est lourde, d'où des bosons faibles lourds à côté d'un photon électromagnétique sans masse).



19 - les forces faible et électromagnétique se séparent...

Les forces faible et électromagnétique nous apparaissent fort différentes. Mais à haute énergie, elles sont vraiment unies : elles l'étaient aux tous premiers instants de l'Univers, puis elles se sont séparées quand l'Univers s'est refroidi, comme une sauce qui se fige se décompose. La théorie électrofaible est si précise qu'elle donne exactement la masse des bosons. Restait à vérifier, pour valider la théorie, mais comment faire puisque ces bosons virtuels vivent si peu de temps, lors d'une interaction faible, qu'on ne peut théoriquement pas les voir ?...



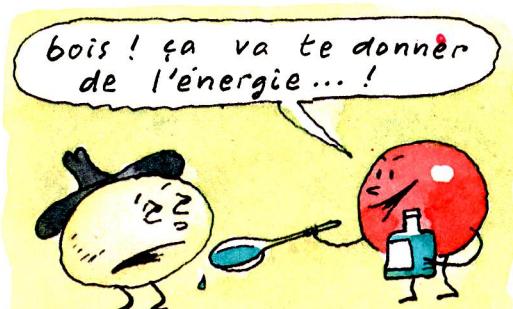
18- Faibles, mais lourds, voici les trois bosons:



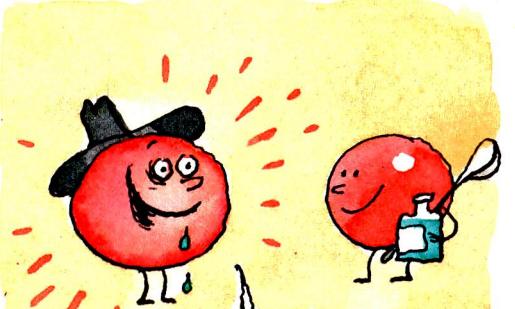
$...W^+, W^-$, et Z^0
(deux sont chargés)



20 - les bosons vivent peu...



21 - matérialiser les bosons à partir de l'énergie...



$E = mc^2 !!$

... du moins dans notre univers habituel. A haute énergie, l'unification est réalisée, on peut matérialiser les bosons à partir de l'énergie et donc les observer ! C'est le fameux $E = mc^2$ d'Einstein : on peut transformer la masse en énergie et vice versa. Mais comme les bosons sont très lourds, on doit concentrer beaucoup d'énergie.



23 - des accélérateurs pas assez puissants...

Cette "énergie de matérialisation" est obtenue en accélérant des particules chargées à d'énormes vitesses (proches de celle de la lumière) grâce à de puissants champs électriques, et en précipitant ces particules contre une cible. Mais pour créer des bosons, aucun accélérateur au monde n'était assez puissant il y a dix ans...



24 - le choc est plus violent...

En fait, presque toute l'énergie du projectile n'est pas libérée dans le choc mais sert à faire reculer la cible. Le choc est beaucoup plus violent si, au lieu d'une cible immobile, le projectile frappe une particule qui circule en sens inverse... L'idée de Carlo Rubbia a été de transformer le plus puissant accélérateur du CERN (Centre européen de recherche nucléaire), le SPS, en **collisionneur protons-antiprotons**. Les antiprotons sont identiques aux protons, mais de charge électrique opposée.



26 - les usines d'antimatière.

Le pari de l'antimatière était difficile : les antiprotons n'existent pas dans la nature, et se désintègrent en présence de la matière. Il a donc fallu les fabriquer (par collisions de protons), les stocker, les concentrer, les accélérer et les introduire dans le SPS où ils circulent en sens inverse des protons. Les prouesses techniques réalisées pour relever ces défis ont valu le prix Nobel au Hollandais Van der Meer. Presque tous les accélérateurs du CERN ont été mis à contribution, reliés entre eux, transformés en une usine d'antimatière. Autres difficultés considérables : d'abord les collisions protons antiprotons sont en fait des collisions de quarks-antiquarks, événements ultra-complexes qui ne donnent que très rarement des bosons.



25 - Rubbia et van der Meer collisionnant protons et antiprotons



27 - difficultés considérables



28 - les bosons se désintègrent très vite...

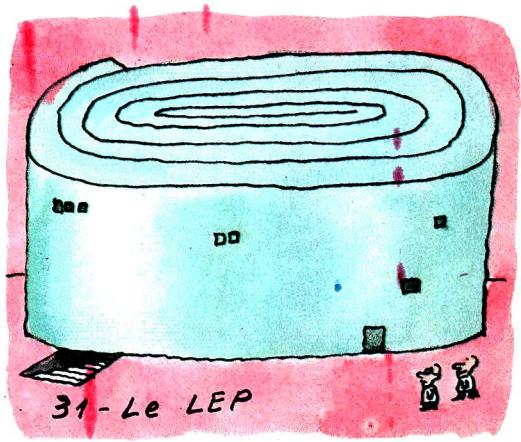
Ensuite les bosons se désintègrent, et les produits de leur désintégration sont perdus au milieu des autres particules issues de la collision. Sur un milliard de chocs, il n'y a environ que 5 bosons W et 1 Z° identifiables. Pas découragés pour si peu, les physiciens ont construit pour trouver ces aiguilles dans des super-meules de foin, deux détecteurs énormes et extraordinairement sophistiqués. Le plus gros, placé au point de croisement des protons et des antiprotons, pèse 2 000 tonnes, et l'équipe qui y travaille compte 200 chercheurs (plus les ingénieurs et les techniciens) ; au second point de rencontre des faisceaux, un autre détecteur pèse 600 tonnes et rassemble 60 physiciens. Tout cela a été réalisé en trois ans...



30 - un grand succès théorique et expérimental...

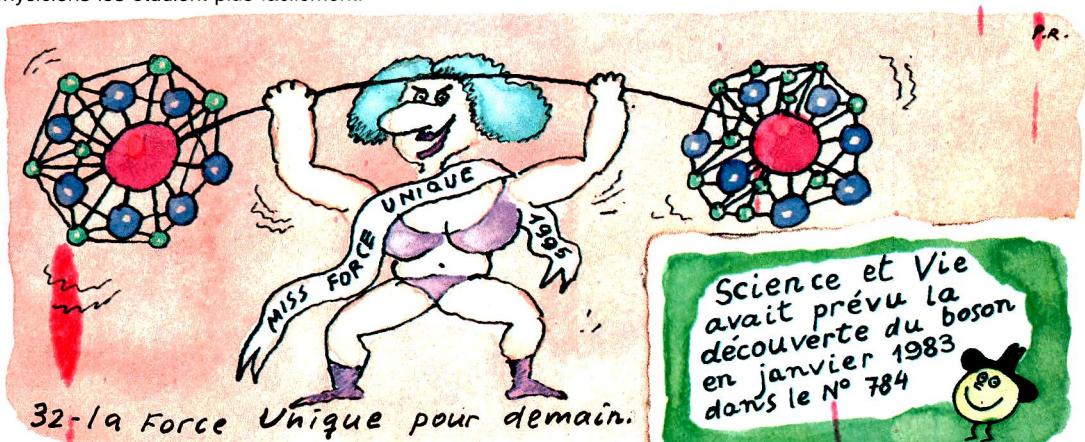


29 - le détecteur de bosons



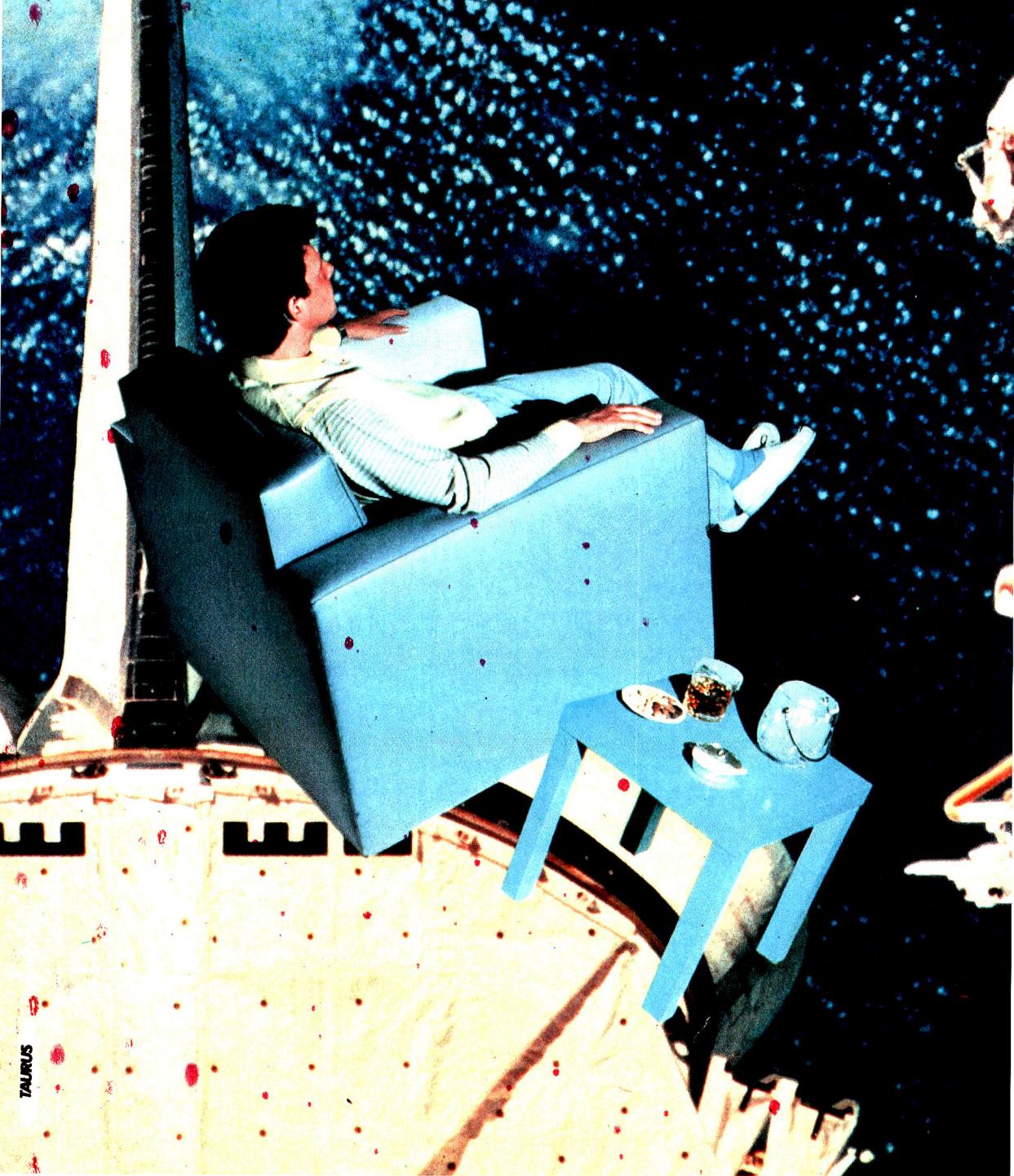
31 - Le LEP

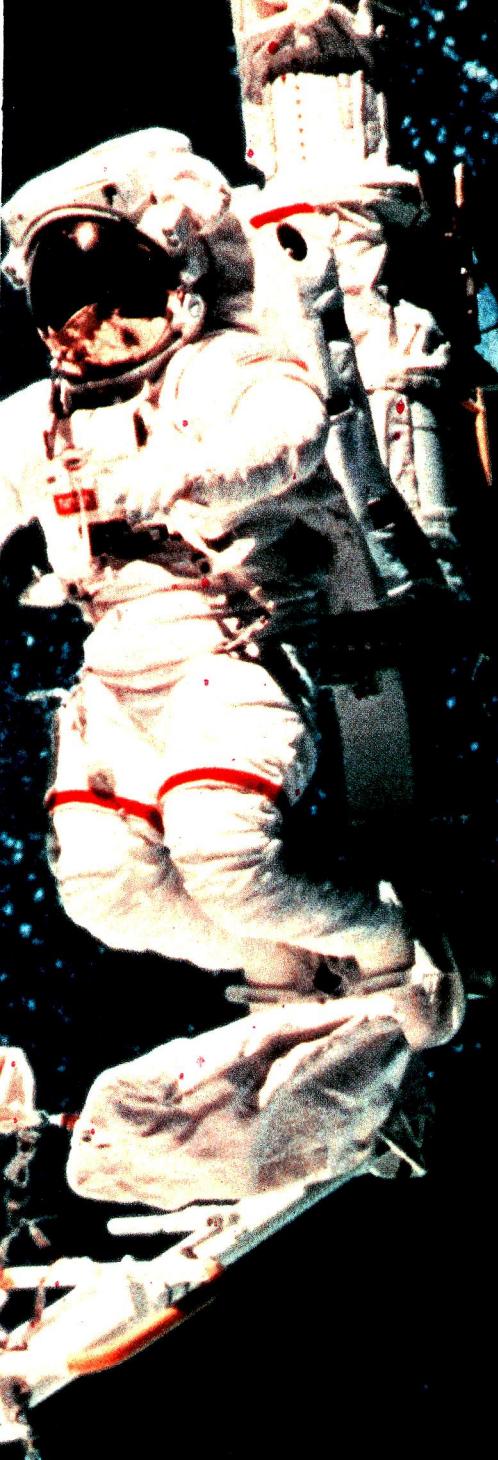
En décembre 1982, quelques bosons ont été observés (ou plutôt leurs traces). Et les calculs ont montré qu'ils avaient exactement les masses prévues par la théorie ! C'est un grand succès théorique et expérimental à la fois : l'Europe a pris 4 à 5 ans d'avance sur les USA en montant cette expérience. Un autre accélérateur géant, le LEP, qui accélérera des électrons et des antiélectrons, est en construction au CERN. Il produira des bosons en série pour que les physiciens les étudient plus facilement.



Mais depuis déjà plusieurs années, les théoriciens imaginent des modèles pour unifier les forces forte et électrofaible, prochaine étape vers leur vieux rêve de la force unique. **Hélène GUILLEMOT et Fernando Puig ROSADO**

AVEC GRUNDIG
VOYAGEZ
DANS L'ESPACE.





Le Monolith de Grundig, une nouvelle esthétique, un écran de 66 cm et une image si parfaite qu'on se croirait dans la réalité.

Une simple pression du doigt sur votre télécommande vous emmène dans le spectacle fantastique d'un volcan en éruption. Changez de chaîne et vous voilà cette fois dans les étoiles en compagnie d'un cosmonaute ou dans le monde bigarré des papillons et des fleurs.

Mais Le Monolith de Grundig, c'est aussi le son intégral grâce à ses deux enceintes latérales, sa touche "relief sonore intégral" et sa puissance de 2 x 30 W.

Alors, installez-vous confortablement dans votre fauteuil et partez sur un des 31 programmes que vous pouvez recevoir. Monolith de Grundig, le téléviseur qui vous transporte.



LE MICRO-ZOO DE VINCENNES

Le zoo de Vincennes vient de recevoir de nouveaux pensionnaires, quelques milliers d'arthropodes microscopiques que les visiteurs peuvent regarder grâce à des caméras de vidéomicrographie et qu'ils peuvent aussi voir en relief dans une salle spécialement aménagée.

De Gordon Douglas à Georges Lucas, nos grands maîtres du cinéma fantastique manquent vraiment d'imagination. Finalement, notre monde se révèle être mille fois plus fantastique que tous les mondes de la science-fiction. C'est ce que nous montre le Pr Yves Coineau dans un audiovisuel d'un genre nouveau (1) que le public suit successivement dans deux salles spécifiquement équipées au zoo de Vincennes : l'une pour projeter sur grand écran de télévision une sorte d'émission en direct dans l'univers des micro-arthropodes (notamment des acariens et des collemboles) ; l'autre pour montrer ces êtres minuscules gigantesquement grossis, flottant dans l'espace jusque sous le nez des spectateurs, par le truchement d'une projection en relief sur écran courbe géant (une première mondiale).

A l'évidence, lorsqu'on assiste à ce spectacle, les animaux de nos films de science-fiction, les reptiles d'un monde perdu, les pieuvres, les serpents de mer, les scorpions noirs, les araignées géantes ou la mante religieuse sortie des ténèbres ne peuplent qu'un bestiaire minable et ridicule.

Il y a 30 ans, le cinéaste Jack

Arnold eut l'idée de tourner "L'homme qui rétrécit". Il mit ainsi un être humain minuscule en présence d'animaux gigantesques et cet homme dut livrer un dur combat contre une araignée monstrueuse. Le Pr Yves Coineau se plaît à faire le cheminement inverse pour faire sentir les dimensions relatives des univers du monde animal : un homme grossi cent mille fois aurait la tête à Paris et les pieds au Havre, ce nombre est celui du grossissement moyen utilisé pour photographier acariens et collemboles au microscope électronique à balayage. Il permet de voir ces extraordinaires animaux dont la carapace ressemble tantôt à un fond marin hérisson d'algues gracieuses, tantôt à la croûte lunaire constellée de cratères.

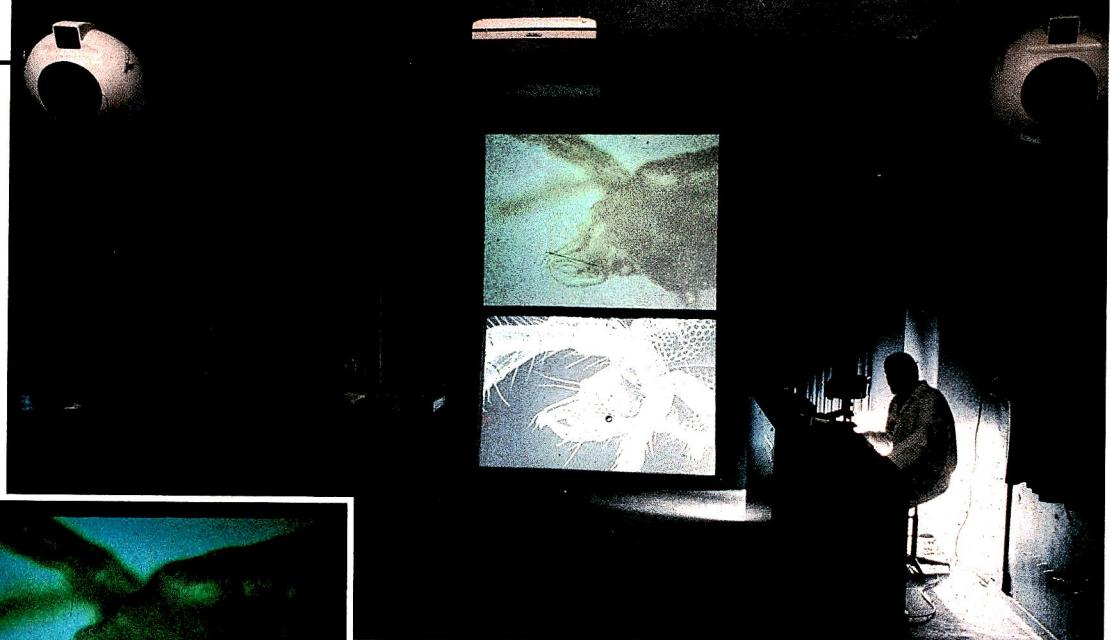
Le spectacle est tellement inattendu et fascinant qu'on ne peut guère en profiter si l'on ne parvient pas au préalable à entrer dans cet univers microlilliputien. Seul moyen pour y pénétrer, le microscope. Yves Coineau a donc préparé un laboratoire grand public équipé de loupes binoculaires et de microscopes provenant de la maison Nachet. Ce matériel, comme tous les matériels de précision, est fragile. Il ne résisterait guère aux assauts quotidiens de dizaines d'utilisateurs inexpérimentés. Aussi, les microscopes sont-ils enfermés dans des bulles de plexiglas et leurs réglages sont-ils télécommandés par chaque observateur, guidé dans cette manœuvre par un commentaire écouté au casque. Un bouton permet de faire varier la mise au point et un manche à balai sem-

blable à celui qui équipe les jeux vidéo, permet de déplacer la platine porte-objet afin d'amener successivement les diverses parties du sujet sous l'objectif. Ce sujet, c'est un acarien dont les caractéristiques sont décrites par le commentateur au fur et à mesure de son déplacement sous l'optique.

Très vite, le profane est ainsi familiarisé avec l'observation microscopique. Cette manipulation se retrouve ensuite dans la salle vidéo où une caméra remplace l'œil sur la loupe binoculaire ou sur le microscope et où l'opérateur télécommande aussi le déplacement de la platine au moyen d'un manche à balai. Il contrôle le cadrage et la mise au point sur un petit moniteur de télévision, le public regardant l'image diffusée sur grand écran par téléprojection. L'équipement de cette salle vidéo permet de réaliser une présentation très souple, le public pouvant questionner le spécialiste ou demander certaines images. Deux consoles vidéo sont utilisées conjointement. Elles sont identiques à l'exception des appareils microscopiques : une loupe binoculaire sur l'une, un microscope pour les forts grossissements sur l'autre. Chacun de ces instruments est surmonté d'une caméra vidéo Sony DCX M3 équipée d'un zoom qui autorise une variation rapide du grossissement. Les caméras sont connectées à un téléprojecteur Sony. Pour le son, deux enceintes acoustiques Elipson assurent une restitution de haute fidélité. Un magnétoscope permet d'enregistrer les images provenant de la loupe binoculaire ou du microscope, ou de diffuser directement un programme sur le grand écran. Cet écran vidéo est doublé d'un écran photo sur lequel un projecteur Kodak Carousel 2050 permet de passer des diapositives complémentaires des images vidéo ou explicatives (schémas par exemple). La grande originalité de l'installation réside dans la platine de la loupe binoculaire, elle peut recevoir un récipient contenant un substrat peuplé d'animaux microscopiques vivants dont le spectateur voit l'image sur le grand écran vidéo. Actuellement, ce sont les micro-arthropodes d'Yves Coineau, recueillis dans une motte d'humus de la taille d'une trace de pas. Il s'y trouve environ 1 500 animaux, représentants de quelque 150 espèces. Ceux-ci sont recueillis vivants selon un procédé classique : l'humus est placé sur un tamis surmontant un entonnoir lui-



Le Pr Yves Coineau.



La salle vidéo équipée de ses deux consoles de prise de vue et ses deux écrans. Ci-contre : les projections d'un acarien labidostoma.

un détail de son corps. Les images provenant de la caméra sur microscope montrent alors ces détails sur un animal.

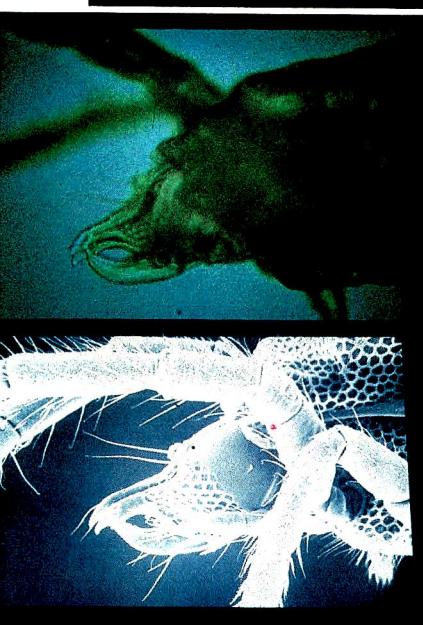
Dernière étape du voyage : le public est invité à passer dans la salle relief où des acariens lui sont présentés en très gros plan et en volume. L'installation est tout à la fois simple et originale. Deux projecteurs de diapositives Kodak Carrousel de grande puissance équipent la cabine. Des filtres polarisants permettent une projection stéréoscopique en couleurs. Pour qu'ils puissent voir le relief, des lunettes polaroid sont distribuées aux 30 spectateurs. Tout ceci est très classique et bien connu de tous les amateurs de photographie stéréoscopique. Ce qui est original c'est l'écran métallisé de grandes dimensions (4 mètres de côté) en forme de calotte sphérique, il est moulé dans le béton. Sa courbure a été soigneusement calculée pour que les 30 spectateurs aient la même qualité d'image avec une netteté et une luminosité égales dans tout l'espace. Cette caractéristique n'est pas obtenue avec les écrans métallisés plans habituels qui sont nécessairement petits. En effet, sur un écran plan le spectateur voit une tache lumineuse au centre ou sur un bord selon la place où il se trouve. Sur grand écran plan cette tache devient excessive et gênante car l'observateur voit les divers points de sa surface sous des angles très différents qui favorisent les réflexions. La courbure de l'écran de Vincennes élimine ces variations

d'angle et, du même coup, les réflexions parasites.

Les images proposées sur cet écran ont été réalisées au microscope électronique à balayage. Contrairement au microscope optique, qui n'a pas de profondeur de champ, cet appareil donne une image nette en épaisseur, d'une grande richesse de détails. Chaque vue a été doublée avec une perspective légèrement décalée pour réaliser des couples stéréoscopiques. A la projection, grâce aux polariseurs, chaque œil du spectateur reçoit la vue qui lui est destinée et le cerveau reconstitue l'image unique en relief. Ce sont ainsi des acariens géants qui sortent de l'écran et viennent parfois à portée de main, permettant d'en découvrir chaque partie avec un luxe de précision. En définitive, le spectateur se trouve dans la situation créée par le film de Jack Arnold, évoquée au début de cet article, lorsque l'homme qui récitatif arrive face à une araignée devenue pour lui monstre géant. Mais la situation qui est faite au spectateur du zoo de Vincennes, est tout de même plus confortable. Ce qui lui permettra de voir, qu'au fond, ces arthropodes ne sont pas toujours de petits monstres.

Roger BELLONE ■

(1) La présentation est ouverte au public depuis fin novembre. Elle a été conçue et réalisée par le Pr Yves Coineau, du laboratoire de zoologie du Muséum d'histoire naturelle avec la collaboration de M. Régis Cleva, du même laboratoire, de Mme Delhi Guillaumain et de M. Pierre Malifoud, de l'université de Paris VI.



même fixé sur un flacon. En disposant une lampe au-dessus de la terre, la chaleur fait fuir les petits animaux qui s'enfoncent dans l'humus, passent à travers la grille et sont recueillis dans le récipient. Sous la loupe binoculaire, il est possible de regarder vivre ces acariens, collemboles et autres bestioles. La télécommande et le zoom permettent de suivre un groupe ou un individu. Sur l'écran vidéo le public assiste aux mêmes scènes, très fortement agrandies.

Lorsque l'opérateur souhaite donner des précisions, il dispose d'un clavier connecté au projecteur Carrousel. En tapant un numéro il appelle la diapositive correspondante qui est dans le magasin et se trouve projetée sur le second écran. Elle peut montrer le paysage où fut recueilli tel acarien, donner un schéma montrant son mode de vie en sous-sol, présenter

LE CRÉPUSCULE DES JEUNES

Le monde est en train de prendre un sérieux coup de vieux. Les plus de soixante ans seront deux fois plus nombreux en l'an 2000 qu'en 1970. démographes et économistes s'interrogent : cette explosion du troisième âge n'est-elle pas un phénomène plus redoutable que la surpopulation ?

Le monde se fait vieux. Au fur et à mesure que diminue la natalité et que s'accroît la longévité, la pyramide des âges se rétrécit à sa base et se gonfle à son sommet. Phénomène quelque peu masqué par la poussée démographique dans un tiers monde qui, à la fin du siècle, réunira 78 % de la population du globe, ce vieillissement n'en est pas moins une donnée universelle, concernant aussi bien les pays en voie de développement que les pays industrialisés. Les conséquences de ce bouleversement, que certains appellent déjà "l'explosion démographique du troisième âge", sont encore mal perçues, mais elles font peur. On évoque une remise en cause des systèmes de retraite et de protection sociale, une transformation des villes, littéralement envahies par les personnes âgées, et l'émergence d'une classe sociale nouvelle, riche en années mais pauvre en ressources, coupée de la société active comme du milieu familial, n'ayant encore que des droits mal définis, mais en passe d'acquérir un poids politique considérable (dans quarante ans, un tiers de l'électorat aura dépassé la soixantaine !).

Bien que la plupart des gouvernements répugnent à l'évoquer, ce "coup de vieux" qui est en train de frapper toutes les populations du globe, il était inscrit dans l'évolution démographique. Il est la conséquence normale de deux mouvements contraires qui, l'un et l'autre, ont une cause identique, le progrès. Le premier mouvement est l'allongement de la durée de vie, dû aux progrès de la médecine, de l'hygiène et de l'alimentation ; le second est la baisse de la natalité, phénomène généralement lié au développement économique.

Quelques chiffres donneront une idée plus nette de ce vieillissement. En 1970, il y avait dans le monde 291 millions de plus de soixante ans : il y en aura près de 600 millions en l'an 2000. Et les plus de quatre-vingt ans passeront, quant à eux, de 26

millions en 1970 à 58 millions à la fin du siècle.

D'ici à 2025, alors que la population mondiale aura à peine doublé par rapport à son chiffre actuel, le nombre des êtres humains dépassant la soixantaine aura, lui, été multiplié par cinq : plus de 1,1 milliard de personnes appartiendront au troisième âge ; autrement dit, un être humain sur sept aura plus de soixante ans.

Les pays industriels sont, naturellement, les premiers concernés, puisque c'est chez eux que la natalité a le plus diminué, et que l'espérance de vie a le plus augmenté. Ainsi, la femme japonaise, avec une durée moyenne de vie de 79,8 ans, détient le record mondial de longévité. Quant à la population du Japon, en passe de se stabiliser autour de 117 millions d'habitants, elle est pour l'heure celle qui vieillit le plus vite : les personnes ayant soixante-cinq ans et plus représenteraient 8,9 % de la population en 1980 ; elles en représenteront 14,3 % à la fin du siècle. Au dernier recensement, le Japon comptait déjà 1354 centenaires, soit huit fois plus qu'il y a vingt ans. On ne sera donc pas surpris d'apprendre que des ingénieurs japonais se préoccupent dès maintenant de mettre au point un robot d'assistance aux personnes âgées, capable aussi bien de préparer et de servir leurs repas que de les aider à prendre leur bain.

En Europe, la proportion des personnes âgées de soixante-cinq ans et au-delà est plus élevée qu'au Japon (entre 13 et 14 % en 1980 ; 13,8 % en France), mais leur nombre croît plus lentement. Les Etats-Unis, avec 10,7 % de personnes appartenant à cette classe d'âge, et le Canada, avec 8,8 % (conséquence d'un "baby-boom" prolongé), accusent la même tendance au vieillissement. A l'horizon 2020, on estime que, dans la plupart des grands pays industriels, les gens de soixante-cinq ans et plus représenteront entre 18 et 20 % de la population. Soit une personne sur cinq !



La Mort et le bûcheron, par G. Doré.

Les pays en voie de développement n'échapperont pas à ce vieillissement : celui-ci se produira seulement avec un certain décalage. C'est vers le tournant du siècle que ces pays réputés jeunes prendront un sérieux "coup de vieux". L'augmentation du nombre des personnes âgées sera d'autant plus rapide que l'explosion démographique amorcée dans les années 50 y aura été plus importante. Ainsi, au Bangladesh, au Brésil, au Mexique ou au Nigeria, le nombre des "vieux" sera 12 à 15 fois plus important qu'aujourd'hui. Sur les 1120 millions de personnes de plus de 60 ans que comptera le globe en l'an 2025, 800 millions appartiendront aux pays considérés actuellement comme en développement.

Lors de la conférence internationale sur la population, qui s'est tenue à Mexico au mois d'août dernier, lesdits pays en développement ne se sont guère sentis concernés par cette perspective. Il est vrai qu'ils sont plus préoccupés pour le moment par les problèmes de surpopulation que par celui du vieillissement. Les pays riches, eux, poussés par l'urgence, ne peuvent plus éluder la question. Sans encore être parvenus toutefois à en discerner clairement la réponse. En fait, ils s'interrogent sur trois points :

1. Quelles seront les conséquences du vieillissement de la population sur les retraites et le budget de la Sécurité sociale ?

2. Ce vieillissement aura-t-il des effets sur l'emploi, et par conséquent sur le chômage ?

3. Quelle qualité de vie la société pourra-t-elle offrir à un troisième âge en constante expansion ?

Ce dernier point mériterait sans doute d'occuper la première place dans la réflexion des démographes et des dirigeants ; or, il ne semble pas que ce soit leur souci principal, ni même celui du

public. A tort, assurément, car une meilleure intégration des personnes âgées dans l'économie et dans la société pourrait contribuer à la solution des deux premiers problèmes.

La menace la plus souvent évoquée est celle qui pèse sur les retraites et sur les prestations de la Sécurité sociale (1). La plupart des systèmes en vigueur, dont le système français, sont des systèmes de répartition. Lorsqu'un employeur retient mensuellement une certaine somme sur le salaire d'un employé, et y ajoute sa part patronale, pour verser le tout à une caisse de retraite, cette dernière ne place pas cet argent sur un compte en banque pour le restituer plus tard au retraité, avec les intérêts accumulés. Les caisses, tout en se ménageant quelques réserves pour éviter les à-coups, redistribuent aussitôt les cotisations encaissées pour payer les retraites en cours. C'est cela que l'on appelle la répartition, c'est-à-dire l'utilisation des contributions des citoyens actifs pour le paiement des retraites.

Ceci étant, la question qui se pose est la suivante : comment continuer à servir des retraites décentes quand le nombre des ayants droit augmente et que celui des actifs diminue ? Le problème est d'autant plus épique que le nombre des retraités s'accroît non seulement du fait du vieillissement de la population, mais aussi à cause de l'abaissement de l'âge de la retraite. Prenons, par exemple, une population dont l'espérance de vie est de soixante-dix ans, et où l'âge de la retraite est fixé à soixante ans. Supposons que, quelques années plus tard, l'espérance de vie soit passée à soixante-quinze ans et que l'âge de la retraite ait été ramené à cinquante-cinq ans. Eh bien, sans aucun autre changement dans la distribution des groupes d'âge, par le simple effet du vieillissement et de l'abaissement de l'âge de la retraite, le nombre des retraités aura doublé !

En ce qui concerne plus précisément la Sécurité sociale, selon le dernier rapport du Bureau international du travail (*Le Travail dans le monde*, 1984), c'est dans la branche vieillesse que la progression des dépenses est la plus forte. « Conjuguée avec le développement des régimes, avec l'amélioration des prestations ainsi qu'avec l'abaissement de l'âge de la retraite, y lit-on, l'augmentation relative de l'effectif des personnes âgées conduit à une progression continue et irrésistible des dépenses dans cette branche. Les prestations servies au titre des régimes de pensions (vieillesse, invalidité, survivants) représentent de plus en plus la part la plus importante des régimes de sécurité sociale. Dans beaucoup de pays, comme la République fédérale d'Allemagne, l'Autriche, l'Italie, les Pays-Bas ou l'URSS, plus de la moitié des dépenses de sécurité sociale sont d'ores et déjà consacrées aux pensions. »

Le BIT insiste sur le surcoût que représente l'abaissement de l'âge de la retraite, que celui-ci résulte de revendications des travailleurs ou de

(1) Voir *Science et Vie* de février 83, n° 785.

dispositions visant à libérer des emplois. « Une telle mesure accroît encore le nombre des bénéficiaires de pensions. Un abaissement généralisé de soixante-cinq à soixante ans aurait pour effet, dans de nombreux pays industrialisés, d'augmenter de 30 à 50 % le nombre des pensionnés. Il s'ensuivrait une surcharge considérable pour la population active. »

Certes, remarque le BIT, dans les pays riches, l'alourdissement des dépenses occasionnées par le paiement d'un plus grand nombre de pensions trouve une contrepartie dans l'allègement des sommes versées au titre des prestations familiales, allègement consécutif à la baisse de la natalité. Cependant il n'y a pas nécessairement adéquation entre le coût social d'un enfant à charge et celui d'un "vieux" : dans certains cas, le "vieux" coûte plus cher ; dans d'autres (notamment lorsque le niveau des prestations familiales sert à encourager la natalité), c'est l'enfant qui socialement est le plus onéreux. En outre, l'impact psychologique des deux types de dépenses n'est pas le même : dans la majorité des sociétés, le coût social d'un enfant est relativement bien accepté, car il est perçu comme un investissement, alors que le coût d'un "vieux" est considéré comme une charge.

Est-ce à dire qu'il faille imputer à la montée de la "vague grise" — pour reprendre un terme employé par certains démographes — la situation critique dans laquelle se trouvent les organismes de sécurité sociale de plusieurs grands pays industriels ? Les avis sur ce point sont partagés.

« Le malaise provient de facteurs extérieurs au système proprement dit », écrivait M. Francis Blanchard, directeur général du BIT, dans le bulletin d'informations de l'Organisation internationale du travail (2). « Il y a d'abord la récession économique mondiale qui constraint la Sécurité sociale à amortir de plus en plus les effets de la crise, ce qui n'est pas son rôle. Avec l'augmentation du chômage, à la fois en volume — les pays de l'OCDE comptent actuellement plus de 30 millions de chômeurs — et en durée — un tiers des chômeurs le sont depuis plus de six mois —, les recettes provenant des cotisations ont diminué. D'autre part, certaines des mesures prises pour encourager l'emploi des jeunes et des personnes âgées — comme l'exemption des cotisations patronales de sécurité sociale — ont également une incidence sur l'équilibre financier du système. »

Pour M. Blanchard, le vieillissement démographique et l'abaissement de l'âge de la retraite ont évidemment une certaine part de responsabilité dans la crise des régimes de sécurité sociale, mais cette part est bien modeste en comparaison de l'augmentation vertigineuse des dépenses de santé. Entre 1960 et 1977, ces dernières ont été multipliées au moins par cinq (en monnaie constante) dans des pays comme le Canada, les Etats-Unis, la Finlande, la France et le Japon. D'une manière générale, dans les pays industrialisés, les dépenses de santé ne sont pas loin de représenter 10 % du produit intérieur brut. Ceci pour plusieurs raisons,

qui vont de l'extension de la protection sociale (qui couvre désormais la plupart des citoyens), aux progrès de la médecine (devenue plus efficace mais aussi plus coûteuse), à la survie d'un plus grand nombre de malades (donc à la prolongation des soins sur une plus longue période) et à l'accroissement de la population dite des "grands vieillards" (les personnes âgées de 75 ans et plus).

Le dernier rapport du BIT, quant à lui, met l'accent sur la relation existant entre le coût de la protection sociale et la dégradation de la situation économique. Pour rendre tolérables certaines conséquences du mauvais fonctionnement de l'économie, les systèmes de sécurité sociale doivent de plus en plus supporter des charges inhabituelles : pensions versées à des personnes mises prématurément à la retraite ; couverture sociale de chômeurs qui n'acquittent plus de cotisations ; exonérations temporaires pour les créations d'emplois, etc.

On le voit, la crise économique ou la forte poussée des dépenses de santé sont davantage incriminées que le vieillissement démographique. Mais il y a plus étonnant encore : selon certains experts, ce vieillissement ne changerait pratiquement rien à la répartition entre personnes actives et personnes inactives, c'est-à-dire au pourcentage d'inactifs qui sont à la charge des actifs. Deux chercheurs de l'Institut national d'études démographiques (INED), Hervé Le Bras et Georges Tapinos, ont démontré par simulation sur ordinateur qu'en France (et il en serait de même dans les autres pays industriels), le rapport actifs-inactifs ne variera guère dans les prochaines années, quel que soit le taux de fécondité — à condition, bien sûr, que l'on ne modifie pas dans un sens ou dans l'autre l'âge de la retraite et celui de la scolarité.

Si, par exemple, la fécondité se stabilise à son niveau actuel, qui est d'environ 1,8 enfant par femme, et si l'on considère que l'âge actif se situe entre 20 et 65 ans, la répartition actifs-inactifs sera la suivante :

	1975	2000	2025	2050
<i>Population d'âge actif</i>	55 %	60 %	59 %	58 %
<i>Population d'âge inactif</i>	45 %	40 %	41 %	42 %
<i>(dont moins de 20 ans)</i>	32 %	26 %	23 %	22 %
<i>(dont 65 ans et plus)</i>	13 %	14 %	18 %	20 %

A priori, on pourrait penser que, avec un taux de fécondité plus élevé, le pourcentage de la population d'âge actif serait également plus élevé. Il n'en est rien, comme le montre le tableau suivant, établi sur la base d'un taux de fécondité de 2,2 enfants par femme :

	1975	2000	2025	2050
<i>Population d'âge actif</i>	55 %	57 %	56 %	58 %
<i>Population d'âge inactif</i>	45 %	43 %	44 %	43 %
<i>(dont moins de 20 ans)</i>	32 %	29 %	28 %	28 %
<i>(dont 65 ans et plus)</i>	13 %	14 %	16 %	15 %

Deux leçons sont à tirer de ces tableaux. La première, c'est que la véritable question qui se

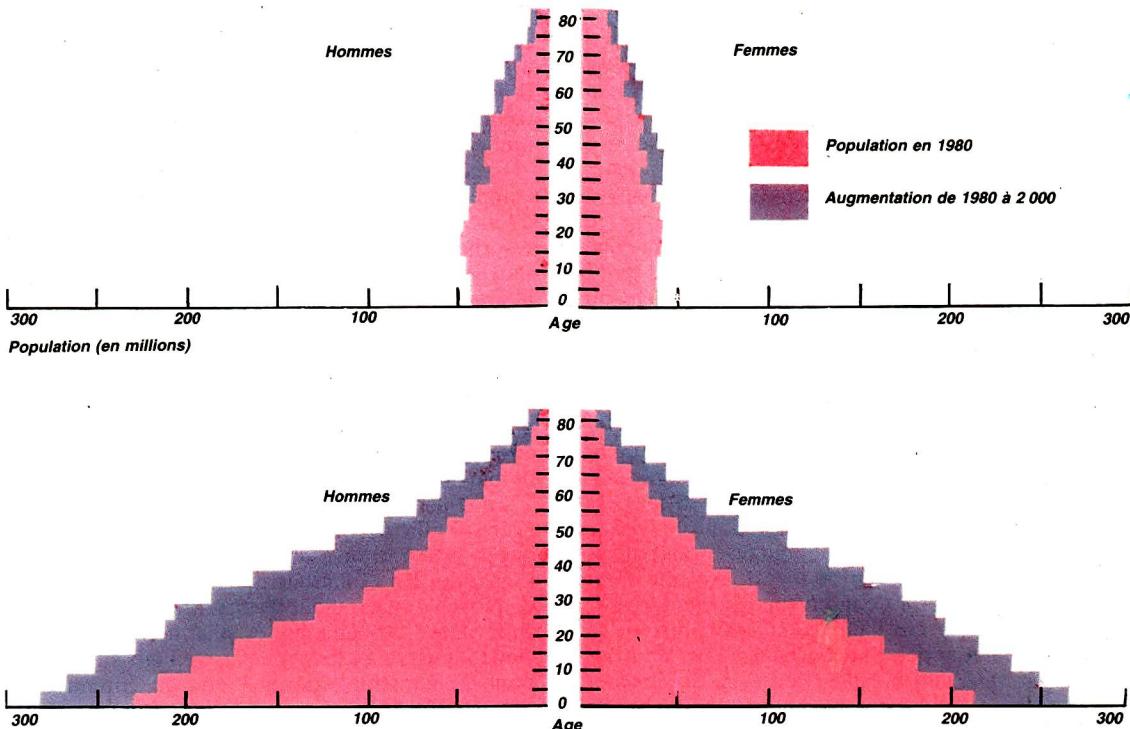
(2) *Informations OIT*, 1983.

pose n'est pas : qui paiera les retraites ? Mais : qui paiera pour les inactifs ? Les actifs, en effet, payent non seulement les pensions des retraités, mais aussi les crèches, les écoles, les lycées et les universités des jeunes. La seconde leçon, c'est que, le rapport actifs-inactifs ne variant pas de façon très significative, le sort des inactifs dépend en définitive de la capacité productive des actifs, c'est-à-dire en réalité du volume total des biens et des services produits par une nation. S'il y a croissance de ces biens et de ces services, la société peut sans problème subvenir aux besoins de ses inactifs ; s'il y a récession, la prise en charge de ces mêmes inactifs devient précaire et lourde à supporter.

De toute façon, dans les sociétés modernes, qu'elles soient capitalistes, socialistes ou communistes, la redistribution des richesses entre actifs et inactifs se fait par l'entremise de l'Etat, et subit de ce fait la marque des idéologies en cours. Voilà pourquoi la façon d'appréhender les problèmes peut mener à des conclusions diamétralement opposées. Ainsi, pour les uns, le salut réside dans une croissance démographique continue, tandis que,

des plus périlleux. Il est déjà fort difficile de tirer de la situation actuelle des tendances pour l'avenir ; il est encore plus hasardeux de pressentir quels seront les comportements individuels et collectifs face à une conjoncture nouvelle. Or, ces comportements peuvent modifier du tout au tout un avenir sagement extrapolé à partir des données du présent. Ainsi, il y a quelques années encore, l'épouvantail de la surpopulation faisait frémir les futurologues, qui voyaient la terre submergée par des hordes de Chinois et d'Indiens mourant de faim et envahissant l'Occident pour tenter de survivre. Aujourd'hui, tout porte à croire que l'explosion démographique mondiale ne sera pas tout à fait ce que l'on pouvait redouter et, lors de la Conférence internationale sur la population, à Mexico, les Américains ont été les premiers à tirer les conséquences de cette évolution en abandonnant toute idée de restreindre la croissance démographique des pays en voie de développement par une limitation autoritaire des naissances.

En dehors des paramètres psychologiques, généralement imprévisibles, il est aussi des mutations technologiques dont on n'a pas encore mesuré



En haut, la pyramide des âges des pays industriels, écrasée à la base : un vieillissement de la population qui ira croissant d'ici l'an 2000. En bas, la pyramide des âges du tiers-monde ; une base démesurément large témoignant de l'essor démographique.

pour les autres, la "croissance zéro", c'est-à-dire la stabilité de la population, est la seule solution d'avenir. Là comme ailleurs, chacun voit midi à sa porte.

Plus objectivement, il faut reconnaître que les prévisions à long terme que l'on demande aux démographes et aux économistes sont un exercice

toute la portée. C'est le cas, par exemple, de l'informatisation et de l'automatisation de la production industrielle, dont le premier effet est une augmentation spectaculaire de la productivité individuelle, et le second, corrélatif du premier, une diminution des besoins en main-d'œuvre et un abaissement des qualifications professionnelles.

Aujourd'hui, une machine pilotée par ordinateur et surveillée par un seul homme produit autant que 10 hommes sans machine. De ce fait, on observe dans l'industrie un phénomène identique à celui qui a déjà transformé de fond en comble l'agriculture : la mécanisation et l'automatisation des tâches les plus pénibles ou les plus fastidieuses, entraînent une "libération" concomitante de quantité de bras, tant dans la sidérurgie que dans les mines de charbon, les usines d'automobiles ou les ateliers de confection.

Cette "libération" ne se fait pas sans douleur (voir *Science & Vie* du mois dernier), car elle contribue non seulement à la montée du chômage, mais aussi au déclassement des travailleurs, dont la formation ou les qualités professionnelles trouvent rarement à s'employer dans le secteur le plus ouvert, celui des services. Aussi, les reconversions dans le tertiaire se font-elles souvent au prix d'une diminution sensible des rétributions et de l'acceptation d'un travail moins intéressant.

Au plan qui nous intéresse, le seul élément véritablement positif de cette mutation, c'est l'accroissement de la productivité individuelle, qui devrait se traduire, lui, par une augmentation sensible des rémunérations, donc des cotisations sociales. Si bien que, à la limite, à la question : qui paiera les retraites ? on pourrait répondre : de moins en moins de gens, mais des gens de plus en plus productifs !

Cela dit, une telle réponse risque de paraître incongrue en période de récession économique, d'abaissement du pouvoir d'achat et d'aggravation du chômage, où chaque "vieux" peut être perçu comme un chômeur supplémentaire ou comme une bouche de plus à nourrir. C'est justement pour éviter de semblables malentendus que, face au vieillissement démographique, il est urgent de définir la place que la société doit accorder aux personnes âgées, et la qualité de vie qu'elle est prête à leur offrir.

A la 11^e Conférence internationale de gérontologie, qui s'est tenue à Rome il y a quelques semaines, l'économiste Alfred Sauvy constatait avec amertume : « Ces vieux, comme il faut les appeler sans peur, ces hommes dont le visage manque souvent d'esthétique, qui accusent parfois les stigmates de la douleur, qui parfois même n'ont plus la pleine liberté de mouvements, dont l'espérance de vie est assez faible, et qui subissent ce qu'il faut bien appeler la charge des ans, nous les plaignons sans jamais les envier. » Et de résumer la situation en une formule choc : « La qualité de vie baisse à mesure que s'accroît sa quantité. »

Afin de corriger cette déplorable évolution, l'UNESCO suggérait, lors de la Conférence de Mexico, que l'on ne considère plus les personnes âgées « simplement comme un groupe dépendant dont il faut satisfaire les besoins », mais que l'on tienne compte également « de la contribution qu'elles pourraient apporter aux activités sociales, culturelles et économiques de la communauté ». Et, prenant argument de l'âge souvent avancé des dirigeants politiques, l'UNESCO soulignait que « la vieillesse peut être une période créative et

productive ».

Il s'agit en somme de jeter un regard nouveau sur le troisième âge et de ne plus le considérer seulement comme une charge pour la nation. Détenants d'une bonne partie du patrimoine, libres de leur temps, forts de leur expérience, les sexagénaires et les septuagénaires peuvent encore jouer un rôle économique et social important.

Un exemple entre cent autres : pourquoi les industriels et les commerçants considèrent-ils les jeunes comme un "marché" intéressant et le troisième âge comme un poids qui freine l'expansion ? Les "vieux" sont pourtant des clients comme les autres, et parfois même meilleurs que les autres (pour les agences de voyages, par exemple).

Mais comment faire admettre que les personnes âgées en bonne santé puissent prolonger leur vie active et mettre leur compétence et leur expérience au service de la société, quand, parallèlement, à cause de la crise, tout travailleur d'un certain âge qui détient encore un emploi est considéré comme un usurpateur, qui "devrait céder sa place aux jeunes" ? « Nous touchons ici le grand drame, la grande défaillance, commente sévèrement Alfred Sauvy. Par l'effet d'une immense sottise et presque par une volonté de ne pas comprendre, la société contemporaine ne parvient pas à donner du travail à tous ceux qui le désirent, alors que les besoins privés et publics sont loin d'être satisfaits, que les tâches qui nous attendent sont à peu près illimitées. »

Faute d'avoir défini une politique globale de l'emploi, bien des pays industriels nagent aujourd'hui en pleine incohérence. Sous prétexte de résorber le chômage, ils cherchent à la fois à sauvegarder l'activité des travailleurs âgés et à libérer des places pour les jeunes, sans toucher pour autant à l'emploi des travailleurs dans la force de l'âge. Mission quasi impossible ! Ainsi, en France, la préretraite est utilisée pour "dégraisser" les effectifs de certaines industries, tandis que, dans le même temps, des primes sont versées aux entreprises pour les inciter à embaucher des cadres de plus de 50 ans au chômage.

Ce souci de préserver l'emploi des travailleurs âgés — afin de ne pas avoir trop de retraites à payer — se retrouve du reste un peu partout dans le monde. En Grande-Bretagne, par exemple, les employeurs qui veulent licencier du personnel doivent verser des indemnités plus importantes aux vieux ouvriers, et les syndicats veillent à l'application du principe "dernier engagé, premier licencié". En Italie, des conventions ont été signées chez Fiat et chez Olivetti, qui garantissent l'emploi d'un certain de nombre de travailleurs vieillissants. Mais c'est sans doute au Japon que les mesures en faveur des travailleurs âgés sont les plus avancées. Il est vrai que les autorités du pays doivent tenir compte du fait que le nombre des personnes de 65 ans et plus va doubler d'ici à l'an 2 000. Aussi la législation sociale prévoit-elle dès à présent la création, dans certaines branches d'activité, de postes correspondant aux capacités des travailleurs âgés. D'autre part, les entreprises japonaises sont astreintes à employer un certain quota de vieux

ouvriers (au moins 6 % du total des salariés à plein temps). Exemple à méditer, mais difficilement applicable hors du contexte de ce pays, où de nombreuses firmes offrent des emplois "à vie" et où le chômage est faible.

La situation est encore différente aux États-Unis. Là-bas, les "vieux" ont pris conscience — bien avant l'ère Reagan — de leur puissance électorale et financière, et ont constitué des groupes de pression (connus sous le nom de "panthères grises") qui ont œuvré pour que, d'une part, toute discrimination fondée sur l'âge soit interdite en matière d'emploi et que, d'autre part, des mesures législatives soient prises réglementant l'embauche et le licenciement des travailleurs âgés. De plus, des programmes fédéraux ont été mis sur pied dans le dessein avoué de créer des emplois pour les travailleurs en fin d'activité.

Mais revenons au vieillissement démographique. Certains pays tentent d'y échapper en pratiquant des politiques natalistes plus ou moins autoritaires. D'autres s'y résignent, acceptant un fait de société qui leur paraît inéluctable, et cherchant plutôt à en évaluer les conséquences et à en amortir le choc. D'où des problèmes d'adaptation — de transition, disent les spécialistes —, mais aussi quelques regrettables confusions.

Ainsi, ceux qui redoutent que le vieillissement de la population n'entraîne une diminution du nombre des actifs par rapport au nombre des inactifs se trompent lourdement. Car cette diminution est déjà en cours, et se fait indépendamment du vieillissement de la population.

A propos de ce vieillissement, d'ailleurs, ouvrons ici une parenthèse pour souligner combien il est relatif. Le Pr Henri Pequignot, de la faculté de médecine de Paris, faisait remarquer, lors de la dernière Conférence internationale de gérontologie, que l'état de santé du septuagénaire d'aujourd'hui est très supérieure à celui du sexagénaire d'il y a un quart de siècle. Les progrès considérables qui ont été accomplis dans la prévention et le traitement des affections habituellement liées à l'âge, telles que l'hypertension artérielle, l'artériosclérose, les douleurs rhumatismales ou les tumeurs malignes, de même que la correction des anomalies sensorielles et la réhabilitation des sujets atteints de troubles moteurs, ont contribué à maintenir à un niveau élevé les capacités physiques et intellectuelles des personnes âgées. Le sexagénaire de 1984 est donc plus "jeune" que celui de la génération précédente, et celui de 2020 sera encore mieux "conservé" que celui d'aujourd'hui.

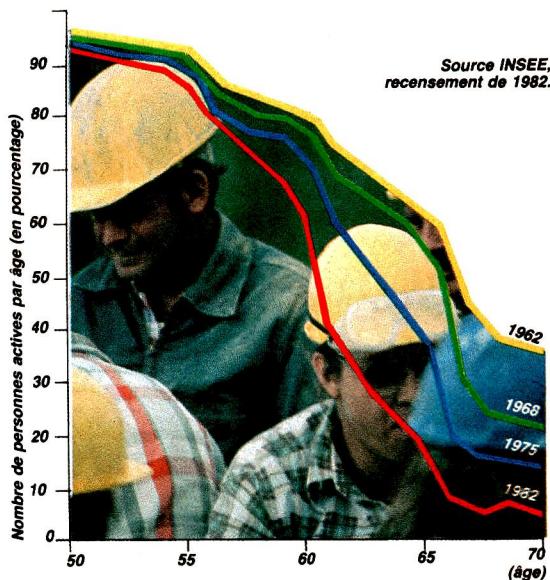
Or, que constatons-nous ? Que, malgré un moindre vieillissement, les sexagénaires actuels travaillent beaucoup moins que ceux de 1960. Et cela nous ramène à la diminution du nombre des actifs, qui, disons-nous, n'a rien à voir avec le vieillissement de la population.

Les plus récentes statistiques françaises sont, à cet égard, tout à fait révélatrices. Ainsi, un rapport officiel intitulé *la France et la population*, établi avec la collaboration technique de l'Institut national d'études démographiques, met en évidence l'extraordinaire rétrécissement du pourcentage des

actifs, rétrécissement dont les causes principales sont non pas le vieillissement de la population, mais la prolongation de la scolarité des jeunes et la mise à la retraite de plus en plus précoce des personnes de moins de 65 ans.

Citons le rapport en question : « Au recensement de 1982, la France a 54,3 millions d'habitants, dont 35,5 millions ayant de 15 à 65 ans. Sur ces 35,5 millions, il y a 23,5 millions d'actifs⁽³⁾ — 14 millions d'hommes et 9,5 millions de femmes —, dont 21,5 millions d'actifs ayant un emploi et 2 millions en recherchant un. Quant aux 12 millions de personnes de 15 à 64 ans n'ayant pas d'emploi et n'en recherchant pas, ce sont des gens poursuivant leurs études, des moins de 65 ans déjà retraitées ou dotées d'un statut voisin, et des femmes au foyer (environ 5 millions). »

Sur les 35,5 millions d'habitants appartenant à ce que les démographes appellent le "groupe d'âge actif" (de 15 à 64 ans), on voit donc que seuls les deux tiers d'entre eux sont des actifs réels. Les autres, virtuellement actifs, vont en fait gonfler artificiellement les effectifs des inactifs. Cela signifie que, chaque fois que l'on permet aux jeunes de prolonger leurs études ou aux "vieux" d'anti-



Ces courbes montrent la réduction du taux d'activité, en France, des hommes de 50 à 70 ans entre 1962 et 1982. En 1962, à 70 ans, un homme sur cinq était actif ; en 1982 moins d'un sur dix.

ciper sur l'âge normal de la retraite, on diminue la proportion des actifs et on augmente celle des inactifs. Or, la progression de la scolarisation et l'abaissement de l'âge de la retraite sont deux phénomènes qui se sont accélérés depuis une vingt-

(suite du texte page 166)

(3) Fait partie des actifs ou de la population active toute personne exerçant ou recherchant une activité rémunérée. Les chômeurs sont donc considérés comme des actifs. Si on les exclut, on parle des "actifs ayant un emploi". Les femmes au foyer, les militaires du contingent, les étudiants et les retraités ne sont pas comptés parmi les actifs, à moins qu'ils n'exercent ou ne recherchent par ailleurs une activité rémunérée.

**Les marges
des obligations indexées
traduisent l'écart entre
le rendement actuariel
du titre et le taux
du marché obligataire.**

*En quoi
êtes-vous
concerné?*

Les média vous bombardent d'informations économiques incompréhensibles ou incomplètes. Vous vous sentez perdu, écarté, impuissant. Et pourtant, vous êtes concernés. Aujourd'hui tout va changer. Avec **Science & Vie Economie**, le magazine qui met toute l'économie à votre portée, qui vous explique tout. Clairement. Utilement. Les vraies clés de l'économie, les dessous des mots et des chiffres, c'est dans **Science & Vie Economie**.

Avec **Science & Vie Economie** vous entreprenez mieux, vous consommez mieux, vous épargnez mieux, vous gérez mieux, vous investissez mieux. Bref, vous agissez mieux.

Chaque mois vous avez besoin de **Science & Vie Economie** pour dominer au lieu de subir.

SCIENCE & VIE ECONOMIE

Comprendre pour agir.

N°1

SCIENCE & VIE
ECONOMIE

N° 1 DECEMBRE 84/18 F

LES CLEFS DE LA REUSSITE.

Le dollar
à 10 francs,
pourquoi?

Sulitzer:
mon libéralisme.

SONDAGE EXCLUSIF: ECONOMIE,
LES FRANÇAIS ONT LA MOYENNE

★ 7 créateurs d'emplois.
★ La valse à huit temps
du prix de l'essence.
★ Initiation : les milliards
et le jargon du budget.
★ Entrepreneur :
les obsessions
de Patrick Jossier.
★ Comment racheter
l'entreprise de son patron.
★ SICAV : comment
s'y retrouver.
★ Banques sur canapé.
★ Fortunoscope.

M 26311 ISSN 0765-0027/135 FB. 6 FS. 2.75 \$DC. 450 Pcs. 78 Dh. 18 Dt.

À L'ASSAUT DE LA DÉMENCE SÉNILE

Il y a encore dix ans, le "gâtisme" était une fatalité. Puis on l'a identifié comme une vraie maladie du système nerveux, dite d'Alzheimer. Maintenant, on commence à en comprendre les causes et les mécanismes, dont une part est héréditaire. On recherche même des médicaments.

Cela commence par des signes anodins : des absences ; les souvenirs s'embrouillent ; un tel désapprend soudain à se servir du téléphone ; un autre arrive à mettre sa voiture en marche et à la conduire mais, malgré quarante ans d'expérience au volant, il ne sait plus faire fonctionner l'essuie-glace ; une ancienne comptable établit des chèques sans queue ni tête. Imperceptiblement au début, de façon de plus en plus évidente par la suite, la personnalité change : on ne s'intéresse plus à rien, on fait des caprices, on s'enferme dans ses petites idiosyncrasies. Le pire, peut-être, à ce stade du mal, est que le sujet en a conscience, il assiste à sa propre dégradation, il en souffre et en devient anxieux.

Puis les symptômes s'accélèrent. Le malade s'habille en dépit du bon sens. Il profère, à propos d'on ne sait quoi, d'effroyables obscénités, lui autrefois si courtois. Son émotivité se désorganise, passe de l'aménité à l'agressivité. Il perd le sens de l'espace, du temps, ne sait plus où il habite ni en quelle année il vit ? Sa pensée est de plus en plus incohérente, son comportement, troublé, oscillant entre l'apathie et la surexcitation. Il n'a aucune suite dans les idées, dans les gestes ; il ouvre le gaz sans l'allumer, laisse l'eau de la baignoire inonder la maison sans réagir. Une femme est morte dans un incendie, récemment à New York, parce qu'elle faisait rôtir un poulet à même la flamme des quatre brûleurs grands ouverts de sa cuisinière. Le sujet retombe en enfance, pique des crises quand il se croit contrarié. Cela évolue tristement, vers l'incontinence d'abord : il "fait" n'importe où, dans son pantalon, sur le tapis. « C'était comme si j'avais eu un bébé à l'âge de 61 ans, à la différence que je savais qu'il ne grandirait plus et qu'il n'apprendrait jamais rien », dit la femme d'un de ces malades, lequel a dû être hospitalisé tellement il était devenu invivable. Aujourd'hui, il végète dans la phase la plus aiguë de ce mal redoutable,

ne bouge plus, ne parle plus, est incapable de manger seul, de demander qu'on lui donne à boire. Il faut le nourrir, le laver, comme un petit enfant. Seule et piètre consolation pour la famille : il est devenu complètement indifférent à son état.

On appelle cela maladie d'Alzheimer⁽¹⁾. Un nom encore peu répandu chez le grand public mais qui aura, avant longtemps, sa place dans le vocabulaire quotidien, tant cette maladie s'étend d'année en année. Véritable problème de notre fin de siècle, la maladie d'Alzheimer touche surtout la classe de la population qui croît le plus vite dans nos pays modernes : le troisième âge. Il s'agit d'une des formes les plus impitoyables de la démence sénile.

Plus que débilitante, elle est aussi, souvent, meurtrière ; elle représente la quatrième cause de décès chez les Américains adultes. La plupart des victimes ont 65 ans et au-dessus. Dans la tranche d'âge principalement visée, on dénombrait aux Etats-Unis 20 millions de ces malades en 1970, 26 millions en 1982 ; les autorités médicales prévoient qu'ils seront 37 millions en l'an 2000.

Les Américains, à qui nous devons les données épidémiologiques les plus précieuses concernant ce mal, estiment que 5 à 10 % des plus de 65 ans souffrent de démence sénile sous une forme ou sous une autre, et que la moitié de ces cas relèvent plus spécifiquement de la maladie d'Alzheimer. Celle-ci représente donc à elle seule la part la plus importante des troubles mentaux liés au vieillissement. Mais la barre fatidique des 65 ans ne signifie pas que la population plus jeune soit épargnée ; la maladie peut frapper dès l'âge mûr

(1) Alois Alzheimer (1864-1917), neurologue allemand, fonda l'école de neuropathologie de Munich, se consacra à l'étude anatomo-pathologique de la paralysie générale et de diverses déficiences mentales, particulièrement celles liées à la sénilité. Il est le premier à avoir décrit les lésions des tissus cérébraux dans la maladie qui porte son nom.

— presque un tiers de malades ont moins de 65 ans, quelques-uns mêmes sont dans leur quarantaine. On parle dans ce cas de "démence pré-sénile". Du point de vue statistique, un couple sur trois aux Etats-Unis a quelqu'un dans son ascendance directe qui est atteint de la maladie d'Alzheimer. C'est une charge morale, et physique, qui pèse lourdement sur les familles, mais c'est aussi une charge financière énorme pour la société. La collectivité finit par prendre en charge la très grande majorité de ces malades, qu'on est obligé à un moment ou à un autre d'hospitaliser. Aux Etats-Unis, ils forment plus de 50 % de la population des hôpitaux et maisons de repos, grosse de 1,3 million de patients. Plus de la moitié du budget de ces établissements, qui totalise 26 milliards de dollars, est consacré à les soigner. On n'a pas comptabilisé les dépenses énormes de recherche investies dans l'espoir de pouvoir un jour les guérir.

Aucun inventaire systématique de la maladie n'a été fait en France. Il n'existe donc pas de statistiques comparables pour notre pays. Mais les médecins considèrent qu'on peut raisonnablement extrapoler la situation chez nous à partir des chiffres américains, car la maladie d'Alzheimer semble avoir la particularité, parmi les différentes affections mentales du 3^e âge, d'être plus indépendante que d'autres à l'égard des conditions du milieu (climat, environnement socio-professionnel, type de civilisation ambiante, situation économique) ou des facteurs personnels (hygiène, alimentation, activité physique). Il existe en effet plusieurs formes de démences tardives, dont celles qui sont imputables à l'artériosclérose, à l'alcoolisme, à diverses intoxications, et qui sont en rapport avec un mode de vie particulier.

La maladie d'Alzheimer, elle, n'a pas d'origine reconnaissable, de contexte précis ; elle se présente comme une atteinte cérébrale progressive, dégénérative, irréversible, de cause non identifiée. Ses symptômes sont connus, mais par contre, son "étiologie" ne l'est pas. On ne peut même pas dire qu'il y ait des signes avant-coureurs qui permettraient de discerner une prédisposition chez tel ou

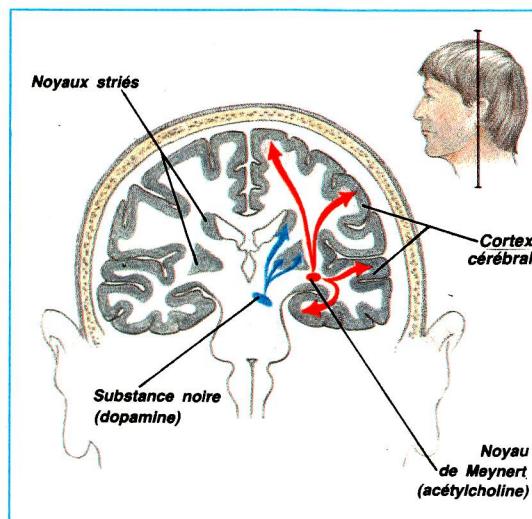
tel individu.

L'hérédité serait-elle en cause ? Une très sérieuse enquête médicale portant sur plusieurs pays, a permis de distinguer deux groupes de malades : d'une part, ceux qui, dans leur famille, sont des cas isolés ; de l'autre, ceux qui appartiennent à des familles où l'on retrouve la maladie, plus ou moins fréquente à chaque génération. Le Pr Weitcamp, généticien de l'université de Rochester dans l'état de New York, a pu ainsi étudier 100 personnes, membres d'un groupe familial de 257 individus dont 51 avaient, ou avaient eu avant de mourir, la maladie d'Alzheimer. Dans le sang des 100 sujets, il a décelé deux types d'anomalies génétiques. La première concerne le système immunitaire dit HLA (Human Leucocyte A), principal mécanisme de comptabilité tissulaire connu chez l'homme, celui qui détermine la réussite ou l'échec d'une greffe. La deuxième anomalie se rapporte aux immunoglobulines (Ig), qui sont les anticorps.

D'après Weitcamp, la maladie se déclencherait lorsque les deux désordres génétiques se trouvent réunis chez un même individu. Cette coïncidence malheureuse expliquerait à la fois les cas isolés dans une famille saine (le hasard de deux héritages d'origine différente) et le cas où la maladie est "endémique" à toute une famille (la transmission en bloc des deux anomalies). Le Dr Heston, professeur de psychiatrie à l'université du Minnesota, considère pour sa part que le facteur héréditaire « joue son rôle le plus dominant dans les cas les plus précoce ». Parmi les exemples relevés, celui de deux sujets appartenant à un groupe de trois frères et sœurs, qui ont contracté le mal à ...27

ans. D'après le Pr Folstein, du département de psychiatrie de l'université Johns Hopkins, à Baltimore, un frère et une sœur, un fils et une fille de malade courent plus de 50 % de risque d'avoir eux-mêmes la maladie s'ils vivent au-delà de 90 ans.

Incidence héréditaire ou non, une chose est déjà scientifiquement établie : la maladie d'Alzheimer est un désordre du système biochimique qui s'exprime par un déficit d'acétylcholine cérébrale. Cette substance est un médiateur chimique, c'est-



Maladie de Parkinson, maladie d'Alzheimer. Deux maladies dues à un défaut de neurotransmetteurs, causé par la destruction des cellules qui les fabriquent. Sur une coupe frontale du cerveau, on voit, à gauche la lésion de la substance noire. Ses neurones fabriquent la dopamine, et envoient leurs axones la décharger dans les noyaux striés. Ceux-ci privés de neurotransmetteur présentent des perturbations graves constituant la maladie de Parkinson. A droite, le noyau de Meynert est détruit. C'est une source essentielle d'acétylcholine pour le cortex cérébral qui reçoit les axones de ses cellules. Privé de neurotransmetteur, le cortex présente les lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer.

à-dire un produit élaboré par une fibre nerveuse et qui, lorsqu'il est libéré au moment de la stimulation de celle-ci, provoque la réponse d'un organe "effecteur", cellule musculaire ou glandulaire. Ce médiateur chimique transmet l'influx nerveux au niveau des synapses neuro-musculaires et des synapses parasympathiques du système végétatif. La synapse est une zone d'échange entre deux cellules nerveuses (neurones), ou entre un neurone et la cellule d'un organe récepteur. Le phénomène électrique associé à l'influx nerveux s'accompagne d'une sécrétion d'acétylcholine, qui agit sur la membrane synaptique de la cellule suivante. Cette substance est donc indispensable au fonctionnement du système nerveux.

La maladie d'Alzheimer est caractérisée par un manque d'acétylcholine dans le cerveau, tout comme la maladie de Parkinson est caractérisée par un manque de dopamine, autre médiateur chimique important, dans les noyaux striés (voir dessin page précédente). Acétylcholine et dopamine sont des neuro-transmetteurs très largement répandus dans le système nerveux central. Or, dans le cas de l'une comme de l'autre de ces maladies, ces produits ne sont déficients que dans des régions précises du cerveau, et non dans sa totalité. On doit en déduire nécessairement que la cause ne réside pas dans le mécanisme biologique général de leur fabrication ; il faut donc la chercher dans une atteinte plus spécifique des fonctions nerveuses et de leur expression biochimique.

Pour la maladie de Parkinson, on sait déjà qu'elle a sa source dans la destruction d'un certain groupe de cellules situé au sommet du tronc cérébral, ce qui empêche la dopamine d'être déchargée dans les noyaux striés. La maladie d'Alzheimer présente une ressemblance ; on a découvert récemment que les fibres qui conduisent l'acétylcholine dans le cortex cérébral, ont pour une part essentielle leur origine dans un amas de neurones situé dans le noyau de Meynert. Or, ce sont les cellules de ce noyau qui se trouvent sélectivement détruites dans la maladie d'Alzheimer. Et c'est leur destruction qui prive le cortex cérébral d'une grande partie de son acétylcholine.

Mais alors, puisque cette anomalie neurochimique est dûment expliquée et localisée, cela n'ouvre-t-il pas une voie royale pour son traitement ? Puisqu'il y a défaillance du médiateur chimique, il "n'y a qu'à" la compenser par un apport thérapeutique d'acétylcholine.

Cela serait possible, n'était que les médiateurs chimiques ne font défaut qu'à certains endroits du cerveau ; ailleurs, ils ont un niveau normal. En administrant de l'acétylcholine au malade, on risque d'affecter, en les surchargeant, les zones qui fonctionnent correctement. C'est ce qui a rendu si difficile jusqu'ici le traitement de la maladie de Parkinson, où l'on ne dispose pas de technique efficace pour pallier sélectivement la carence en dopamine. Pour la maladie d'Alzheimer, les moyens de lutte sont plus décevants encore. Certes, la découverte d'une lésion précise, exactement "bornée" sur la carte anatomique, dont on

sait désormais qu'elle est le "lieu géométrique" d'un trouble biologique déterminé, est un progrès médical marquant ; mais cette étape est pour l'instant insuffisante pour nous fournir le moyen d'opérer la guérison. Connaissance n'implique pas encore pouvoir. Car nous ignorons toujours ce qui se passe en amont et en aval de ce point critique, les raisons d'une part, de l'autre les effets biologiques exacts, de ce déficit en acétylcholine.

Des deux grandes percées récentes réalisées dans ce domaine, la première concerne une découverte biochimique remarquable, effectuée grâce à l'effort conjugué d'une équipe de chercheurs du laboratoire de neurobiologie moléculaire de Belmont, et d'un groupe de la faculté de médecine de l'université Harvard, à Boston, les deux centres se trouvant dans le Massachusetts. Ces travaux ont été rendus possibles par une technique récente de la cryobiologie, qui permet de conserver toute leur activité enzymatique à des cerveaux prélevés par autopsie et immédiatement congelés. Précédemment, pour enrayer la rapide dégradation du tissu nerveux après la mort, on "formolait" le cerveau ; on arrivait par ce truchement à le sauver de la putréfaction, mais les études biologiques sur l'organe ainsi préservé étaient impossibles, du fait de la destruction des enzymes par le formol. Pas question alors de voir fonctionner des cellules cérébrales. Maintenant, grâce à la conservation des cerveaux par le froid, les chercheurs peuvent non seulement pratiquer les coupes anatomiques habituelles, mais surtout, en mettant les tranches de tissu cérébral dans un liquide réchauffant et nourricier, assister à la "renaissance" de la vie des cellules et observer leur comportement intime.

En étudiant le cerveau des victimes de la maladie d'Alzheimer, les chercheurs américains ont mis au jour, dans le cortex surtout, mais aussi dans des régions plus profondes de l'organe, des zones neurologiquement "sinistrées" (voir dessin page ci-contre), où les neurones avaient été détruits par dégénérescence, laissant derrière eux, en guise de vestiges, des "plaques neurotiques", sortes de croutes cicatricielles, et des amas de neurofibrilles enchevêtrées. Ces altérations anatomiques, particulières à la maladie d'Alzheimer, sont d'autant plus nombreuses que les troubles démentiels ont été plus profonds du vivant de la victime. On trouve donc, ici encore, une relation très constante entre les manifestations psychiques de la maladie et la gravité des lésions matérielles.

Les chercheurs ont alors sondé l'activité biochimique de ces cerveaux. Ils y ont mesuré le taux de synthèse de protéines nouvelles, en comparant les cerveaux provenant de "propriétaires" mentalement sains, et ceux qu'on avait prélevés sur des victimes de la maladie d'Alzheimer, les deux groupes étant représentés par des "donneurs" morts aux mêmes âges. Les seconds accusent une activité très diminuée par rapport aux premiers : leur cerveau produit à peine moitié moins de protéines (45,3 %) que celui des sujets non atteints de psychose. Ce niveau, étonnamment réduit, de l'activité métabolique pourrait expliquer la destruction massive des neurones chez les malades ;

en effet, pour survivre, les cellules saines recréent continuellement les protéines de leur protoplasme, et ce travail n'est nulle part plus intense dans l'organisme qu'au niveau du cerveau.

A quoi donc tient cette déficience de la synthèse protéique ? On pense pouvoir l'attribuer à des erreurs dans la transmission des informations génétiques au sein de la cellule vivante. Les protéines sont, en effet, fabriquées selon un plan préétabli que la nature a consigné dans les gènes, c'est-à-dire dans la structure chromosomique de l'acide désoxyribonucléique (ADN) du noyau cellulaire. Ce noyau est amené à produire une copie strictement conforme du fragment d'ADN contenant le plan de fabrication : le duplicata est un acide ribonucléique (ARN), véritable "transcription" du gène et qui constitue la première étape des activités de synthèse. L'ARN, dit "messager", transporte l'information génétique contenue dans l'ADN vers des organites cellulaires (ribosomes) qui servent de décodeurs ; l'information, une fois déchiffrée, commande l'assemblage des acides aminés en chaînes protéiques — la protéosynthèse.

Ce mécanisme est bien connu, mais par quoi serait-il dérangé dans la maladie d'Alzheimer ? S'agit-il d'une transcription défectueuse, ou d'une anomalie après transcription qui surviendrait dans le processus même de la synthèse ? Autrement dit, le problème touche-t-il directement l'ADN, ou concerne-t-il les activités métaboliques de la cellule au niveau du protoplasme ? On a découvert que l'ARN ne travaille pas seul ; il est associé à une enzyme, la ribonucléase, dont le rôle est de détruire plus ou moins rapidement, en le décomposant par hydrolyse, après qu'il ait accompli sa mission, parfois même avant si nécessaire.

Or, en étudiant le comportement de cette ribonucléase dans les cerveaux malades prélevés sur des morts, les biochimistes se sont aperçus qu'elle est étroitement associée à une protéine encore non identifiée, mais dont on a mesuré la masse moléculaire : 50 à 60 k dalton (°).

Il se trouve que cette protéine nouvellement détectée agit comme un "inhibiteur" de la ribonucléase, c'est-à-dire comme un agent qui empêche ou freine l'activité de l'enzyme en question.

Quand les chercheurs prélèvent des tranches de cerveaux enlevés à des morts, qu'ils en broient le tissu nerveux et le traitent par centrifugation et

homogénéisation, ils obtiennent ce qu'ils appellent un "homogénat". Pour les cerveaux atteints de la maladie d'Alzheimer, l'analyse de cet homogénat révèle la présence de plusieurs produits : les constituants de l'ARN, une certaine quantité d'un complexe formé par la ribonucléase associée à l'enzyme inhibitrice — et qui a donc perdu son pouvoir catalyseur — et une part résiduelle de ribonucléase libre, encore active.

Les biochimistes ont eu l'idée d'ajouter à cet homogénat un produit qui inhibe à son tour l'inhibiteur. Autrement dit, qui neutralise l'effet neutralisant de la mystérieuse protéine. C'est le p-chloromercurobenzoate (PCMB). La ribonucléase retrouve alors ses pleins pouvoirs et reprend son activité enzymatique.

Alors, grâce à cette substance "ressuscitée", on a pu se livrer à de nouvelles comparaisons sur les deux groupes d'échantillons de cerveaux. Chez les

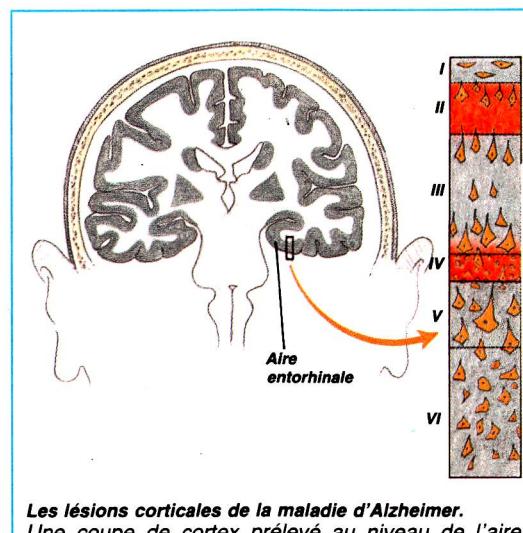
sujets qui étaient mentalement sains au moment de leur mort, l'activité ribonucléase libre (destructrice de l'acide ribonucléique, ARN, porteur de l'information génétique) est considérablement plus faible que chez les sujets morts de la maladie d'Alzheimer : environ 40 unités contre 77, pour un milligramme de substance cérébrale. Conclusion : la diminution de synthèse protéique observée dans les cerveaux malades, et qui est en rapport avec la réduction marquée de leur ARN, est donc bien liée à la destruction de l'ARN par la ribonucléase, et non à une production insuffisante d'ARN. Voilà déjà un résultat probant qui permet d'avancer d'une étape dans le difficile travail de recherche.

che (voir dessin page 47).

L'équipe américaine, en ajoutant du PCMB — la substance qui inhibe la protéine inhibitrice de la ribonucléase — aux homogénats de cerveaux non psychotiques, a constaté que l'activité ribonucléase passait en moyenne de 35 à 62 unités par milligramme de substance cérébrale. Preuve qu'il y a, dans ces extraits de cerveaux "sains", une activité ribonucléase latente, qui existe à l'état potentiel mais ne se manifeste pas à cause de l'action inhibitrice de la protéine "50/60 kD" ; en bloquant

(suite du texte p. 47)

(2) Quand on ne connaît pas encore une protéine, mais qu'on l'a mise en évidence, on la désigne par sa masse moléculaire, puisque c'est en différenciant les masses moléculaires, par centrifugation, qu'on sépare les constituants d'une matière protéique complexe.



Les lésions corticales de la maladie d'Alzheimer.
Une coupe de cortex prélevé au niveau de l'aire entorhinal (du lobe temporal) a été préparée pour montrer les six couches cellulaires qui forment ce cortex (la couche I étant la couche externe). Les lésions caractéristiques de la maladie d'Alzheimer se présentent au niveau des couches II et IV qui normalement reçoivent les informations venues des autres parties du cortex.

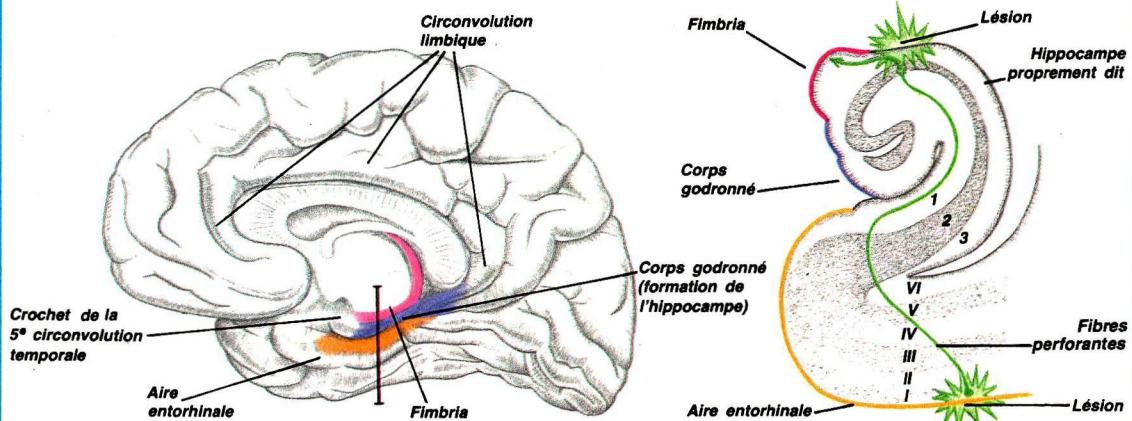
DÉMENCE SÉNILE, TROUBLES DE MÉMOIRE, LÉSIONS ANATOMIQUES DU CERVEAU...

Le lobe temporal, dans le cortex cérébral, se développe tellement pendant la vie fœtale que pour tenir dans la boîte crânienne, il lui faut s'enrouler sur lui-même. Aussi son extrémité, qui correspond à sa dernière, et cinquième, circonvolution, est-elle cachée dans la profondeur du lobe. Si l'on défait ce "rouleau", on découvre sur la circonvolution en question une masse importante de cellules nerveuses : le noyau de l'amygdale. On s'aperçoit aussi qu'elle est prolongée à son bord extérieur par une autre structure, pas vraiment une sixième circonvolution mais plutôt une formation très archaïque, appartenant au système télencéphalique. C'est là que se situe l'hippocampe (corne d'Ammon), dont la partie ondulée est le corps godronné.

Tout cet ensemble — cinquième temporaire (notamment la portion ou s'accroche l'hippocampe, appelée aire entorhinale), le noyau amygdalien et l'hippocampe — forme un complexe essentiel pour les mécanismes qui contrôlent l'émotion, les motivations, l'apprentissage. Ces différentes structures sont intimement liées et ont un

mécanismes neurochimiques divers.

Mais le puissant influx nerveux envoyé par la corne d'Ammon va revenir à son point de départ. Et de là il va recommencer son circuit. Il parcourt cette boucle un nombre de fois d'autant plus grand que la situation déclencheante a été plus intense. Cette répétition imprime littéralement l'événement dans cette région de l'hippocampe. Telle est le moins l'hypothèse actuellement admise, en accord avec l'observation que la mémoire enregistre mieux les choses qui ont une charge émotionnelle plus forte. Mais pour le cerveau, est "émotionnel" tout ce qui est inconnu, précisément ce qu'il faut apprendre. Même si, en apprenant quelque chose, l'individu n'a pas conscience de vivre une expérience particulièrement émouvante, le cerveau, lui, la perçoit comme telle. Mais si, en plus, la nouveauté est conscientement ressentie sous le jour de l'émotion, elle se traduit, pour l'hippocampe et les systèmes associés, par une stimulation qui entraîne un mouvement répétitif en boucle de l'influx nerveux, et cette course en "circuit fermé" sera



La vue de la face interne de l'hémisphère cérébral montre les formations intéressées par l'émotion et la mémorisation : circonvolution limbique, avec la 5^e temporaire et formations de l'hippocampe. (L'ensemble des fibres qui partent de l'hippocampe proprement dit vers le reste du cerveau forme le fimbria.) La coupe frontale (localisée par un trait noir sur le dessin de gauche) permet de distinguer les trois couches constituant le cortex archaïque des formations de l'hippocampe (1 à 3) et les six couches constituant le cortex entorhinal (I à VI). Les lésions de la maladie d'Alzheimer se situent au niveau de deux zones précises : dans le cortex entorhinal où arrivent les informations et dans les cellules émettrices de l'hippocampe d'où partent les messages de celui-ci vers le reste du cerveau.

fonctionnement solidaire ; une lésion à cet endroit provoque des troubles graves du comportement et de la mémorisation. Les formations de l'hippocampe se révèlent être une région-clé du cortex. Cela se comprend si l'on considère les connexions neurologiques très serrées qu'elles entretiennent avec les autres parties du cerveau ; cette zone reçoit les informations provenant de tout le reste du cortex, relatives aux sensations (traitées par les centres sensitifs) et aux opérations mentales (élaborées par les centres associatifs). Le vaste réseau d'informations aboutit, à travers des circuits complexes, à la corne d'Ammon.

Cette dernière est incessamment à l'écoute des messages qui la tiennent au courant de ce que vit l'individu. Mais tout ne lui parvient pas : la communication est filtrée en amont, au niveau de l'aire entorhinale, et ne laisse passer que ce qui est inconnu, inattendu, ou les deux, c'est-à-dire les messagers déclencheurs d'émotion. Grâce à un très puissant faisceau de fibres nerveuses, la corne d'Ammon répercute ce signal dans diverses régions du cerveau ; c'est cette activation qui constitue l'"émotion". Celle-ci mobilise une quantité de

d'autant plus longue que la stimulation sera plus forte. Il y aura donc un "marquage" plus profond dans le cortex ; l'événement se "gravera" mieux dans la mémoire. Quels rapports, donc, entre ces mécanismes cérébraux et la maladie d'Alzheimer ? Les lésions anatomiques, qui accompagnent toujours la maladie, se retrouvent plus nombreuses dans cette région corticale que partout ailleurs dans le cerveau. Le noyau de Meynert, centre neurologique de toutes les perturbations qui affectent la production d'acétylcholine est directement relié par un faisceau très compact de fibres nerveuses à la région tempo-hippocampique, "siège" critique des phénomènes de mémoire qui justement, lorsqu'ils sont troublés, constituent les symptômes de la maladie d'Alzheimer.

Une étude très précise a montré que les lésions dégénératives dans cette région lobaire ont des effets différents, selon les cellules atteintes : elles empêchent, par exemple, l'hippocampe d'envoyer ses influx nerveux faire ce grand cycle répétitif qui marque la mémoire ; mais elles peuvent aussi couper le communication des centres corticaux avec l'hippocampe.

ce action grâce au pouvoir du PCMB, on libère l'activité ribonucléase en puissance. Par contre, dans les homogénats de cerveaux atteints de la maladie d'Alzheimer, le PCMB n'a aucun effet, ou tout au plus un effet négligeable. Car, dans ce jeu biochimique de l'inhibiteur inhibé, les règles sont tout à fait logiques : à quoi sert de vouloir bloquer un inhibiteur puisqu'aussi bien, dans le cas du cerveau malade, il ne reste plus grand-chose à inhiber.

Une des définitions de la maladie d'Alzheimer est donc l'absence de contrôle de l'activité ribonucléase, par absence ou insuffisance de la protéine "50/60kD" qui ordinairement accomplit ce rôle.

Mais constater n'est pas expliquer, et les chercheurs se posent la question : d'où vient cette défaillance ? Normalement, on le sait, l'activité de fabrication protéique des cellules, c'est-à-dire la quantité d'ARN disponible, est contrôlée par un système inhibiteur : la ribonucléase. Or ce contrôle est un moyen subtile pour l'organisme d'adapter incessamment ses métabolismes aux nécessités du moment ; lorsque les cellules ont beaucoup de travail, l'activité ribonucléase est automatiquement freinée par l'inhibiteur. La nature a conçu ici un véritable mécanisme de réglage constant, un *feed-back* instantané et permanent. Ce système régulateur agit dans l'autre sens, comme il se doit, quand les cellules fonctionnent "en catabolisme", c'est-à-dire sur une voie de freinage métabolique qui peut mener à l'auto-destruction ; on est en effet ici dans la phase de désassimilation et de dégradation de la matière vivante, dont une partie se transforme continuellement en déchets. L'activité ribonucléase est alors intense parce que l'inhibiteur s'abstient d'intervenir trop fortement.

Tout cela nous permet d'y voir plus clair, et de proposer une hypothèse : la baisse, puis la coupure, de l'approvisionnement en acétylcholine aux cellules corticales, entraîne un régime "en catabolisme", bloquant du même coup l'inhibiteur de la ribonucléase. Ainsi, les cellules nerveuses d'un cerveau atteint par la maladie d'Alzheimer ne fabriquent plus les protéines au rythme qu'exige leur bon fonctionnement. Parmi ces protéines manquantes figurent probablement les enzymes grâce auxquelles l'acétylcholine peut normalement

jouer son rôle.

Cette hypothèse débouche sur une conséquence thérapeutique décourageante : on a beau procurer au cerveau malade toutes les doses d'acétylcholine imaginables, c'est peine perdue, les neurones ne sont plus capables de l'utiliser.

L'espoir réside dans une intervention précoce sur la maladie ; il faudrait pouvoir commencer ce traitement substitutif avant que ne soit installé le processus d'augmentation de l'activité ribonucléase (à condition qu'il soit encore prouvé qu'il s'installe justement à cause de l'appauvrissement en acétylcholine). Autrement dit, il faudrait agir dès les tous premiers symptômes précurseurs de la maladie, à la phase dite des "prodromes". Mais à ce stade, les signes du mal sont discrets, encore difficiles à discerner. Quand le diagnostic est cliniquement faisable, le risque est fort que les dégâts soient déjà irréversibles. C'est vrai du moins dans

l'état actuel de nos connaissances, mais celles-ci contiennent déjà une perspective encourageante pour l'avenir. Même si, au point actuel des recherches on est encore incapable d'agir, on part cependant d'un acquis solide : le jeu adaptatif ARN-ribonucléase-inhibiteur est un mécanisme fondamental de la vie cellulaire, et sa connaissance nous conduit inévitablement, à plus ou moins long terme, vers la découverte d'une thérapeutique.

La deuxième grande révélation récente dans l'approche de cette maladie, est d'ordre anatomique. L'honneur en revient à un groupe de recherche du département de neurologie et d'anatomie de l'université d'Iowa. Intéressés surtout par l'importance des troubles de la mémoire qui inaugurent la maladie

semblent entraîner la désintégration mentale propre à cette forme de démence, ces chercheurs ont voulu étudier plus spécialement les structures du lobe temporal chez les victimes de la maladie. Cette partie du cerveau est reconnue comme jouant un rôle dans les phénomènes de mémoire. Ils ont effectivement réussi à situer au niveau de l'hippocampe, cinquième circonvolution temporaire, des lésions cérébrales spécifiques associées à la maladie d'Alzheimer (voir page 46). C'est un grand succès d'avoir localisé précisément les atteintes anatomiques correspondant à la maladie.

Ces recherches ne sont pas contradictoires : il

(suite du texte page 160)

POUR OU CONTRE L'HOMÉOPATHIE

L'enseignement de la doctrine hahnemannienne peut-il être sanctionné par un diplôme universitaire ? Les homéopathes répondent : « oui ». La majorité des médecins : « non », comme Hippocrate et Galien dans Molière. Pour les départager, il existe un test sans équivoque : l'essai en double aveugle. Tous les « vrais » médicaments y sont soumis. Les fabricants de produits homéopathiques l'accepteront-ils ? Il est assez significatif qu'ils aient pu s'en passer jusqu'ici. Ils n'ont dans ces conditions aucun intérêt à changer les choses.

La télévision, tout récemment, claironnait une « bonne nouvelle » : l'homéopathie était enfin officiellement admise dans l'enseignement de la médecine. En réalité, il y a déjà un an que la conférence des doyens des facultés de médecine a proposé de généraliser cet enseignement.

Dès 1981, l'université de Lille décernait des diplôme d'homéopathie à des médecins et des pharmaciens qui, à cet effet, avaient suivi des cours depuis trois ans. D'autres facultés — comme Bordeaux, Limoges, Besançon — font une place aux théories de Hahnemann, initiateur de l'homéopathie. L'UER de Bobigny les inclut dans la préparation d'un diplôme de « médecines naturelles ». Bonne ou non, la « nouvelle », comme on voit, n'était pas très neuve. D'autre part, son présentateur n'avait pas fait mention d'événements moins anciens, qui changent tout : la publication en juillet dernier, dans le bulletin de l'ordre des médecins, d'un article exigeant que la valeur scientifique de certaines médecines dites « douces » soit vérifiées « selon des critères aussi sévères qu'ceux auxquels sont soumises les méthodes diagnostiques et thérapeutiques classiques » ; et surtout l'adoption par l'Académie de médecine, dans sa séance du 16 octobre, d'une recommandation déclarant inopportun, en l'état actuel des connaissances, la délivrance par les facultés de médecine et de pharmacie, ou les écoles vétérinaires, de diplômes cautionnant une thérapeutique (l'homéopathie) qui n'est « ni acceptée ni utilisée par la plus grande partie du corps médical ».

Ces prises de position n'apportent en elles-mêmes rien d'inédit dans un débat ouvert il y a déjà près de deux siècles. Tout au plus traduisent-

elles l'inquiétude, voire l'exaspération de la plupart des nombreux médecins devant les pressions publicitaires grandissantes dont bénéficient des thérapeutiques qu'ils tiennent pour illusoires. La liberté de prescription n'est pas en cause. Tout docteur en médecine peut, s'il le juge bon, traiter ses patients avec des médicaments homéopathiques. De nombreux praticiens recourent à l'homéopathie, soit de façon exclusive, soit en l'associant à la médecine classique. Personne (et pas davantage à l'Académie de médecine) ne demande qu'on les en empêche. Les produits homéopathiques sont en vente libre dans les pharmacies ; beaucoup sont même remboursés par la Sécurité sociale. D'où vient, dans ces conditions l'actuel regain de tension ?

La légende dorée de l'homéopathie part du récit autobiographique de son fondateur, le médecin allemand Christian Friedrich Samuel Hahnemann. En 1790 — il était âgé de trente-cinq ans — l'idée lui vint d'expérimenter sur lui-même les effets de l'écorce de quinquina, dont l'efficacité contre la « fièvre pernicieuse » (que nous appelons aujourd'hui paludisme ou malaria⁽¹⁾) était bien connue. Alors qu'il se trouvait en parfaite santé, il en prit de bonnes doses, chaque jour et deux fois par jour. Bientôt il ressentit des troubles qui lui parurent semblables à ceux du paludisme lui-même : froideur des extrémités, palpitations cardiaques, trem-

(1) Voir notre dernier numéro : Un Vaccin pour sauver 300 millions de malades.

NDLR : Sur notre couverture, l'aiguille du fléau de la balance indique l'inverse de ce qu'elle devrait ; seuls des yeux avertis l'auront vu. Ainsi dans la réalité ; seuls des yeux avertis voient l'évidence du problème que nous avons étudié ici.

blements, maux de tête, obnubilation mentale, soif. Quelques-uns de ces symptômes s'observent en effet au cours des accès paludéens. L'hébétude est plus particulière à l'intoxication par la quinine, un des alcaloïdes du quinquina. Quant à la sensation de froid aux extrémités, bien que comparable, elle n'est certainement pas la même dans les deux cas ; dans les accès paludéens, elle est liée à une fièvre qui peut monter jusqu'à 41°. Enfin Hahnemann note lui-même qu'il ne ressentit par « le frisson particulier de l'accès pernicieux ». Il n'en tira pas moins de son expérience la conclusion qu'une drogue connue pour guérir le paludisme, était capable de reproduire « tous les symptômes » chez un individu bien portant. D'où l'idée que ce qui donne le mal guérit aussi le mal.

Il est remarquable que jusque dans les exposés critiques de l'histoire de l'homéopathie, on ne note qu'à cette expérience princeps, présentée comme une révélation, manque justement le résultat essentiel qui pourrait la rendre convaincante. Le symptôme le plus spécifique de l'accès paludéen, la fièvre très élevée, manque à l'appel.

Cette fâcheuse lacune n'empêche pas Hahnemann de tirer cependant de son expérience le premier principe de l'homéopathie, la « loi de similitude ». Loi selon laquelle une substance qui produit des symptômes chez une personne bien portante va guérir ces mêmes symptômes chez une personne malade. Ce qu'on exprime en latin par l'adage : *similia similibus curantur*, « les semblables sont guéris par les semblables ». Fort de la conviction qui l'anime et de l'ascendant que sa

« De nombreux praticiens recourent à l'homéopathie, soit de façon exclusive, soit en l'associant à la médecine classique... »

forte personnalité lui donne sur beaucoup de ses confrères, Hahnemann les persuade de se livrer avec lui à des expérimentations sur leurs propres personnes. Pendant six ans, ils absorbent des drogues toxiques diverses, et Hahnemann reconnaît dans leurs effets des symptômes qu'il observe chez certains malades. Il leur administre ces drogues et se persuade qu'il obtient un pourcentage élevé de guérisons, même après une seule dose de remède.

Cependant, il s'agit de toxiques : au lieu de guérisons, on observe aussi des aggravations. Par ailleurs, Hahnemann veut tester sur ces malades des substances comme l'arsenic ou le mercure, trop dangereuses pour être essayées impunément sur des personnes saines. Il imagine de les diluer, puis de diluer encore le remède ainsi obtenu, et ainsi de suite, plusieurs fois. Les solvants sont l'eau distillée et l'alcool, qu'il tient pour médicalement inertes (même l'alcool !). Toutefois, il s'aperçoit qu'ainsi dilués, les remèdes, s'ils n'aggravent plus le mal, ne le guérissent pas non plus. Il croit alors découvrir à ses produits une propriété vraiment surprenante : si, à chaque étape, on imprime au flacon une série de fortes secousses (il emploie le terme de « *successions* »), le produit est « dynamisé ». Non seulement il n'est plus toxique, mais ses vertus curatives sont accrues.

Dès lors, la technique de fabrication des médicaments dilués est codifiée. Une part de substance active soluble est mêlée à 99 parts de solvant et soumise à une série de « *successions* ». Le liquide obtenu est la première centésimale hahnémanienne (1 CH). Une part de ce liquide est alors mélangée à 99 parts de solvant et le mélange à nouveau secoué : on a la deuxième centésimale (2 CH). Hahnemann va jusqu'à la trentième centé-



simale, certains de ses disciples iront beaucoup plus loin.

Quant aux solides non solubles, ils sont d'abord broyés au mortier et au pilon pendant trois heures, et cette poudre mélangée à un véhicule inerte pulvérulent, le lactose. A chaque adjonction de l'excipient, on procède à une nouvelle trituration, afin d'obtenir une poudre homogène, exactement comme pour les dilutions.

Cette procédure générale a été l'objet de divers raffinements, selon par exemple qu'on attache de l'importance au nombre exact de "succussions" ; ou encore qu'un médicament donné est considéré comme plus efficace à la dilution de 6 CH pour guérir tel malade, et à la dilution 8 CH pour un autre.

Après la "similitude", la "dilution" et la "dynamisation", le grand principe de l'homéopathie est l'"individualisation" du malade, exprimée dans la célèbre formule : "il n'y a pas de malades, il n'y a que des malades". Chaque patient représente un

importants sa peur des chiens et le fait que dans ses rêves elle voit souvent une femme vêtue de jaune et la menace de la mort. Chez un homme atteint d'hypertrophie des amygdales et refusant le traitement chirurgical, un autre homéopathe finit par retenir, comme symptôme-clé, son habitude de faire se hâter inutilement son entourage familial et de parler à ses employés sur un ton cassant. *Tarentula*, un remède basé sur ces symptômes mentaux, réduit les amygdales de moitié, selon l'observation du médecin traitant. (La tarentule est cette araignée vénimeuse dont la piqûre passait pour produire des crises d'excitation nerveuse).

Chaque malade étant un cas particulier, l'homéopathie, au rebours de la médecine officielle, ne se préoccupe pas de décrire et de classer des maladies. Elle distingue des types humains, chez qui les symptômes morbides appellent des remèdes-clés spécifiques, auxquels peuvent s'ajouter, selon l'évolution du mal et de la guérison, des remèdes épisodiques complémentaires : étant bien entendu, dans l'orthodoxie hahnemannienne, qu'on ne prescrit jamais deux remèdes en même temps. Cette correspondance entre l'être humain et un remède-clé fait qu'on désigne les types humains du même nom que le remède. Un individu est *Nux vomica*, *Arsenicum*, *Phosphorus*, *Natrum Muraticum*, etc., aussi bien d'après sa constitution physique et les traits de sa personnalité à l'état sain, que d'après le tableau de ses symptômes morbides lorsqu'il est malade. Résultat de cette conception : un même désordre de santé est traité différemment suivant le type du malade ; un même remède pourra, inversement, être prescrit pour des tableaux symptomatiques différents.

Certains homéopathes recourent à des systèmes qui répartissent les individus humains selon leurs "tempéraments", les principaux étant le "carbonique", le "phosphorique" et le "fluorique". Au premier convient (entre autres) le carbonate de chaux, les composés soufrés, le charbon ; au second, le phosphate de chaux, le chlorure de sodium, l'arsenic, le fer ; au dernier, le mercure, l'or, le platine, l'acide nitrique...

L'œuvre majeure de Hahnemann, l'*Organon de l'art de guérir*, a paru en 1810. Les médecins n'avaient guère fait de progrès depuis Molière ; les successeurs de Diafoirus étaient plus habiles à discuter sur les maladies qu'à les combattre vraiment. La purge et la saignée demeuraient leurs armes principales, aidées seulement de quelques drogues de découverte récente : la quinine contre les fièvres, l'ipéca contre la dysenterie et le mercure (malgré ses dangers) contre la syphilis. Après avoir écrit deux traités de moindre importance, Hahnemann s'établit à Paris, où il a fort à faire pour maintenir un semblant d'unité parmi ses nombreux élèves, déjà tiraillés entre des courants divers. Au congrès de la Société homéopathique de Paris, en 1835, il excommunie les hérétiques, en proclamant : « Je ne reconnaîs comme disciples que ceux qui pratiquent l'homéopathie pure, et dont la médication est absolument exempte de tout mélange avec les moyens employés jusqu'ici par l'ancienne médecine ». Lors-

DES ARGUMENTS QUI N'EN SONT PAS

Des homéopathes se plaignent à dire que la médecine moderne, en inventant la vaccination, a retrouvé le principe de similitude : on combat la maladie par le facteur — atténué — qui, administré sans atténuation en provoquerait précisément les symptômes. C'est jouer sur les mots. Les vaccins sont administrés préventivement, au sujet sain, pour déclencher dans son organisme la production d'anticorps qui, en cas d'agression, neutraliseront la maladie. C'est exactement le contraire de la fameuse similitude. On n'inocule pas de BCG à un tuberculeux déclaré, mais des antibiotiques, ni de vaccin antidiptérique à un diptérique. Le vaccin antirabique ne fait pas exception : on l'inocule pour gagner de la vitesse le virus et déclencher la production d'anticorps spécifique avant que les centres nerveux soient atteints. En cas d'urgence, on utilise du sérum, c'est-à-dire de l'anticorps tout prêt ; c'est aussi le cas pour la diphtérie ou le tétanos.

Les homéopathes mentionnent encore les cures de désensibilisation, où l'on utilise effectivement, chez les allergiques, des allergènes à dose très faible, dans l'espoir de déclencher préventivement la production d'anticorps. Là aussi l'argument sort des limites de la bonne foi. On ne fait pas de cure de désensibilisation à des allergiques en pleine crise ! Les seuls remèdes alors utilisables sont des remèdes "contraires" au mal, comme les antihistaminiques.

cas particulier, on ne le connaît qu'en assemblant soigneusement toutes ses caractéristiques personnelles, même en apparence les plus étrangères aux symptômes pathologiques qui l'ont amené dans le cabinet du médecin. Ayant dressé le tableau de ces caractéristiques, le praticien homéopathe cherche, dans la longue liste des remèdes homéopathiques, celui qui, administré à l'homme sain, déclenche le même ensemble de symptômes. Lorsque les tableaux concordent exactement, le remède est "simillimum", parfaitement semblable, selon l'expression de Hahnemann. A défaut de "simillimum", on prend le plus proche possible.

Chez une patiente souffrant d'asthme bronchique, un homéopathe note comme symptômes

qu'il meurt, en 1843, à l'âge de quatre-vingt-huit ans, les homéopathes se répartissent entre "purs" et "impurs".

Les premiers se réclament de la "vraie doctrine" du maître. Ils n'admettent d'autres enrichissements que ceux qui peuvent être apportés par des expériences semblables à celles de Hahnemann : essais de substances nouvelles sur l'organisme sain et observation de leurs effets, qui dictent les indications thérapeutiques éventuelles de ces mêmes substances "diluées" et "dynamisées". Les médicaments homéopathiques ne peuvent être employés simultanément. Par-dessus tout, il est inconcevable de prescrire simultanément à un patient un médicament homéopathique et un médicament ordinaire (que les homéopathes qualifient d'"allopathique") : ce serait ruiner par avance tous les bienfaits attendus du premier.

Dans le sillage de Hahnemann, les intégristes appuient leur doctrine sur des concepts inspirés d'une métaphysique spiritualiste. Ils invoquent volontiers, à côté de l'autorité du fondateur de l'homéopathie, celle d'un autre médecin allemand né un siècle avant lui, Philippus Theophrastus Bombast von Hohenheim, plus connu sous son pseudonyme Paracelse. Médecin, alchimiste et chimiste, Paracelse peut, en effet, être considéré comme le précurseur de Hahnemann. Tout en expérimentant les propriétés curatives d'un certain nombre de substances comme l'opium, le soufre, le mercure, il voulait fonder la médecine sur une correspondance entre l'âme, le corps et le monde

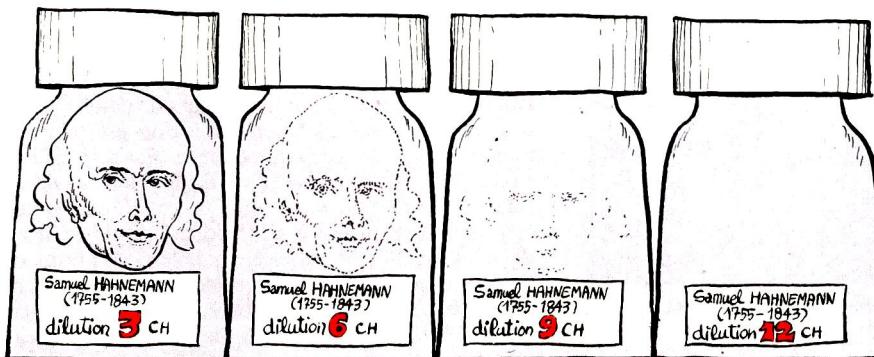
rupture agit lui-même par sa dynamique immatérielle.

Notons au passage l'importance considérable, voire excessive, que Hahnemann accorde à la syphilis dans son classement des trois grands groupes d'états pathologiques. Reflet d'une obsession moralisatrice ? Ce ne serait pas contradictoire avec le personnage. La rupture d'équilibre serait causée par "le péché".

Or, dans le même temps où Hahnemann achève l'exposé de sa doctrine, la médecine moderne naît avec Laënnec et l'auscultation. Ses progrès ne s'arrêteront plus. Ils s'inscrivent dans un cadre conceptuel défini en France par Bretonneau : chaque maladie a sa cause particulière, responsable des symptômes autant que des lésions. Ce qui est directement opposé aux dogmes fondamentaux de l'homéopathie. Cinquante ans après Bretonneau, Pasteur en France, Koch en Allemagne commencent à identifier les microorganismes qui causaient un grand nombre de maladies. En liaison avec le développement des moyens d'investigation et les découvertes de la biochimie et de la biophysique, l'arsenal thérapeutique s'est enrichi en diversité et en efficacité. La durée moyenne de la vie humaine a fait un bond en avant. Aujourd'hui, elle dépasse largement 70 ans dans les pays industrialisés.

Témoins du début de cette énorme mutation, que vont faire les disciples de Hahnemann ?

Les intégristes pratiqueront la fuite en avant, se raidissant toujours davantage dans l'orthodoxie et

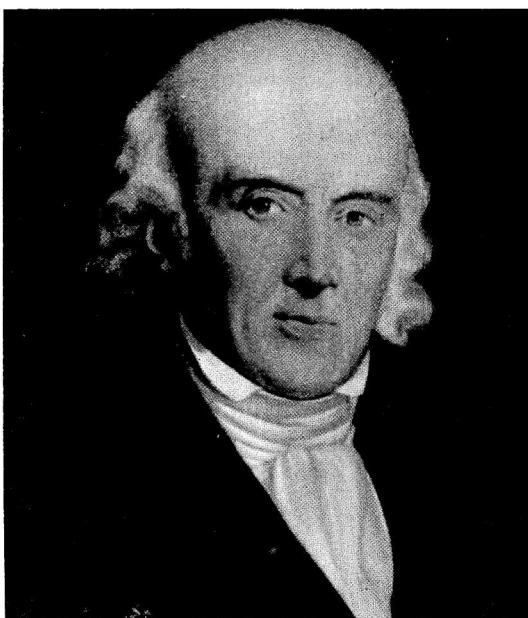


extérieur. Paracelse prétendait avoir fabriqué l'*homunculus*, l'être humain miniature des alchimistes, ainsi que l'élixir d'éternelle jeunesse. Hahnemann, qui pratiquait lui-même l'alchimie et la chimie, a trouvé chez Paracelse le germe de sa propre doctrine. La vie, pour lui, procède d'une force qu'il appelle l'énergie vitale : « Dans l'état de santé règne de façon absolue l'Énergie vitale souveraine et immatérielle — *Dynamis* — qui anime le corps physique ; elle maintient toutes les parties de cet organisme, tant sur le plan des sensations que des fonctions, dans un admirable et harmonieux processus vital. » C'est uniquement une rupture d'équilibre de "cette force vitale, immatérielle et auto-agissante" qui est la cause des maladies. L'agent morbide qui provoque la

refusant toute compromission avec la médecine "allopathique". Face à l'évidence de l'origine microbienne de tant de maladies, ils affirmeront, comme le docteur Colette Guinebert dans un ouvrage qu'elle a publié tout récemment : « Ce ne sont ni les microbes, ni les virus, ni les bactéries, ni même leur poison virulent au niveau biochimique qui sont la cause des maladies, mais leur nature intime, leur force vitale, leur essence particulière. » "Essence" qui, étant immatérielle, échappe à toutes les recherches de laboratoire... ! Un homéopathe britannique contemporain, le docteur James Tyler Kent, va jusqu'à soutenir que le bacille de Koch n'est pas la cause, mais la conséquence de la tuberculose : « Les bactéries sont le résultat de la maladie... ces microscopiques petits

éléments ne sont pas la cause, ils viennent plus tard. Ils en sont le résultat, ils sont présents chaque fois qu'il y a maladie ; et par le microscope, on a découvert que chaque pathologie a sa bactérie correspondante ; mais la cause est beaucoup plus subtile et ne peut être montrée par un microscope. »

Pour la médecine contemporaine, qui a vaincu la plupart des maladies infectieuses en identifiant et en détruisant les microorganismes qui les causaient, un tel langage est privé de sens ; il se situe dans la sphère métaphysique et non dans un cadre scientifique. De même la plupart des médecins ne peuvent-ils que rester perplexes lorsque le même docteur Coletté Guinebert déclare que « la pratique homéopathique est une interrogation constante sur les liens qui peuvent unir l'homme au cosmos, l'exploration du continuum qui semble exister entre matière et conscience », ou qu'elle évoque, dans son plaidoyer pour la doctrine



Christian Friedrich Samuel Hahnemann, 1755-1843

hahnemanienne, le trop fameux colloque de Cordoue, où l'on vit les philosophies médiévales et la mécanique quantique mobilisées pour tenter de rendre crédibles les exploits des voyantes et des médiums tordeurs de cuillers à distance. Il n'est pas surprenant dans ces conditions que des membres de l'Académie de médecine tiennent l'homéopathie pour un "dogme" et une "foi", plutôt que comme une position relevant de la science expérimentale. La distance est telle qu'un dialogue sérieux a pu paraître impossible.

Mais du vivant même de Hahnemann, on a vu se développer parmi ses disciples des tendances "impures" ou, si l'on préfère, éclectiques. Elles se caractérisaient par une certaine prudence à l'égard des très hautes dilutions, dans lesquelles on ne trouve plus de trace pondérable de la matière active ; et surtout par le refus de renoncer totale-

ment aux traitements "allopathiques", dont certains, même à l'époque, faisaient déjà la preuve de leur utilité. D'où des polémiques souvent orageuses, des schismes, suivis ou non de réconciliations. Finalement, la tendance éclectique l'a emporté en France. La plupart des médecins homéopathes n'hésitent pas à prescrire concurremment (même s'ils ne le disent pas) des médicaments "allopathiques", hérésie que les derniers intégristes dénoncent avec tristesse.

Absente jusqu'à une date toute récente de l'enseignement de la médecine, considérée avec scepticisme ou indifférence par la majorité du corps médical, l'homéopathie est pratiquée, en France par plusieurs milliers de médecins, dont quelques-uns assument ou ont assumé des responsabilités importantes dans l'organisation de la santé. Elle exerce, depuis longtemps, une pression constante pour se voir reconnaître les mêmes droits que les thérapeutiques courantes. Non sans succès. En 1948, un arrêté ministériel définit et codifie des préparations homéopathiques. En 1953 et 1954, le *Journal Officiel* publie des listes des formules courantes homéopathiques. Le Codex des médicaments utilisés en France inclut, dans son édition de 1969, une monographie des préparations homéopathiques. Enfin — et c'est là un état de choses qui ne concerne pas seulement les médecins ! — les spécialistes homéopathes sont remboursés par la Sécurité sociale.

Il serait excessif de dire que cette évolution a été vue d'un bon œil par ceux qui déniennent toute valeur scientifique à l'homéopathie. Mais au nom de la liberté de prescription et compte tenu de la sincérité dont on crédite les adeptes de la doctrine hahnemanienne, la tolérance était de règle. Le point de rupture a été atteint lorsque la faculté de Bobigny organisa, au mois de mars de cette année, des entretiens sur les "médecines douces", dans le même temps où était annoncé à Paris, à grand renfort de publicité, un Salon des médecines naturelles. Ce n'était pas tout. La conférence des doyens avait proposé l'introduction généralisée dans les facultés, de disciplines telles que l'homéopathie et l'acupuncture. Et le secrétariat d'Etat à la Santé, sur un rapport du docteur Niboyet, envisageait d'intégrer l'homéopathie, ainsi que l'acupuncture, dans le second cycle des études médicales.

La réaction ne s'est pas fait attendre. Au cours de la séance du 3 avril de l'Académie de médecine, les professeurs Hugues Gounelle de Pontanel (qui fut président de l'Académie) et Herbert Tuchmann-Duplessis présentent une communication au titre dénué d'ambiguïté : *Non à la délivrance d'un diplôme d'homéopathie par les facultés de médecine*. En l'état actuel de la science, disent-ils, la prescription homéopathique n'est pas un acte de raison, mais un acte de foi. Elle le restera aussi longtemps que les fondements scientifiques de son efficacité n'auront pas été établis. Il n'y a aucune raison pour que la médication homéopathique ne soit pas soumise aux mêmes règles scientifiques d'analyse que toute autre thérapeutique. Les autorités de contrôle du ministère de la Santé ne

délivrent l'autorisation de mise sur le marché d'un médicament que lorsque son efficacité pharmaco- logique et l'absence d'effets secondaires nocifs ont été établis par des critères objectifs. De telles recherches peuvent durer quatre à cinq ans. En vertu de quels priviléges les préparations homéopathiques seraient-elles exemptes de cette obligation ?

Les auteurs de la communication rappellent que le dogme fondamental de l'homéopathie — la substance thérapeutique agit d'autant plus qu'elle est plus diluée — est directement contraire aux expériences objectives des pharmacologues et des toxicologues. La délivrance d'un diplôme "officiel" par les facultés de médecin serait une tromperie vis-à-vis de l'opinion publique. Et le document conclut sans ménagement : « Faudra-t-il demain envisager d'officialiser la baguette du sourcier comme moyen diagnostique à côté du stéthoscope, et l'imposition des mains comme procédé thérapeutique ?... Est-il opportun, voire honnête, en l'état actuel de nos connaissances, d'autoriser les facultés de médecine à délivrer des diplômes d'homéopathie, dont les conceptions sont fondées sur la métaphysique allemande de la fin du XVIII^e siècle ? »

Après avoir entendu cette communication, l'Académie constitue un groupe de travail. Au cours de sa réunion du 2 octobre le groupe entend trois homéopathes : M^{me} L. Wurmser, membre de l'Académie nationale de pharmacie, ainsi que les docteurs M. Buraud et D. Demarque, respectivement président et vice-président de l'Association française pour la recherche en homéopathie. Le 16 octobre, l'Académie, sur proposition du groupe de travail, déclare qu'en l'état actuel des connaissances et de recherches expérimentales et cliniques, il est inopportun d'instaurer un titre universitaire d'homéopathie, qui « aurait pour effet de cautionner une méthode thérapeutique qui n'est pas acceptée par la plus grande partie du corps médical. Il appartient simplement aux professeurs de thérapeutiques de fournir aux étudiants une information sur l'homéopathie, dans le cadre de leur enseignement normal. » En tout état de cause, conclut l'Académie, il importe de procéder à de nouvelles investigations sur les effets comparés des médicaments ordinaires (allopathiques) des médicaments homéopathiques et des placebos (médica-

ments factices) utilisés à la place des vrais.

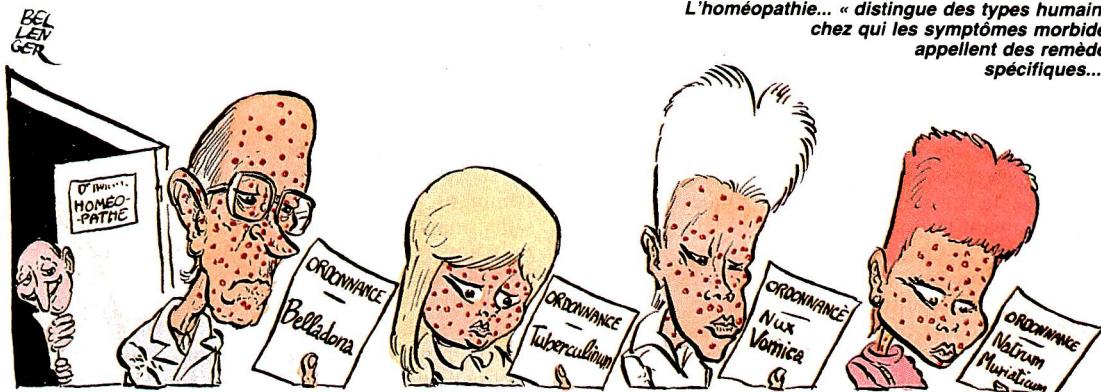
Les homéopathes ne pouvaient admettre une recommandation qui restreint l'exposé de leur doctrine dans les facultés à des informations dispensées par des enseignants presque tous sceptiques. Encore moins acceptent-ils de se voir comparés à des sourciers ou à des guérisseurs fantaisistes. Le Syndicat national des médecins homéopathes français s'est élevé « avec vigueur contre la méthode qui consiste à accabler d'invectives blessantes les médecins qualifiés en homéopathie et les patients injustement méprisés, sous couvert de critiques infondées. »

La principale critique que rencontre l'homéopathie demeure l'aspect mystérieux, voire magique, des hautes dilutions et de la "dynamisation".

Si l'on dilue une part de substance active (teinture-mère végétale, venin animal, oxyde minéral...) dans 99 parts de solvant, la dilution contient un centième de produit actif. Si on la dilue encore une fois de la même manière, dans cette deuxième centésimale le produit actif est dilué $100 \times 100 = 10\,000$ fois. À la troisième centésimale, un million de fois. À la quatrième, cent millions de fois. À la cinquième, dix milliards. Hahnemann est allé jusqu'à la trentième centésimale : la part de substance active, dans une telle dilution, s'exprime par une fraction dont le dénominateur est 1 suivi de soixante zéros. Le docteur Colette Guinebert elle-même considère comme « légitime de penser qu'une préparation ainsi obtenue ne contient plus que la substance inerte lui ayant servi de solvant ».

La science moderne fait mieux que le penser : elle le démontre. La matière n'est pas indéfiniment divisible ; une même quantité (évaluée en moles) d'un corps quelconque contient un même nombre fini de molécules. C'est d'ailleurs un contemporain de Hahnemann, le chimiste italien Avogadro, qui a énoncé le facteur de proportionnalité permettant d'évaluer ce nombre, d'après la composition du corps. Plus une dilution hahnemanienne est haute (c'est-à-dire plus il y a eu de dilutions successives) et plus il y a de probabilité qu'un flacon ainsi obtenu ne contienne plus une seule molécule de la substance supposée active. Il en est de même des granules qu'un esprit mal tourné pourrait, contrefaisant la nomenclature chère aux homéopathes, qualifier de *Pulvis perlimpinpi* (2).

L'homéopathie... « distingue des types humains, chez qui les symptômes morbides appellent des remèdes spécifiques... »



LES RAISONS D'UNE MODE

En un quart de siècle, l'effectif des médecins français a triplé. Il a plus que doublé au cours de la dernière décennie. En 1983, ils étaient 147 402 inscrits au conseil de l'Ordre, dont 118 000 exerçant effectivement. De 1975 à 1980, la densité médicale (proportion des médecins par rapport à la population) a augmenté de 40 %. Elle varie beaucoup suivant les régions, avec 7 579 médecins pour 100 000 habitants à Paris contre 325 dans le département de l'Aisne. A part la région parisienne, les départements les plus médicalisés sont ceux du Midi.

Cette pléthore a entraîné une baisse du niveau de vie dans une profession qui exige douze années d'études et où l'activité professionnelle ne commence pas avant l'âge de trente ans. Un millier de médecins sont demandeurs d'emploi inscrits à l'ANPE. La difficulté, pour beaucoup de praticiens, de gagner honorablement leur vie est parfois rendue responsable de la surconsommation d'actes médicaux pas toujours indispensables mais bien rémunérés, tels les électrocardiogrammes ou les actes de radiologie. Il est difficile de faire la part, dans le gonflement de la consommation, de la pression exercée par les médecins, et celle de l'évolution de la médecine, qui utilise davantage de technologies sophistiquées et intervient plus souvent qu'autrefois dans des domaines tels que la sexualité ou la sénescence. Mais on ne peut nier le rôle d'une certaine "poussée de la consommation."

Dans une situation de concurrence exacerbée, nombre de médecins sont sensibles à la vogue des "médecines douces" : appellation que l'homéopathie peut revendiquer, puisqu'elle n'use que de dilutions dont l'innocuité (à défaut de leur efficacité) n'est pas contestable. Selon le docteur Charles Besse, les médecins qui se font homéopathes offrent un profil psychologique particulier, le même qui peut orienter vers d'autres thérapeutiques plus ou moins discutées, comme l'acupuncture ou la mésothérapie. On pourrait encore citer les naturopathes, les iridologues, les phytothérapeutes, etc.

Les homéopathes sont classés parmi les généralistes. L'institution d'un diplôme national leur permettrait de revendiquer la qualité de spécialistes, ce qui relèverait le tarif officiel de leurs soins. Or les spécialistes — cardiologues, gynécologues, etc. — s'adressent à une catégorie particulière de patients, alors que les homéopathes, en vertu de leur doctrine — se flattent de traiter des maux aussi différents que le cancer ou les déséqui-

En avril 1977, une commission d'enquête sur l'homéopathie, constituée par le Parlement australien, concluait : « Pour les dilutions de l'ordre de la dixième centésimale, il n'y aura en moyenne qu'une seule molécule par litre de préparation, et les dilutions plus fortes ne contiendront pas de principe actif du tout. »

L'argument paraît incontournable. Des homéopathes y répondent en revenant à la doctrine de Hahnemann : les secousses que l'on imprime aux dilutions successives, "dynamisent" le remède. Ce n'est plus la substance active originale qui agit, c'est le solvant lui-même, "dynamisé" par les dilutions et les "succussions" qu'il a subies. Peu importe après tout que *Millefolium* ne contienne plus une molécule de teinture de mille-feuille, ni *Tarantula* une molécule de venin d'araignée : leurs es-

libres mentaux. Une exception en leur faveur ne pourrait qu'indisposer les autres généralistes, surtout quand ils sont convaincus que l'homéopathie ne repose sur aucune base sérieuse.

Vient enfin la pression exercée par les firmes pharmaceutiques qui produisent des médicaments homéopathiques. Elle s'étale dans les vitrines des pharmaciens, où de vastes panneaux vantent les vertus de ces médicaments contre toute sorte de maux y compris les rhumes de cerveau. Il est amusant de rappeler que la vente directe de tels produits en pharmacie est directement contraire aux principes élémentaires de l'homéopathie, lesquels exigent l'interrogatoire du patient par un médecin, avec anamnèse (évocation des souvenirs personnels) et prescription adaptée à la typologie du patient. La même remarque s'appliquerait du reste à l'utilisation de produits homéopathiques en médecine vétérinaire.

Les laboratoires homéopathiques — tels Boiron ou Dolisos — tiennent une place non négligeable dans nos exportations. Leur crédibilité à l'étranger s'appuie pour une part sur la consommation de leurs produits en France et elle bénéficierait d'un enseignement officiel de l'homéopathie, comme elle a bénéficié de l'inscription de médicaments homéopathiques à la Sécurité sociale. La raison d'Etat du commerce extérieur l'emporterait-elle ici sur le sérieux médical ou l'intérêt de la masse des assurés ?

« Un censeur exigeant » note le professeur Philippe Meyer, professeur de pharmacologie clinique à la faculté de médecine Necker-Enfants-Malades, directeur de laboratoire de recherche à l'INSERM et au CNRS, et correspondant de l'Académie des Sciences, « n'hésiterait pas à qualifier l'homéopathie de charlatanerie. Un juge plus bienveillant la considérerait seulement comme une habile utilisation des effets placebos. » Les arbitres de la "Sécu" ont sans doute tenu compte de ces effets... A la vérité la remarque ne vaut pas seulement pour les produits homéopathiques. Il est notoire que beaucoup d'autres spécialités remboursables n'agissent guère autrement, elles aussi, que comme placebos. Il vaudrait mieux, dit Philippe Meyer, économiser des sommes qui dépassent actuellement 300 millions par an pour les diriger vers la recherche médicale, en assurant aux médicaments de haute technicité un remboursement correspondant aux efforts qui ont permis de les créer.

sences immatérielles ont été transmises au solvant grâce à la dynamisation ; elles continuent d'exercer leur action curative sur la force vitale. Nous sommes en pleine pensée magique, et l'on comprend que le docteur Guinebert invoque le colloque de Cordoue et les interprétations fantaisistes de la physique quantique par les parapsychologues. Le dialogue avec les hommes de science est ici vain.

D'autres homéopathes évitent ce terrain glissant et se contentent de dire : nous ne savons pas comment agissent les remèdes que nous prescrivons, mais nous savons qu'ils guérissent. Et pour un médecin, il n'y a que cela qui doit compter. Sur le plan des faits, le débat ne redevient-il pas concevable entre ceux qui croient aux vertus de l'homéopathie et ceux qui n'y croient pas ? Dans leur communication à l'Académie, les professeurs Gounelle de Pontanel et Tuchmann-Duplessis s'affir-

(2) Nous laissons aux latinistes le soin de traduire cette locution.

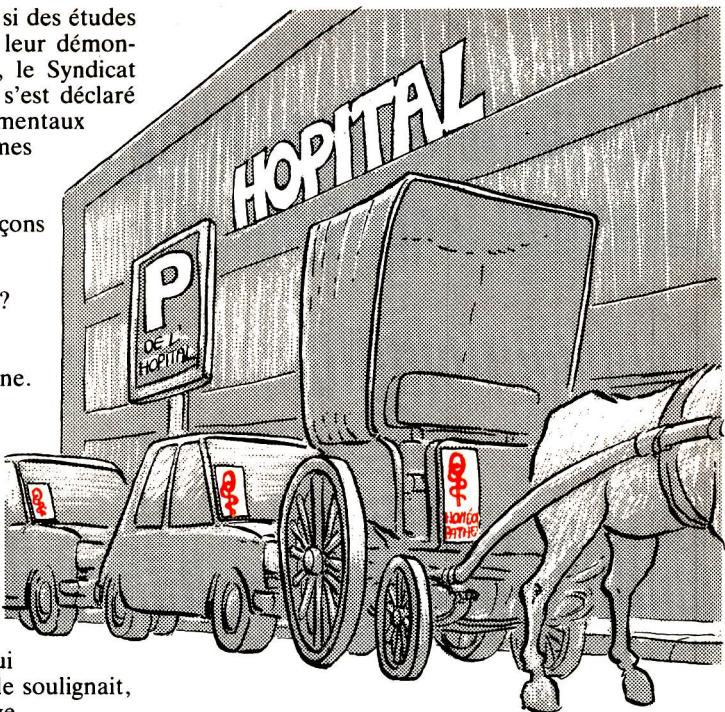
firmaient prêts à réviser leur opinion si des études conduites avec la rigueur nécessaire leur démontraient qu'ils ont tort. De son côté, le Syndicat national des médecins homéopathes s'est déclaré ouvert au contrôle de travaux expérimentaux et cliniques « en accord avec les normes acceptables par la méthodologie homéopathique ». Et il ajoute : « c'est un véritable défi que nous lançons à la médecine allopathique. »

Quelles sont donc ces normes « acceptables » pour les homéopathes ? Nous allons voir que toute l'astuce du prétendu défi réside dans cette clause en apparence anodine. Que des malades traités par les homéopathes recourent parfois la santé, personne n'en doute.

Faut-il pour autant en créditer l'homéopathie ? Beaucoup de malades ont guéri simplement parce qu'ils devaient guérir, avec ou sans traitement. D'autres doivent leur soulagement à « l'effet placebo », bien connu de tous ceux qui font des essais sur l'homme, comme le soulignait, en 1977, la commission médicale belge

chargée d'un rapport sur l'intégration de l'homéopathie dans la Sécurité sociale. Des produits qui ont l'apparence extérieure de médicaments, mais qui ne contiennent que des substances neutres, peuvent avoir une certaine efficacité thérapeutique. L'effet placebo a été découvert en même temps que l'action des antibiotiques dans les maladies infectieuses. Ne disposant pas de streptomycine en quantité suffisante pour traiter tous les tuberculeux, on injecta à certains d'entre eux le solvant sans antibiotique, avec le même cérémonial que le vrai médicament. Certains d'entre eux réagirent comme les malades qui avaient vraiment reçu de la streptomycine : ils retrouvèrent de l'appétit, reprirent du poids, leur fièvre baissa. Mais les lésions pulmonaires, qui régressaient dans le groupe traité par la streptomycine, restaient inchangées chez ceux qui n'avaient reçu que le solvant.

L'expérimentation d'un nouveau médicament comprend une phase qui permet de séparer, dans son action, « l'effet placebo » des effets purement pharmacologiques. On commence par définir avec précision la maladie dont on veut connaître la sensibilité au nouveau produit. On dresse une liste d'un certain nombre de malades manifestement atteints de cette maladie, et ne présentent pas d'autres troubles. Un tirage au sort sélectionne dans la liste les patients qui formeront l'échantillon servant à l'expérimentation. A une partie d'entre eux on administrera le médicament, à d'autres un placebo offrant le même aspect. Les médecins et le personnel qui s'occupe des malades ignorent eux-mêmes à qui ils ont administré le médicament, et à qui le placebo. Seuls ceux qui leur ont livré les doses après les avoir numérotées savent quels numéros correspondent au médicament, et quel numéro au placebo. C'est ce qu'on appelle l'essai



en double insu, ou encore en double aveugle. Quand il est terminé, les médecins traitants envoient leurs observations, cotées seulement du numéro de la dose correspondante, aux expérimentateurs, lesquels peuvent, eux, séparer les observations faites sur des malades ayant reçu le médicament de celles faites sur des patients qui ont reçu le placebo. Les résultats, traités statistiquement, permettent de séparer les changements obtenus par le seul effet placebo de ceux qui doivent être attribués à une action pharmacologique.

La méthode en double insu présente un autre avantage : elle garantit contre tout effet de subjectivité les médecins traitants, dont les observations pourraient être biaisées, même malgré eux, par l'opinion qu'ils avaient à l'avance de la valeur du médicament.

La « littérature » homéopathique fait état, soit d'observations réalisées par les homéopathes sur leurs malades, ce qui n'élimine ni l'effet placebo ni la subjectivité du médecin habitué par la foi hahnemannienne, soit d'essais réalisés sur l'animal, devant lesquels Hahnemann se serait voilé la face, car ils contreviennent à deux dogmes sacrés de l'homéopathie : l'individualisation du malade et l'individualisation du remède. Des rats, par exemple, reçoivent la même dose de substance toxique, et ensuite on leur administre à tous la même dilution infinitésimale pour hâter l'élimination du poison. Hahnemann, par avance, dénaitait toute valeur à l'expérimentation sur les animaux, lesquels, comme l'écrit de nos jours sa disciple Colette Guinebert, « ne possèdent pas le pouvoir de la parole ; ils ne peuvent rendre compte des subtilités des altérations de leur humeur. »

Aucune expérimentation en double insu, selon

(suite du texte page 162)

LA RAGE ENTRERA-T-ELLE DANS PARIS ?

Poursuivant son avance insidieuse, le front de la rage est arrivé à une dizaine de kilomètres de la capitale. Pourtant, les spécialistes ne redoutent guère une flambée urbaine. Pour l'avenir, certains envisagent une vaccination massive des renards avec des souches mutantes de virus non pathogènes.

Contrairement à ce qu'on imagine parfois, la rage, réapparue en France en mars 1968 (un renard enragé abattu en Moselle), ne progresse pas vers l'ouest de manière continue, en tache d'huile. Il y a des phases de stabilisation, des percées et des reculs.

En examinant les cartes successives établies par le Centre national d'études sur la rage (CNER) on constate par exemple qu'en 1981 l'Oise et la Seine-Maritime ont été touchées par le virus, qui les a quittées l'année suivante. En sorte que l'image d'un front d'invasion derrière lequel le territoire resterait entièrement occupé n'est pas tout à fait exacte. Derrière le front, la rage disparaît de certaines régions. A l'inverse un cas isolé peut se manifester loin en avant du front, le virus ayant été importé accidentellement par un animal venu d'une zone contaminée (par exemple un chien non vacciné).

Les reflux tiennent à deux mécanismes, l'un naturel, l'autre dû à l'intervention de l'homme. Les renards, principaux vecteurs du virus, en sont les premières victimes. Quand leur population devient clairsemée, ils se communiquent moins fréquemment le mal entre eux. L'autre cause d'abaissement démographique est la guerre sans merci que les autorités locales livrent à la population vulpine. C'est ce qui arrive dès qu'un cas de rage leur est signalé.

La chasse, le gazage systématique des terriers détruisent les renards. Quelle que soit la cause de l'extermination, on estime que la population du virus est stoppée dès que le niveau de la population s'abaisse jusqu'à un couple par 500 hectares. Ainsi s'explique-t-on qu'après avoir touché la Seine-Maritime, le front de la rage ait reculé vers l'est de plus de cent kilomètres, pour repartir en août dernier vers l'ouest avec une poussée jusqu'à Eaubonne, dans le Val-d'Oise.

D'une façon générale, même lorsque la raréfaction (spontanée ou artificielle) de la population vulpine ne descend pas jusqu'à l'extinction de l'épidémie, on remarque une périodicité dans les statistiques de la rage. Une flambée dure au moins deux ans pour une région déterminée, après quoi on observe une décroissance. Dans l'Oise, l'épidémie apparaît en 1974 avec un cas. L'année suivante on en recense 173 ; un an plus tard c'est la grande flambée, avec 204 cas. Puis le processus se développe avec des chiffres en dents de scie : 44, 33, 68, 70 et 62 cas. En 1982 on touche à l'extinction avec seulement 2 cas. Mais dès 1983 la courbe amorce une remontée avec 9 cas, et maintenant, constate le Pr Sureau de l'Institut Pasteur « c'est reparti » :

Dans l'Aube, la périodicité est encore plus nette. Surgie en 1973 avec 14 cas, l'épidémie fait dès l'année suivante un redoutable bond en avant : 441 cas. En 1975, on en recense 175, après quoi la statistique baisse à 6, puis 8 cas, pour remonter à partir de 1979 avec 42,103, 92, 69, 123 cas.

Considérons de plus près la région parisienne. Sur la carte (voir page 58), où des têtes de renards symbolisent les récents impacts du virus, on note leur abondance autour de l'aéroport Charles-de-Gaulle. La colonne ennemie venue du nord et du nord-est a trouvé là un écosystème exceptionnellement favorable : la chasse est bien entendue interdite sur le terrain de l'aéroport, les lapins y prospèrent, les renards viennent s'y ravitailler. A quelques kilomètres au sud, Tremblay-les-Gonesse marque la liaison avec la zone d'invasion la plus dense, à l'est de Paris. Les têtes se collent les unes aux autres : on en compte quatorze dans le périmètre compris entre les nationales 302, 370, 3, 34 et la départementale 404. Certaines localités cumulent un grand nombre de cas ; tels sont



Les renards se risquent rarement dans les villes. Si la population canine, y est bien contrôlée, les chats sans maître et les rongeurs peuvent, eux, devenir de dangereux vecteurs de la rage.

Claye-Souilly ou Villeparisis. Le cas le plus récent, dans les informations que nous avons pu recueillir, se situe à Chelles (3 octobre) ; le plus proche de Paris, à Livry-Gargan (3 septembre).

Les fluctuations du front n'ont pas empêché que dans l'ensemble, il progresse d'une part en direction du sud, d'autre part en direction de l'ouest, prenant presque en tenaille l'agglomération parisienne, dont les limites sont atteintes. Que va-t-il maintenant se passer ? La rage risque-t-elle de pénétrer dans la zone entièrement urbanisée qui entoure Paris, et dans la capitale elle-même ?

Au temps de Pasteur, l'animal considéré comme le vecteur le plus redoutable de la rage était le chien. En 1925, la rage canine était pratiquement éliminée d'Europe occidentale. Vers 1938 le virus réapparaît en Estonie, en Pologne et dans l'est de l'Allemagne. Les migrations humaines et animales de la Deuxième Guerre mondiale le propagent vers l'ouest. Mais cette fois, il s'agit de rage vulpine : principal vecteur, le renard. Dans tous les cas recensés en France depuis 1968, le virus a été décelé dans des cadavres d'animaux abattus pour comportement suspect. Presque tous sont des renards.

Dans quelques cas isolés où l'animal enragé appartenait à une autre espèce (chiens, chats, blaireaux, chevreuils, bovins, ovins, caprins, porcs...) la contamination est attribuée soit à une morsure de renard, soit au fait que les herbivores viennent flairer de trop près des cadavres de renards morts de la rage.

Même enragé, maître Goupil ne prend que rarement l'initiative de mordre un homme, à moins de se sentir agressé ou menacé. La contamination résulte le plus souvent d'une imprudence : contact sans précaution avec un cadavre frais, un animal malade ou blessé, manipulation de renardeaux. A

plus forte raison, contact avec les animaux incapables de mordre : des éleveurs ont été contaminés par une vache enragée parce que, la croyant gênée par un corps étranger, ils ont introduit la main dans sa gorge pour tenter de la soulager et ont récolté les particules virales, abondantes dans la salive. Jusqu'ici, la diffusion de la rage vulpine en France n'a entraîné aucun cas mortel pour l'homme, toutes les personnes qui avaient eu un contact accidentel avec le virus ayant reçu à temps les soins nécessaires dans un des centres habilités.

Malgré la densité de l'agglomération parisienne, la rage vulpine pourrait certes y poursuivre sa pénétration, grâce à des îlots boisés comme Vincennes ou Meudon. Mais il serait relativement facile de la déloger d'espace aussi réduits. Le vrai danger qu'on serait tenté de redouter est une contamination massive d'espèces citadines : chiens, chats, voire rongeurs. Car, si le renard n'attaque presque jamais l'homme, il se montre beaucoup plus agressif avec les animaux domestiques. Il poursuit les chiens jusque dans leur niche et il dispute aux chats leurs proies nocturnes. De plus, quand il éprouve les premiers symptômes de la rage, il craint moins, même en plein jour, de rôder dans les quartiers habités.

Bien que de plus en plus nombreuse — il n'y a qu'à regarder l'aspect déplorable des trottoirs — la population canine des cités françaises demeure contrôlable. On n'y voit pas, comme en Afrique ou en Amérique du Sud, de hordes de chiens errants, propagateurs de la rage. A l'époque de la guerre de Corée, les autorités de la République populaire de Chine ordonnèrent la destruction des chiens dans les villes, ce qui fut présenté en Occident comme une preuve manifeste d'inhumanité. Mais dans ce pays, la "rage des rues", comme on appelle souvent cette forme du fléau par opposition à la

rage nichée dans les forêts, la "rage sylvatique", tuait chaque année dans ce pays plusieurs dizaines de milliers de personnes.

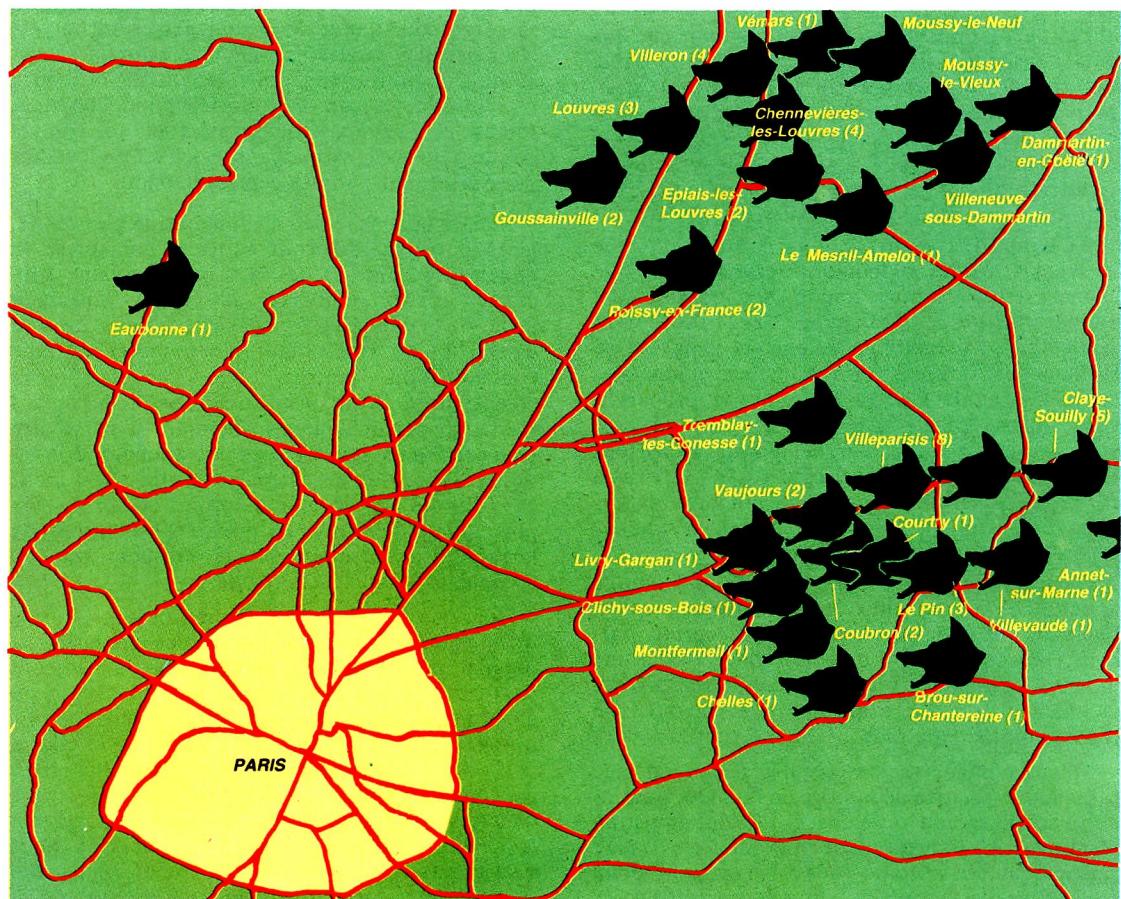
Il n'y a guère dans nos agglomérations de chiens sans maître. Pour prévenir une épidémie canine il suffirait de rendre la vaccination des animaux obligatoire, comme elle l'est déjà dans les départements touchés par le virus. On peut s'étonner que la mesure n'ait pas été appliquée à l'ensemble du territoire. Selon quelques spécialistes elle ne serait pas sans inconvénient : l'assurance d'une prévention générale endormirait la vigilance des propriétaires de chiens, alors qu'il existe toujours quelques animaux réfractaires au vaccin, susceptibles donc de contracter le mal et de contaminer leur entourage.

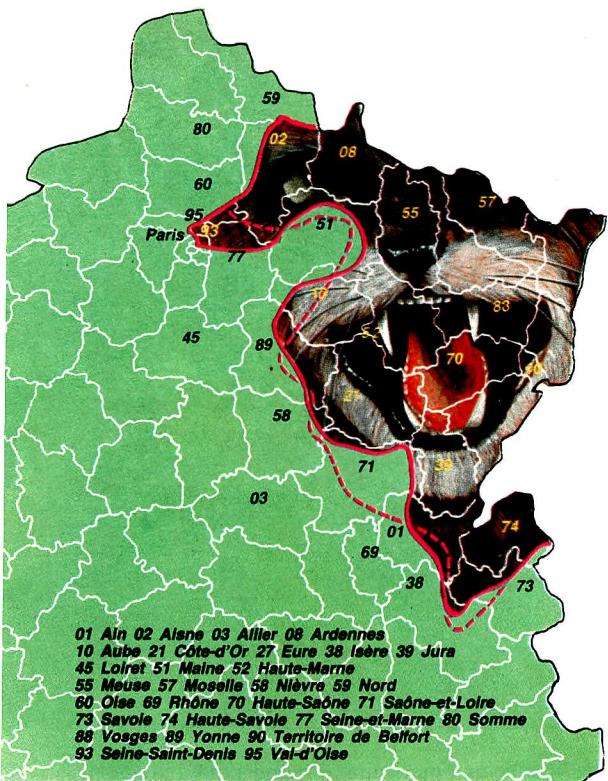
Avec les chats le problème est différent. On peut vacciner ceux qui ont un domicile fixe et un maître responsable. Mais à Paris comme dans d'autres cités, des milliers d'entre eux — peut-être la majorité de la population féline — vivent une existence indépendante dans les jardins publics, les terrains vagues, les caves des grands immeubles. Il ne serait pas facile de les immuniser tous. Or ils sont bien plus dangereux que les chiens. Outre que chez eux le virus — qui se modifie plus ou moins selon l'espèce-hôte — est plus virulent, la forme agressive de la maladie est bien plus fréquente que

la forme paralysante. Le chat enragé bondit sur ses victimes, s'agrippe, griffe, mord le visage, où les plaies qu'il occasionne sont proches des centres nerveux, cibles ultimes du virus rabique.

Selon le Dr Jean Blancou, qui dirige le CNER à Nancy, nous devons pourtant garder notre imagination des hypothèses pessimistes. Le risque de voir éclater des foyers urbains à partir de la rage vulpine est limité par le fait que pour passer d'une espèce à l'autre, le virus rabique doit s'adapter : « Si vous inoculez à 100 renards du virus rabique de renard, tous deviendront enragés. Si vous inoculez le même virus à 100 chiens, dix ou quinze seulement le seront et pourront excréter le virus dans leur entourage. »

L'extermination des renards, lui avons nous demandé, est-elle vraiment une cruauté inutile, comme l'affirment certains amis des animaux ? La réponse est nette : « Tout d'abord, il ne faut pas parler d'extermination, mais de limitation de la population vulpine. Ce n'est pas du tout la même chose. Même appliquées avec le maximum d'efficacité, des mesures telles que la chasse au fusil, le piégeage, les appâts empoisonnés sont incapables d'anéantir la population vulpine. Elles ne peuvent même pas l'abaisser jusqu'au seuil à partir duquel la propagation de la rage serait automatiquement arrêtée.





LE FRONT DU "PÉRIL ROUX"

Voici, en trait rouge plein ci-dessus, le front de la rage en avril 1983, d'après la carte dressée par le Centre national d'études de la rage, à Nancy. Le pointillé rouge montre, lui, le front, selon les informations disponibles début octobre 1984.

Ci-contre, la carte de la région parisienne où l'on distingue les principaux sites touchés, représentés par des têtes de renards. Entre parenthèses, on trouve le nombre de cas répertoriés dans ces localités. Notre liste n'est pas exhaustive. La rage peut disparaître à l'arrière du front, apparaître en avant (Eaubonne, carte de gauche).

On arrive rarement à éliminer plus de 70 % de la population. On ne tue jamais autant de renards que n'en tue la rage elle-même !

S'il en est ainsi, où donc se situe l'efficacité des mesures de limitation, en ce qui concerne la progression de la rage ?

« Le renard tué par l'homme n'ira en aucun cas propager le virus. La limitation de la population vulpine aboutit donc à diminuer le nombre de cas de rage chez les animaux domestiques, ce qui suffit à la justifier. Quant à savoir si elle peut contribuer à arrêter ou à ralentir la progression géographique de la rage, nous ne pouvons là-dessus donner une réponse claire. »

Ces explications satisferont-elles les défenseurs de la faune sauvage ? On peut concevoir un autre moyen de combattre la rage vulpine que de tuer les renards : ce serait de les vacciner eux-mêmes. On a essayé un dispositif qui se déclenche lorsque l'animal mord à un appât qui lui injecte une dose

de vaccin. Mais l'emploi en est incommodé et l'efficacité problématique. Sur l'homme, comme sur les animaux domestiques, la vaccination se pratique en France en plusieurs injections successives de vaccin, fabriqué à partir de virus inactivé par traitement aux rayons ultraviolets et à la bêta-propiolactone. Ainsi traité, le virus ne peut plus se multiplier dans l'organisme ; il incite seulement ce dernier à produire des anticorps antirabiques. L'usage, pour la vaccination, de virus vivants seulement atténués, qui se pratique dans des pays étrangers, est interdit en France.

Ne pourrait-on alors obtenir des mutants du virus rabique dépourvus de pouvoir pathogène mais ayant conservé leurs propriétés antigéniques ? Introduits dans un organisme, ces virus vivants mais non virulents s'y multiplieraient en déterminant la production d'anticorps efficaces non seulement contre le mutant lui-même, mais aussi contre le virus pathogène s'il venait à se présenter. Mélangés aux appâts offerts aux renards, de tels mutants pénétreraient leur organisme par voie muqueuse : grande simplicité d'emploi.

Au laboratoire de génétique de Gif-sur-Yvette, l'équipe du Dr A. Flamand, utilisant la technique des anticorps monoclonaux, a réussi à isoler plusieurs mutants non virulents du virus de la rage. La mutation est ponctuelle : elle porte sur un seul acide aminé de la glycoprotéine du virus. Les souches mutantes se multiplient fort bien, mais leur comportement dans l'organisme - hôte diffère de celui du virus pathogène. La possibilité de sélectionner de tels mutants ne fait pas qu'ouvrir des perspectives nouvelles à la lutte contre la rage, elle pourrait apporter un début de réponse à la question majeure qui tourmente encore les spécialistes : qu'est-ce au juste que la virulence d'un virus ?

A l'heure actuelle on constate les ravages irréversibles causés dans le cerveau par le virus rabique, mais on ne sait pas pourquoi il envahit le tissu cérébral et le détruit. A Gif, on a injecté des virus dans la chambre antérieure de l'œil de souris, dont l'innervation est bien connue. Alors que le virus rabique ordinaire progresse vers son but par le système sympathique et par le nerf trijumeau, le mutant non pathogène pénètre uniquement par le trijumeau, puis l'infection s'arrête rapidement.

La recherche d'autres mutants se poursuit à Gif, en liaison avec l'Institut Pasteur et le centre de Nancy. Il ne saurait être actuellement question d'utiliser de tels vaccins vivants sur les animaux domestiques. Avant que l'interdit qui les frappe puisse être levé, il faudrait qu'une longue expérimentation ait confirmé la stabilité et l'innocuité des souches mutantes. Mais elles pourraient dès à présent servir à vacciner la faune sauvage.

Des essais sont déjà entrepris en Allemagne fédérale et en Suisse, avec des souches autres que celles de Gif. Les opérations prennent un style militaire. Les appâts, contenant des capsules de virus vivants, sont répartis le même jour dans la nature, à raison de 20 appâts par kilomètre carré. Le lendemain on les ramasse ; on fait le compte de

(suite du texte page 162)

LE BIFTECK MEURTRIER

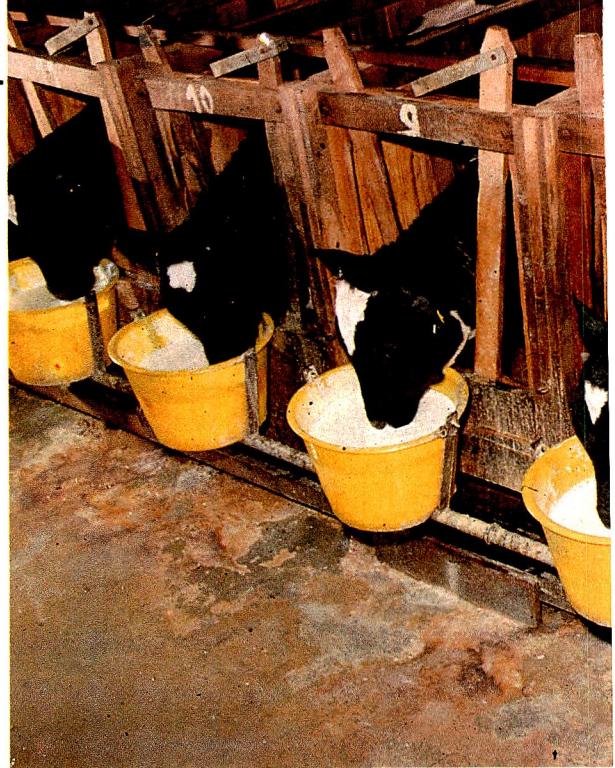
C'est maintenant prouvé : administrer de façon répétée des antibiotiques aux animaux d'élevage est dangereux. Les bactéries résistantes, sélectionnées dans l'animal, se retrouvent chez l'homme qui en a consommé la viande. Fait exceptionnel, ce lien de cause à effet vient d'être mis à jour aux États-Unis.

Les antibiotiques, nés de la découverte de la pénicilline par Fleming en 1929, ont démontré, en sauvant des millions de vies humaines, qu'ils sont des agents formidablement efficaces contre les bactéries et contre les innombrables affections causées par ces microbes. Tellement efficaces, qu'on a pris l'habitude de les utiliser pour un oui ou pour un non, contre toutes sortes de maladies qui ne sont même pas justiciables de leur emploi. Si bien qu'à force d'être gavé de ces produits "miracle", l'homme a développé à leur égard une résistance biologique ; ces antibiotiques finissent par n'avoir plus prise sur sa flore bactérienne. L'histoire des antibiotiques est exemplaire des abus thérapeutiques de notre époque, de la sur-médication qu'exige le patient "averti" et qu'encourage trop souvent le corps médical, sinon l'industrie pharmaceutique.

Mais il n'y pas que l'homme auquel on prescrit à outrance des antibiotiques. Il y a aussi les animaux domestiques destinés à nous nourrir, à qui on les donne pour prévenir ou guérir diverses infections. La promiscuité du bétail dans les exploitations industrielles modernes, les méthodes intensives d'élevage, posent des problèmes épidémiologiques qui n'existaient pas à la même échelle dans la ferme de papa.

Et les éleveurs se sont très vite aperçus que les antibiotiques administrés à leur cheptel n'avaient pas seulement des vertus prophylactiques et curatives, mais aussi un avantage économique intéressant : certains accélèrent la croissance, favorisent une prise de poids plus rapide, pour des raisons qui restent encore à élucider.

C'est cette pratique désormais courante qui vient d'être mise sérieusement en accusation par



des médecins américains. Quand nous mangeons de la viande provenant d'une bête qui a été "nourrie" aux antibiotiques, nos propres microbes risquent de développer une résistance à tout traitement bactéricide, et nous devenons ainsi vulnérables à un nombre de maladies souvent graves, parfois mortelles. Les chercheurs soupçonnent depuis longtemps un lien causal entre l'emploi de ces produits dans la nourriture animale et certaines maladies humaines, les salmonelloses en particulier, qu'on retrouve dans les intoxications alimentaires et dont une part importante ne répond plus aujourd'hui aux traitements antibiotiques. Jusqu'ici, personne n'en avait apporté la preuve.

Or il existe à Atlanta, dans l'Etat américain de Géorgie, un centre d'investigation médicale qui est chargé de dépister l'origine de toute épidémie survenant aux États-Unis : une sorte de "FBI de la santé". Les "déTECTives" de cette organisation ont recherché récemment les causes d'une flambée de troubles gastro-intestinaux, impliquant des germes pathogènes résistants aux antibiotiques. Ils ont réussi à remonter la filière jusqu'à sa source : une viande provenant de bétail auquel on avait donné de la chlortétracycline, un antibiotique qui, en thérapeutique humaine, n'est guère plus utilisé qu'en applications locales, sous formes de pommade et de collyre. Par contre, son usage vétérinaire est très répandu.

L'affaire commence quatre semaines plus tôt, lorsque dix habitants des villes jumelles de Minneapolis et de Saint Paul sont frappés d'une crise gastro-intestinale aiguë, avec diarrhées, crampes d'estomac, vomissements, poussées de fièvre. Les troubles sont assez graves pour conduire six d'entre eux à l'hôpital. Les examens révèlent le



A force d'antibiotiques dans la nourriture du bétail, les bactéries apprennent à résister. Au bout de la chaîne alimentaire, c'est l'homme qui reste vulnérable.

coupable : *Salmonella newport*, une souche bactérienne qui normalement, en une année, ne provoque jamais plus d'une dizaine de cas bénins de salmonelloses dans tout l'État du Minnesota. Pourquoi cette épidémie soudaine et sérieuse dans un si faible périmètre ?

On aboutit au bout de quelques jours à une constatation navrante : la bactérie en cause refuse de répondre aux antibiotiques : ampicilline, carbénicilline et tétracycline. Un des patients meurt. On recherche la cause de cette résistance, mais l'agent responsable est introuvable.

Au même moment, quatre cas semblables se déclarent dans le Dakota du Sud ; cette fois, l'enquête se resserre, car les victimes ne sont pas des citadins exposés aux innombrables, et difficilement identifiables, agressions infectieuses que couve une grande ville, mais des agriculteurs habitant des fermes presque voisines, en plein milieu rural. Tous les quatre s'approvisionnent en viande à la même source : un élevage industriel du coin où l'on ajoute systématiquement de la chlortétracycline à la nourriture du bétail. Et si l'on découvrait que les dix malades du Minnesota avaient un lien avec ce même élevage ? Tout juste : la piste conduit les Sherlock Holmes de la médecine jusqu'à une chaîne de supermarchés de Minneapolis et de Saint Paul, là précisément où les premières victimes avaient l'habitude d'acheter leur viande.

« Nous avons pu pour la première fois, dit le Dr Holmberg, du Centre d'Atlanta, reconstituer la séquence entière des événements, sans qu'il y

manque un chaînon — une filière qui commence par les antibiotiques ajoutés à la nourriture du bétail, pour aboutir aux malades, en passant par la viande et son réseau de distribution. » Le Dr Holmberg, qui tient un registre des cas de salmonelloses dans tous les États-Unis, constate que la résistance des bactéries aux antibiotiques se répand, ce qui rend naturellement le traitement plus difficile, parfois même impossible.

Parmi les quelque 2 000 cas recensés, 312 étaient provoqués par des souches pathogènes devenues résistantes, et 13 des patients en sont morts — une mortalité de 4 %, c'est-à-dire 20 fois plus élevée que chez les malades infectés par des bactéries non résistantes.

L'affaire a relancé un débat qui ébranle depuis longtemps le milieu médical américain, et même le gouvernement. Le département de la Santé essaie depuis des années de faire interdire l'adjonction de pénicilline et de tétracycline à l'alimentation du bétail ; seuls seraient autorisés pour usage vétérinaire des antibiotiques qui ne sont pas d'un emploi courant en médecine humaine. Mais le lobby des laboratoires pharmaceutiques a toujours réussi à bloquer cette initiative ; l'industrie américaine a vendu en 1983 pour 271 millions de dollars d'antibiotiques — la moitié environ de sa production totale — aux seuls éleveurs, qui eux aussi s'opposent à une réglementation restrictive dans ce domaine.

Éleveurs et pharmaciens — deux groupes de pression considérables — ont toujours invoqué le fait que rien n'était scientifiquement prouvé quant aux incidences de ces pratiques sur la santé humaine. C'est exact, mais si les présomptions étaient fortes, elles sont, aujourd'hui, pratiquement indéniables.

On a fait valoir — avec de bonnes raisons — que la résistance croissante de l'organisme humain aux antibiotiques est d'abord imputable aux médecins qui les prescrivent, souvent en l'absence d'une véritable indication thérapeutique. Il est courant, par exemple, de voir des antibiotiques figurer sur une ordonnance dans le cas d'une grippe, alors que celle-ci est une affection virale et non bactérienne, donc insensible à l'action bactéricide. On justifie ce non-sens par un souci de traiter l'« état général ». Le premier responsable est le malade lui-même, qui « en redemande ».

Tout ceci n'empêche pas les antibiotiques à usage vétérinaire d'être largement incriminés ; tous les pays techniquement avancés, aux méthodes « modernes », sont aujourd'hui menacés. L'Angleterre par exemple, où 27 personnes sont mortes récemment d'une intoxication alimentaire causée par une salmonelle, *Salmonella typhimurium*, dans un hôpital psychiatrique du Yorkshire. La prolifération de salmonelles résistantes, dans les îles britanniques, paraît plus rapide encore qu'aux États-Unis. Le *British Medical Journal* fait état d'une souche devenue invulnérable à tout arsenal thérapeutique : ampicilline, chloramphénicol, kanamycine, streptomycine, té-

tracycline, et la liste continue ! L'émergence de ces bactéries résistantes, pensent les experts, serait à mettre au compte de l'introduction de la triméthoprine dans le traitement des bovins.

Le plus inquiétant, c'est l'aptitude qu'ont les salmonelles à réaliser des échanges génétiques, et leur propension à créer de nouveaux types bactériens, toujours plus résistants aux antibiotiques et qui surviennent en nombre toujours plus grand. Comment contenir cette multiplication galopante de souches pathogènes nouvelles ?

On est particulièrement préoccupé en Angleterre par l'apparition de bactéries résistantes au chloramphénicol, antibiotique souvent utilisé chez l'homme et dont l'application vétérinaire n'est pas interdite. Ce produit intervient notamment contre la fièvre typhoïde ; on imagine la "catastrophe thérapeutique" s'il cessait d'être agissant ! Les Anglais estiment qu'un tiers environ des salmonelles acquis une résistance au chloramphénicol et qu'il est sans doute trop tard maintenant d'interdire son usage dans les élevages ; le mal biologique est d'ores et déjà fait. Les salmonelles, de toute façon, continuent de se répandre parmi le bétail et la volaille, et les intoxications chez les humains ne cessent de croître passant de 10 000 en 1977 à 17 000 l'année dernière. Le nombre des cas mortels augmente aussi à une vitesse alarmante : de 25 à 65 en dix ans.

Et en France ? Les règlements autorisent d'incorporer certains antibiotiques comme additifs, à de faibles doses, dans les rations des animaux domestiques. Les spécialités vétérinaires contenant des antibiotiques doivent obtenir une "autorisation de mise sur le marché (AMM)" ; le fabricant est tenu de présenter un dossier très circonstancié où figurent, entre autres, la formule complète du produit, celles de tous ses constituants et de toutes ses substances cataboliques, la concentration mimimum dans le sang de l'animal et la dose létale (ce qui permet de calculer la marge de sécurité), ainsi que le temps et le mode d'élimination du médicament. La délivrance d'antibiotique s'accompagne d'une ordonnance qui précise le "délai d'attente" — délai qui correspond au temps d'élimination et durant lequel les animaux et leurs produits ne peuvent être livrés à la consommation. Le lait contenant des résidus d'antibiotiques ne doit pas être présenté à la collecte. Les organisations professionnelles soutiennent ces mesures et il a été fait un réel effort d'information auprès des éleveurs.

Mais quand on a un tant soit peu vécu la vie de la ferme, on sait très bien distinguer la théorie de la réalité. La théorie, ce sont des articles de loi. La réalité, c'est le producteur qui injecte un antibiotique dans le pis d'une vache pour enrayer une mammite, et qui vend malgré tout son lait le lendemain matin. Certes, la loi a tout prévu, puisque l'antibiotique contient un colorant qui en principe bleuit le lait tant que le "délai d'attente" n'est pas écoulé. Mais allez détecter ce bleu dans du blanc lorsque le lait de la vache traitée est mélangé à celui des vingt laitières de l'étable ! Sans compter que certains antibiotiques intramam-

maires ne colorent pas le lait et ne sont donc pas décelables à l'œil. Il est vrai que les laboratoires départementaux sont chargés d'examiner le lait et les bidons qui le contiennent, avec des souches-témoins de microbes sensibles aux antibiotiques les plus communs. Lorsqu'un test révèle que certaines d'entre elles sont inhibées, on conclut à la présence d'antibiotiques ou de sulfamides. Mais ces contrôles sanitaires sporadiques, nécessairement limités, semblent en définitive n'avoir qu'un effet de dissuasion relatif.

Prenons le cas — qui ne concerne pas des antibiotiques mais qui illustre bien la situation générale — des produits organochlorés ou organophosphorés destinés à combattre les dermatoses parasitaires causées par certains petits arthropodes, acariens ou mallophages, qui infectent les animaux de ferme. Le "délai" d'attente" est de trois ans !

Existe-t-il âme assez naïve pour croire qu'un éleveur qui gagne sa vie à vendre des agneaux de cent jours ou de jeunes chevreaux, va garder et nourrir un animal pendant trois années avant de le mettre sur le marché, sous forme d'un mouton adulte et d'une chèvre inconsommable ? Ou qu'un propriétaire de vaches laitières va renoncer pendant le même temps à commercialiser son lait ?

La loi en France, nous dit un membre des services vétérinaires, est bonne en soi mais difficilement applicable. Du côté des chercheurs de l'INRA, nous avons recueilli ce témoignage : « Malgré la réglementation, le risque potentiel, quasi permanent depuis quelques années, est en train de s'accroître. » Et au ministère de l'Agriculture, un responsable, qui commentait devant nous les écarts pouvant exister entre la loi et la pratique, nous a livré ce mot superbe : « N'oubliez pas que nous sommes au pays de Courteline ! »

Il est certain que toute cette belle discipline officielle pèse relativement peu dans la balance des réalités quotidiennes. Pour s'approvisionner en produits antibiotiques, les éleveurs passent de préférence par de nombreux circuits parallèles, notamment par les "réseaux de colportage" qui animent les campagnes. Ces médicaments ne sont pas chers, ils proviennent souvent d'Italie, des pays de l'Est, même d'Asie, où ils sont produits de façon plus ou moins artisanale. On peut se procurer des produits bruts en vente libre et en quantités non rationnées.

Personne ne conteste le rôle bénéfique des antibiotiques en médecine vétérinaire. Mais il est urgent de faire connaître leurs effets délétères. Les additifs antibiotiques dans la nutrition du bétail peuvent agir avec une telle efficacité qu'ils finissent par tuer la flore intestinale toute entière. Or celle-ci joue un rôle essentiel dans la digestion et l'assimilation. Les vétérinaires de campagne connaissent bien ce phénomène. On bourre d'antibiotiques le veau, l'agneau, le chevreau, le poulet, avec des résultats désastreux : les molécules des aliments ne sont plus suffisamment dégradées dans l'estomac, alors qu'elles l'étaient par la flore microbienne avant qu'on y touche. On voit apparaître des champignons qui, dans l'état naturel des



Salmonelles vues au microscope électronique à transmission ; de nombreuses souches de salmonelles sont devenues résistantes aux antibiotiques à la suite de leur utilisation dans l'élevage.
La souche "Salmonella typhimurium", notamment, est devenue invulnérable à tout un arsenal thérapeutique. Il est très difficile de soigner l'homme infecté.

choses, seraient inhibés par la microflore mais qui entraînent maintenant des mycoses digestives graves.

On a rompu la biocénose, l'équilibre biologique des petits êtres vivants qui peuplent l'organisme animal. Quand on détruit une bonne partie des bactéries qui habitent normalement l'intestin et contribuent à son bon fonctionnement, les survivants prolifèrent et deviennent pathogènes.

Les antibiotiques affectent même les produits secondaires dérivés des animaux. Les fromages, par exemple, qui proviennent d'une fermentation microbienne. Or, les antibiotiques dans le lait perturbent le cycle biologique qui conduit à la confection d'un bon fromage. Le cantal s'est fabriqué depuis 2 000 ans sans problème ; c'est aujourd'hui que les fromagers auvergnats éprouvent des difficultés à le faire fermenter correctement.

Les "sur pattes" ne sont pas seuls en cause. Le problème touche aussi les poissons d'élevage. Un ichtyopathologiste réputé, le Dr Lasserre, a montré les dangers du chloramphénicol, antibiotique dont les pisciculteurs font un usage anarchique. Il a spécialement étudié ses effets sur la truite arc-en-ciel. Ce chercheur s'est étonné que « le chloramphénicol soit à la libre disposition des pisciculteurs, d'autant que cet antibiotique, par sa toxicité et la résistance qu'il sélectionne chez certaines bactéries, peut avoir des conséquences dan-

gereuses pour la santé humaine. » Celle, entre autres, de provoquer chez l'homme et autres mammifères des anémies irréversibles, par aplasie médullaire. Antibiotique de choix contre les salmonelloses, on risque en le donnant aux poissons de voir apparaître des résistances à son égard chez l'homme. La loi, dit le Dr Lasserre, classe le chloramphénicol parmi les substances toxiques, et il est anormal que cet antibiotique soit en vente libre pour la thérapeutique.

L'homme qui mange des antibiotiques cachés dans sa nourriture s'expose à deux éventualités dont ni l'une ni l'autre n'est réjouissante. Ou bien son organisme les dégrade, et sera par conséquent en état de dégrader aussi la dose thérapeutique, le jour où il en aura besoin pour combattre une infection ; c'est le processus de mithridatisation — accoutumance par la prise de doses progressives d'une substance généralement toxique. Ou bien il y a création de germes dits "sub-pathogènes", qui s'installent tranquillement dans l'organisme et y vivent impunément ; à l'occasion d'un affaiblissement ou d'une fatigue du corps.

Autre inconvénient éventuel : les allergies à certains types d'antibiotiques. La concentration de ceux-ci dans la nourriture peut, chez les sujets allergiques, déclencher de l'asthme, des dermatoses, des céphalées.

Mais le danger ne concerne pas uniquement les résidus d'antibiotiques subsistant dans la viande destinée à la consommation humaine ; il concerne aussi les bactéries résistantes qu'elle peut contenir. Même si le "délai d'attente" a été respecté et que les antibiotiques ont été éliminés, il arrive que la viande renferme des germes que ces mêmes antibiotiques, avant de disparaître, ont rendus résistants. Ainsi, l'homme risque d'absorber des bactéries contre lesquelles il ne pourra pas se défendre. Ces bactéries résisteront non seulement au type d'antibiotique utilisé à l'origine par le producteur de la viande, mais peut-être aussi à d'autres types, à cause du phénomène dit de "résistance croisée".

Des recherches récentes ont en effet mis en lumière un fait étonnant : les bactéries sont capables de "communiquer" chimiquement entre elles et de se transmettre toutes sortes d'informations. Ces organismes n'ont pas de noyau cellulaire défini et le gros de leur bagage génétique est concentré dans une longue molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique) de leur unique chromosome. Le reste du patrimoine héréditaire est porté par de microscopiques molécules (plasmides) que les bactéries peuvent échanger entre elles, ce qui est un moyen de transférer des informations génétiques d'une souche à une autre, d'une espèce à une autre, voire d'un genre à un autre.

Une bactérie peut alors transmettre son "savoir-faire" (qui consiste en l'occurrence à résister aux antibiotiques) à toute une population bactérienne par l'intermédiaire de gènes qui "sautent" de chromosome à plasmide, de plasmide à chromosome, et d'une bactérie à l'autre ; ce processus peut donner lieu à de véritables "épidémies de gènes" et à la transmission fulgurante, à une colonie entière de bactéries, du pouvoir de résistance.

THÉRAPEUTIQUE VÉTÉRINAIRE : ATTENTION DANGER !

La législation européenne sur les antibiotiques utilisés en alimentation animale, est relativement stricte : sont interdits d'emploi tous ceux qui ne sont pas explicitement autorisés et la liste des élus est courte. Au total, seulement sept antibiotiques peuvent être, en tant qu'additifs, incorporés aux aliments, à des taux de concentration définis. Ce sont la bacitracine-zinc, la spiramycine, la tylosine, la virginiamycine, le flavophospholipol, l'avoparcine et le monensin-sodium. Cette supplémentation a pour but d'améliorer l'efficacité des aliments, soit, en clair, d'accélérer la croissance des animaux sans augmenter leurs rations, ce qui diminue les coûts de production.

Les teneurs maximales autorisées dans les aliments complets sont de l'ordre de 20 à 100 mg par kg d'aliment, selon l'âge et l'espèce de l'animal (on peut trouver des précisions sur les antibiotiques et autres additifs utilisés en alimentation animale dans une étude récente de l'INRA, BP 333, 94153 Rungis cedex).

Aux États-Unis et au Canada, la législation est, à tort, moins sévère puisqu'on admet encore les tétracyclines et les pénicillines-streptomycines alors que ces antibiotiques ont été interdits en tant qu'additifs dans la Communauté européenne au début des années 80 par une inquiétude justifiée des risques de propagation de bactéries résistantes.

Aussi en Europe, les antibiotiques les plus dangereux sont ceux utilisés en thérapeutique vétérinaire. Bien qu'ils ne puissent être délivrés, en théorie, que sur ordonnance, il est souvent nécessaire de les employer (trop fréquemment) dans les élevages intensifs de poulets, porcs ou veaux de boucherie. Car, contrairement à une idée largement répandue, ce ne sont pas les résidus d'antibiotiques contenus dans la viande ou le lait qui font courir un danger : Ils sont en trop faible concentration pour exercer une pression de sélection c'est-à-dire pour provoquer le développement de bactéries résistantes dans notre organisme. Mais ce sont les bactéries résistantes, existant déjà chez l'animal qui nous sont transmises par la chaîne alimentaire et nous rendent vulnérables lorsque nous mangeons une viande peu hygiénique et mal cuite, ou lorsque, après avoir manipulé un poulet à cuire par exemple, nous touchons un aliment prêt à être consommé comme du pain. Une fois ces bactéries transmises (souvent des salmonelles) un traitement quelconque aux antibiotiques peut faire augmenter la population de nos bactéries résistantes jusqu'à provoquer la maladie. C'est ce qui est survenu dans les cas récents d'intoxication par *Salmonella newport* aux Etats-Unis et *Salmonella typhimurium* en Grande-Bretagne, (voir article).

Marie-Laure MOINET □

Ainsi, depuis que les antibiotiques sont apparus, en médecine humaine d'abord, en médecine vétérinaire par la suite, les bactéries se sont graduellement modifiées à leur contact. Ces "mutations" ont été accélérées du fait que la résistance ainsi acquise peut concerner simultanément cinq ou six antibiotiques différents ; si on lui oppose un seul d'entre eux, la bactérie développe une résistance à l'égard de tous les autres.

Or, dans les élevages, les antibiotiques sont utilisés, parfois, sans trop de discernement et à doses exagérées. Des veaux sont traités avec plusieurs antibiotiques, dont l'éleveur ne connaît peut-être pas le nom, fournis en vrac dans des

bidons de 100 litres, de provenance incertaine et portant des modes d'emploi du genre : « Pour cent veaux, mettre une louche du jaune, deux du bleu, et une du rouge. »

Certains germes sont certes détruits par cette thérapeutique grossière, mais d'autres lui résistent et se multiplient à qui mieux mieux. Des antibiotiques à usage humain se retrouvent dans des "cocktails", telle la gentamicine, administrée aux veaux du Charolais. Le Laboratoire national de pathologie bovine de Lyon constate depuis quelques semaines qu'une résistance à cet antibiotique est apparue chez des salmonelles et chez des souches de colibacilles du veau. Or, la résistance à la gentamicine est "codée" par des plasmides bactériens qui sont transmissibles ; elle peut donc se développer rapidement, chez l'animal et peut-être chez l'homme.

Une fois que les bactéries résistantes pénètrent dans l'organisme humain, personne ne sait ce qu'elles vont faire. Une femme enceinte, qui avait contracté une salmonellose à cause d'une viande de veau infectée, l'a transmise à son enfant, lequel, une fois né, l'a transmise à d'autres bébés de la maternité. Ce cas est cité par le Dr Holmberg, qui donne aussi les chiffres suivants : 47% des infections proviennent de la viande ou du lait, et l'on passe à 69% si l'on tient compte des infections dues à des microorganismes résistants.

Ce risque augmente constamment, depuis une vingtaine d'années. « Si on l'avait su, dit le Dr Guiot, spécialiste de pathologie aviaire au centre de l'INRA à Tours, on aurait pu prendre les mesures nécessaires au moment où l'élevage commençait à s'industrialiser, mais il est sans doute trop tard, en tout cas pour les antibiotiques anciens, qui ont déjà donné naissance à des souches bactériennes résistantes. » Le meilleur moyen de prévention qui nous reste aujourd'hui consisterait en une surveillance épidémiologique constante.

Le risque pour nous, Français, est indéniable. Il concerne avant tout le veau de boucherie, la France étant un des principaux pays producteurs de cette viande et où l'on pratique l'élevage intensif des jeunes bovins, avec adjonction systématique d'antibiotiques à la nourriture ; en quantité généralement faibles il est vrai, à titre préventif et pour favoriser la croissance des animaux. Cette pratique n'est pas encouragée par les autorités sanitaires, mais elle est tolérée comme une fatalité économique à laquelle il faut bien se résigner. Les doses raisonnables administrées dans la plupart des cas, remarque le Dr Martel, du Laboratoire de Pathologie Bovine, offrent un risque relativement limité d'une émergence soudaine de bactéries résistantes. Mais il n'en va pas de même de l'utilisation d'antibiotiques à fortes doses, par injections, pour traiter des animaux infectés. Ici, la "pression sélective", comme disent les microbiologistes, s'exerce fortement : les bactéries vulnérables sont tuées, celles qui résistent prolifèrent et peuvent transmettre leur résistance à d'autres colonies bactériennes, chez d'autres animaux, voire chez l'homme.

Il y a une quinzaine d'années, les salmonelloses
(suite du texte page 170)

Encore un témoignage qui prouve que l'on peut maintenant gagner sans aucune difficulté plus de 20 000 F par mois en montant une affaire.

VOICI COMMENT EN FINIR AVEC VOS PROBLÈMES D'ARGENT

● Établissez-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 passionnantes. Profitez du plaisir 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 exemples:

Du chômeur au roi du jus, M. Henri-Denis le Bigot a réussi cet exploit. Il a vendu en moins d'un an plus d'un million de gobelets de jus de fruits pressés à 10 F le gobelet. Une affaire très simple mais d'autant plus «juteuse», qui ne demande aucune connaissance particulière et que très peu d'investissement. Une activité sans secrets, à votre portée, de suite. Les dossiers-études «idées lucratives» vous montrent comment vous pouvez en faire autant.

VU A LA TÉLÉVISION

En direct de 

Même la télévision (F.R.3), les radios (France-Inter, Europe 1), de nombreux journaux (Le Monde...), et revues (V.S.D., Biba, l'Expansion...) ont consacré des émissions et des reportages aux dossiers-études «idées lucratives».

Avec moins de 1000 F, M. Jean-Pierre Bruyères de Rieux-Volvestre (31) a lancé une affaire d'entretien de parkings. Après à peine 12 mois, cette activité lui a déjà rapporté plus de 230 000 F de bénéfice: une belle rentabilité, une exploitation facile et sans risques. 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.

M. Serge Rhumorbarbe (Protec' Graffitis à Ifs, (14) a enlevé sa blouse blanche de dessinateur industriel. Il a quitté son emploi stable, mais peu motivant. Ce sont là encore les dossiers-études «idées lucratives» qui lui ont permis de franchir le pas. Avec les informations qu'il y a trouvées, il est devenu spécialiste en cuir artificiel (vinyl). Selon son propre témoignage, ses revenus s'élèvent à 20 000 F par mois en moyenne. Sa nouvelle activité l'a déjà conduit dans de nombreux pays, dont 2 voyages aux Etats-Unis. Voilà, c'est autre chose que 8 heures de travail de bureau tous les jours, je ne pourrais plus jamais y retourner, se réjouit-il en lecteur fidèle d'*«idées lucratives»*.

Tous ces gens et beaucoup d'autres qui réussissent dans les affaires, qu'ont-ils de plus? Rien du tout. Ils sont comme vous. Pas 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 déjà 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»* (8^e année).

Vous êtes également capable de réussir

Comment faire?

Actuellement, vous pouvez vous procurer la collection complète des dossiers-études *«idées lucratives»* déjà publiés. Vous y découvrirez toutes les clefs 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.

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

A l'heure actuelle, c'est le moyen le plus sûr et le plus rapide de vivre mieux, plus en sécurité, avec des revenus confortables. Et enfin, vous ne dépendrez plus de personne.

Il gagne 250 000 F la première année



«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 contrainte: je suis mon propre patron.» Jacques de Brabant de Lyon.

Gratuitement et sans risques

Aujourd'hui, vous pouvez recevoir à titre entièrement gratuit, les résumés de tous les dossiers-études *«idées lucratives»* que nous avons réalisés pour vous en plus de sept ans de recherches. Demandez de suite, sans engagement de votre part, la collection comprenant plus de 60 résumés d'*«idées lucratives»*.

● Ne tournez pas cette page avant d'avoir découpé le bon ci-dessous.

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

EDITIONS SELZ - 1, Place du Lycée - B.P. 266
68005 COLMAR CEDEX - Tél. (89) 24.04.64 +

BON DE RÉSERVATION GRATUITE

Envoyez-moi à titre gratuit et sans engagement de ma part, la collection complète de plus de 60 résumés *«idées lucratives»*.

Nom: Prénom:

Adresse:

Code postal: Ville:

A remplir en lettre d'imprimerie et à retourner aux

EDITIONS SELZ - B.P. 266 68005 COLMAR CEDEX

1 S V B 4 0 1 1 2



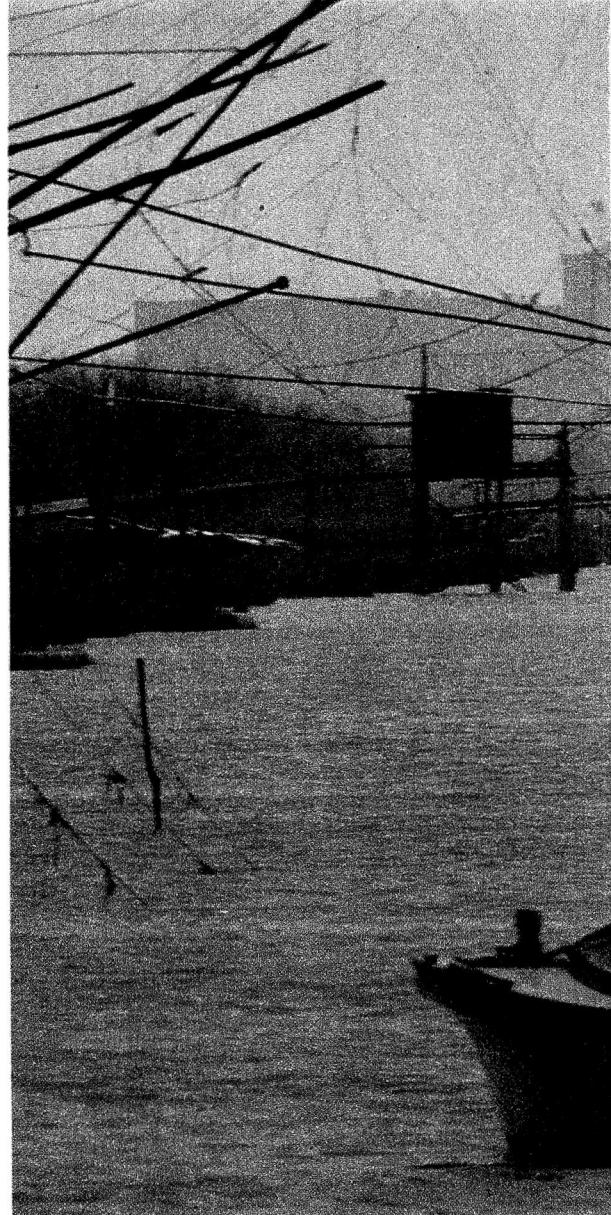
LA GIRONDE RADIOACTIVÉE “EN DOUCE”

Comme le « vase où meurt cette verveine » se fêlait sans qu'on s'en aperçut, la Gironde a reçu de la centrale nucléaire du Blayais des eaux contaminées, que le Service central de protection contre les rayonnements ionisants, décidément mal nommé, eut sans doute préféré tenir secrètes. Mais il faut dire que les méandres administratifs se prêtent bien mieux qu'un estuaire à la perte d'atomes en fuite.

Le 1^{er} octobre 1984, peu avant minuit, à la suite d'une fausse manœuvre, à la centrale nucléaire du Blayais, 160 m³ d'effluents radioactifs ont été déversés directement dans l'estuaire de la Gironde. L'affaire n'a pas fait grand bruit.

Pourtant, les taux de radioactivité étaient près du double des normes. Après dilution dans la rivière, on enregistra 6,8 becquerels (¹) par litre pour les émetteurs bêta, alors que la norme maximale est de 3,7 becquerels par litre. En ce qui touche les émetteurs alpha, les plus dangereux et dont les rejets sont théoriquement interdits, le taux avant dilution, se situait au-dessous de 0,87 becquerel par litre, alors que la norme minimale de détection se situe à 0,37 becquerel par litre.

Après l'incident, l'exploitant de la centrale prévint ses autorités de tutelle, au ministère de l'Industrie, et le Service central de protection contre les rayonnements ionisants (SCPRI), ainsi



que le Commissariat à l'énergie atomique. Le SCPRI, qui est chargé de contrôler tout ce qui touche à la santé, dans le domaine nucléaire, est un organisme très secret (²), tous ses agents ont prêté serment de discrétion avant d'être embauchés. Dans le cas précis qui nous intéresse, puisque les normes de rejets ont été dépassées, le SCPRI se devait de prévenir le service chargé de la police des eaux. Non pas par politesse, mais simplement parce que l'article 8 du décret n° 74 1181 du 31 décembre 1974 le stipule formellement. Or, il nous a suffi d'un coup de téléphone au service concerné du Port autonome de Bordeaux, à qui incombe la police des eaux, pour savoir que personne n'était au courant du déversement illicite. « S'il y avait eu

(1) Le becquerel (Bq) qui remplace le curie (Ci) est désormais considéré comme l'unité internationale. 1 Ci = 3,7. 10¹⁰ Bq.

(2) Voir *Science & Vie* n° 800.



un rejet accidentel à la centrale, nous serions immédiatement avisés. Mais ce n'est jamais arrivé », nous a déclaré en toute bonne foi M. Villerot, du Port autonome.

Lorsque nous lui avons demandé s'il recevait régulièrement des informations sur les contrôles effectués dans l'environnement par le SCPRI, qui a obligation d'après l'article 11 du décret cité précédemment, d'informer le service chargé de la police des eaux, M. Villerot nous a précisé qu'il n'avait jamais reçu d'information de la part du SCPRI ; les seuls chiffres dont il dispose sont transmis une fois par an par EDF sous la forme d'un rapport d'information annuel.

Bref, une fois de plus, on s'aperçoit que tout ce qui touche au nucléaire est réservé à un cercle très étroit, et que le public n'en sait rien.

A EDF, on n'est pas très prolixe sur cette affaire du Blayais. De toute façon, le SCPRI a donné son

absolution : « Je ne considère pas que c'est un incident », aurait déclaré M. Pellerin, directeur de ce sanctuaire du secret. On peut se demander à quoi servent les normes si leur dépassement n'est pas considéré comme un incident ?

« Une vanne fuyait et quelques centaines de becquerels seulement sont partis à la rivière », nous a expliqué, avec quelque confusion, M. Roussel, chef du Département sécurité radioprotection et environnement à EDF, qui a ajouté « qu'il n'y avait aucune raison de cacher cette affaire ». Or, ce sont non des centaines de becquerels, mais des millions de centaines.

En tout : 9,76 milliards de becquerels pour les émetteurs bêta, 6,56 milliards de becquerels pour les émetteurs gama, moins de 140 000 becquerels pour les émetteurs alpha et 33,6 millions de becquerels pour le tritium. Et il ne s'agit pas d'une vanne défectueuse, mais d'une erreur ou d'un

CE QUE LES CENTRALES ONT LE DROIT DE REJETER

Les limites maximales des activités rejetées par les centrales PWR (réacteurs à eau sous pression) françaises, sont résumées dans le tableau ci-dessous ; seul le site de Bugey, où s'élèvent cinq réacteurs, a bénéficié d'un petit supplément en ce qui concerne les rejets liquides.

REJETS	ACTIVITÉ TOTALE ANNUELLE AUTORISÉE	ACTIVITÉ VOLUMIQUE MOYENNE AUTORISÉE APRÈS DILUTION		
Gazeux : Gaz rares	80 000 Ci ($2,96 \cdot 10^{15}$ Bq)	Bugey 70 000 Ci ($2,59 \cdot 10^{15}$)	20 000 pCi/m³ (740 Bq)	Bugey 15 000 pCi/m³ (555 Bq)
Halogènes et aérosols	5 Ci ($0,18 \cdot 10^{12}$ Bq)	3 Ci $1,11 \cdot 10^{11}$ Bq	0,2 pCi/m³ (0,0074 Bq)	0,2 pCi/m³ (0,0074 Bq)
Liquides : Effluents liquides hors tritium	40 Ci ($1,48 \cdot 10^{12}$ Bq)	Bugey 55 Ci $2,03 \cdot 10^{12}$ Bq	20 pCi/l (0,74 Bq)	Bugey 25 pCi/l (0,92 Bq)
Tritium	2 000 Ci $74 \cdot 10^{12}$ Bq	5 000 Ci $185 \cdot 10^{12}$	2 000 pCi/l (74 Bq) (*)	2 500 pCi/l (92 Bq)

(*) Ces valeurs peuvent être 10 fois plus élevées dans le cas d'un rejet en mer.

mauvais fonctionnement dans la commande du circuit. Une petite erreur de parcours !

Au lieu d'être envoyés vers la station de traitement, ces effluents ont été déversés directement dans les eaux de la Gironde. On peut se poser la question : ces rejets accidentels sont-ils fréquents ? « C'est le seul dont on se rappelle », nous affirme M. Roussel. C'est aussi le dernier en date ! Il nous reste à espérer qu'à EDF on a bonne mémoire. « De toute façon, en cas d'incident, le chef de centrale fait une déclaration immédiate à la presse locale » nous a déclaré M. Gaboriau du Service des relations publiques d'EDF. M. Gaboriau ne semble pas, lui, avoir très bonne mémoire, car il a oublié qu'il a fallu plusieurs semaines et l'intervention des syndicats avant que la presse connaisse l'affaire des broches défectueuses, dans le cœur du réacteur de Fessenheim (¹).

EDF est-elle plus prolixe en ce qui concerne les rejets autorisés ? « Quelle est l'activité rejetée chaque année par chaque centrale ? » Réponse : « C'est un problème concernant la santé, c'est donc l'affaire du SCPRI ; nous ne pouvons pas vous donner les chiffres ; de toute façon nous sommes bien en-dessous des normes. »

Les normes, nous les connaissons. Elles sont fixées par arrêtés et pour chaque site, après une procédure administrative assez complexe. En premier lieu, l'exploitant de la future centrale soumet une « étude préliminaire » sur les effluents gazeux et liquides, au ministre de l'Industrie. Celui-ci transmet cette étude aux autres ministres concernés (Environnement, Santé, ministre chargé de la police des eaux et s'il s'agit de rejets en mer, ministre des Transports). Le ministre de la Santé recueille alors l'avis du SCPRI et au vu de cet avis, le ministre de l'Industrie se prononce sur l'étude préliminaire.

Seconde étape : la « demande d'autorisation de rejets », soumise également au ministre de l'Industrie est transmise au préfet du ou des départements concernés, accompagnée de l'avis du SCPRI. Cette demande, qui doit être déposée au plus tard, un an avant les premiers rejets, est jointe à une « étude définitive » et à une « étude d'impact » présentant l'analyse de l'état initial du site et de son environ-

nement et décrivant les effets présumés des rejets sur l'environnement.

Le préfet convoque ensuite une « conférence administrative » avec les services concernés (²) et ouvre une « enquête publique », généralement lancée simultanément avec l'« enquête d'utilité publique » relative à l'installation de la centrale.

Au terme de la procédure, le préfet transmet un mois après réception du dossier de l'enquête publique, lui-même transmis par un commissaire-enquêteur, les résultats et son avis au ministre de l'Industrie. L'autorisation est enfin accordée sous la forme d'un arrêté ministériel qui fixe les limites et les modalités d'exécution et de contrôle des rejets autorisés. Le contrôle doit être assuré par les agents du SCPRI (tableau ci-dessus).

Une péripétie illustre bien les méandres byzantins de ces formalités. Concluant la procédure administrative habituelle, un arrêté interministériel autorisant le rejet d'effluents gazeux des tranches 1 à 4 de la centrale nucléaire de Gravelines (Nord) fut signé le 6 mars 1979. Mais les Amis de la Terre de Dunkerque qui jugeaient insuffisantes, entre autres points, les études météorologiques présentées dans le dossier d'enquête publique, décidèrent d'entamer un recours auprès du tribunal administratif. Pour ne donner qu'un exemple, EDF, qui disposait d'une station météorologique sur le site de Gravelines depuis l'été 1975, basait tous ses résultats sur les données fournies par le sémaphore de Dunkerque et la station de Calais-Marck, distants tous les deux de plus de 10 km du site. Selon les Amis de la Terre, ce stratagème permettait de cacher les problèmes de dilution des effluents gazeux propres au site.

Le 4 juin 1982, le Commissaire du gouvernement, convaincu par les documents, conclut que le dossier était « irrégulièrement composé ». Le 6 juillet, le Tribunal administratif de Lille annula

(3) Voir *Science & Vie* n° 789.

(4) Direction départementale de l'action sanitaire et sociale (DDASS), Délégation régionale à l'environnement, Service régional de l'aménagement des eaux, Service de la navigation, Direction régionale de la recherche et de l'industrie, Direction départementale de la protection civile, Direction départementale de l'agriculture, Direction départementale de l'équipement.

l'arrêté autorisant les rejets. Jusque là, tout allait bien. Bon sens et démocratie semblaient triompher. En réalité, pour qui connaît les rouages de l'administration, il est aisément de contourner la loi. Le 21 juin, soit quelques semaines avant que le tribunal annula l'arrêté incriminé, le directeur de la Qualité et de la sécurité industrielle, M. Kosciusko Morizet et les représentants du ministère de la Santé et de l'Environnement s'empressèrent de signer un nouvel arrêté ayant pour effet d'annuler l'ancien. Le tribunal a donc statué sur un arrêté qui n'existe plus et toute la procédure du recours est à recommencer. Trois ans d'efforts en perspective qui seront peut-être ponctués par un troisième arrêté annulant le second... Bref.

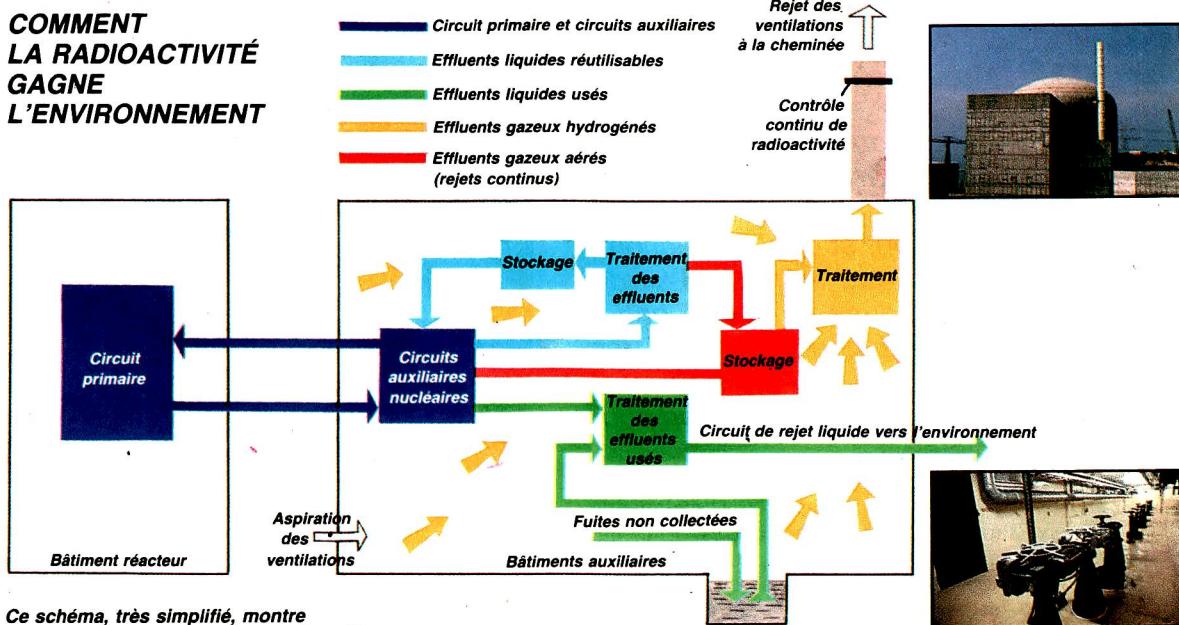
Les rejets radioactifs sont-ils inévitables dans une centrale nucléaire ? Théoriquement, toute la

par les neutrons issus de la réaction en chaîne, les noyaux d'uranium 235 du combustible se divisent en dégageant une intense chaleur. C'est le phénomène de fission, qui donne naissance à d'autres éléments radioactifs indésirables, mais inévitables, appelés "produits de fission" comme le césium 137, le tritium, l'iode 129 et 131, etc.

Tous ces produits qui ne deviendront stables qu'après une ou plusieurs transformations successives, sont essentiellement des émetteurs bêta et gamma ; leur durée de vie est variable (**tableau ci-dessous**), avec des périodes qui n'excèdent généralement pas 30 ans, sauf pour certains éléments comme l'iode 129 qui met des millions d'années à perdre la moitié de son activité.

Deux d'entre eux, le strontium 90 et le césium 137 sont particulièrement redoutables, car ils pos-

COMMENT LA RADIOACTIVITÉ GAGNE L'ENVIRONNEMENT



Ce schéma, très simplifié, montre le cheminement des effluents radioactifs liquides et gazeux d'une centrale nucléaire, avant qu'ils soient rejetés dans l'environnement. Les effluents gazeux "hydrogénés" proviennent du dégazage de l'eau du circuit primaire et les effluents gazeux "aérés", du dégazage des effluents liquides usés.

radioactivité est contenue dans le cœur du réacteur à l'intérieur du combustible. Ce combustible est lui-même enfermé dans des gaines de métal réputées étanches. En réalité, on ne peut éviter qu'un certain nombre de ces gaines présentent de légers défauts, fissures, craquelures par lesquels s'échappent des bouffées de radioactivité qui rejoignent l'eau du circuit primaire qui refroidit le cœur et récupère sa chaleur. Lorsqu'il n'y a pas de défaut, il s'effectue malgré tout une migration lente à travers le matériau.

Tous ces produits radioactifs qui passent dans le circuit primaire sont des produits de fission dont on retrouvera une partie dans les rejets. Bombardés

sédent respectivement les mêmes propriétés chimiques que le calcium et le potassium et peuvent se fixer sur les os et les muscles.

Les neutrons issus de la réaction en chaîne, qui ont pour mission de viser les noyaux d'uranium, s'acharnent aussi à bombarder tout ce qui est à leur portée, matériaux de structure du réacteur ou gaines de métal qui enveloppent le combustible. Les composants de tous ces matériaux finissent par capturer des neutrons et deviennent à leur tour

PRINCIPAUX PRODUITS DE FISSION

Radionucléide	Demi-vie
Tritium	3 ans
Krypton 85	10,7 ans
Strontium 90	28 ans
Zirconium 95	65 jours
Ruthénium 106	1 an
Iode 129	$1,6 \cdot 10^7$ ans
Iode 131	8 jours
Xénon 133	5,2 jours
Césium 137	30 ans
Cérium 144	285 jours
Prométhium 147	2,6 ans

(suite du texte page 172)

MER DU NORD : ÉGOUT DE L'EUROPE

Huit pays européens sortent de conférence pieuse au chevet d'une mer malade et qu'ils assassinent à force de pollution, et quelle pollution ! Pourtant, cette eau fournit 4,3 % du poisson pêché dans le monde entier et, si elle venait à mourir tout à fait, les intérêts économiques en pâtiraient les premiers. Beau sujet d'action pour les écologistes.

La mer du Nord est malade. Une "maladie de civilisation", comme bien d'autres. Elle, qui totalise que 54 000 km³ d'eau pour une surface de 580 000 km², sert chaque année de déversoir à 450 000 t de métaux lourds, plomb, cuivre, cadmium, chrome, etc., 7 millions de tonnes de déchets industriels comprenant des produits chimiques inorganiques, 11 millions de m³ d'eaux urbaines usées et non traitées, 400 000 t de pétrole, 73 millions de t de déblais de l'industrie du bâtiment, 62 millions de t de matériaux dragués, 5 millions de t de boues d'épuration d'eaux usées, 300 000 t de débris de forage... N'en jetons plus ! On peut s'étonner qu'elle résiste encore. Et cela, sans compter des "pailles" comme l'*Amoco Cadiz* ou le *Montlouis*.

Réunis à son chevet, les médecins mandés par ses assassins⁽¹⁾ sortent de conférence. D'autres organismes se réunissent parallèlement. Mais il y aura bien du travail.

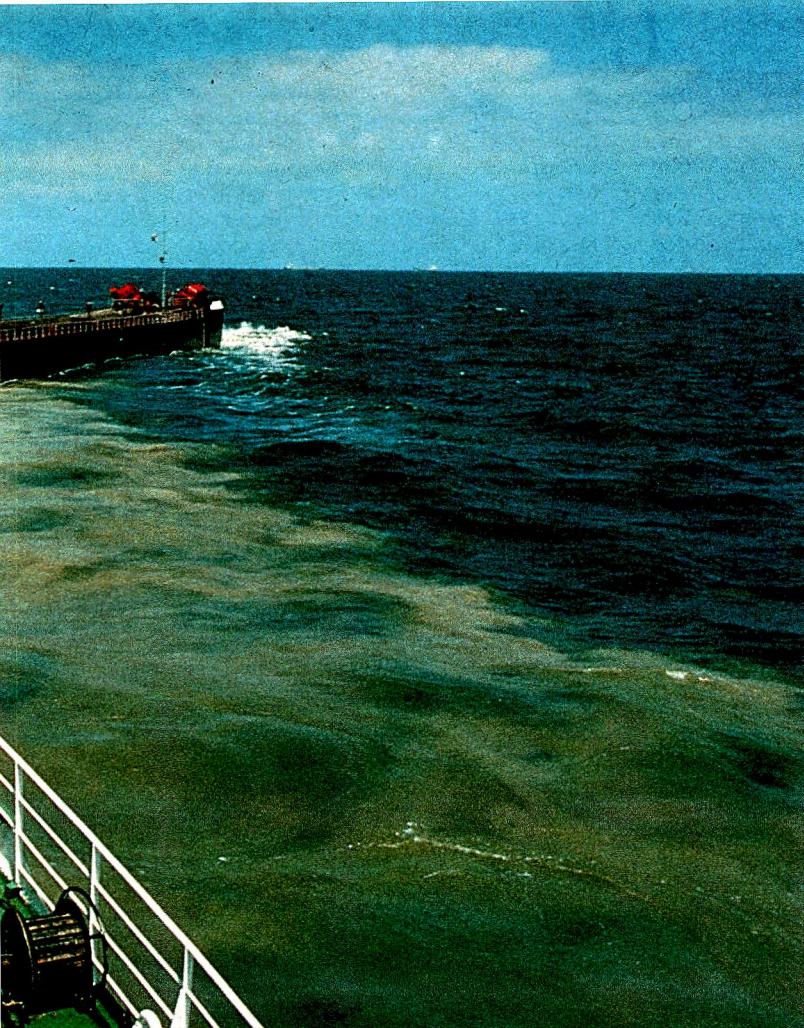
(1) Les ministres de l'Environnement des pays riverains, Belgique, Danemark, France, Norvège, Pays-Bas, République fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni et Suède, ainsi qu'un représentant de la Commission de Bruxelles viennent de se réunir, fin octobre début novembre à Brême pour décider d'une politique destinée à réduire la pollution de la mer du Nord. Quelque peu réservés à l'égard de cette conférence, du fait que des problèmes



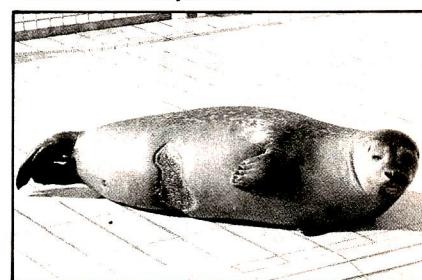
La mer du Nord, en effet, n'est pas un bassin uniforme. Elle comporte une grande diversité de milieux ou "biotopes", des fjords norvégiens aux côtes plates des Pays-Bas. Son écosystème est complexe autant que particulier. Ainsi, du fait de sa faible profondeur, la mer du Nord bénéficie de forts courants de marée qui, avec les tempêtes, en brassent complètement les eaux et répartissent largement les éléments nutritifs. C'est pourquoi la richesse en plancton et en poissons de cette mer est unique en Europe. A preuve, alors qu'elle ne représente que 0,002 % de la masse des mers, la mer du Nord fournit 4,3 % de la production mondiale de poissons. Autant dire que les pollueurs crachent dans la soupe.

Autre particularité : les hauts-fonds derrière les îles Frisonnes, entre Den Helder, aux Pays-Bas, et Esbjerg, au Danemark. Sur ces 800 000 ha vivent autant d'espèces d'animaux et de plantes que dans tout le reste de la mer du Nord, avec des densités

cruciaux comme les endigages à grande échelle, ainsi que l'aménagement de nouveaux ports et de plates-formes ont été exclus du débat, les organisations de protection de la nature de la RFA et plusieurs organisations internationales comme le World Wildlife Fund, Greenpeace, les Amis de la nature et le Bureau européen de l'environnement ont tenu les 27 et 28 octobre une Conférence d'action mer du Nord.



**Une des causes...
une des conséquences...
Un bateau de la société
Kronos Titan décharge en haute mer
des déchets toxiques tels que
acide sulfurique, aluminium,
cadmium...
Cette pollution chimique
est à l'origine
des déficiences immunitaires.
chez les phoques :
ainsi, l'ombilic de cet animal
âgé d'environ huit mois
n'est toujours pas cicatrisé
et ne cicatrira jamais...**



mirifiques (jusqu'à 2 t d'animaux sur 1 ha !). Seules les forêts tropicales atteignent une productivité comparable. Les deux tiers de ces hauts-fonds sont découverts deux fois par jour à basse mer, et les vasières et marais salants qui apparaissent alors sont peuplés de millions d'oiseaux migrateurs, qui viennent s'y repaître d'insectes de vase. On mesure l'utilité de cette mer pour l'équilibre écologique tout entier ! Enfin, ces mêmes hauts-fonds servent de "nursery" à de nombreuses espèces de poissons, tels que les soles et les harengs.

Et c'est justement cette région qui est la plus menacée par la pollution. Le régime principal des courants fait que, dans le nord, entre les îles Shetland et la Norvège, les eaux ne sont renouvelées que tous les 6 mois, par l'arrivée d'eaux venant de l'Atlantique, tandis que, devant les côtes allemandes, ce renouvellement ne se fait que tous les 36 mois en moyenne. Or, comme un fait exprès, c'est là que le Rhin, l'Ems, la Weser et l'Elbe déversent leurs plus grosses quantités de polluants. Et c'est là aussi que le trafic maritime est le plus intense : plus de 100 000 mouvements de navires en une année.

N'a-t-on rien fait pour remédier à un état de choses qui risque d'aboutir d'ici quelques dizaines d'années à une catastrophe écologique de première

grandeur ? Si, mais ce que fait la main droite, la gauche le défait plus que largement.

Le Royaume-Uni est ainsi responsable du tiers de la pollution industrielle de la mer du Nord. Il a certes assaini ses cours d'eau en construisant de nombreuses stations d'épuration d'eaux usées. Mais les boues qui résultent du traitement sont ensuite déversées à l'embouchure de la Tamise. Le Rhin et l'Elbe, placés sous les responsabilités de la France et de l'Allemagne (sans parler de la Tchécoslovaquie pour l'Elbe, et de la Suisse et de l'Autriche pour le Rhin) drainent des masses d'effluents des industries chimique et lourde : métaux lourds, composés organochlorés, etc. Ce ne sont plus des fleuves, mais des égouts.

Pis, encouragées par les autorités régionales du nord de la RFA, toute une cohorte d'industries chimiques fortement polluantes se sont installées directement sur la côte dans les années soixante-dix. ICI et Mobil à Wilhelmshafen, Preussag (plomb) et Asbestos (amiante) à Nordenham, près de l'embouchure de la Weser, Dow Chemical, Bayer, Ciba-Geigy, Veba-Chimie, Schelde-Chimie, Elf, Condea-Chimie (Texaco) sur l'estuaire de l'Elbe. Et toutes ces industries, dont la liste n'est certes pas exhaustive, ont entraîné la création de travaux de voirie, de ports, de canalisa-

tions, etc., qui n'allègent certes pas la pollution. Un pas en avant, donc, trois en arrière.

L'idée était de créer des emplois ; on en a créés, mais bien peu, surtout eu égard à la pollution entraînée. Or, l'implantation d'industries dans des zones critiques n'a pas été abordée à Brême, d'où la méfiance, justifiée, des écologistes, sur la portée de ces palabres ministériels.

On agrave même la situation par les endigages à grande échelle. Sous prétexte de protéger la population des îles Frisones du nord et celles du littoral du Schleswig-Holstein et du Jutland, RFA et Danemark ont décidé de construire des digues reliant les îles Pellworm et Norstrand au littoral ; en réalité, les digues serviront à transformer une zone importante (écologiquement) de la mer du Nord en pâturages et terres agricoles. Ces terres gagnées sur la mer sont, en effet, très appréciées pour leur fertilité. Mais on ne semble pas avoir songé au fait que l'accroissement envisagé des excédents agricoles ira plus que probablement de pair avec un déficit piscicole. On habille Saint Pierre, mais on déshabille Saint Paul.

Ce déficit ne sera pas dû, comme il l'était jusqu'ici à la surexploitation des stocks de poissons, tels que le hareng et le maquereau, mais à la pollution et à la destruction des "nurseries" de poissons. Déjà des polluants tels que les phosphates des engrains chimiques et les détergents ont provoqué sur les côtes hollandaises, allemandes et danoises une pullulation d'algues planctoniques dont la décomposition appauvrit l'eau en oxygène. C'est surtout net l'été, quand il n'y a pas communication entre les couches d'eau froide des fonds et les eaux chaudes de surface. En 1983, les taux d'oxygène de l'eau étaient tombés à un dixième de leur valeur normale. Et, comme les eaux de cette zone de la mer du Nord ne se renouvellent que lentement, comme on l'a dit plus haut, comme cet appauvrissement en oxygène alourdit les nuisances des polluants, les stocks de poissons en souffrent en qualité et en quantité.

Dans la baie d'Helgoland, où l'on a trouvé des concentrations de PCB⁽²⁾ de 10 à 16 fois supérieures à la moyenne et des résidus du Lindane, un insecticide, de 15 à 40 fois plus élevées que dans l'Atlantique, sans parler du cadmium et du mercure, on pêche de plus en plus de poissons malformés, ulcereux, cancéreux, avec des squelettes tordus.

Et c'est là, justement, que les bateaux de la société Kronos Titan, filiale de la firme américaine National Lead Chemicals, déchargent du dioxyde de titane, pigment blanc théoriquement inoffensif (il est même utilisé dans la fabrication de dentifrices), mais aussi de l'acide sulfurique, de l'alumium, du magnésium, du plomb, du cadmium, du nickel, du cobalt, du zinc, du chrome et du fer...

D'où les actions d'éclat de Greenpeace contre les bateaux de la Kronos Titan. Au péril de leur vie, les équipages de l'association écologique ont, depuis 1980, empêché à plusieurs reprises ces ba-

teaux de quitter le quai de l'usine de Nordenham et de se débarrasser de leurs chargements toxiques en haute mer. A la suite de quoi le ministre des Transports de la RFA a annoncé que le décharge-ment en mer de tels déchets serait interdit à partir de... 1989. Mais entre temps, Bayer, qui se débar-
rassait de la même façon de ses déchets au large des côtes hollandaises, a mis au point un procédé de récupération qui, heureusement, rend ces dé-
charges superflues.

Les premiers à s'en féliciter seront les zoolo-gistes, qui savent que les dernières populations de phoques sur les rivages sud de la mer du Nord souffrent déjà de déficiences immunitaires du fait de la pollution chimique : ainsi, les nombrils des bébés phoques ne se cicatrisent jamais (voir photo page précédente). Il faudra encore décourager un "tourisme" intempestif en bateaux à moteurs, qui entraîne aussi des blessures graves sur ces animaux.

Restent les marées noires, dont les ravages s'ajoutent épisodiquement à la pollution constante. La convention Marpol⁽³⁾ signée en 1973 vient, en partie d'entrer en vigueur (dix ans de délai !) et devrait prévenir ou tout au moins réduire la pollution par les navires transporteurs d'hydrocarbures et de produits chimiques.

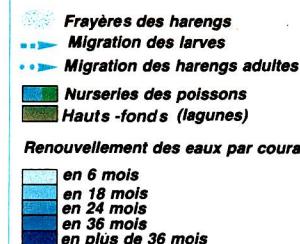
Cette convention comportait une annexe définissant des normes de construction, de nettoyage et de vidange des navires, qui n'entrera, elle, en vigueur qu'en 1986, les autres annexes, portant sur les produits dangereux conditionnés en conte-nieurs, comme l'hexafluorure d'uranium, d'actualité, ou les déchets des centrales nucléaires, les eaux usées et les déchets solides des navires, restant soumis au bon vouloir des pays signa-taires. On peut simplement déplorer que, lorsqu'un bateau est surpris en plein largage de ballast ou de résidus de fuel lourd en pleine mer, les amendes encourues par le capitaine ou l'armateur du bateau restent en moyenne inférieures au coût du nettoyage dans un des rares centres spécialisés.

Ce n'est pas encore une dissuasion efficace que celle de ces amendes, comme le révèle l'analyse des plumes d'oiseaux morts échoués sur les plages : il y a sans doute moins de pétrole brut jeté à la mer, mais de plus en plus de résidus de fuel lourd, dont la dégradation est beaucoup plus lente et la nocivité très élevée. Cela tient au fait que les bateaux emploient plus de fuel lourd, dit Bunker C, moins cher que le pétrole. Et l'évacua-tion en mer des résidus et la vidange des pétroliers peuvent se faire en toute légalité en dehors de la zone des 50 milles fixées par Marpol.

Pourtant, de tels décharge-ments sont stricte-ment interdits sur la totalité de la Méditerranée, de la mer Baltique, de la mer Rouge, de la mer Noire et du golfe Persique. Pourquoi la tolérer en mer du Nord ? La RFA, qui a proposé à Brême l'interdic-tion de telles pratiques, réussira-t-elle à l'obtenir ? Et les écologistes parviendront-ils à faire inclure les coûts de nettoyage des bateaux dans les droits de port ? Il faut évidemment le souhaiter.

(2) Polychlorobiphényles : composés organo-chlorés, dérivés du benzène.

(3) Voir S. & V. n° 801.



Pollution marine



- Port pétrolier
- Industrie chimique et raffineries

Dangers de pollution pétrolière par forage off-shore

- Déchets acides
- Incineration de déchets
- Accidents de pétroliers

Pollution fluviale

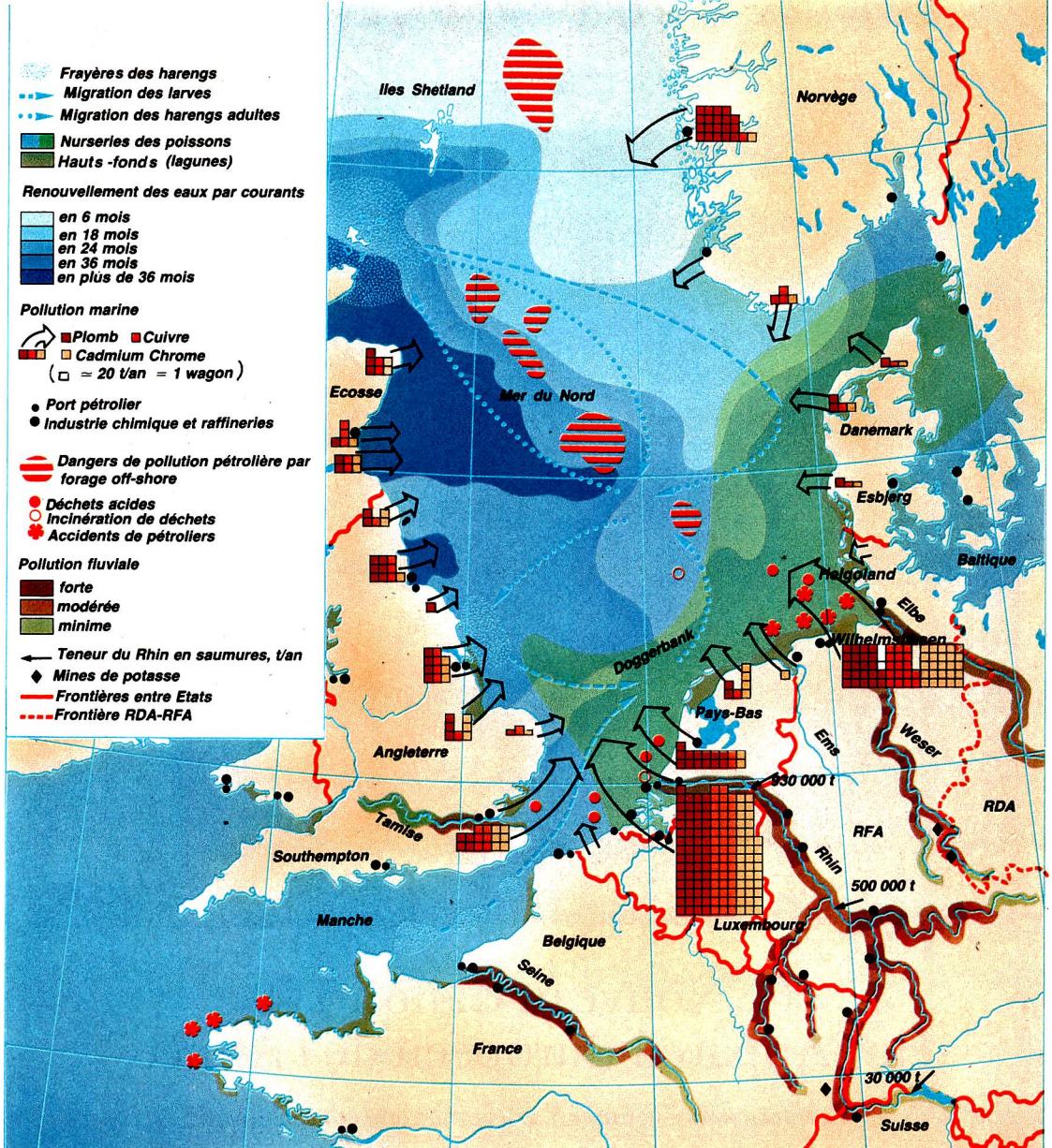


Teneur du Rhin en saumures, t/an

Mines de potasse

Frontières entre Etats

Frontière RDA-RFA



Poisson ou poison ?

La richesse de la mer du Nord
en plancton, en poissons et même
en oiseaux migrateurs, est actuellement compromise.
Ci-dessus, les principaux facteurs de pollution
dont sont responsables les pays riverains.

Que va-t-on faire enfin dans la baie d'Helgoland ? Une marée noire y serait un désastre immense. Seule la chance a permis d'éviter la vingtaine d'accidents annuels prévus par les statistiques dans ce secteur. En effet, on voit là des pétroliers atteignant 19,50 m de tirant d'eau venant de haute mer et allant au port de Wilhelms-hafen emprunter un chenal étroit, de 20 m de profondeur seulement (50 cm de marge !), à proximité de bancs de sable s'élevant à 3 m au-dessus de l'eau, et cela en plein brouillard et sur les routes de cargos de 12 à 13 m de tirant d'eau !

Là, une marée noire détruirait peut-être définiti-

vement des centaines d'espèces animales sur des dizaines, voire des centaines de milliers d'hectares. Un "Hiroshima" écologique. Et un désastre économique aussi bien.

Certes, il existe encore des zones saines en mer du Nord, par exemple autour du Dogger-Bank. Mais cela n'atténue ni les graves dommages déjà causés, ni les risques immenses.

La rencontre ministérielle de Brême n'a rien avancé. La revendication allemande d'une Mer du Nord "zone spéciale" n'a été soutenu que par la délégation suédoise. La délégation britannique n'a pas reconnu la nécessité d'un arrêt des décharges de boues d'épuration et d'autres déchets en haute mer. Les ministres ont signé une "déclaration solennelle" sans aucune date fixe pour l'arrêt de la décharge ou l'incinération de résidus toxiques. Une fois encore le bateau le plus lent a déterminé la vitesse du convoi.

Edgar GÄRTNER



Programme d'exposition multi-modes, double système de mesure de la lumière: le Canon T70 a l'œil sur demain.

Le Nouveau Canon T70 élu "Appareil Européen de l'Année."

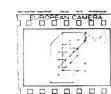
Voici pourquoi le jury lui a décerné cette consécration:

"Nous avons choisi de primer l'innovation dans la conception du T70. Le dernier-né de Canon est élu "Appareil Européen de l'Année 1984" car il représente un bel exemple d'appareil combinant de remarquables performances sur le plan de la technologie photographique et un design (conception) intéressant. Il devrait séduire plus particulièrement les jeunes et/ou nouveaux utilisateurs potentiels de reflex 24 x 36 par son excellente

prise en main (écran de contrôle, chargement simplifié, armement et réembobinage motorisés) par sa simplicité d'utilisation et son esthétique. Les caractéristiques telles que la mesure sélective de la lumière et les différents modes d'exposition représentent, en outre, de réels atouts proposés à un juste prix au photographe averti.

Le T70 est choisi surtout parce qu'il préfigure bien ce que sera l'appareil photo des prochaines

années : utilisation massive des techniques informatiques, maniement très simplifié et possibilités étendues permettant son utilisation par le professionnel autant que par l'amateur débutant : une valeur sûre pour le futur".

 PHOTOMAGAZINE / **F**
AMATEUR PHOTOGRAPHER / **GB**
FOCUS / **NL**
FOTO / **S**
FOTOMAGAZIN / **BRD**
PHOTO CINE EXPERT / **CH**
TUTTI FOTOGRAFI / **I**

European Camera of the year 1984.

Canon

RECHERCHE

ASTRONOMIE

NÉMÉSIS VA-T-ELLE PROVOQUER LA FIN DU MONDE ?

● On n'a pas fini de spéculer sur un compagnon invisible du Soleil, auquel on a donné le nom redoutable de Némésis. On en est actuellement à se demander si Némésis, nom de la déesse grecque de la vengeance, n'est pas un agent possible de la fin du monde. Dans une communication à "Nature", deux astrophysiciens britanniques, Clube et Napier, étudient l'hypothèse suivante. Étant donné que l'on a établi que le Soleil se déplace à l'intérieur du système solaire sur une orbite plane et selon une périodicité de 30 millions d'années, étant donné aussi que ce déplacement solaire entraîne probablement des catastrophes dans le système solaire, étant donné enfin que la périodicité en question "colle" bien aussi avec les théories sur les catastrophes galactiques et terrestres, serait-il possible que l'orbite solaire soit influencée par Némésis ? Et serait-il possible que, suivant le Soleil dans son déplacement, Némésis puisse provoquer des catastrophes terrestres par son passage dans ce que l'on appelle le Nuage d'Oort ? En effet, chaque fois que Némésis passe dans ce nuage, en fait un amas d'astéroïdes, elle en bouleverse la mécanique et en fait sortir quelques-uns de leurs orbites, qui finissent par s'écraser sur la Terre. Non, concluent Clube et Napier, parce que, pendant les trois derniers millions d'années, Némésis ne semble pas être passée dans le nuage et pourtant, il s'est formé sur la Terre beaucoup de cratères météoritiques ; il faut chercher d'autres hypothèses.

L'hypothèse même du passage catastrophique de Némésis dans le Nuage d'Oort est-elle valable ? Un autre astronome Hills, américain celui-là, l'analyse en détail dans la même livraison de "Nature". Et il conclut, lui, par la négative : Né-

mésis a certainement été présente, si elle existe, depuis les débuts de la formation du système solaire ; elle a peut-être entraîné des débris au-delà du système, dans un champ gravitationnel propre au-delà de Pluton. Mais il ne semble pas que son influence soit prépondérante ; si elle l'était, en effet, elle aurait déformé les orbites des planètes, qui sont également planes, et leur aurait par exemple prêté une forme hélicoïdale, ce qui n'est pas le cas. Némésis ne semble pas empêcher Hills de dormir. Un autre astronome Hut, hollandais travaillant à Princeton, n'est pas de cet avis. Il observe qu'il existe indéniablement une périodicité dans la formation sur la Terre de cratères météoritiques. Mais quel est le schéma de cette

périodicité ? Avancer un chiffre est hasardeux ; il s'agit peut-être d'une périodicité irrégulière. Peut-être est-elle même composée, c'est-à-dire constituée de deux périodicités. Némésis aurait eu, selon son modèle mathématique, qui concorde, d'ailleurs, avec d'autres modèles, des périodes beaucoup plus courtes au début de la formation du système solaire ; elles aurait été de 1 à 5 millions d'années. Le fait que ces périodes soient devenues si longues aujourd'hui indique tout simplement que Némésis serait en train de quitter le système solaire. Son orbite serait donc en spirale, et sa "prochaine" sortie se fera dans un milliard d'années. Entre-temps, il est vrai, elle peut faire quelques dégâts.

G. M.

TOXIQUES

HUILE TOXIQUE : CE N'ÉTAIT PEUT-ÊTRE PAS ELLE

● L'enquête sur les intoxications massives survenues en Espagne en 1981 n'a toujours pas abouti. Pis : elle se complique. L'Organisation mondiale de la santé voulait publier un rapport concluant à la responsabilité d'une huile alimentaire contaminée par des dérivés de l'aniline présents dans de l'huile industrielle. Des membres de la commission d'enquête espagnole ont alors démissionné : pour eux, l'huile n'a rien à voir dans cette affaire.

Il n'est pas impossible que ce soit les Espagnols qui aient raison. D'abord, il est tout à fait singulier qu'en Catalogne, par exemple, plusieurs familles aient consommé l'huile incriminée sans en être indisposées. Qu'une, à la rigueur deux personnes possèdent une immunité

contre un toxique qui a causé en juin 1981 l'hospitalisation de plus de 20 000 personnes et la mort de 341 à ce jour, c'est douteux, mais possible. Que des dizaines de personnes consomment le présumé toxique sans en souffrir, c'est impossible.

De plus, les symptômes enregistrés, lésions nerveuses, sclérodermie, atrophie des glandes salivaires, fragilisation des os évoquent bien plus les effets d'un autre toxique, les pesticides organophosphorés. Ceux-ci, en effet, ont pour action d'inhiber l'action de l'enzyme acétylcholinestérase, essentielle au fonctionnement du système nerveux. L'hypothèse d'une contamination massive de tomates par cet enzyme offre un modèle d'explication bien

plus cohérent qu'une huile adulterée.

Les résultats des expériences menées sur l'animal avec des spécimens d'huile adulterée et des dérivés de l'aniline ont été négatifs. Mais l'OMS s'en tient à la responsabilité de l'huile, tandis que les Espagnols s'en tiennent à des tomates contaminées par un pesticide, qui se serait peut-être combiné à d'autres substances chimiques pour causer l'épidémie d'intoxication. **G. M.**

ANTHROPOLOGIE

LE PLUS VIEIL ADOLESCENT DU MONDE

● Il est conseillé aux anthropologues de ne pas se hâter d'écrire l'histoire de l'émergence de la race humaine : elle change sans arrêt, parce que l'on fait sans cesse de nouvelles découvertes.

Ainsi, Raymond Leakey — encore — vient de trouver sur les rives du lac Turkana, au Kenya — encore — le seul squelette disponible entier d'un "Homo erectus". C'est, après examen, celui d'un adolescent de 12 ans qui n'avait pas encore atteint sa puberté et qui est mort il y a un million six cents millions d'années de cause inconnue. Homo erectus, rappelons-le, est l'ancêtre direct d'Homo sapiens, nous en d'autres termes. Son anatomie change quelques idées jusqu'alors admises sur les proportions d'Homo erectus : il est grand pour son âge, 162,6 cm, et il devait peser environ 64 kg. C'est plus que le poids et la taille d'un adolescent sapiens contemporain. A maturité, il aurait mesuré 1,85 m.

Il convient donc de refaire en conséquence le dessin classique qui indique une progression constante de la taille au fur et à mesure de l'évolution. **G. M.**

● "Grosse" découverte : celle du facteur qui favorise le développement des vaisseaux sanguins, isolé dans le péritoine du chat. Double perspective : accélérer la cicatrisation des plaies et brûlures par injection du facteur (une seule suffit) et "affamer" les cancers par injection de l'inhibiteur de cette substance.

● Ne mangez pas de la cervelle de daim, ni d'oie sauvage, d'ailleurs, encore moins d'écureuil. Des travaux américains indiquent que cela expose à contracter une infection grave à virus lent, la maladie de Creutzfeld-Jacob, qui est mortelle.

NOBELS DE MÉDECINE

LES THÉORICIENS DE LA GUERRE CIVILE

● Peu de surprise avec l'attribution du Nobel de médecine à des immunologues. L'immunologie est actuellement la clef de la compréhension de toute maladie.

A l'avenir, un médecin non-immunologue sera un pianiste sans bras. Et il sera impossible de comprendre, donc de traiter, le nombre considérable de maladies auto-immunes, qui ne sont autres que le résultat d'une guerre civile organique.

Récipiendaires : Niels K. Jerne, danois ; Georg J.F. Kohler, allemand ; Cesar Milstein, anglais, argentin d'origine. Travaux : théorie des réseaux immunologiques idiotypiques, par Jerne ; découverte des anticorps monoclonaux par Kohler et Milstein. Bref, l'immunologie est à l'honneur. Peu de surprise dans le monde médical et scientifique : l'immunologie est l'un des domaines de pointe de la recherche, celui dont viendront pendant longtemps quelques-uns des plus grands espoirs de guérir.

La théorie des réseaux idiotypiques est indispensable à toute étude immunologique : validée par de très nombreuses observations, elle postule essentiellement que toute production d'anticorps aboutit dans un premier stade à un épuisement de ses réserves et déclenche une série de réactions en chaîne d'autres anticorps, avec cette particularité : le premier site de production d'anticorps est traité par l'organisme comme un antigène ou, pour employer la terminologie biologique, un néo-antigène, différencié du premier antigène déclencheur. Cette théorie-clef a permis de comprendre un groupe de maladies de plus en plus vaste, les maladies auto-immunes. Ces maladies sont anciennes, telles le psoriasis, le rhumatisme articulaire, l'autisme, mais l'on s'avise qu'il y en a de plus en plus qui entrent dans cette définition.

En effet, à chaque étape de la cascade de production d'anticorps, chaque anticorps agit par devers le reste du système immunitaire comme un néo-antigène. C'est-à-dire que les propres défenses de l'organisme sont ressenties comme ennemis, provoquant ainsi des réactions inflammatoires. C'est comme si, dans une cité assiégée, les habitants se montraient hostiles aux soldats de leur propre clan. On aboutit donc à ce paradoxe, c'est qu'il y a des anticorps anti-idiotypes. Au-delà d'un seuil donné d'intensité, ce mécanisme paradoxalement provoque en lui-même une maladie.

Les anticorps monoclonaux sont des anticorps spécifiques (il y en a dans le sang une très grande variété), qui sont reproduits indéfiniment par clonage. La méthode utilisée par Kohler et Milstein a consisté à faire fusionner un globule blanc et une cellule cancéreuse ; la cellule cancéreuse procurant l'"éternité" au premier en lui permettant de se reproduire indéfiniment. On a donc un producteur stable, l'hybride, qui produit à volonté l'anticorps visé. Peut-être eut-on pu associer à la récompense le Français Georges Barski qui avait, le premier, réalisé une telle fusion en 1960, à l'Institut de recherches sur le cancer de Villejuif ; sans ses travaux, on n'aurait pas eu d'anticorps monoclonaux.

L'avenir des anticorps monoclonaux est immense, et les bénéfices qu'ils feront faire aux laboratoires biologiques dans le monde sont d'ores et déjà astronomiques. En effet, ce sont d'abord des instruments de diagnostic d'une finesse inégalée. Leur groupage en laboratoire autour de biopsies permet de déceler une foule de maladies infectieuses, bactériennes ou virales, des cancers ; ils permettent même, par réaction en présence de la myosine, un enzyme produit par le cœur, de déceler un risque d'infarctus du myocarde. Ensuite, administrés isolément ou bien associés à une immunotoxine, ils permettent d'enrayer la croissance de certains cancers. Ils sont en particulier utilisés dans les greffes de moelle sur les leucémiques. Enfin, ils permettent de neutraliser les réactions antigéniques chez les receveurs de greffes d'autres sortes. On connaît déjà 26 classes d'anticorps monoclonaux et la liste n'est sans doute pas close.

Les chercheurs disposent, avec la théorie des réseaux idiotypiques et les anticorps monoclonaux d'instruments de premier ordre pour la compréhension de maladies qui avaient jusqu'ici échappé à l'analyse. Les anticorps monoclonaux vont d'abord permettre de comprendre beaucoup mieux les réactions des molécules de surface des cellules, sur lesquelles s'opèrent les réactions immunitaires. Ensuite et bien entendu, ils vont permettre de mieux identifier la faille du système immunitaire à la faveur de laquelle la cellule cancéreuse parvient à survivre aux mécanismes d'auto-protection, cellulaires et humoraux, qui sont pourtant nombreux et qui, théoriquement, devraient la détruire. **G. M.**

LE JOUR J DU CRÉTACÉ

● Pour les géologues, le Crétacé marque la fin de l'ère secondaire ; pour les zoologues, c'est aussi le moment où nombre d'espèces animales disparaissent, y compris les célèbres dinosaures. Parmi les causes susceptibles d'expliquer cette extinction, les spécialistes avancent souvent l'hypothèse d'une pluie de météorites, et celle-ci vient de recevoir une confirmation assez solide. Qui plus est, ce serait une pluie de météorites précieuses renfermant beaucoup d'iridium, un métal encore plus rare et précieux que l'or.

De fait, il y a quatre ans, le géologue Luis Alvarez découvrait une proportion anormalement élevée d'iridium dans les argiles qui se sont déposées à la frontière géologique entre le Crétacé et le Tertiaire. Pour expliquer cette découverte, une seule possibilité : des météorites étaient venues apporter du ciel ce métal dont l'abondance au sein de la croûte terrestre est bien déterminée. Une surabondance dans une couche géologique précise ne pouvait venir que d'ailleurs.

Bien sûr, cette hypothèse ne fit pas l'unanimité, et il y eut de longues controverses. Or, tout récemment, quatre géologues américains sont venus confirmer cette idée, mais à partir de bases différentes. Au lieu de s'attacher uniquement à l'abondance d'iridium dans les argiles du Crétacé, ils se sont concentrés sur les structures physiques et minéralogiques du matériau. A partir d'un bloc d'argile datant de la limite entre Crétacé et Tertiaire, ils vérifièrent d'abord qu'il contenait 200 fois plus d'iridium que la normale — une disproportion énorme.

Mettant ensuite ce bloc dans un microscope à balayage électronique, ils découvrirent plusieurs caractéristiques intéressantes et inhabituelles. Pour commencer, les particules de kaolin n'avaient pas la forme normale ; ensuite, les particules de quartz avaient une structure plane qui ne se rencontre que dans les échantillons trouvés au fond des cratères d'impact. Pour finir, l'analyse par diffraction aux rayons X révélait une forme de silice qui ne se forme que sous des chocs d'une violence astronomique. On peut donc en conclure que la fin du Crétacé vit bien une pluie de météorites dévaster la Terre. Il reste seulement à savoir pourquoi le bombardement a fait disparaître les dinosaures au profit des espèces plus petites.

LE PLASTIQUE CONQUIERT L'ÉLECTRICITÉ

● Il faudra perdre des réflexes : le plastique, on le touche instinctivement en sachant qu'il ne conduit pas l'électricité. Pourtant, en démontant la dernière née des photocopieuses Xerox, on y trouvera un plastique dans lequel circulent les électrons. Attention aux décharges !

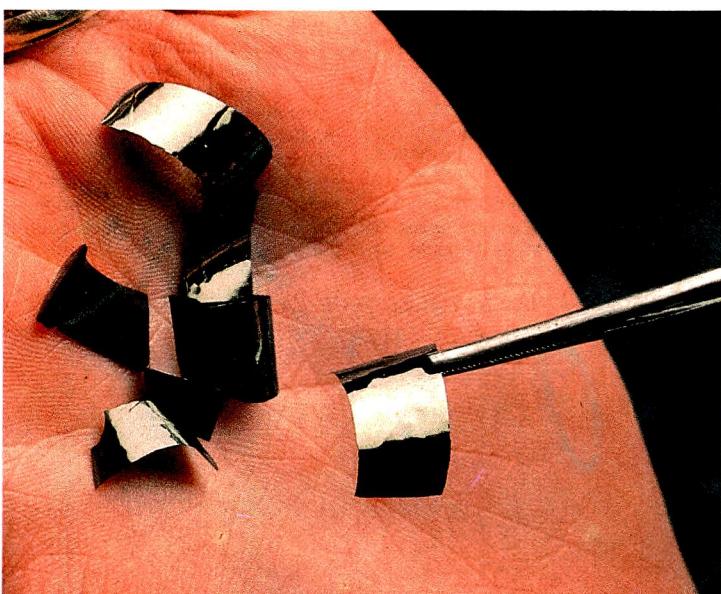
Pour l'industrie, c'est une grande première, mais il y a longtemps que chimistes et physiciens s'intéressent aux plastiques conducteurs : légers et malléables, ils seraient idéaux tant pour faire des électrodes dans des batteries que comme matériaux de base dans les cellules solaires ou les diodes semi-conductrices. De fait, leur histoire remonte au début des années 70. Hideki Shirakawa, chimiste de l'Institut de technologie de Tokyo, avait demandé à l'un de ses étudiants d'effectuer un travail de routine, en l'occurrence fabriquer une poudre polymérisée. Mais l'étudiant en fit trop ; il employa le bon catalyseur nécessaire à la réaction, mais en excès. Résultat : un film argenté qui ressemblait étrangement à un métal. Sur le moment, Shirakawa ne prêta qu'une attention moyenne au produit obtenu. Mais quelques années plus tard, il le montra à titre de curiosité, à un visiteur lui-même chimiste à l'université de Pensylvanie. Alan Mac Diarmid fut très intrigué par ce que lui montrait Shirakawa et commença l'étude des propriétés de la substance. En dopant en iodé le polymère, c'est-à-dire en y introduisant des atomes en surabondance, il

constata que la conductivité du produit était multipliée par un facteur 10^{12} (mille milliards). Le plastique conducteur était né.

Mais physiquement, comment était-ce possible ? Si dans un métal les électrons s'arrachent facilement à l'attraction de leurs noyaux pour "voyager" dans le solide, dans un isolant au contraire, ce qui est le cas du plastique ordinaire, les électrons sont très fortement liés aux noyaux atomiques. Comment donc un polymère, c'est-à-dire un ensemble de longues chaînes de carbone et d'hydrogène, pouvait-il laisser circuler les électrons ? La réponse provenait du changement induit dans la structure de la chaîne par la présence des atomes d'iodé : l'iodé, accepteur d'électrons, attire un électron participant à la liaison entre deux atomes de carbone. Il se crée donc une absence d'électron, un "trou positif", susceptible de se déplacer le long de la chaîne sous l'action d'un champ électrique extérieur.

Depuis cette découverte, des milliers de chercheurs dans le monde se sont à leur tour penchés sur le problème. En particulier, le Pr Fred Wulff, de l'université de Californie, a découvert un polymère conducteur susceptible de passer alternativement d'une couleur bleu-noir à un état transparent. Donc capable éventuellement (pour l'instant l'état transparent est instable dans l'air) de rivaliser avec les cristaux liquides !

G.M.



MARIANNE AU PREMIER RANG DES COURREURS DE HALLEY

● La comète de Halley, probablement un des vestiges de la nébuleuse primitive d'où s'est formé le système solaire il y a 4,5 milliards d'années, va passer à proximité de la Terre en mars 1986. Observée pour la dernière fois en 1910, elle ne sera à nouveau visible qu'en 2062. L'occasion est belle pour l'étudier avec les moyens techniques contemporains. Plus de 1500 scientifiques de tous les pays, réunis dans une internationale d'un nouveau genre, l'International Halley Watch s'y préparent, équipés d'"outils" allant de la navette spatiale aux sondes interplanétaires. Six sondes spatiales (voir tableau) vont être lancées à sa rencontre. L'une d'entre elle, Giotto, se rapprochera même jusqu'à 1 000 kilomètres de sa tête.

Le lancement à Tyuratam-Baïkonour, les 15 et 21 décembre prochains, des deux sondes spatiales soviétiques Véga 1 et Véga 2 emportant des instruments scientifiques français à leur bord, marque le coup d'envoi de cette opération internationale.

Véga 1 et 2 atteindront chacune la comète au bout d'un parcours de 440 jours, après avoir largué des modules et ballons atmosphériques en rasant la planète Vénus. Au passage près de cette planète, on profitera de l'accélération fournie par son champ gravitationnel pour accélérer les deux sondes vers la comète de Halley.

180 jours après leurs lancements respectifs, les deux sondes soviétiques se scinderont en deux : le module cométaire continuera son voyage vers la comète, qu'il rencontrera 260 jours plus tard, alors que le module de descente libérera dans sa plongée d'une heure dans l'atmosphère vénusienne, un ballon et une capsule.

Le ballon naviguera à la limite supérieure de la couche nuageuse à 55 km d'altitude et la capsule se

posera sur le sol basaltique. Là, dans les conditions effroyables de l'atmosphère vénusienne (pression : 100 atm, température : 500 °C) le module de descente retransmettra vers la Terre des informations sur la pression, la température, la composition chimique de l'atmosphère et du sol.

Résultats de cette expérience pourraient permettre de trancher l'épineuse question de la présence ou non d'éruptions volcaniques sur Vénus.

La retransmission des informations vers la Terre a lieu via le module cométaire qui sert de "retranslateur" tout en poursuivant sa trajectoire vers Halley, c'est ce qui la limite à 48 minutes.

Avant de se poser sur le sol vénusien, le module de descente aura donc largué un ballon (de fabrication française) qui transportera au niveau de l'équateur une petite charge utile (elle aussi française) de 5 kg destinée à étudier la pression, la température, la densité des aérosols, ainsi qu'un émetteur envoyant des signaux vers la Terre pour en permettre la localisation précise. Sur Terre, un réseau international de stations de réception mis en place par le CNES, comprenant 7 stations américaines du Deep Space Network, et 7 radiotélescopes (et non des moindres) appartenant à divers pays dispersés dans le monde, observeront les déplacements des deux ballons pour en déduire la vitesse et la direction des vents qui peuvent dépasser les 400 km/h ! Normalement les ballons devraient être suivis pendant 48 heures.

C'est ce même réseau qui suivra et recueillera toutes les informations fournies par les deux sondes cométaires Véga 1 et 2. Comme le module de descente, la sonde cométaire a une masse de deux tonnes. Une partie des 120 kg d'appareillages scientifiques est fixée sur le corps de la sonde, une autre sur une nacelle déployable. L'ensemble des expériences embarquées sur ce module cométaire a été conçu de manière à répondre aux questions que se posent les scientifiques sur les comètes. Après tout, c'est la première fois dans l'histoire qu'ils peuvent aller observer la tête d'une comète et sa chevelure "in situ". Les deux Véga (ainsi que les autres sondes européennes, japonaises et américaines) leur permettront de mieux savoir ce qu'est un noyau cométaire (dimension, forme, aspect de la surface, température, etc...), quel est son environnement proche, quelle est la nature physico-chimique des gaz et poussières constituant l'enveloppe du noyau et la chevelure.

Les modules cométaires sont stabilisés sur trois axes avec une précision de l'ordre du degré. Cela va permettre d'orienter exactement les



Non, ce n'est pas une peinture abstraite, mais plutôt le noyau de la comète de Halley, tel que se le représentent les scientifiques. Il est constitué d'un conglomérat de gaz gelés (en blanc), de silicates (en jaune) et de roches (en marron).

Les scientifiques français, sous l'égide du Centre National d'Etudes Spatiales, ont conçu et réalisé les expériences qui seront faites pendant la descente du module dans l'atmosphère : spectromètre de masse pour analyser la composition chimique des aérosols et particules atmosphériques solides, spectromètre ultraviolet afin d'étudier la composition des composés soufrés dans l'atmosphère de Vénus. Les

LES MISSIONS SPATIALES VERS LA COMÈTE DE HALLEY

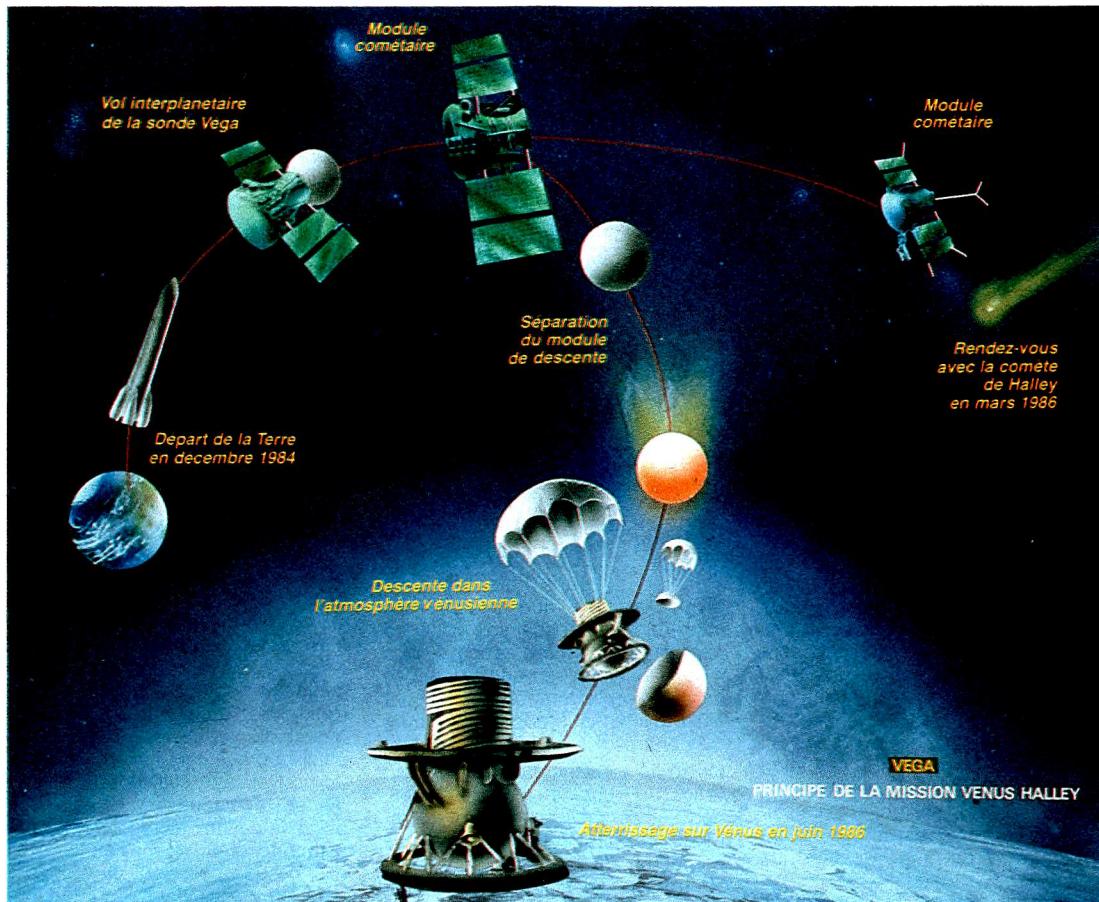
Projet	Départ de la Terre	Arrivée près de la comète de Halley	Distance de survol du noyau cométaire
Véga 1 (URSS)	15 Décembre 1984	6 Mars 1986	10 000 km
Véga 2 (URSS)	21 Décembre 1984	9 Mars 1986	3 000 - 10 000 km
MS-T5 (Japon)	Janvier 1985	Mars 1986	150 000 km
Giotto (Europe)	Juillet 1985	13 Mars 1986	1 000 - 500 km
Planet A (Japon)	Août 1985	8 Mars 1986	200 000 km
ICE (USA)	22 Décembre 1983	28 Mars 1986	31,4 millions de km

deux caméras de télévision (une "grand angle", et une "petit angle", de fabrication française), et les spectromètres infra-rouge et tri-canal, lorsque les modules parviendront respectivement à 10 000 et 3 000 km du noyau cométaire. Le spectromètre infra-rouge devrait donner des informations sur la com-

le corps même de la sonde devraient permettre de donner les caractéristiques des vents solaires et de leur interaction avec l'environnement cométaire : ions, électrons, poussières.

La comète et les deux sondes Véga se rencontrant à la vitesse relative de 70 km/h, il faudra faire vite pour

pour rectifier éventuellement le parcours des Véga et assurer un passage au plus près. Fait remarquable, toutes les informations sur les sondes et la comète obtenues dans le cadre de la mission Véga seront communiquées à l'Agence spatiale européenne, à l'Agence japonaise de l'espace et à la NASA



A proximité de Vénus, la sonde Vega se séparera en deux : un module descendra se poser, alors que le module cométaire continuera sa course vers la comète de Halley qu'il rencontrera en mars 1986.

position chimique des poussières et des glaces du noyau et de la chevelure. Les caméras de télévision enregistreront optiquement toutes les caractéristiques du noyau : processus actifs (désagrégations, émissions de gaz, etc...) se produisant à sa surface ainsi que dans la chevelure... Le spectromètre tri-canal donnera une étude détaillée de la composition chimique de la chevelure, des composants de la poussière ainsi que de la vitesse et de la densité des gaz autour du noyau. Enfin, d'autres instruments fixés sur

recueillir les informations transmises par les instruments : deux heures avant le passage au plus près du noyau et une heure après. La Terre sera alors éloignée respectivement de 125 à 170 millions de kilomètres. On a aussi prévu d'installer un bouclier de protection afin d'éviter que, lors de l'approche du noyau, les grains de poussière, voir même les cailloux, ne détériorent les équipages.

Les trajectoires d'approche des deux Véga vers la comète seront suivies par les antennes terrestres

afin qu'ils puissent les mettre à profit pour "piloter" au mieux leurs propres sondes.

L'importance de la participation française au programme soviétique Véga (100 millions de francs), sa contribution, égale au quart du prix de la sonde européenne Giotto (30 millions de francs) font que notre pays occupe une place tout à fait privilégiée et qu'il bénéficiera au premier titre des informations fournies par les sondes. La campagne d'observation de 2062 en bénéficiera à coup sûr.

J.-R.G.

LE GAUR NÉ D'UNE VACHE

● En 1981, un événement historique s'est produit au jardin zoologique du Bronx à New York. Une vache de race Holstein a donné naissance, non pas à un jeune veau de sa propre espèce, mais à un jeune Gaur ! Le Gaur est un bovin sauvage du sud de l'Asie dont les différentes populations sont en danger d'extinction.

Cet événement a été rendu possible grâce à la technique qui consiste à

bryons sont exempts de germes pathogènes, on peut les faire voyager sans risques d'un pays à un autre. La mère adoptive, par ailleurs, confère au jeune qu'elle porte une résistance immunitaire aux maladies locales. Les embryons congelés peuvent de plus se conserver longtemps.

D'autres caractéristiques peuvent, par contre, être interprétées comme un avantage ou un inconvénient. Il



implanter un embryon dans l'utérus d'une femelle porteuse. Les avantages de cette méthode sont évidents : On peut, grâce à un traitement hormonal, provoquer chez une femelle d'une espèce menacée la formation de plusieurs embryons qui seront transplantés, et l'opération pourra être répétée, bien avant la date normale de mise bas. On multiplie ainsi par un coefficient important la vitesse de multiplication de l'espèce envisagée.

Mais il existe une série d'autres avantages. En général, les em-

semble en effet que le comportement du jeune animal soit influencé par celui de sa mère adoptive. Des moutons sauvages portés et élevés par des brebis domestiques se sont ainsi révélés plus dociles que leurs congénères.

Ceux qui souhaitent utiliser de nouvelles espèces sauvages pour une nouvelle domestication sont évidemment satisfaits, mais il n'en est pas de même de ceux qui souhaitent réintroduire ces animaux dans le milieu naturel.

L'animal ne se comporte pas seulement en fonction de son programme génétique spécifique, mais aussi de ce qu'il apprend au contact des adultes de sa propre espèce. La survie dans un milieu hostile, les contacts sociaux, la formation d'un couple seront peut-être des problèmes difficiles pour des animaux ainsi produits si on n'y prend pas garde.

Quoiqu'il en soit il semble bien qu'un certain nombre de chercheurs américains se soient délibérément engagés dans cette voie, obtenant des résultats intéressants, même entre animaux appartenant à des genres différents.

J. M.

POURQUOI L'ON DEVIENT CHAUVE : LES MOUSTACHES DU RAT LE DISENT

● On s'interroge depuis toujours sur les causes réelles de la calvitie.

On l'a attribuée à des causes hormonales et notamment à l'excès d'androstérone, ce qui n'est pas totalement faux, puis à la séborrhée, ce qui est faux, parce qu'il y a des calvities sur cuir chevelu sec, puis à un facteur mystérieux, lié aux émotions, puis au vieillissement des follicules par dénutrition consécutive à la sclérose des capillaires qui cessent de les alimenter, ce qui n'est pas faux non plus. Mais on ne savait toujours pas pourquoi à un certain moment les follicules cessent de produire des cheveux vigoureux et n'élaborent plus que du duvet débile, voire rien du tout.

Trois chercheurs de l'université de Dundee, en Grande-Bretagne, ont trouvé, en étudiant les moustaches du rat, que la clef du mystère réside peut-être dans les papilles qui se trouvent au fond du follicule et qui se projettent dans le bulbe capillaire pour en stimuler la poussée. Ces papilles sont en fait des fibroblastes, c'est-à-dire des cellules du tissu conjonctif, chargées de synthétiser les glycoprotéines. On sait que les fibroblastes se différencient de plus en plus au cours des ans, et qu'ils se dédifferencent, c'est-à-dire qu'ils retournent à leur état primaire, quand ils se régénèrent. Or, ces papilles présentent l'intérêt à la fois de pouvoir être cultivées *in vitro* et de se dédifferencer, c'est-à-dire aussi de devenir alors tolérables par n'importe quel organisme. On voit d'ici ce que cela veut dire : il sera peut-être possible, un jour, de fabriquer de l'extrait de fibroblastes pour faire repousser les cheveux. D'ailleurs, nos chercheurs ont obtenu, mais seulement chez le rat, des repousses de moustaches par implantation de papilles. Au bout de 4 semaines, 53 % des follicules traités ont recommencé à produire des moustaches. A ce propos, nous signalons aux très nombreux lecteurs qui nous ont écrit pour s'informer sur le Minoxidil, produit hypotenseur qui fait repousser les cheveux (très en désordre) dans certains cas, qu'une forme dermatologique de ce produit est actuellement à l'essai aux Laboratoires Upjohn, aux Etats-Unis. L'on ne perd donc rien pour attendre.

G.M.



MALADIES AUTO-IMMUNES : LE CATALOGUE S'ALLONGE À VUE D'ŒIL

● Chaque semaine qui passe apporte des lumières nouvelles sur le rôle des troubles auto-immuns dans des maladies que l'on croyait étrangères à ces entités. En plus du lupus érythémateux disséminé, du psoriasis, du rhumatisme articulaire aigu, de l'autisme, de la maladie d'Alzheimer, du diabète ou, au moins certaines formes de diabète ; voilà que l'on y ajoute des maladies du tissu conjonctif ou connectivites, comme la dermatomyosite, la sclérodermie, la polyarthrite rhumatoïde, mais aussi le pemphigus, le vitiligo, la myasthénie, la rectocolite hémorragique, la cirrhose biliaire primitive, l'hépatite, la cirrhose chronique, qui jusqu'alors avaient paru être des maladies d'organes et non de systèmes. Le catalogue s'allonge quasiment à vue d'œil, et il n'est pas impossible que la schizophrénie apparaisse bientôt aussi comme une maladie auto-immune (l'autisme, forme de schizophrénie infantile semble orienter les soupçons dans ce sens).

Au VII^e congrès international d'endocrinologie, à Québec en octobre, il a été rapporté que deux types d'anticorps semblent exister, certains destructeurs, d'autres stimulateurs, qualifications devant être entendues au sens large. Ainsi le terme stimulateur ne doit pas être compris au sens de bénéfique. Il existe une forme d'ulcère duodénal qui serait causé par une immunoglobuline stimulatrice, le Gastric-LATS, qui provoque la croissance et la sécrétion acide des cellules de la paroi du duodénum. Il en ressort déjà que cette forme d'ulcère est donc aussi une maladie auto-immune. En revanche, la gastrite atrophique serait causée par des anticorps destructeurs. Et ce serait, aussi, une maladie auto-immune.

Les maladies auto-immunes semblent en outre influencées par des facteurs hormonaux. C'est ainsi que les femmes sont plus vulnérables à l'ensemble des maladies auto-immunes et en particulier aux affections rhumatismales et à la maladie de Basedow, étant donné que leurs hormones sensibiliseraient le système immunitaire. Les hommes ne sont pourtant pas protégés de ces maladies, car ils sont beaucoup plus frappés par l'ulcère d'estomac, par exemple, que leurs compagnes.

G. M.

MOMIFIÉS VIVANTS

● Il n'est pas facile de momifier un corps et il l'était encore moins avant les pompes pneumatiques qui permettent d'injecter dans les corps des produits d'embaumement. Les Egyptiens avaient leur technique, qui consistait à déviscérer intégralement les cadavres et à les envelopper de bandelettes enduites de bitume, le climat, très favorable, n'ayant plus qu'à conserver la peau et les os. Les Chinois, depuis le IV^e siècle, enduisaient leurs momies, préalablement vidées, de laque, qui les protégeait contre l'humidité. Les Japonais, eux, présentent la particularité d'avoir réussi un type de momification sans le moindre procédé artificiel. Ce qui est bizarre dans un pays humide.

La grande différence entre les Japonais et les autres, populations andines comprises, c'est que ces derniers momifiaient des cadavres, alors que les Japonais commençaient la momification... du vivant des intéressés. La technique est apparue au X^e siècle ; elle ne semble avoir été abandonnée qu'au début de ce siècle, la plus "jeune" des momies japonaises ayant 80 ans. Comment se momifie-t-on de son vivant ? Philosophiquement, en prenant la position assise du Zen et en atteignant l'état de "nyujo", c'est-à-dire la bonté en l'absence de respiration. Puis on commence le régime, qui dure quelque trois ans. La future momie s'abstient de manger orge, riz, millet ou soja, poisson et viande lui étant déjà interdits en tant que prêtre bouddhiste (la momification japonaise est réservée aux prêtres). Il se contente de sarrasin, d'herbe, de graines de soja rouge, sauf à la fin du régime, où même cette maigre pitance lui est



Une des têtes de momies "naturelles".

refusée. A l'approche de la mort, il ne boit plus que de l'eau, pour laver ses organes. Inutile de dire qu'un tel régime aboutit aussi à nettoyer le corps de ses graisses et de ses muscles. Il ne restera plus grand chose qui puisse pourrir, à l'exception des viscères réduits à peu de choses. Le futur momifié ayant rendu son souffle était déjà desséché. Il fallait alors asseoir son corps de nouveau dans la position du Zen, le placer dans un coffre de bois aux planches de 6 cm d'épaisseur et le placer dans une cave archi-sèche. Le corps une fois retiré, au bout de quelques mois, il était momifié naturellement. S'il y subsistait quelques traces d'humidité, il était mis à sécher sur des claires, au-dessus d'un feu d'herbes lent, ou bien suspendu à une poutre du temple.

La dessication étant réussie, la momie était habillée, coiffée d'une toque et retournée au temple, où elle était vénérée pour avoir atteint à l'état du Bouddha.

Certains historiens avancent aussi que les moines consommaient de la laque, afin de se laquer intérieurement les viscères. Au bout de quelques mois, leurs viscères, d'ailleurs limités à traiter de vagues brouets, n'en souffraient guère.

La technique semble aléatoire. On compte qu'environ un candidat sur cent atteignait son but, et il ne reste pas beaucoup de ces momies naturelles. Le dernier momifié réussi fut le moine Bukkai, "mort" en 1903. Selon la croyance de la secte bouddhiste Shingonshu, où se pratiquait ce rite, la momie n'était qu'endormie et pouvait être réveillée d'une tape amicale sur l'épaule, quelque 5 670 000 000 années après la mort de Bouddha, qui se produisit en 483 av. J.-C., au retour de Maitreya, divinité bouddhique. A ce moment-là, assure la croyance, les hommes vivront 84 000 ans.



Dans cette statue, creuse, gît une momie "naturelle".

Une révolution dans l'aviation civile : les commandes de vol électriques

Utilisées depuis plusieurs années par les militaires, récemment introduites sur quelques avions civils, les commandes de vol électriques représentent non seulement un changement de technologie, mais une véritable révolution dans l'“art” de piloter. « Avec des commandes électriques, on pourrait faire voler un fer à repasser ! » disent les initiés.

■ Si l'on vous demandait à brûle-pourpoint quels sont les progrès majeurs qui ont été réalisés en aviation au cours des cinquante dernières années, sans doute mentionneriez-vous la substitution des réacteurs aux hélices, les ailes à géométrie variable, le pilotage automatique par centrales inertielles, voire le passage et l'enfoncement du mur du son. Mais, à moins d'être des spécialistes, peu d'entre vous citeraient l'avènement des commandes de vol électriques. Et pourtant il s'agit là d'une révolution de première grandeur, aussi capitale que le remplacement de la toile par le métal, ou l'apparition du vol aux instruments.

Tous les appareils militaires de la dernière génération sont déjà équipés de commandes de vol électrique (CDVE), et les principaux constructeurs d'appareils commerciaux ont décidé de les introduire dans leurs nouveaux programmes. Elles sont donc à la fois le présent et le futur de l'aéronautique, et comme telles, méritent que l'on en étudie les tenants et les aboutissants, autrement dit les



principes et les résultats.

Lors de la conception d'un nouvel avion, tous les constructeurs sont obsédés par une double exigence : faire une “cellule” (c'est-à-dire tout ce qui, dans un avion, n'est pas le moteur) qui soit la plus légère possible, et dont la résistance à l'avancement dans l'air soit la plus faible possible. Les raisons en sont simples. D'une part, à motorisation équivalente, plus le poids d'une cellule est bas, plus l'avion est capable d'atteindre des altitudes élevées et plus, en conséquence, sa consommation en carburant est réduite. En effet, à haute altitude, les réacteurs deviennent moins gourmands (c'est exactement le contraire qui se produit avec les moteurs à pistons). D'autre part, si cette même cellule, par une forme appropriée, présente un bon coefficient de pénétration aérodynamique, il en résulte à la fois un gain de vitesse et un abaissement de la consommation de kérosène.

D'une manière plus précise, disons que l'explication tient en deux formules. La première (**dessin 1 page suivante**) est celle du frottement d'un solide



c.Broulin

(l'avion) dans un fluide (l'air), soit :

$$F_x = \frac{1}{2} \rho S v^2 C_x$$

où ρ est la masse spécifique du fluide, "S" la surface frontale du solide, "v" sa vitesse et C_x un "facteur de forme" prenant en compte l'aérodynamisme du solide (c'est le fameux C_x des automobiles). Ce "facteur de forme" est directement lié au dessin de la cellule ; plus sa valeur est faible, plus la résistance aérodynamique (également connue sous le nom de "traînée") est elle aussi faible, et moins est important l'effort que doit produire le réacteur pour faire avancer l'avion.

La seconde formule (**dessin 2**) est l'équation fondamentale de la dynamique, bien connue de tous les lycéens :

$$F = m\gamma$$

Elle indique que la force (F) à appliquer à un mobile pour le faire avancer est égale au produit de sa masse (m) pour l'accélération (γ). Par conséquent, pour une accélération donnée, la force requise est tributaire de la masse : plus celle-ci sera faible, moins il faudra de force pour la propulser.

En aéronautique, abaisser le C_x et diminuer la masse concourent donc au même objectif : réduire la consommation de carburant. Cet objectif, toutefois, n'a pas la même signification selon qu'il s'agit d'avions civils ou d'appareils militaires : pour les premiers, l'économie de carburant se traduit par un allégement des coûts d'exploitation ; pour les seconds, elle représente une plus-value opérationnelle, dans la mesure où, par exemple, elle permet un accroissement du rayon d'action ou une plus grande autonomie à l'intérieur d'une zone de combat.

Quel rapport, demanderez-vous, entre l'aérodynamisme, le poids, et les commandes de vol électriques ?

Nous y venons. Rappelons d'abord que tout avion évoluant dans l'air est soumis à un ensemble de forces plus ou moins antagonistes. Par souci de simplification, nous laisserons de côté les forces "horizontales", telles que la poussée des réacteurs ou la traînée qui s'oppose à l'avancement de l'appareil, parce qu'elles n'interviennent pas directement dans le concept aérodynamique qui a donné naissance aux CDVE. Les forces qui nous intéressent ici sont celles qui permettent à une machine plus lourde que l'air de se maintenir en équilibre au sein de cet air. Pour cela, deux conditions doivent être simultanément remplies :

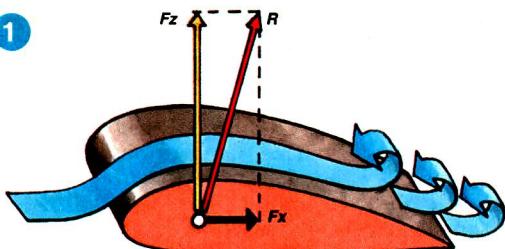
- En premier lieu, il faut que le poids (p) de l'avion, matérialisé par un vecteur s'appliquant à son centre de gravité, soit contrebalancé par la combinaison de deux autres forces : une force de sustentation (Fz), obtenue par l'écoulement de l'air le long de l'aile et s'appliquant en un point dénommé "foyer" (F), et une force également produite par l'écoulement de l'air, mais qui s'exerce, elle, sur l'empennage arrière (**voir dessin 3**).

- En second lieu, puisque ces deux forces s'appliquent en des endroits différents de la cellule, il est indispensable, pour qu'il y ait équilibre autour du centre de gravité, que la somme de leurs moments soit nulle.

C'est à ces deux conditions qu'un avion est statiquement stable, donc non dangereux en vol. Ceci étant, au plan de la configuration de l'appareil, une distinction doit être faite entre les avions de conception classique, dits "naturellement stables", et les avions modernes, que l'on pourrait qualifier d'"artificiellement stables", et qui sont en fait des avions naturellement instables, mais dont l'équilibre est assuré par des systèmes automatiques commandés par ordinateur.

Dans le cas des premiers, le centre de gravité se trouve situé en avant du foyer de sustentation (**dessin 3A**) dont nous venons de parler (foyer où s'applique la force Fz), de sorte que si, pour une raison quelconque (une turbulence, par exemple), l'incidence de l'avion augmente, l'équilibre est "naturellement" rétabli, et l'appareil se remet de lui-même en ligne de vol. Dans le cas des seconds, en revanche, le centre de gravité est déplacé en arrière du foyer (**dessin 3B**).

1



Une aile en vol est soumise à un ensemble de 2 forces aérodynamiques. La portance $F_z = 1/2 \rho SV^2 C_z$ et la trainée $F_x = 1/2 \rho SV^2 C_x$. La force R est la résultante de ces 2 forces F_z et F_x . C_z est appelé le coefficient de portance ; il est directement lié à la forme de l'aile. Il en est de même de C_x . Le rapport F_z/F_x est appelé "finesse". Si cette finesse est de 15 cela signifie qu'un avion évoluant à une altitude de 10 km pourra parcourir en vol plané une distance de 150 km.

La question qui vient immédiatement à l'esprit est : pourquoi situer le centre de gravité en arrière du foyer de sustentation puisque, dans cette configuration, l'avion devient instable ? La réponse est simple et ressort du schéma précédent. Dans le cas de l'avion A, on voit que, sur l'empennage arrière (E), s'exerce une force $F'z_A$ dirigée vers le bas (force de déportance). Cette déportance est nécessaire pour satisfaire au principe d'équilibre énoncé ci-dessus (somme des moments nulle), mais elle a pour conséquence d'"alourdir" l'avion. En effet la portance de l'aile doit être égale au poids de l'avion, plus la déportance de l'empennage.

Sur l'avion B, par contre, dont le poids est identique à celui de l'avion A, le fait d'avoir modifié la position du centre de gravité — de l'avoir placé non plus en avant, mais en arrière du foyer de sustentation — a pour résultat de changer les longueurs des bras de levier X et Y, et, partant, de nécessiter, pour assurer l'équilibrage longitudinal de l'appareil, une force au niveau de l'empennage dirigée cette fois vers le haut (force de portance $F'z_B$). En bref, avec un avion naturellement stable, on ne dispose que d'une seule surface de portance, tandis qu'avec un avion "instable" on en a deux.

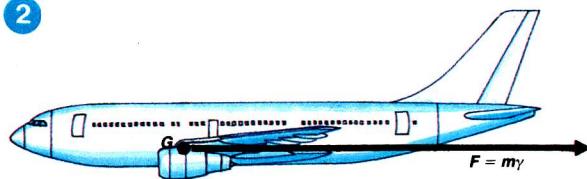
De ce doublement découlle le premier avantage de l'avion virtuellement instable : la portance de l'empennage s'ajoutant à la portance de l'aile pour équilibrer un même poids, il n'est plus nécessaire que la portance de l'aile ait une valeur aussi grande que dans le cas de l'avion A. D'où, pour le constructeur, la possibilité d'envisager une diminution des dimensions de la voilure sans contrevenir aux exigences de la portance. Or, réduire la voilure, c'est à la fois abaisser le poids de l'avion et atténuer sa résistance à l'avancement dans l'air, deux améliorations, nous l'avons vu, très recherchées par tous les avionneurs.

Si intéressante que soit la formule du centrage arrière, elle pose cependant un problème : un appareil instable ne peut pas voler avec des commandes classiques faisant appel à des systèmes de transmission traditionnels (timonerie, câbles, renvois, etc.). Il faut en effet qu'à tout instant une stabilité apparente soit préservée par une mul-

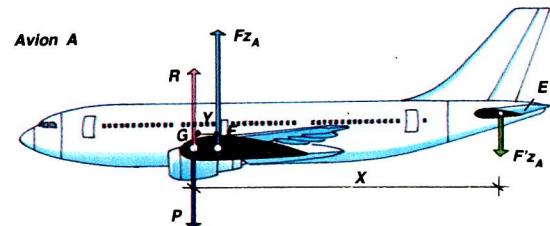
titude de corrections plus fines les unes que les autres. Et cela, seules des commandes gérées par ordinateur peuvent le faire. A condition, encore, que les ordres en provenance de ces commandes soient transmis par des liaisons électriques. Voilà toute l'explication des CDVE. Grâce à des temps de réponse extrêmement courts aux différentes sollicitations dont l'avion est l'objet (rafales de vent, turbulences, ordres du pilote, etc.), les commandes de vol électriques sont capables de prendre en charge l'instabilité naturelle de l'appareil et de la convertir, par une incessante vigilance, en stabilité artificielle.

Mais il y a mieux : l'introduction des commandes de vol électriques a non seulement permis aux ingénieurs de concevoir de nouveaux types d'avions, elle a aussi donné naissance à un nouveau concept, fort ambitieux, consistant à confier tout ce qui relève de la sécurité en vol à l'électronique. C'est le concept CAG (contrôle actif généralisé),

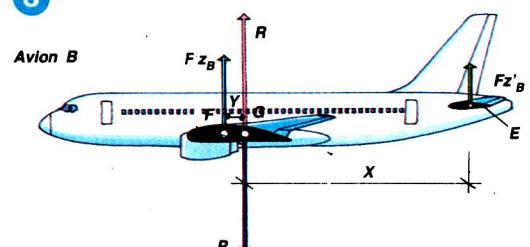
2



Sur tout corps en mouvement (une voiture, un avion) s'exerce une force dite de "la relation fondamentale de la dynamique". Cette force obtenue par un dispositif moteur est proportionnelle à la masse du corps et à son accélération.



3



L'avion A est un appareil classique. Il n'est pas équipé de CDVE et le fait d'avoir le centre de gravité G, placé en avant du foyer F implique une grande longueur du bras de levier X. L'avion, B, doté de CDVE a pour caractéristique d'avoir un centre de gravité placé en arrière du foyer. La longueur du bras de levier X étant plus petite, la force $F'z_B$ appliquée à l'empennage E devient une force de portance. C'est la plus grande longueur du bras de levier de l'avion A qui est responsable de la déportance de la force $F'z_A$.

d'abord exploré par les militaires, et appliqué depuis peu aux avions civils.

Les objectifs du CAG dépassent de beaucoup le simple maintien d'une stabilité artificielle : ils tendent à résoudre des problèmes auxquels aucune solution satisfaisante n'avait pu être apportée avant l'avènement des commandes de vol électriques, problèmes concernant, entre autres, la réduction des effets de la turbulence, le contrôle du flottement et la limitation des charges en manœuvre.

Mais avant d'en venir à la façon dont ces phénomènes préjudiciables au confort du passager et à la solidité de l'appareil sont désormais traités par l'intermédiaire du CAG, voyons pourquoi ce concept est indissociable des commandes de vol électriques.

Sur un avion classique, le pilote dispose de deux commandes principales (voir **dessin 4**) : le manche, appelé familièrement "manche à balai", au moyen duquel il fait varier l'incidence de l'appareil (il le fait monter ou descendre) ou bien détermine son inclinaison (à gauche ou à droite) ; les palonniers, dont l'action sur le gouvernail de direction, combinée à celle du manche, permet les virages. Ces commandes agissent directement sur des gouvernes, lesquelles, en fonction des ordres qu'elles reçoivent, modifient le profil aérodynamique de l'appareil, condition nécessaire aux changements d'altitude désirés.

Les poussées exercées par le pilote sur le manche ou sur des palonniers sont transmises aux gouvernes par des systèmes mécaniques et hydrauliques. Ce mode de transmission, si perfectionné soit-il, a toutefois des limites : en particulier, comme nous le signalons plus haut, les temps de réponse sont beaucoup trop longs pour que le pilote puisse contrecarrer en temps réel certains phénomènes indésirables, comme une turbulence de forte amplitude ou une inversion de la direction du vent (n'oublions pas en effet que, sur les grands avions de ligne, les gouvernes extrêmes se trouvent parfois distantes de plus de 50 mètres de la cabine de pilotage). Il s'ensuit que l'avion est "secoué" et le passager mal à l'aise.

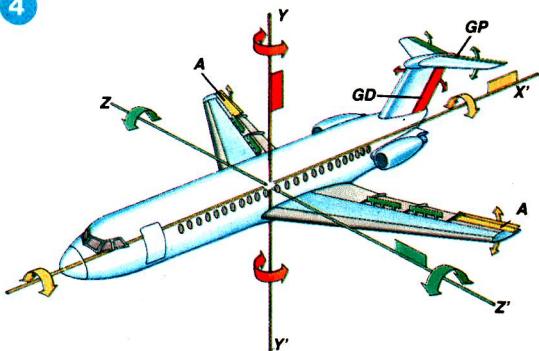
Sur un avion équipé de commandes de vol électriques, de tels inconvénients sont éliminés. Pour deux raisons. D'abord, parce que le remplacement des systèmes à tringlerie par des liaisons électriques ramène pratiquement à quelques nanosecondes (milliardièmes de seconde) le laps de temps nécessaire pour que l'ordre émanant de la commande agisse sur la gouverne. Ensuite, parce que, entre le pilote et les gouvernes, est intercalé un calculateur, dont la mission est de neutraliser automatiquement les effets des perturbations d'origine externe.

Qu'on ne s'y trompe pas, le rôle de ce calculateur (**dessin 5 page suivante**) ou plus exactement l'un de ses deux rôles n'est pas de se substituer au pilote, mais de le décharger d'une fonction que, de toute façon, il ne pourrait pas assurer correctement, car elle exige, pour être menée à bien, des vitesses de réaction très supérieures à celle des réflexes humains. La fonction en question consiste

à détecter, lorsqu'ils se produisent, les phénomènes aérodynamiques ayant une incidence directe sur le comportement de l'appareil (rafales, tourbillons, etc.) et d'en annuler les effets en envoyant directement, c'est-à-dire indépendamment du pilote, des ordres vers des gouvernes spécifiques, adaptées au contrôle des mouvements perturbateurs.

D'autre part, dans ce que l'on appelle une "chaîne de pilotage" (il en existe au moins une sur chacun des trois axes — roulis, tangage et lacet — dans lesquels évolue un avion), la position du calculateur, entre la commande du pilote et la gouverne externe de l'avion, n'est pas fortuite : elle correspond au second rôle qui lui est dévolu. Placé à cet endroit stratégique, le calculateur est en effet en mesure de recevoir à la fois les informations issues de la commande actionnée par le pilote, et celles qui proviennent des différents capteurs chargés de détecter les mouvements per-

4



Les 3 axes de rotation d'un avion. L'axe XX' est appelé l'axe de roulis. L'avion évolue autour de cet axe grâce au braquage des gouvernes (A) appelées ailerons. L'axe ZZ' , dit de tangage, commande l'inclinaison vers le haut et vers le bas ; c'est par l'intermédiaire de la gouverne de profondeur GP que le pilote agit sur cet axe. Enfin on trouve un troisième axe YY' , axe de lacet, c'est autour de lui que pivote l'avion par l'intermédiaire de la gouverne de direction GD.

turbateurs, sur lesquels ce même pilote est dans l'impossibilité d'agir.

Programmé pour optimiser l'attitude de l'avion en fonction d'une trajectoire définie (vol en palier, virage à droite, virage à gauche, montée, descente, etc.), le calculateur opère un filtrage de deux types d'informations reçues, et transmet vers la gouverne intéressée un signal "moyenné" — ni trop fort, ni trop faible — parfaitement adapté à la situation aérodynamique du moment.

Mais, comme cette situation est en perpétuelle évolution, comme des phénomènes perturbateurs peuvent apparaître ou disparaître en quelques fractions de seconde, les corrections effectuées par le calculateur ne sont efficaces que si elles sont transmises aux gouvernes par des systèmes dont les temps de réponse sont du même ordre de grandeur. Voilà pourquoi les liaisons électriques sont le corollaire obligé du concept de contrôle actif généralisé.

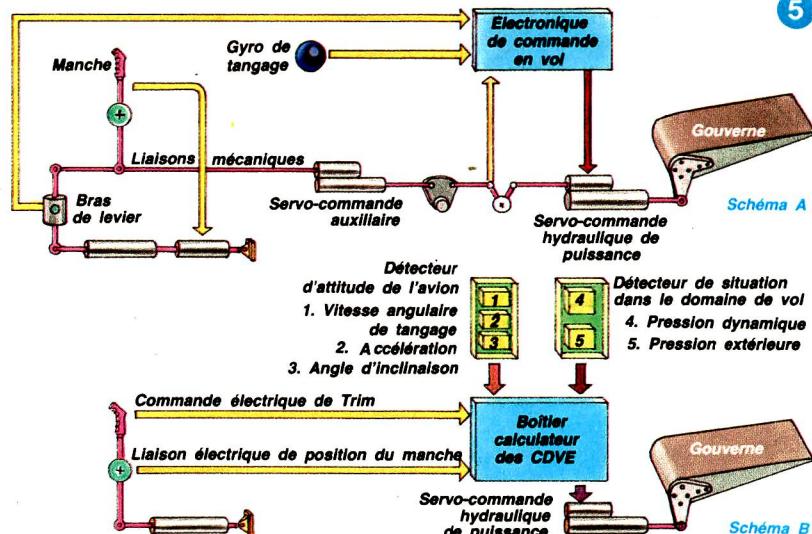
En comparant les dessins A et B, on voit la simplification qui résulte de l'adoption des CDVE. Avec les commandes de vol électriques, les liaisons mécaniques sont supprimées, bien que les fonctions décrites sur ces deux dessins restent identiques. D'autre part, en B, la position "charnière" du boîtier calculateur des CDVE met parfaitement en exergue son rôle de "cerveau" dans la chaîne de commande. On remarquera que les servo-commandes (assimilables à des muscles) de puissance qui actionnent la gouverne, demeurent hydrauliques. Sur les avions des prochaines générations, elles seront commandées électriquement donc plus rapides.

A partir de ces principes généraux, voyons maintenant comment les choses se passent dans la réalité. Et commençons par le traitement de la turbulence. Un exemple permettra de mieux comprendre le problème posé et la façon dont il est résolu.

Supposons qu'un pilote décide de modifier la pente de son avion au moment même où survient une rafale de vent oblique (avec des effets dans le sens horizontal et le sens vertical). Son intervention à lui, pilote, consiste simplement à agir sur le manche. Ce faisant, il envoie vers le calculateur un signal électrique dont la valeur, V , est fonction de l'amplitude du déplacement imprévu au manche. Dans le même temps, la rafale va occasionner des mouvements de l'appareil (les fameuses turbulences), mouvements qui vont se traduire par des changements d'attitude, donc de profil aérodynamique. Des capteurs (accéléromètres, gyroscopes, gyromètres) disséminés en différents points de la cellule et spécifiquement adaptés à la détection des paramètres recherchés, vont déterminer l'amplitude des différentes modifications d'attitude engendrées par la rafale. Les gyroscopes vont mesurer les variations d'inclinaison et de cap ; les gyromètres, la vitesse angulaire de rotation ; les accéléromètres, comme leur nom l'indique, l'accélération ou la décélération. Bref, toutes les contraintes s'exerçant sur la cellule seront évaluées avec précision.

De toutes les informations recueillies par les capteurs, le calculateur fera une synthèse, d'où il tirera une valeur V' . Ainsi, connaissant la valeur V que le pilote veut envoyer à la gouverne, et la valeur V' qu'il convient d'imposer à cette même gouverne pour corriger les effets de la rafale, le calculateur modulera V en fonction de V' et transmettra à la gouverne une valeur différentielle qui sera ni plus ni moins que la somme algébrique des valeurs $V + V'$. Selon le terme approprié, on dit que le calculateur "lisse" l'ordre du pilote.

À travers cet exemple, on perçoit sans doute



mieux la différence qui existe entre un avion pourvu de CDVE et un avion qui n'en possède pas. Sur le premier, l'ordre qui parvient à la gouverne a été préalablement "travaillé" par tout un ensemble de systèmes électroniques, qui mixent en continu les différents paramètres afin d'assurer un maximum de stabilité instantanée. Sur le second, l'ordre n'est pas "moyenné" ; les perturbations externes ne sont que partiellement et tardivement amorties ; bref, le pilotage est moins "fin", ce qui a des conséquences néfastes tant sur le suivi de la trajectoire que sur le confort des passagers.

LES CDVE DANS LE MONDE

C'est surtout aux Etats-Unis qu'ont été menées les recherches les plus poussées sur les commandes de vol électriques et leurs diverses applications.

Entre 1971 et 1973, un bombardier stratégique B-52 a été transformé en laboratoire volant pour tester les premiers systèmes d'antiturbulence et de stabilité artificielle. Il a été démontré à cette occasion que le recours à de tels systèmes pouvait diminuer d'environ 30 % la fatigue de la cellule.

Sur un bombardier XB-70, une série d'essais en vol a abouti à la même conclusion : des dispositifs de répartition de charges et de contrôle de stabilité ont permis une telle réduction des contraintes subies par la cellule que la durée de vie de cette dernière en a été quasiment doublée.

Actuellement, un programme conjoint US-Air-Force, US-Navy et NASA, axé autour d'un F-16 baptisé AFTI (Advanced Fighter Technology Integrator), explore la possibilité, pour un chasseur de nouvelle génération, de suivre une trajectoire de montée tout en restant incliné latéralement de... 90° (ascension en crabe) !

Britanniques et Allemands ne sont pas en reste : les constructeurs de ces deux pays ont déjà fait voler des chasseurs expérimentaux (Jaguar et F-104) équipés de commandes de vol électriques. En outre, des industriels britanniques, ouest-allemands et italiens, réunis au sein d'un consortium dénommé PANAVIA, ont conçu un bombardier de pénétration à basse altitude, le Tornado, qui dispose de CDVE (des timoneries mécaniques de secours ont toutefois été maintenues).

La maîtrise des technologies se rapportant aux systèmes électroniques et aux commandes électriques a permis d'affiner encore davantage le contrôle du vol en turbulence. Aujourd'hui, deux méthodes sont proposées pour contrer une rafale. La première, dite "à boucle fermée", consiste à annihiler l'effet de ladite rafale dès que celle-ci se manifeste avec une certaine ampleur. Autrement dit, l'électronique intervient après coup pour corriger les trop grands écarts. La seconde méthode, dite "à boucle ouverte", a été imaginée par des chercheurs français ; elle est plus pertinente que la précédente, mais aussi plus difficile à mettre en œuvre. Il ne s'agit plus cette fois d'atténuer les perturbations causées par la rafale au moyen de corrections et d'adaptations successives, mais, à partir d'une mesure effectuée dès que la turbulence se produit, de prévoir son évolution et de calculer par avance les ordres qui devront être transmis aux gouvernes pour que l'avion maintienne son attitude et sa trajectoire.

Le grand avantage de cette seconde méthode est que la réponse de l'avion à la rafale est constamment appropriée et parfaitement proportionnée, puisqu'il y a anticipation sur le phénomène perturbateur. En revanche, elle présente un inconvénient dans la mesure où l'élaboration de l'ordre en fonction du niveau futur qu'atteindra la rafale repose uniquement sur des évaluations statistiques. Or les données statistiques concernant l'évolution des rafales sont encore, à l'heure actuelle, très incomplètes. Il n'empêche que la méthode "à boucle ouverte" est considérée par tous les aérodynamiciens comme la solution de l'avenir.

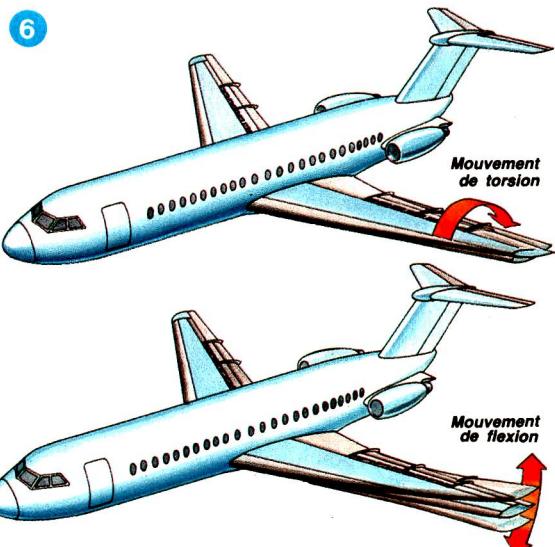
Ceci étant, il convient tout de même de relativiser les choses : au niveau des temps de réaction, la différence entre "boucle ouverte" et "boucle fermée" s'exprime en nanosecondes, alors que, dans le meilleur des cas, les réflexes du pilote s'estiment, eux, en dixièmes de seconde. En d'autres termes, le pilote d'un chasseur ou le passager très averti d'un avion commercial sauront peut-être reconnaître s'ils se trouvent à bord d'un appareil doté ou non d'un système de protection antiturbulence, mais en aucun cas ils ne seront capables de dire si ce système est à boucle ouverte ou à boucle fermée.

Autre domaine où les commandes de vol électriques ont permis des améliorations intéressantes : le contrôle du flottement ou, plus précisément, le recul du seuil limite de flottement. De quoi s'agit-il ? Le flottement est certainement l'un des phénomènes les plus complexes auxquels soient confrontés les aérodynamiciens lors du dessin de la cellule d'un avion et du calcul de sa résistance. Il ne saurait être question ici d'analyser en détail les multiples paramètres qui entrent dans la composition de ce phénomène ; nous nous bornerons à en exposer succinctement les aspects essentiels.

Lorsqu'un avion vole, il se produit des déformations (flexions et torsions) au niveau de sa structure (**dessin n° 6**), qui modifient l'écoulement de l'air autour de son profil. Cet écoulement est en quelque sorte contrarié par les altérations de

forme, ce qui a pour conséquence de faire apparaître des forces aérodynamiques appelées "instationnaires", parce qu'elles ne se manifestent que dans certaines circonstances et fluctuent dans le temps. Or, ces forces instationnaires ont la mauvaise habitude d'engendrer des vibrations autour de la cellule, et l'effet de flottement résulte du couplage entre ces vibrations externes et les vibrations produites en différents points de la cellule elle-même, soit par les réacteurs, soit surtout, par les flexions et les torsions des structures.

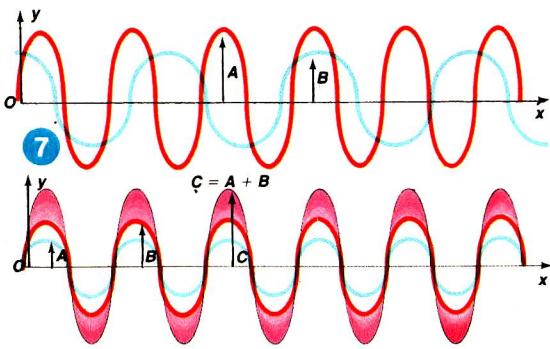
Habituellement, le phénomène de flottement ne présente aucun danger ; il est seulement préjudiciable à la durée de vie d'un avion. Cependant, à certaines vitesses et à certaines altitudes — qui ne sont naturellement pas les mêmes pour tous les avions —, il peut devenir brutalement explosif, au sens propre du terme. C'est le cas notamment lorsque les conditions de pression et de vitesse favorisent l'apparition d'un autre phénomène : la résonance (**dessin 7 page suivante**), c'est-à-dire



En haut, le mouvement de torsion s'appliquant à l'aile et en bas la façon dont se manifeste la flexion. La plupart du temps, en vol, ces 2 mouvements se superposent d'où une très grande complexité des mouvements vibratoires qui en résultent.

l'amplification considérable d'un train de vibrations quand celui-ci reçoit des impulsions accordées à ses propres oscillations. En effet, pour une certaine valeur de l'équation de pression dynamique $P = 1/2 \rho v^2$ (ρ étant la masse spécifique de l'air à l'altitude considérée et v la vitesse de l'avion), les vibrations propres à chacune des déformations de la cellule peuvent entrer en phase, c'est-à-dire être minimales et maximales aux mêmes instants, si bien que, leurs amplitudes s'ajoutant, survient ce que l'on appelle le "flutter explosif" (1), lequel, la plupart du temps, entraîne la destruction de l'avion.

Pour reculer le seuil d'apparition du phénomène de résonance, il existe des solutions connues. Elles



En haut, 2 courbes sinusoidales associées à des vibrations de longueur d'onde (donc de fréquences différentes). Déphasées l'une par rapport à l'autre, ces deux vibrations ne peuvent entrer en résonance car leur amplitude A et B ne peuvent s'additionner. En bas, les mouvements vibratoires A et B sont en phase. Ils recoupent au même endroit l'axe des abscisses OX. Dans ce cas, les amplitudes liées à ces vibrations s'ajoutent ($C = A + B$) : c'est le "flutter explosif" (voir texte p. 87).

consistent à faire en sorte que les fréquences des différentes vibrations soient le plus éloignées possible les unes des autres, afin qu'elles ne puissent pas entrer en phase. Comme il est difficile d'agir sur les vibrations dues aux forces aérodynamiques instationnaires, ce sont surtout les fréquences des vibrations de la cellule que l'on va tenter d'"aménager". Ainsi, sur un avion de conception classique, les structures sont calculées de telle manière que les vibrations occasionnées par les contraintes de torsion aient une fréquence très éloignée de celle des vibrations engendrées par les contraintes de flexion. Pour cela, on fait appel à des "raiders", dont l'emploi, s'il donne des résultats satisfaisants, se traduit malheureusement par un alourdissement moyen d'environ 4 % de la masse totale de l'avion.

C'est la chasse impitoyable aux kilos superflus qui a amené les constructeurs à envisager le traitement du flottement par le biais des commandes de vol électriques. Le principe est simple : il consiste à créer, grâce à des gouvernes à déploiement ultra-rapide, des forces aérodynamiques dont les vibrations ont pour caractéristique essentielle d'être en opposition de phase (en "antirésonance"), disent les spécialistes) avec celles qui découlent des fameuses forces instationnaires.

Dans la pratique, en revanche, les choses sont beaucoup plus compliquées. D'abord parce que le problème est ardu et que sa solution est à la limite extrême des possibilités technologiques du moment. Ensuite, parce que, aux hautes vitesses, le flottement est un phénomène évolutif, qui requiert donc un contrôle également évolutif, dont on ne possède pas encore la complète maîtrise (en particulier, les temps de réponses des systèmes actuellement développés pour contrer le flottement ne sont pas parfaitement adaptés aux variations du phénomène). Tout cela explique pourquoi les constructeurs s'en tiennent pour le moment à une approche prudente du traitement du flottement par les commandes de vol électriques.

La doctrine qui prévaut à l'heure actuelle est la suivante : tout avion sera conçu de manière à avoir un comportement sain dans son domaine de vol⁽²⁾ normal ; on tendra toutefois à réduire la marge de sécurité séparant le domaine de vol normal du domaine de flottement. Autrement dit, certains dépassements des limites théoriques imposées à l'avion devront désormais être possibles sans que la sécurité des passagers en soit affectée.

En effet, en certaines occasions exceptionnelles, généralement lors de manœuvres d'urgence, un appareil peut être contraint de sortir de son domaine de vol normal : dépassement du MMO (mach maximal en opération, ou maximum de vitesse autorisé), dépassement de la VMO (vitesse maximale en opération, ou vitesse autorisée dans telle ou telle phase du vol), dépassement d'altitude, etc. Certes, il est conçu pour résister aux contraintes (vibrations) subies lors de ces "excursions" en zone interdite, mais seulement pour des durées très limitées, et à condition que les efforts à soutenir par le matériel n'excèdent pas des valeurs définies par le calcul des probabilités (on ne peut pas en effet faire "exploser" volontairement des avions pour déterminer les paramètres exacts de leur résistance).

Dans un premier temps, c'est donc essentiellement aux frontières du domaine de vol normal de l'avion que l'on entend contrôler le flottement par des commandes de vol électriques. Car ce que l'on cherche pour commencer, c'est, grâce aux CDVE, à remplacer une sécurité "probabiliste" par une sécurité "technique".

Un esprit logique pourrait à bon droit se demander pourquoi l'on admet d'exploiter hors du domaine de vol des systèmes d'antiflottement encore insuffisamment éprouvés pour être utilisés dans les limites normales de ce domaine. La réponse peut être fournie par un parallèle avec la médecine. Le traitement électrique du flottement peut être comparé à un nouveau médicament miracle dont on connaît mal les effets secondaires. Si un malade à qui ce médicament est théoriquement destiné peut être soigné par d'autres produits pharmaceutiques parfaitement éprouvés, il ne fait pas de doute que le médecin lui évitera les inconvénients d'une thérapeutique susceptible de produire des effets secondaires indésirables. En revanche, si le cas du malade est désespéré, les considérations d'opportunité ou de risques éventuels ne sont plus de mise : il convient en priorité de lui sauver la vie, dût-on par la suite avoir à traiter des effets secondaires.

C'est dans le même esprit que les aérodynamiciens ont rédigé leur "ordonnance" : pour le domaine de vol normal, préférence sera accordée aux méthodes qui ont fait leur preuve ; hors de ce domaine, là où, de toutes façons, la maîtrise des

(1) Ou, si l'on préfère, le "flottement explosif", bien que cet équivalent français d'un terme anglo-saxon n'ait pas été consacré par l'usage dans le vocabulaire aéronautique.

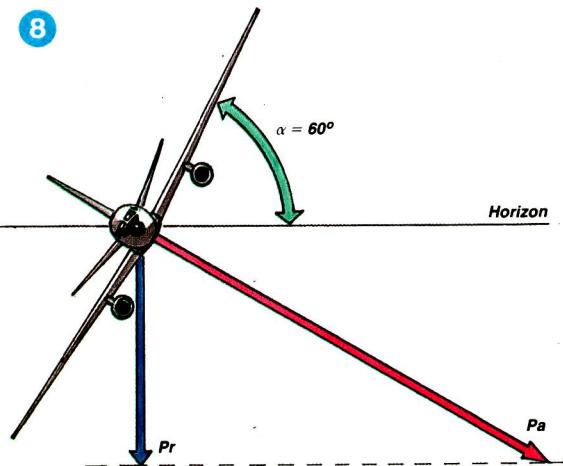
(2) On appelle "domaine de vol" d'un avion les limites maximales et minimales de vitesse et d'altitude entre lesquelles il peut évoluer en toute sécurité. Il s'agit en fait des "plages" d'altitude et de vitesse pour lesquelles il a été étudié.

phénomènes qui s'y produisent est encore insuffisante, on explorera les possibilités des nouvelles technologies.

Le contrôle actif du flottement par commandes de vol électriques reste donc pour l'heure une affaire marginale, dont l'objectivité provisoire est de repousser le seuil où le phénomène devient critique. Sans doute ce contrôle est-il appelé à connaître un plus vaste champ d'application, mais à échéance plus lointaine.

Beaucoup plus immédiates, au contraire, sont les perspectives offertes par la dernière et très importante fonction assignée aux CDVE, à savoir la limitation des charges s'exerçant sur la structure lors des manœuvres, appelée également de façon plus concise la "limitation de charges en manœuvre". Quelles sont ces charges, et de quelles manœuvres est-il question ?

Chaque fois que l'aile d'un avion est assujettie à des efforts différents de ceux qu'elle subit normalement en trajectoire rectiligne et à altitude



Voici pour quelle raison le passager a l'impression d'être plus lourd en virage. Pr est le poids de l'avion, Pa son poids apparent. Le facteur de charge est le rapport $\frac{Pa}{Pr}$. On peut aisément vérifier qu'il répond à la formule $\frac{Pa}{Pr} = \frac{1}{\cos\alpha}$. En effet, $Pr = Pa \cos\alpha$; or $\cos 60^\circ = 1/2$. Dans le cas d'un virage à 60° d'inclinaison, le poids apparent de l'appareil est donc bien le double de son poids réel. On dit alors que le facteur de charge est égal à deux... pour le passager aussi.

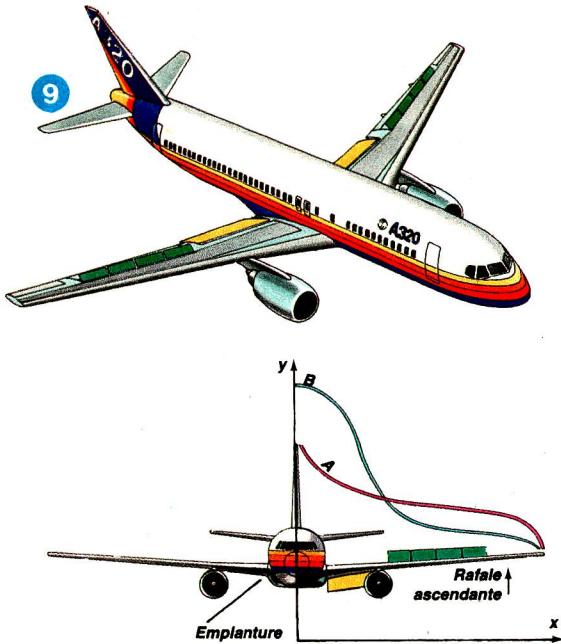
constante, on dit qu'elle est soumise à un facteur de charge. C'est un phénomène auquel l'homme lui-même est sensible. Ainsi, quand un appareil effectue un virage à grande inclinaison, ou une ressource (un redressement à la fin d'un piqué), le pilote ou les passagers éprouvent une sensation physique désagréable : tassés sur leur siège, ils ont l'impression momentanée de peser plus lourd que leur poids. Eh bien, ils ne se trompent pas. Si par exemple (dessin 8), l'avion tire avec une inclinaison de 60° , leur poids double pendant toute la durée de la manœuvre. Ils subissent en l'occurrence un facteur de charge dû à la force centrifuge.

Il va sans dire que ce qu'endurent le pilote et les passagers, la voiture l'encaisse également. Or, il faut savoir que, dans un virage, la valeur du facteur de charge évolue selon l'inverse du cosinus de l'angle d'inclinaison, et que, là aussi, il existe un seuil au-delà duquel ce facteur devient insupportable pour les hommes et dangereux pour le matériel. Bien sûr, lors de la conception d'un avion, l'aile est calculée de façon à résister à des efforts de flexion extrêmement importants, tels ceux que lui imposeraient des rafales très sévères. Mais il n'y a pas de secret : augmentation de solidité est synonyme d'augmentation de poids. Pour obtenir la résistance voulue, le constructeur doit en effet, d'une part, renforcer l'ensemble de la structure de l'aile, afin que celle-ci puisse soutenir des facteurs de charge instantanés très violents, et, d'autre part, consolider l'emplanture, c'est-à-dire le raccordement de l'aile au fuselage, puisque c'est à cet endroit que s'additionne la totalité des moments de flexion de l'aile.

La lutte contre le poids aura donc une nouvelle fois poussé les ingénieurs à recourir aux commandes de vol électriques. C'est ainsi qu'ils ont imaginé des dispositifs de répartition de charges par CDVE (dessin 9 page suivante). Ceux-ci tendent à modifier la répartition de la portance le long de l'envergure de l'aile, de façon que les extrémités soient déchargées et que, par voie de conséquence, les moments fléchissants à l'emplanture soient réduits.

Si nous préférons employer ici le terme de "répartition de charges" plutôt que celui de "limitation" que nous avons utilisé plus haut et qui est l'appellation la plus courante, c'est pour que le lecteur ne se méprenne pas sur les avantages réels de cette application des CDVE. En effet, pour reprendre l'exemple déjà cité, si un avion effectue un virage sous 60° d'inclinaison, qu'il soit équipé ou non d'un système de "limitation" de charges, le pilote, le passager et l'appareil lui-même pèsent toujours le double de leur poids, car aucun dispositif ne saurait changer une loi fondamentale de la physique. Par contre, là où la "limitation" de charges apporte un changement, c'est au niveau du moment fléchissant qui s'exerce à l'emplanture de l'aile. En résumé, il n'y a pas de réduction du facteur de charge lui-même, mais, grâce à une meilleure répartition de ce facteur, une réduction des contraintes qui se manifestent à la jonction de l'aile et du fuselage.

Le principe de la répartition des charges en manœuvre repose sur ce que les spécialistes appellent un "braquage différentiel de gouvernes". Imaginons qu'un avion traverse une zone de forts courants ascendants (ce qui est le cas notamment lorsqu'il vole à l'intérieur de gros cumulus bourgeonnants, à ne pas confondre avec les cumulonimbus générateurs d'orages). Pour éviter un fléchissement trop important de l'aile vers le haut, qui de proche en proche se propagerait jusqu'à l'emplanture et créerait un risque de rupture, des ailerons situés en extrémité de voilure se braquent en position verticale. Il en résulte une modification de l'écoulement de l'air autour de l'aile, modifica-



La limitation de charge en manœuvre : la courbe rose A illustre la façon dont sont répartis les efforts de flexion sur la cellule de l'aile grâce aux gouvernes actionnées électriquement. On constate que plus on se rapproche de l'implanture, plus ces efforts sont atténués par rapport à ceux d'un appareil non pourvu de système antiturbulent (courbe bleue B). Le braquage des gouvernes vertes et jaunes s'effectue systématiquement en sens contraire. Sur ce dessin, les gouvernes occupent une position destinée à contrer également une rafale ascendante. Si la rafale s'exerçait de haut en bas, le braquage différentiel des gouvernes vertes et jaunes serait inversé par rapport à celui présenté ici.

tion qui engendre une force aérodynamique de sens contraire à celle qu'imposent les courants ascendants. D'où une diminution du moment total de flexion à l'implanture.

Toutefois ce braquage entraîne une déportance locale qui, dans certains cas (basses vitesses ou hautes altitudes), peut considérablement altérer la capacité de sustentation de l'aile tout entière (la portance est en effet fonction de la masse spécifique de l'air, qui diminue avec l'altitude, et du carré de la vitesse). Pour équilibrer cette déportance, des gouvernes situées à proximité du raccordement aile-fuselage sont braquées en sens inverse — d'où l'expression "braquage différentiel" — selon un angle défini par le calculateur des commandes électriques. Il se crée ainsi une force de sens contraire, dont les effets annulent ceux qui sont générés par la position temporairement haute des ailerons d'extrémité de voilure.

Au terme de cet examen des quatre principales fonctions des commandes à vol électriques : le contrôle de stabilité artificielle, la réduction des effets de la turbulence, l'éloignement du seuil critique du flottement et de la répartition des charges en manœuvre, on voit clairement que leur avènement va bien au-delà du simple remplacement de commandes classiques par des commandes à temps de réponse ultra-rapide. D'autant que leurs différentes applications s'interprètent et

interagissent de façon beaucoup plus subtile que ne le laisse supposer l'analyse fragmentée que nous en avons faite. Ce n'est pas pour rien d'ailleurs qu'on les a regroupées sous le sigle commun CAG (contrôle actif généralisé).

Cela dit, cette délicate intrication des multiples fonctions assurées par les CDVE laisse entrevoir la difficulté des problèmes à résoudre lorsqu'il s'agit de concevoir un avion répondant au concept CAG. Non seulement certaines fonctions réclament la création de nouveaux types de gouvernes secondaires (tels les "flaperons" fixés derrière les gouvernes principales, volets ou ailerons), mais une même gouverne peut avoir deux fonctions différentes. Dans ce dernier cas, les informations recueillies par un même ensemble de capteurs sont dirigées vers deux calculateurs distincts qui les exploitent chacun selon leur propre finalité. Bref, ce qui est gagné en performances, en confort et en poids, se paie en complexité d'architecture et d'équipements. A quoi s'ajoute la nécessité de déployer tout un arsenal de sécurité et de protection afin de garantir la parfaite fiabilité des automatismes qui prennent en charge le pilotage instantané de l'avion (voir encadré page ci-contre).

Mais le contrôle actif généralisé, rendu possible par les commandes de vol électriques, ne se résume pas à l'introduction dans les chaînes de pilotage de dispositifs électroniques (les calculateurs) capables de prendre en compte toutes sortes de données que l'homme ne peut ni rassembler ni exploiter avec la célérité requise ; c'est aussi une mutation complète dans l'"art" de piloter. Certes, il eût été possible de conserver, pour les avions conçus autour de la technologie CAG, les mêmes méthodes de pilotage que pour les appareils classiques ; mais on n'aurait pas alors tiré la quintessence des ressources offertes par les CDVE et c'eût été bien dommage. Fort heureusement, selon l'expression d'un aérodynamicien, "la symphonie n'est pas restée inachevée".

Où se situe la mutation ? En pilotage classique, pour obtenir une modification de trajectoire, le pilote doit, compte tenu de l'inertie de la machine, agir avec un peu d'avance (on dit en jargon aéronautique avec "une certaine avance de phase"). Quand, par exemple, un pilote tire sur le manche pour passer d'une phase de croisière à une phase de montée, l'avion ne prend pas instantanément de l'altitude : il commence par opérer une "rotation" sur lui-même, autrement dit il modifie son assiette (l'angle formé par son axe longitudinal et le plan horizontal) ; ce changement d'assiette engendre une augmentation des forces de portance, et alors seulement intervient la correction de la trajectoire souhaitée. De plus, tout ceci peut se passer dans un environnement rendu difficile par des perturbations extérieures, contre lesquelles le pilote n'est pas en mesure de réagir en temps réel.

Il en va tout autrement avec un appareil doté de commandes de vol électriques. En premier lieu, le pilote n'a plus à s'occuper des éventuelles perturbations extérieures, puisque, nous l'avons vu, les effets de celles-ci sont immédiatement corrigés par le calculateur. En second lieu, en vertu du principe

qu'à chaque modification de trajectoire est associée une variation du facteur de charge, c'est désormais ce seul facteur de charge qui sert de critère de pilotage. En conséquence, le pilote se contente d'afficher au moyen d'une commande simplifiée un facteur de charge déterminé, et l'avion suit automatiquement et de façon parfaite la trajectoire correspondante.

En d'autres termes, sur un avion classique, le pilote "va chercher" sa trajectoire au moyen d'une modification de l'assiette de l'avion ; tandis que, sur un avion moderne, il "vise directement" cette même trajectoire au moyen d'un facteur de charge, la modification d'assiette n'étant plus alors que la conséquence (et non la cause) du changement d'attitude de l'appareil. Résultat : un pilotage plus souple et plus précis.

Principalement destinées à améliorer les qualités de vol et de pilotage d'une machine, les commandes de vol électriques, véritable panacée aéronautique,

peuvent encore rendre d'autres services. Ainsi, grâce à elles, le futur Airbus A-320 bénéficiera d'une double protection, aux basses vitesses et aux hautes vitesses. En effet, à basse vitesse, au-delà d'une certaine incidence (une certaine pente), l'aile n'assure plus sa fonction sustentatrice, les filets d'air se décollent de sa surface, et l'appareil "décroche", effectuant une brusque abattée vers l'avant. En général, un pilote expérimenté ne se place jamais dans cette configuration périlleuse, ne serait-ce qu'en raison de la présence à bord d'un avertisseur sonore de décrochage et de l'apparition de signes annonciateurs (très fortes vibrations) qui ne trompent pas sur l'imminence du danger.

Toutefois, dans certaines circonstances, notamment en phase d'approche, lorsque se conjuguent les effets d'une basse vitesse d'évolution et d'un ralentissement de la force du vent, l'avion peut,

(suite du texte page 168)

QUE SE PASSE-T-IL EN CAS DE PANNE ?

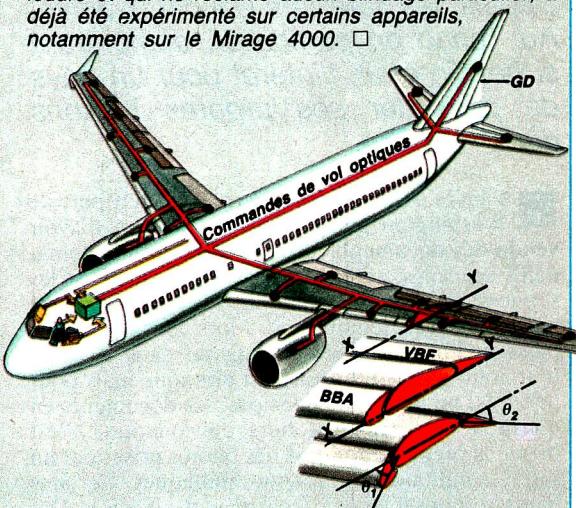
La fiabilité absolue n'existant pas, et une panne étant toujours possible, les spécialistes des commandes de vol électriques se sont posé la question suivante : comment faire pour qu'un appareil doté de CDVE demeure pilotable même en cas de défaillance de l'électronique. Ils en sont rapidement venus à établir une distinction entre systèmes vitaux et systèmes secondaires. En clair, cela signifie que les fonctions de stabilité artificielle et de contrôle de flottement ont été jugées essentielles à la sécurité de l'appareil, tandis que les fonctions d'antiturbulence et de répartition des charges en manœuvre ont paru moins indispensables, leur rôle étant surtout d'améliorer le confort du passager et de soulager la fatigue de la cellule.

En fonction de cette optique, les solutions retenues sont grossièrement les suivantes (elles peuvent varier d'un constructeur à l'autre) :

- Pour les systèmes assurant des fonctions vitales, les chaînes de commandes sont doublées, triplées, parfois même quadruplées, afin que, en cas de panne, il en reste au moins une qui soit en mesure de suppléer les liaisons électriques défaillantes.
- Pour les fonctions d'antiturbulence et de répartition des charges, c'est le principe de la "limitation d'autorité" qui est appliqué. Cela veut dire que chaque gouverne concernée par ces fonctions est, d'origine, munie d'une butée qui, en cas de panne, en empêche le plein débattement. Seul un braquage modéré demeure possible. L'"autorité" aérodynamique de la gouverne est donc limitée, d'où l'appellation du procédé. Cette solution a au moins le mérite d'éviter les conséquences catastrophiques qui résulteraient d'un plein braquage incontrôlé — et incontrôlable.

D'une manière générale, un très haut niveau de redondance est prévu pour toutes les liaisons électriques, et les logiciels, c'est-à-dire les programmes inscrits dans les calculateurs, non seulement sont doublés, mais, la plupart du temps, ils ont été écrits en langages différents par des équipes d'informaticiens elles-mêmes distinctes. Enfin, tous les calculateurs sont équipés de systèmes d'autosurveillance qui détectent les erreurs, les corrigeant au besoin, ou isolent l'appareil devenu par trop aberrant. Pour terminer, on ne peut manquer d'évoquer les risques que fait courir aux CDVE l'utilisation croissante des matériaux composites pour la construction des cellules d'avions. En effet une cellule métallique classique peut être assimilée à une cage de Faraday, c'est-à-dire à une

enceinte close protégée contre les parasites électromagnétiques d'origine externe et le foudroiement en vol. Mais, fabriqué avec des matériaux composites, l'avion perd cette isolation. C'est la raison pour laquelle on songe déjà à remplacer les commandes de vol électriques par des commandes de vol optiques (dessin ci-dessous), autrement dit à véhiculer les informations et les ordres, non plus sous forme de signaux électriques transmis par des câbles, mais sous forme de grains de lumière parcourant des fibres optiques. Ce nouveau mode de transmission, insensible à la foudre et qui ne réclame aucun blindage particulier, a déjà été expérimenté sur certains appareils, notamment sur le Mirage 4000. □

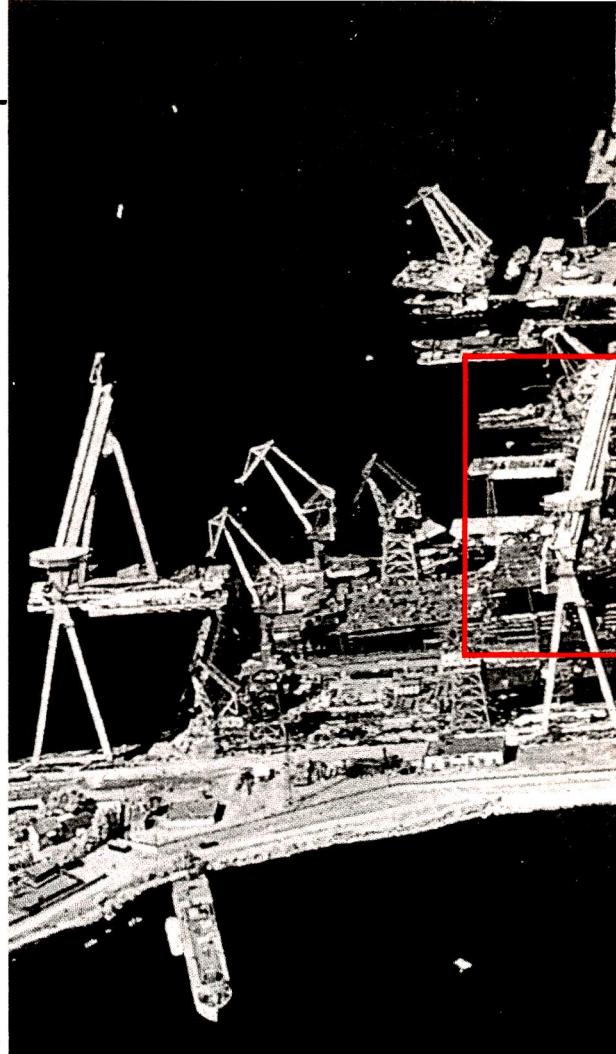


Voici l'avion des années 1990. Les commandes de vol optiques remplacent les CDVE. On constate également que l'avion sera commandé "optiquement" sur ses 3 axes. En effet, la gouverne de direction GD reçoit des ordres de la chaîne optique. La coupe XY montre une aile dite en configuration lisse, c'est-à-dire avec les becs de bord d'attaque (BBA) et les volets de bord de fuite (VBF) rentrés. En dessous les angles θ_1 et θ_2 montrent la position différente occupée par ces gouvernes actionnées automatiquement. Cette cambrure, associée sur ce dessin à des commandes de vol optique, peut déjà être obtenue par des CDVE.

“Big Bird” contre “Black Com 2”

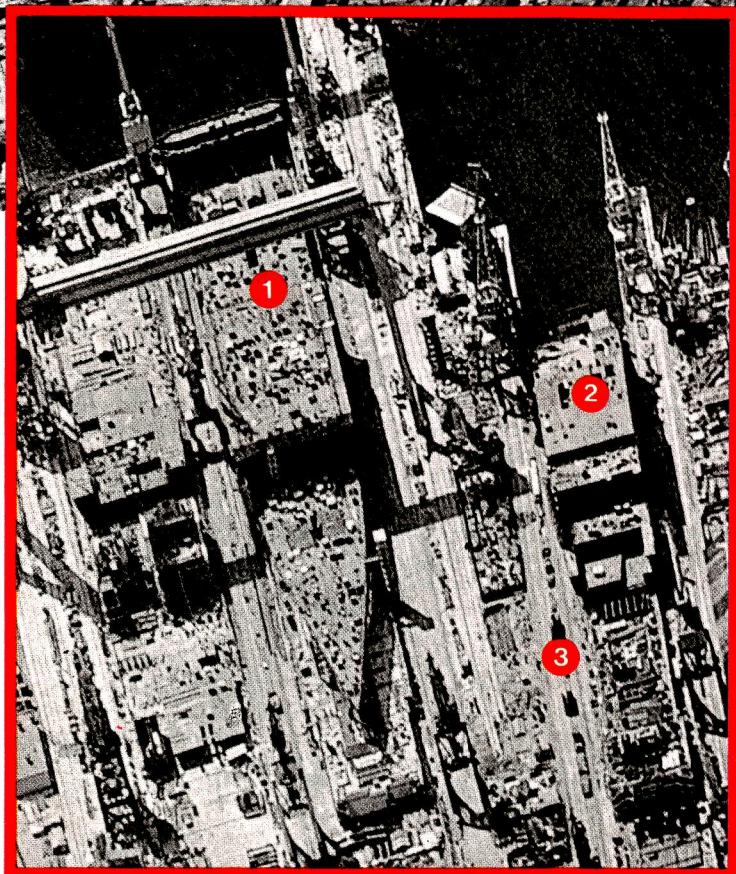
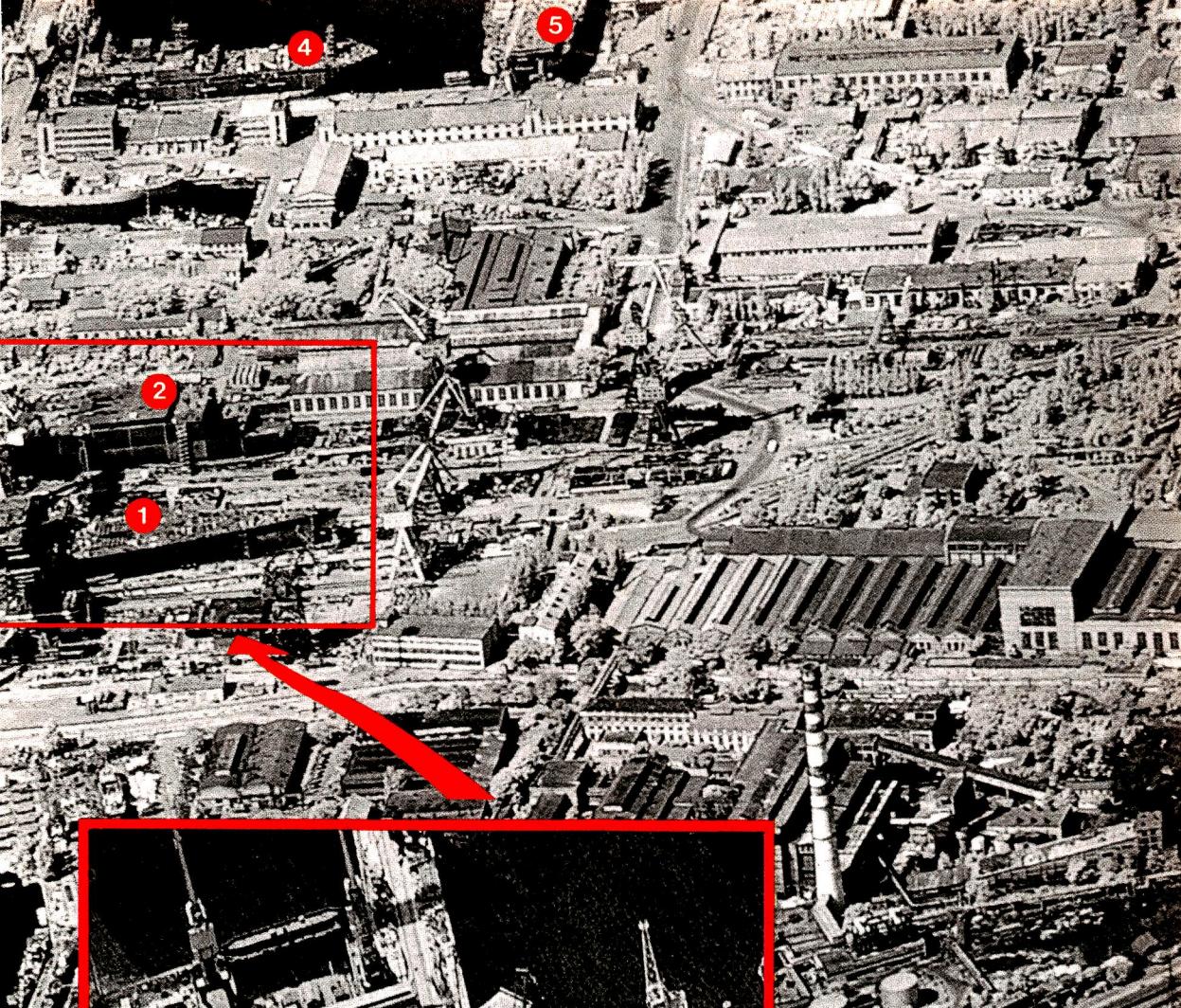
Il y a trois mois, la revue “Jane's Defence Weekly” publiait les photos prises par un satellite, sans doute un “Big Bird” : gros plans d'un porte-avions nucléaire soviétique. Lieu de construction : Nikolaïev, sur la mer Noire ; nom de code OTAN : “Black Com 2”. Jamais auparavant, de tels documents n'avaient été divulgués. Depuis, les satellites US ont récidivé. Au Tchad en particulier, démontrant si besoin était, l'intérêt pour un pays de posséder ses propres espions dans l'espace.

■ Pauvre M. Morisson ! Arrêté à l'aéroport de Washington par le FBI il est accusé d'avoir vendu des documents ultra-secrets à un hebdomadaire spécialisé. Quand on est analyste dans les services de renseignement de l'US Navy, il y a parfois de ces tentations ! Alors les documents passent d'un coffre du Pentagone dans le tiroir d'un journaliste. L'histoire est classique mais pour une fois, ne nous plaignons pas, les documents en question sont vraiment hors du commun. C'est même la première fois que des photos prises par un satellite militaire sont rendues publiques. Certains hauts responsables du département US de la Défense en ont, paraît-il, attrapé une attaque. Mais est-ce réellement un coup dur pour le Pentagone ? Oui et non. Pour extraordinaire qu'elles soient, ces photos ne sont pas le *nec plus ultra* en la matière. Elles n'apprendront aux Soviétiques rien qu'ils ne sachent déjà ; par contre elles confirmeront des détails. Alors, certaines personnes dans les milieux militaires américains estiment peut-être que le jeu en valait la chandelle, en tous cas que la divulgation de ces photos pourrait finalement servir leurs intérêts. Lesquels ? On n'en sait évidemment rien ; l'US Navy a-t-elle décidé de se payer un



nouveau porte-avions, attirant pour cela l'attention de ses bailleurs de fonds sur les moyens de la marine d'en face ? Si c'est le cas et si cela marche, à quand des “vidéo-clips” sur les missiles soviétiques... En dehors de leur aspect publicitaire, ces photos n'en demeurent pas moins étonnantes : d'abord par ce qu'elles nous montrent sur les capacités des satellites américains ; ensuite par ce qu'elles impliquent sur les capacités navales soviétiques.

Les capacités des satellites US, tout le monde en parle mais peu de gens savent à quoi s'en tenir. Dans ce domaine, on rencontre toujours l'homme qui a vu l'homme.... mais on ne voit jamais l'ours : en l'occurrence, celui qui sait vraiment de quoi les caméras et autres senseurs placés dans l'espace sont capables. Millimètre, centimètre, décimètre ? On ne sait pas trop quels détails les satellites peuvent fournir. Tout l'intérêt de ces photos, c'est donc de nous montrer enfin quelque chose de tangible. Sans doute les Américains doivent pouvoir faire cent fois mieux, mais cela, ils le gardent réellement secret. D'ailleurs, ne boudons pas notre plaisir, ces photos sont quand même exceptionnelles !



CHANTIER NAVAL SOUS SURVEILLANCE

Le port de Nikolaïev sur la mer Noire est à l'Union soviétique ce que Brest ou Cherbourg sont à la France : des chantiers navals où naissent les vaisseaux de guerre. Alors régulièrement, des satellites vont voir l'avancement des travaux. Prise quasiment à l'aplomb du port, la photo en gros plan montre le plus grand des porte-avions quel l'URSS n'a jamais construit : 75 000 tonnes pour ce navire à propulsion nucléaire qui pourra embarquer 75 avions. Sous les gigantesques portiques qui font office de grue, il y a la première partie (264 mètres) du porte-avions (1, sur la photo), trop grand pour être construit d'une pièce. L'arrière du bateau (73 mètres) est construit dans un dock adjacent (2). Entre les deux on distingue des voies de chemin de fer sur lesquelles évoluent des wagons (3). Sur la vue générale du port, on voit ces mêmes docks sous un angle oblique. En haut de la photo apparaissent deux navires : l'un (4) est un engin de débarquement amphibie de la classe Ivan Rogov. L'autre (5) dont on ne voit qu'une partie, est le dernier des porte-aéronefs de la classe Kiev.

Elle ont été prises durant le mois de juillet, au-dessus de l'un des plus grands chantiers navals soviétiques, dans le port de Nikolaïev sur la mer Noire. Elles montrent les docks du chantier 444, là où ont déjà été construits trois porte-aéronefs et où s'assemble maintenant le premier grand porte-avions de la marine rouge. Dans l'enchevêtrement des multiples bâtiments, grues et lignes de chemin de fer qui apparaissent sur les deux photos que nous avons sélectionnées, on distingue d'abord deux gigantesques portiques : ce sont des grues mobiles, capables de soulever des charges de plus de 1 000 tonnes ! Sous ces portiques, il y a l'une des deux parties du porte-avions en construction. En effet, ce dock, pourtant le plus important de Nikolaïev, était trop petit pour que ce géant des mers de 75 000 tonnes, soit construit d'une pièce. Aussi, bien que ce soit inhabituel, le porte-avions *Kremlin* (l'hebdomadaire *Janes* pense que ce sera son nom de baptême) est construit en deux parties. La partie la plus importante du bateau est sous la grue mobile : 264 mètres à partir de la proue (l'avant du bateau, dirigé vers la terre). Quant à la poupe du navire, elle est en construction dans un dock adjacent, à droite sur les photos. Entre les deux docks, on distingue les rails d'une voie ferroviaire.

Sur la vue générale du chantier, on décèle d'autres navires que le *Kremlin*. En particulier, on voit en haut de la photo un navire de débarquement de la classe Ivan Rogov et l'arrière du troisième et dernier des porte-aéronefs de la classe Kiev. Voilà quels sont les premiers renseignements que l'on peut tirer des photos, du moins en ce qui concerne ce qu'elles montrent. Que nous indiquent-elles sur le satellite qui les a prises ? Première constatation, elles ont des dates différentes puisque les angles (obliques) de prise de vue varient énormément d'une photo à l'autre. Deuxième constatation, elles ont été prises à peu près à la même heure, ce qui semble confirmer que c'est bien un satellite qui transportait la caméra. On ne peut cependant certifier à 100 % que c'est un satellite et non un avion qui a pris ces photos, en tout cas, c'est l'analyse des ombres, par exemple du portique, qui permet d'affirmer que les photos ont été prises à la même heure. Troisième constatation, la résolution, c'est-à-dire la finesse des images, est de l'ordre du mètre. Sur l'une des photos⁽¹⁾ on distingue en effet assez bien les croisillons de fenêtres d'une usine.

Abandonnons maintenant les constatations pour passer à la déduction. Le satellite en question est vraisemblablement du type Big Bird. Pourquoi ? Parce que parmi les divers satellites qui font de la reconnaissance photo ou de "l'inspection avancée", il y a, grossièrement, trois catégories : les KH-11 dont les performances seraient de l'ordre de quelques mètres en résolution. Les Big Bird qui fourniraient quant à eux des images d'une résolution d'un mètre ou moins. Enfin, certains satellites de l'US Air Force qui permettraient des résolu-

tions inférieures à 10 centimètres.

Les détails des photos 1 et 2 indiquent donc qu'il s'agit plutôt d'un Big Bird, vraisemblablement à son altitude minima, c'est-à-dire à une centaine de kilomètres de la Terre.

Quant aux longueurs d'ondes utilisées pour les photos, il y a plusieurs possibilités : dans le visible, dans l'infrarouge ou en ondes hertziennes. Eliminons tout de suite cette dernière éventualité qui consiste à balayer une zone avec un radar ; l'analyse des échos permettant alors d'obtenir une image. En effet, la définition obtenue en imagerie radar est sensiblement moins bonne (environ 5 mètres à cette altitude) que celle de ces photos. Un argument identique permet d'éliminer les techniques dites de scanner thermique ou infra-rouge (**voir photo 3**), dans lequel le senseur analyse par balayage les différences de température de la zone étudiée. Reste deux solutions : soit le film utilisé n'est sensible qu'aux radiations visibles, soit il est à la fois sensible aux radiations visibles et à celles du proche infrarouge. Dans les deux cas, il est nécessaire que la photo soit prise de jour.

Il est difficile de trancher. Cependant, la dureté des ombres, le feuillage blanc des arbres, font plutôt pencher pour un film sensible à l'infra-rouge et au visible. Notons que l'on trouve aussi sur les photos 1 et 2 les lignes transversales qui indiquent un balayage, mais celui-ci est sans doute dû à un traitement ultérieur de la photo. Quels sont maintenant les appareils embarqués dans les satellites ?

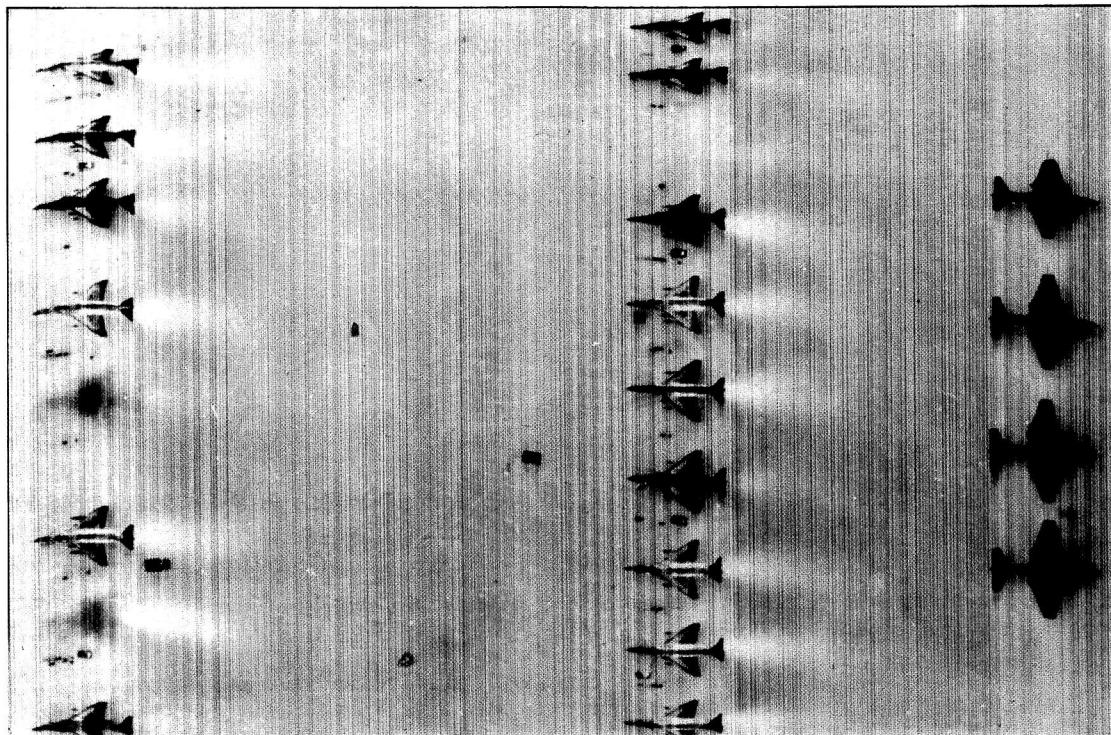
Une fois les photos réalisées, elles peuvent être automatiquement développées, comme dans un photomaton. Disons toutefois que les choses sont plus complexes car dans l'apesanteur de l'espace, il n'est pas possible d'employer des bains liquides. Le film est donc simplement mis en contact avec une bande prétrempée dans les agents chimiques nécessaires. Un tel procédé n'a cependant de raison que s'il faut transmettre par radio les données à la terre. Dans ce cas, les images sont d'abord analysées par un système vidéo haute définition, puis généralement numérisées et codées pour rendre le signal insensible aux parasites et incompréhensibles aux intrus.

Cette méthode, utilisée par les satellites de surveillance, n'est généralement pas employée par les satellites d'inspection. En effet, l'inspection est réservée à des sites que l'on veut analyser de très près. Les images doivent donc être au maximum de leur définition. Pas question de les altérer au développement ou à la transmission. Les films sont alors largués dans des capsules spéciales, elles-mêmes récupérées après leur rentrée dans l'atmosphère. Le Big Bird dispose des deux possibilités, mais les lignes transversales qui coupent les photos 1 et 2 pourraient indiquer le balayage d'une photo numérisée et transmise par voie hertzienne. Cependant, ce balayage pourrait être dû au mode de prise de vue (miroir tournant dans la caméra) et surtout la résolution indique que le développement a été fait au sol, où les photos ont ensuite subi un traitement par ordinateur.

Voilà en gros ce que l'on peut vérifier sur les capacités américaines. Nul doute qu'ils peuvent

(1) Notons que les prises de vue publiées ne sont peut-être qu'une portion de ce qui a été réellement photographié.

LE FANTÔME INFRAROUGE D'UN CHASSEUR



3

*Les images aériennes obtenues par scanner thermique ne peuvent pas être comparées aux photos des pages précédentes ; le procédé n'est pas le même, la définition est moins bonne, mais le type de renseignement désiré est aussi très différent :
Ici on ne cherche pas le détail mais des informations rapides et générales sur un objectif. Sur cette photo d'une base aérienne, on constate la présence d'avions de combat, certains ayant décollé (à la place de l'avion, l'air est encore chaud : une "ombre" infra rouge persiste), d'autres étant sur le point de décoller (traînées des réacteurs) et les derniers étant à l'arrêt.*

faire beaucoup mieux ; mais du moins avec de telles photos, a-t-on déjà une idée de ces fameuses possibilités des satellites militaires.

Reste le deuxième volet des questions que nous formulons. La construction de ce porte-avions est-elle le signe d'une importante évolution de la politique (navale) soviétique ? La réponse est, sans équivoque, positive.

Jusqu'à maintenant les sous-marins nucléaires (SNLE et SNA) ont été les enfants chéris du bâtisseur de la flotte soviétique, l'amiral Gorshkov. La formidable armada du fond des mers qu'il a fait construire, était et restera le fer de lance de la marine russe. Les bâtiments de surface continueront donc d'avoir le second rôle mais avec une nuance de taille ; jusque là, les Soviétiques n'avaient que de (relativement) faibles capacités aéronavales comparées aux Américains ; trois porte-aéronefs de la classe Kiev emportant chacun

14 avions Yak-36 "Forger" et 16 hélicoptères "Hormone" et 2 porte-hélicoptères avec 18 hélicoptères chacun ; à comparer avec les 14 porte-avions de l'US Navy dont 4 nucléaires emportant une centaine d'avions et d'hélicoptères chacun. La différence est de taille car les avions embarqués sur les Kiev, Minsk, etc. sont des avions à décollage vertical ; comme les "Sea Harrier" qui se sont illustrés aux Malouines. Ces avions sont pratiques, car ils ne nécessitent pas une grande piste d'envol mais, toute médaille a son revers, ils ont une charge utile de 1 tonne, contre 8 à 10 tonnes pour les avions à décollage par catapulte.

Autrement dit, sur un porte-avions US de la classe Nimitz, on trouvera toutes sortes d'avions, de l'intercepteur jusqu'à l'avion d'appui au sol, capables de remplir n'importe quelle mission à de grandes distances. Par contre, les avions embarqués sur le Minsk ne sont pas capables d'assurer complètement la défense aérienne de la flotte et la supériorité aérienne dans un débarquement. A une époque où les affrontements entre les deux grands sont, heureusement, indirects, un porte-avions nucléaire devient un atout maître : un tel bâtiment est indépendant des contraintes logistiques (pétroliers), et peut rallier n'importe quel point du globe en quelques jours. Ajoutons à cela que la présence d'une centaine d'avions au large des côtes d'un pays quelconque, a de quoi impressionner, du moins faire réfléchir les dirigeants dudit pays.

Nul doute que les Soviétiques aient décidé de se donner à leur tour les moyens de ce que l'on nommait au début du siècle, la politique de la canonnière... ■

Les pépins secrets de TDF 1

Le satellite français de télévision devait prendre son vol cette année ; puis on parle de novembre 85, puis encore de juin 86, voire de septembre 86, si ce n'est de 1987... La concurrence montre les dents, d'autres aussi. La vérité est que la technique de pointe indispensable à ce type de satellite voit proliférer des "pépins" dont on ne sait pas ce qu'ils dureront.

■ Un pas en avant, un pas en arrière. À ce rythme là, le satellite *TDF 1* n'est pas prêt d'arroser d'images les petits écrans des Français et de leurs voisins. Pas en avant avec la signature, le 26 octobre 1984, dans une salle du ministère luxembourgeois des Travaux publics, d'un accord préliminaire entre le Luxembourg et la France pour l'exploitation en commun de *TDF 1*. Il ne s'agit pas encore d'un véritable accord intergouvernemental susceptible d'être ratifié par les parlements français et luxembourgeois ; mais une signature entre deux gouvernements représente tout de même une prise de position, une garantie, notamment pour les industriels qui attendent le feu vert pour mettre en fabrication les petites antennes individuelles qui permettront de recevoir cette télévision de l'espace. Un marché évalué à 20 milliards de francs sur dix ans !

Le gouvernement français accepte ainsi d'accorder pendant quinze ans le droit d'usage de deux des quatre canaux du satellite à la Compagnie luxembourgeoise de télédiffusion (CLT), qui exploite RTL. L'une de ces deux chaînes, dont 40 % des intérêts resteront français, sera diffusée en langue française, tandis que la seconde, dont 40 % des intérêts seront détenus par le groupe allemand Bertelsmann, sera diffusée en langue allemande.

Il est prévu que ces deux chaînes luxembourgeoises bénéficient de l'exclusivité de la publicité commerciale durant 5 ans. Cela au détriment des deux autres chaînes du satellite, dont le financement reste aléatoire. On ne sait pas encore très bien ce que seront ces deux autres chaînes françaises ; il est question de confier la préparation de l'une à Pierre Desgraupes, l'ancien directeur d'Antenne 2 ; l'autre pourrait avoir un caractère plus européen (type *TV5*).

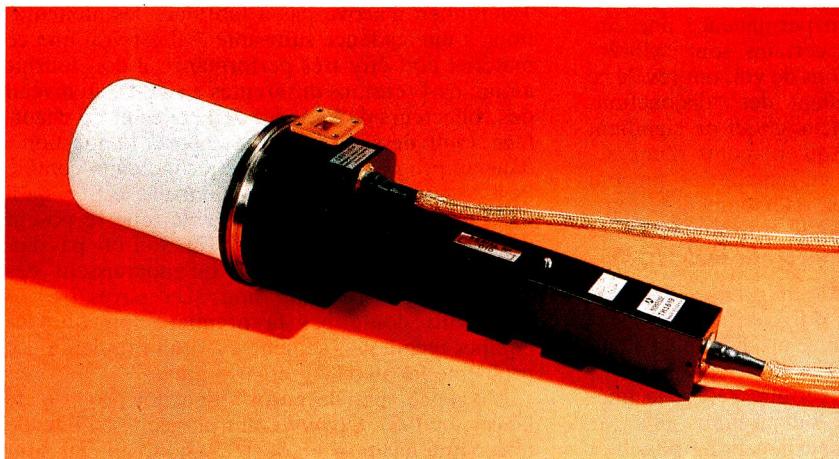
Tandis que les Français s'interrogent sur le contenu de leurs futures chaînes, des groupes étrangers commencent à les convoiter. Le célèbre magnat de la presse américaine, Rupert Murdoch, qui contrôle la firme britannique Satellite Television, vient de demander à la France dans quelles conditions il pourrait louer un canal de *TDF 1*. Le groupe britannique Thorn-Emi qui contrôle une société de production et une agence d'actualités télévisées, vient de faire le même type de proposition.

L'accord franco-luxembourgeois, ou plutôt le protocole d'accord, intervient à temps pour contre-carrer les plans des promoteurs de *GDL-Coronet*, ce satellite de télécommunication moins puissant que *TDF 1*, mais capable d'embarquer, lui, 16 canaux de télévision dont les émissions seraient plus particulièrement destinées aux réseaux de câbles. Téléguidé par les Américains, ce "satellite Coca-Cola", menaçait, via le Luxembourg, d'en-vahir le ciel européen.

Mis en veilleuse après la signature des deux Etats, ce projet pourrait bien resurgir en cas d'un retard trop prolongé de *TDF 1*. La CLT a, en effet, acheté les droits pour diffuser de nombreux films par satellite ; si la France lui fait faux bond, c'est un prétexte suffisant pour recourir à d'autres partenaires. Et cela, malgré les pressions du gouvernement français qui, ne l'oubliions pas, détient la majeure partie de l'Agence Havas, elle-même majoritaire à la CLT.

Car, en même temps que ce pas en avant, *TDF 1* reculait d'un pas. Conçu en 1979, au sein d'un programme bilatéral avec l'Allemagne fédérale, qui doit lancer un engin similaire, *TV-SAT* (¹), le satellite français de radiodiffusion directe qui de-

vait initialement prendre son envol en 1984 et dont l'envoi avait été reporté à novembre 1985, accuse un nouveau retard : il partira au plus tôt en juin 1986, et plus vraisemblablement en septembre de la même année. C'est en tout cas ce qu'annonçait M. Georges Fillioud, secrétaire d'Etat chargé de la Communication lors de l'ouverture du 10^e VIDCOM, le festival international de la vidéocommunication, à Cannes, le 15 octobre dernier. Au cours de la même journée, M. François Schoeller, président de Télédiffusion de France, démentait formellement une information de l'hebdomadaire *Le Point*, selon laquelle le lancement serait repoussé à 1987 en raison de graves difficultés techniques. Remarquons au passage que ces alarmantes rumeurs n'ont pas empêché le Luxembourg de signer !



Ce tube à ondes progressives (TOP) de 230 W, fabriqué par Thomson est le plus perfectionné du monde. Mais sa mise au point est tellement compliquée qu'il n'équipera peut-être pas les satellites de télévision directe "TDF 1" et "TV-SAT".

Quelque chose "cloche"-t-elle dans *TDF 1* ? Et quoi ? Avant d'envoyer un satellite dans l'espace, où il devra fonctionner durant au moins 7 ans, il faut être sûr de la fiabilité de toutes ses pièces. Or, deux problèmes techniques distincts sont récemment apparus, tous deux liés justement aux pièces maîtresses de l'émetteur, les TOP ou tubes à ondes progressives ; l'un concerne les tubes proprement dits et l'autre l'alimentation électrique chargée de fournir aux tubes de très hautes tensions.

Ce matériel, sorte de transformateur amélioré, permet d'amplifier la puissance des signaux hyperfréquences ; les panneaux solaires qui assurent l'alimentation en énergie du satellite ne sont, en effet, pas capables de délivrer les puissances de l'ordre de 400 watts, nécessaires à chaque canal pour émettre des signaux suffisamment puissants pour être reçus à terre par des antennes paraboliques de 60 à 70 cm de diamètre. C'est le principe même de la radiodiffusion directe qui s'oppose aux satellites de télécommunication, comme *Coronet*,

qui eux, n'ont besoin que de 20 watts pour être reçus par des antennes à terre beaucoup plus grandes.

Pour obtenir une puissance de 400 watts, on recourt donc à un matériel extrêmement raffiné, qu'il a fallu concevoir spécialement : les fameux TOP, à raison de deux tubes de 230 watts pour chaque canal.

Malgré les progrès réalisés dans le domaine des semi-conducteurs, seuls les tubes à ondes progressives permettent actuellement d'obtenir une telle puissance. Ces TOP utilisent le principe inverse des accélérateurs de particules. (Voir dessin page suivante) Un faisceau homogène d'électrons est émis par la cathode, focalisé par les électrodes (Wehnelt) et enfin accéléré par l'anode ; cet en-

semble constitue le canon à électrons. Le faisceau rectiligne d'électrons interagit ensuite avec une onde électromagnétique dont le champ magnétique est colinéaire au faisceau. En donnant à l'onde une vitesse légèrement plus faible que celle du faisceau, le champ électrique a tendance à freiner les électrons. Il suffit pour cela de propager l'onde le long d'une hélice, tandis que le faisceau passe au milieu de cette hélice. L'énergie cinétique des électrons diminue, cédant une partie de cette énergie à l'onde hautes fréquences qui sert à la transmission. Il y a amplification.

La précision requise est extrême. Ainsi, le faisceau d'électrons qui a 0,5 mm de diamètre doit passer très exactement au centre de l'hélice qui a un diamètre de 1 mm seulement. Quant à la focalisation de ce faisceau, elle est réalisée à l'aide de petits aimants.

Il n'existent actuellement que deux fabricants au monde de tubes à ondes progressives de plus de 100 watts : les firmes Thomson-CSF (française) et AEG-Telefunken (allemande) qui doivent respectivement fournir trois TOP sur chacun des deux satellites *TDF 1* et *TV-SAT*. Ces deux industriels recourent à une technique légèrement différente :

(1) La construction de ces deux satellites a été confiée à Eurosatellite, un consortium franco-allemand composé de la SNIAS, de Thomson-CSF, de MBB et d'AEG-Telefunken.

AEG-Telefunken utilise le cuivre pour la fabrication de certaines pièces, notamment les collecteurs (*voir dessin*), tandis que Thomson a opté pour le graphite pyrolytique, un matériau moins classique mais qui présente des avantages certains. Ce procédé dont Thomson possède les brevets, permet de gagner sur le poids du TOP : 3 kilos au lieu de 4,1. Pour les satellites, c'est très important, car tout gain de poids sur le matériel permet d'embarquer davantage de carburant (2), ce qui prolonge d'autant la vie du satellite. Par ailleurs, ce procédé permet un meilleur rendement énergétique, ce qui limite la surface des panneaux solaires. Hélas, il y a un "mais" ; s'appuyant sur des techniques résolument nouvelles, ce procédé est moins fiable actuellement que celui qui consiste à utiliser le cuivre, comme le fait Thomson pour la fabrication de tubes de moindre puissance (20 watts), ou AEG-Telefunken pour les tubes de 230 watts.

Les essais réalisés au laboratoire Thomson de Vélizy, où fonctionnent en permanence une cinquantaine de TOP, dont certains sont "vibrés" pour reproduire les conditions de vol, ont révélé ce que les spécialistes appellent des "disjonctions intempestives". Ces disjonctions qui ne signifient pas la mort du tube (puisque moins d'une seconde on peut le remettre en marche) et qui sont dues à des micro-décharges, interrompent le fonctionnement du tube cathodique et risquent, si elles se produisent trop fréquemment, de le détériorer.

Plus fréquentes en période de rodage, ces "disjonctions intempestives" doivent normalement s'estomper et ne doivent pas se produire plus d'une fois par 2 000 ou 3 000 heures de fonctionnement. Or, on murmure que, sur certains tubes, le phénomène se déclenche une ou plusieurs fois par jour. Pourquoi ? Une des explications possibles tient dans le fait que, pour fonctionner correctement, les pièces du tube doivent notamment être dans une enceinte étanche soumise à un vide très poussé, de l'ordre de 10^{-9} torr. Or, sous l'effet du vide, les gaz occlus à l'intérieur des matériaux, se libèrent, ces molécules "baladeuses" peuvent alors contaminer certains des composants comme les cathodes (*voir dessin*) ou encore s'ioniser, ce qui peut provoquer des "claquages".

Des phénomènes de ce type sont-ils responsables des ennuis actuels ? Le fautif est-il plutôt le graphite des collecteurs, comme certains le laissaient entendre ? À la division "tubes" de Thomson, on se refuse encore à tout commentaire. Un rapport technique doit toutefois être fourni aux organismes concernés (TDF, CNES) à la mi-novembre.

À l'issue de ce rapport, on saura si les défections ne sont qu'une petite erreur de parcours facile à corriger, ou bien nécessitent de revoir toute la conception des tubes ; cette éventualité occasion-

(2) A cause du champ de gravitation terrestre, qui n'est pas parfaitement uniforme et par suite de l'attraction d'autres planètes et de la pression solaire, un satellite a tendance à dériver. Il faut donc le ramener dans le droit chemin par télécommande à petits coups de tuyères.

nerait un retard peut-être inacceptable pour *TDF 1*, et *TV-SAT*, pour lequel les Allemands ont déjà proposé de n'utiliser que des tubes AEG-Telefunken, moins performants mais plus sûrs, bien qu'on ne connaisse pas encore leur comportement dans l'espace. C'est d'ailleurs blanc bonnet et bonnet blanc, puisque AEG-Telefunken appartient depuis 1983 à ... Thomson, à qui deux divisions "tubes" coûtent peut-être un peu cher !

De toute façon, murmure-t-on chez Thomson, si nos tubes avaient été prêts, les satellites auraient quand même pris du retard. Car si les tubes français "clochent", du côté allemand, ce sont les alimentations électriques du tube qui ne donnent pas entière satisfaction. Et là, il n'y a pas de solution de rechange, car il est prévu qu'AEG-Telefunken fournisse les alimentations des deux satellites. Le problème se situerait au niveau des soudures des condensateurs, qui ne résisteraient pas aux températures requises. Est-ce à cause de cela qu'AEG-Telefunken n'arrive pas à fabriquer les alimentations à une cadence suffisante ? Il est vrai que ce matériel doit être très performant : il doit fournir au moins 4 tensions différentes au TOP, au niveau des collecteurs de l'anode, de l'hélice et du chauffage (*voir dessin*). On peut se poser la question : dans un programme de haute technologie, comme l'est le programme franco-allemand, est-ce qu'il n'est pas courant, voire inévitable, que se posent des problèmes de ce type ? Ne doit-on pas apporter au fur et à mesure qu'apparaissent des défaillances, des améliorations successives ? Et ce n'est sans doute pas la première fois que les équipes techniques se heurtent à un problème. Le problème lié aux TOP est-il si grave ?

L'Agence spatiale européenne qui projette de lancer en 1987 *Olympus*, un puissant satellite de télécommunication et de télévision, auquel sont associés différents pays (3), a décidé il y a 3-4 mois de passer un contrat complémentaire avec AEG-Telefunken, alors qu'initialement, seuls les tubes Thomson avaient été retenus. « Simple mesure de précaution », murmure-t-on à l'Agence, où l'on pense qu'il vaut mieux miser sur deux chevaux que sur un seul. C'est qu'auparavant, un autre événement s'était produit qui a jeté un froid dans le petit monde spatial.

L'affaire remonte au printemps dernier. Plus précisément en mars 84. Dans le ciel japonais, *BS-2*, le satellite de télévision directe qui diffuse depuis le début de l'année deux programmes vers les foyers nippons, a de sérieux ennuis. Le premier de ses trois canaux (dont un est le canal de secours), est tombé en panne. Qu'à cela ne tienne ! Le troisième canal "de secours" est là pour pallier à ce genre d'éventualité. Mais, deux mois plus tard, ce canal tombe également en panne. L'un des deux TOP est mort, sans que l'on puisse dire si la défaillance vient du tube lui-même ou de l'alimentation électrique, fabriquée par General Electric. Or, les tubes qui ont une puissance de 100 watts sont fabriqués par Thomson et selon la même

(3) Par ordre d'importance selon les participations : Royaume-Uni, Italie, Pays-Bas, Canada, Espagne, Danemark et Autriche.

technologie que les tubes de 230 watts. Les japonais sont furieux d'autant plus qu'au moment de la livraison, General Electric leur a livré l'alimentation et les tubes sous la forme d'une "boîte noire" scellée, où ils auraient bien aimé mettre leur nez ! Du coup, une firme japonaise tente actuellement de mettre au point des TOP de forte puissance.

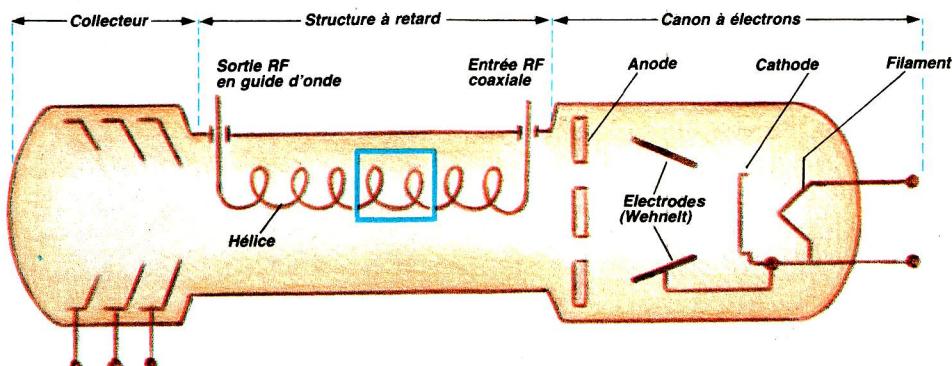
Sur cette affaire japonaise, qui n'a peut-être aucun lien avec l'affaire française des TOP, les conclusions seront difficiles à tirer. Dès l'été 1984, une commission d'enquête réunissant 4 membres du Centre national d'études spatiales, 1 membre de TDF et 1 membre du Centre national d'études et de télécommunication, se rendait sur place au Japon. « Les hypothèses de pannes ne sont pas directement liées aux TOP », affirme M. Roussel du CNES, qui préside cette commission, mais qui se refuse dans l'état actuel des choses, à toute

système. On s'est notamment aperçu que l'adaptation entre l'alimentation et le tube n'était pas parfaite.

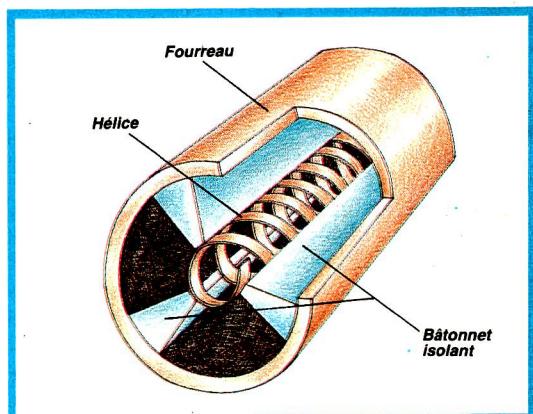
Mais en attendant une éventuelle disculpation, Thomson a subi un sérieux décret... qui a failli conduire à l'abandon de *TDF 1*, ou tout au moins de *TDF 2*, ce qui aurait peut-être fait l'affaire de certains !

N'est-ce pas, en effet, étonnant de remarquer que chaque fois que le Luxembourg doit signer l'accord de coopération sur *TDF 1* avec la France, éclate un fait qui remet tout en question. Le protocole qui a été entériné le 26 octobre 1984 aurait dû l'être le lundi 4 juin 1983. Or, une semaine avant, soit le 25 mai, l'annonce du projet *Coronet* était venue tout compromettre. Cette fois-ci, c'est une semaine avant la signature que l'affaire des TOP a éclaté au grand jour. Le

LES "TOP" SECRETS DE THOMSON...



Un tube à ondes progressives (TOP) dont la fonction est d'amplifier des signaux de très hautes fréquences (12 GHz), comporte trois parties : d'abord le canon à électrons où les électrons sont émis par une cathode, focalisés par des électrodes (Wehnelt), l'anode permettant de régler le courant du faisceau d'électrons : ensuite, la structure à retard est constituée d'une hélice en cuivre à pas variable, le long de laquelle se propage une onde électromagnétique. La vitesse (de phase) de cette onde est donc un peu moins rapide que celle du faisceau d'électrons qui se propage en ligne droite au milieu de l'hélice. Et le champ électrique de cette onde tend à freiner les électrons du faisceau qui cèdent alors de l'énergie à l'onde électromagnétique : il y a amplification. Le collecteur, enfin, est chargé de recueillir les électrons qui sortent de l'hélice et récupère une partie de leur énergie initiale puisqu'ils n'en ont cédé que 10 à 20 % à l'onde RF (radiofréquence).



conclusion. Cette commission rendra son verdict vers la fin de l'année. Les trois scénarios actuellement retenus mettent en cause :

- l'alimentation
- le tube (mais pas au niveau des collecteurs)
- l'interface entre l'alimentation et le tube.

Les expérimentations et les études menées pour tenter de percer le mystère des pannes japonaises, permettent par ailleurs d'améliorer l'ensemble du

Luxembourg a décidé de passer outre, mais il s'en est peut-être fallu de peu.

Est-ce la faute de ceux qui défendent la cause des satellites "légers" de type *Coronet* par rapport aux satellites "lourds" comme *TDF 1* ou *TV-SAT* ? La querelle est industrielle et les deux causes se défendent (*). L'avenir est-il aux uns plutôt qu'aux

(suite du texte page 174)

(4) Voir *Science & et Vie* n° 801.

L'informatique choc du ticket chic

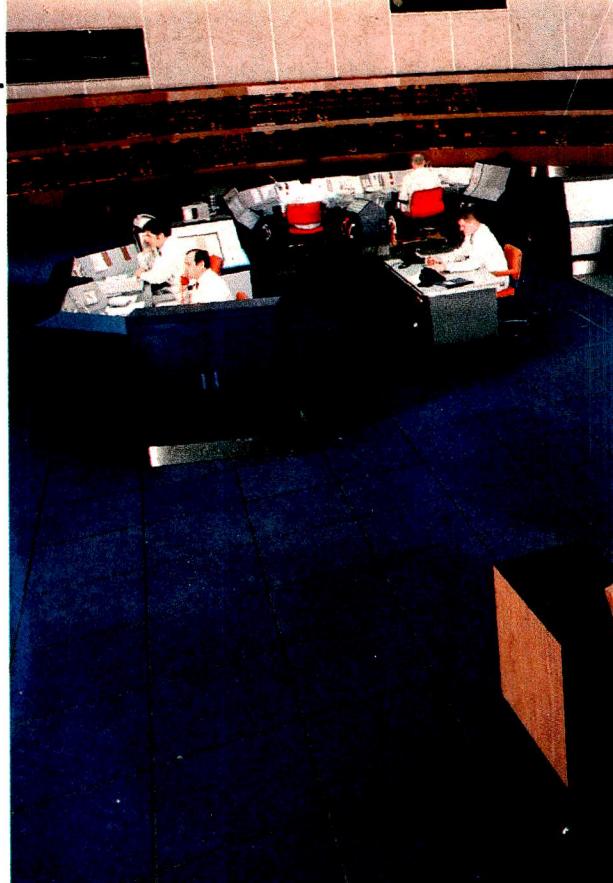
Derrière la façade d'un immeuble des plus anonymes, proche de la Bastille, se cache le poste de commande centralisée (PCC) de la RATP. C'est là que, avec l'appui de l'informatique, fonctionne "le cerveau" de notre métro parisien.

■ Là, dans deux immenses salles circulaires des voyants se déplacent sur une batterie de panneaux symbolisant les diverses lignes ; on peut d'un seul coup d'œil, voir la couleur des feux, la position et le numéro du train, les pannes éventuelles.

Mais pourquoi une telle discrétion autour de ce centre de contrôle ? Tout simplement car il serait possible depuis ce dernier, de télécommander la plus noire des pagailles qu'aït jamais connues le métro. Sans risque d'accident toutefois puisque les dispositifs de sécurité sont décentralisés dans diverses stations. Il n'en reste pas moins vrai qu'il serait facile à un initié de provoquer quelques farces allant d'arrêts de durée trop brève ou exagérée en station, jusqu'à l'interruption totale du trafic.

Quant à ces tableaux, ils ne sont qu'une partie de l'"interface" utilisée pour le dialogue avec le complexe informatique. En effet son champ d'application est vaste : contrôle et comptabilisation des titres de transport, pilotage automatique des trains, gestion de leurs déplacements et des horaires et, enfin, contrôle et surveillance de la distribution en énergie électrique.

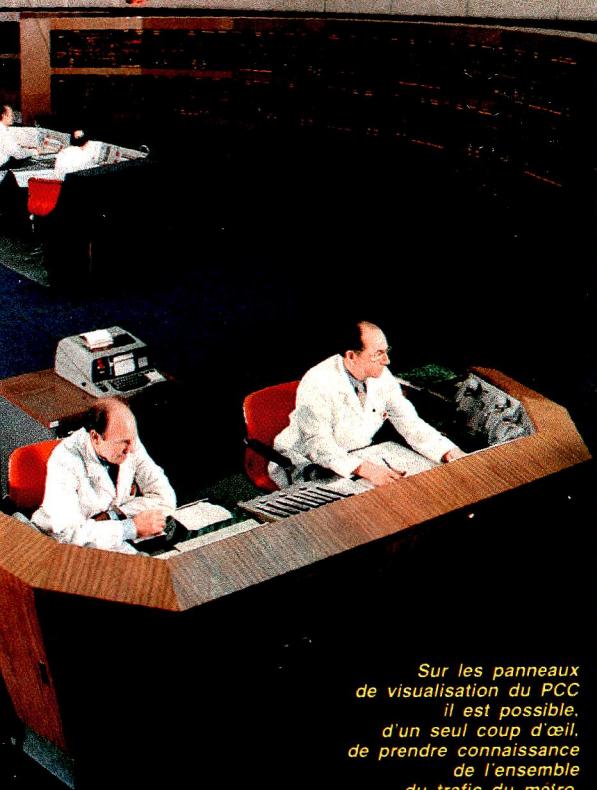
Le ticket de métro tout d'abord. Sa biographie complète se trouve enregistrée sur la raie brune qui le barre au verso sur toute sa longueur. Car cette bande n'est autre qu'une piste magnétique comparable en tout point aux bandes utilisées sur les magnétophones. Lors de l'achat, un large éventail



de choix est proposé ; à savoir simple ticket au détail ou en carnet, carte hebdomadaire, carte orange de une à cinq zones et tout ceci en première ou en seconde classe avec éventuellement les réductions auxquelles l'usager a droit. Le type de ticket choisi sera donc déjà enregistré sur la piste magnétique, mais y seront ajouté le lieu, le jour et l'heure de l'achat ainsi que pour les coupons de cartes hebdomadaire et orange la date de péremption. Le numéro de l'employé ayant effectué la vente sera également enregistré grâce à une carte codée personnelle qu'il aura préalablement dû placer dans la machine distributrice (information complémentaire inscrite en vue d'éventuels litiges).

Voici donc notre titre de transport prêt à l'emploi ; il est né. En parallèle son extrait de naissance a été envoyé, via un réseau de câbles, au centre informatique de la RATP pour comptabilisation et estimation.

Lors de l'accès au quai l'introduction du ticket dans le tourniquet provoque des modifications tant de sa piste magnétique que de son curriculum vitae au centre informatique (ceci toujours grâce au réseau de câbles reliant chaque point d'accès au central). Les informations déjà présentes sur la piste magnétique sont lues et un contrôle de validité est effectué. Dès lors sont ajoutés sur la piste, l'heure, la station et éventuellement un code de péremption ; ceci en fonction du type du titre de transport. Toutes ces informations mémorisées



Sur les panneaux de visualisation du PCC il est possible, d'un seul coup d'œil, de prendre connaissance de l'ensemble du trafic du métro.

peuvent être relues en cas de contrôle. En ce qui concerne les coupons utilisés sur le RER, ces derniers sont, dans la majorité des gares, systématiquement contrôlés à la sortie afin de vérifier si la gare en question est dans une zone accessible par rapport au prix payé.

Hormis cette fonction de contrôle et de comptabilité, les informations issues des composteurs sont utilisées pour l'optimisation du temp d'arrêt des rames en station. Il est en effet possible de connaître ainsi le taux de fréquentation des quais. En cas de station munie de correspondances, un doute subsiste cependant, puisque rien n'indique quelle direction choisira le voyageur. Pour lever ce doute, la RATP place donc régulièrement des agents chargés du comptage approximatif des voyageurs. Le recouplement de ces informations avec celles issues des composteurs permet d'établir des statistiques de passage.

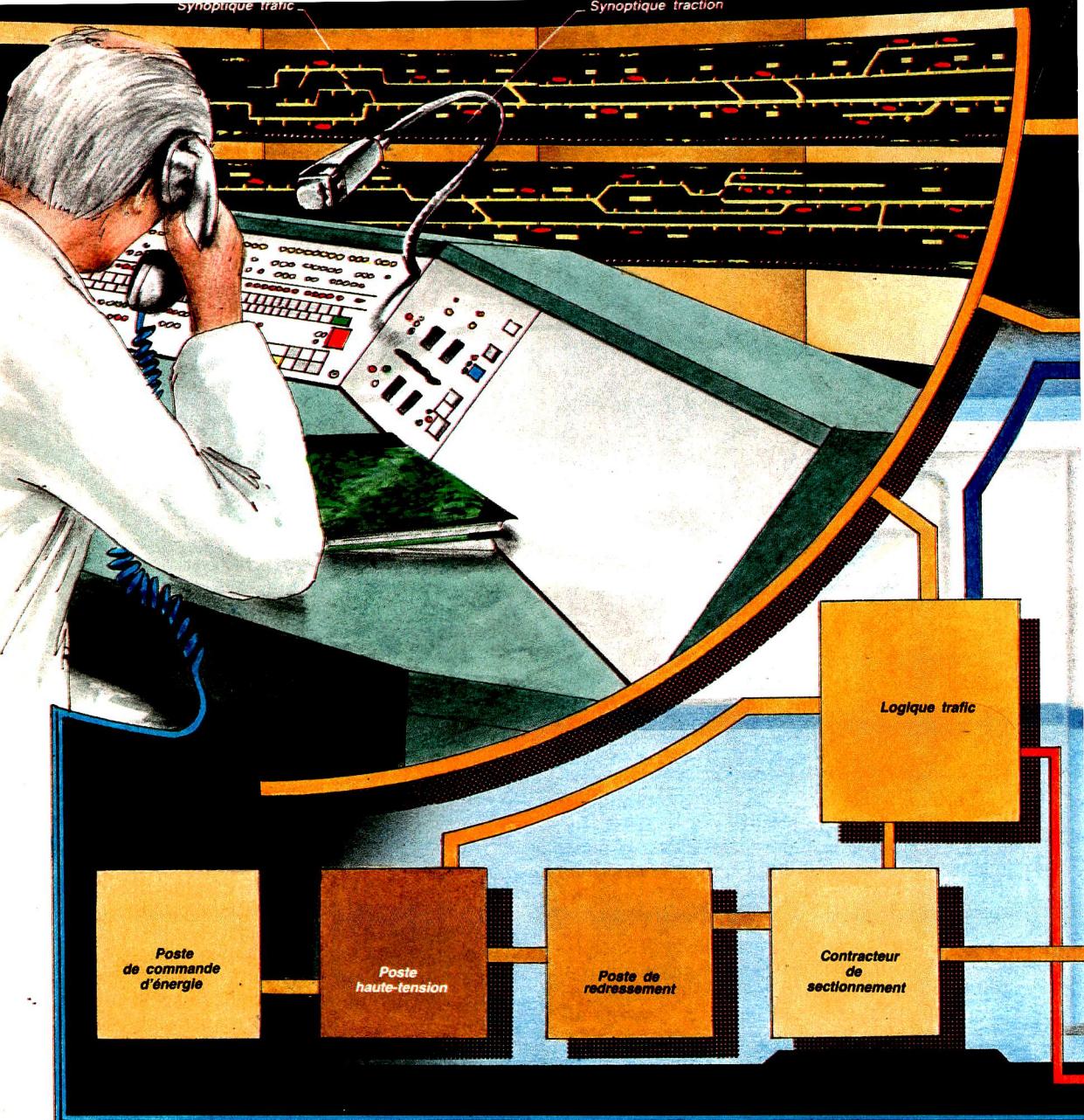
Pour le pilotage automatique, les rames reçoivent les informations par un câble spécial, placé entre les rails et protégé par une large bande de plastique. Des capteurs situés sous le wagon de première classe au centre du train, pour permettre l'inversion de marche, sont utilisés comme récepteurs. Les données issues de ceux-ci seront traitées par l'électronique du pilotage automatique de chaque rame. Le câble programme contient l'ensemble des données nécessaires à la marche du train et bien sûr avant tout le gabarit de vitesse (dessin page suivante) correspondant au tracé de la

voie. Pour cela une haute fréquence à 135 kHz est utilisée. Le gabarit de vitesse est codé en modulation de fréquence, mais sont transmises en modulation de phase des informations relatives à la sécurité telles que : autorisation de marche, inhibition du frein de secours (déclenché par le signal d'alarme), interdiction de récupérer le retard, etc... Les accélérations et les freinages sont quant à eux calculés par l'électronique embarquée, en fonction des capacités de traction, de freinage, et de la topographie de la voie (pente, ...). Diverses rampes d'accélération peuvent être demandées en fonction de l'horaire à suivre et des éventuels retards pris lors de l'arrêt en station. De tels ordres sont donnés par le poste de commande centralisée.

Le conducteur n'est cependant pas tenu d'utiliser le pilotage automatique toute la journée. Aux heures creuses notamment les rames sont fréquemment pilotées en manuel. Pour tenir son horaire, le conducteur doit se référer à des horloges placées en tête de quai dont l'affichage comporte quatre lignes marquées A, B, C et D. En fait, les lignes A et B correspondent respectivement aux heures de pointe du soir et du matin, C et D aux creux de la journée et de la nuit. Dans la plupart des cas, d'ailleurs, lors de l'entrée en station de la rame, seule la ligne en rapport avec l'horaire reste allumée. Ces horloges ne comptent que les minutes ; ceci tout simplement car il n'y a pas de parcours dont le temps total soit supérieur à une heure.

Ces deux points précisés leur usage est simple. En effet, le conducteur doit toujours voir son heure de départ affichée à plus ou moins 30 secondes près et ce tout au long de son trajet. C'est-à-dire que si, par exemple, un train quitte son terminus à 11 heures 12 minutes 30 secondes, le conducteur devra toujours voir inscrit sur la ligne des horloges de tête de quai un temps compris entre 12 et 13 minutes. En pilotage automatique cet horaire est scrupuleusement respecté puisque les temps de parcours et d'arrêts en station sont prédéterminés. En manuel, par contre, il arrive fréquemment que le conducteur, sans doute en proie à quelque démon de la vitesse, prenne de l'avance ; l'horloge n'indique plus alors l'heure de départ et la rame se trouve alors automatiquement immobilisée en station (grâce aux informations transmises par le câble programme) jusqu'à ce que cette avance soit compensée. Dans ce cas le chauffeur n'a donc plus qu'à attendre car il lui est alors impossible de commander le départ.

Aux heures de pointe ce problème ne se pose plus puisque le déplacement des trains s'effectue toujours en régulation automatique. Pendant cette période, l'ensemble des ordres de déplacement (ou presque) y compris le "tuut" de départ, sont télécommandés et le pilotage automatique prend là toute son importance. En effet entre deux stations, le tracé de la voie peut comporter des courbes plus ou moins serrées ou des lignes droites. Le métro doit donc la parcourir à une ou des vitesses préterminées par le gabarit de vitesse. Reste qu'à



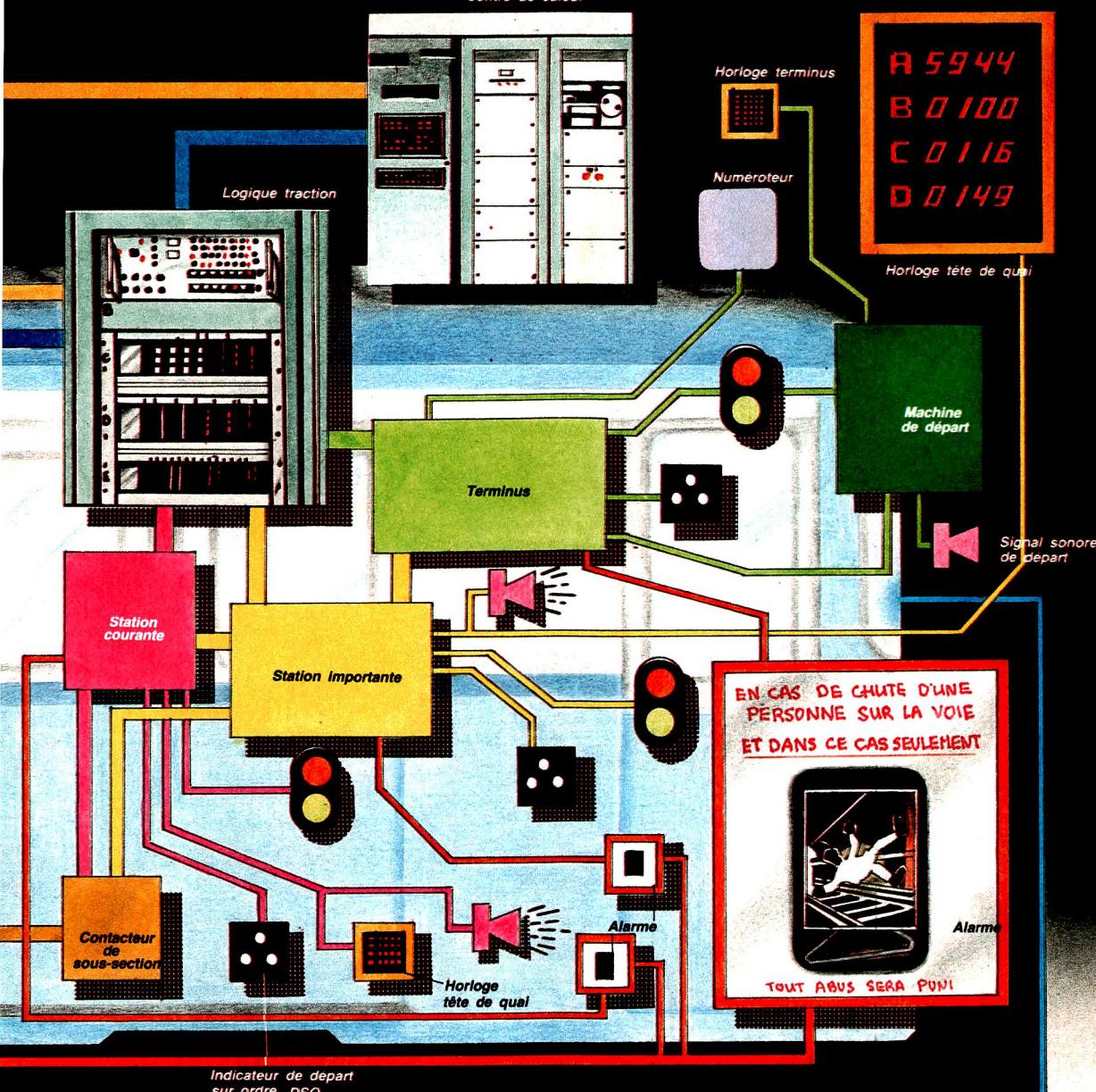
l'intérieur de ce gabarit des accélérations plus ou moins fortes peuvent permettre de compenser un retard dû à un arrêt trop prolongé à quai. Le pilotage automatique se charge dans ce cas de les gérer. Si cette opération reste insuffisante, une réduction du temps d'arrêt est imposée avec déclenchement avancé du "tuut". En dernier lieu, une modification des horaires de départ du terminus sera utilisée. Mais cette opération nécessitera le passage en manuel de la machine de départ, chargée d'établir les horaires, jusqu'à ce que les retards soient résorbés.

Depuis que le poste de commande centralisée (PCC) contrôle entièrement la gestion des horaires, la capacité de transport a augmenté de près

de 20 % et la régularité du service des trains s'est accrue considérablement. De plus il a été possible d'obtenir une réduction par un facteur 10 des retards consécutifs aux perturbations et des temps de reprise du service après incident.

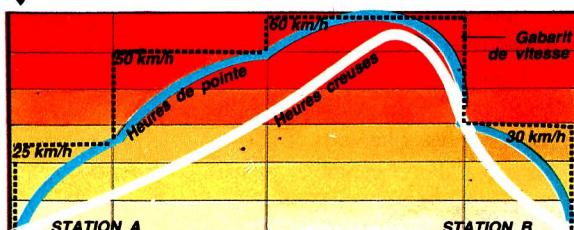
Ces diverses améliorations sont dues à l'ensemble des perfectionnements permis par la mise en place du poste de commande centralisée. Par exemple maintenant chaque conducteur est directement relié par téléphone au poste central, grâce à une liaison haute fréquence acheminée par l'intermédiaire du rail traction (troisième rail, latéral, fournissant l'alimentation électrique de la rame). Le contrôle de départ des terminus est en permanence géré par une machine comportant en

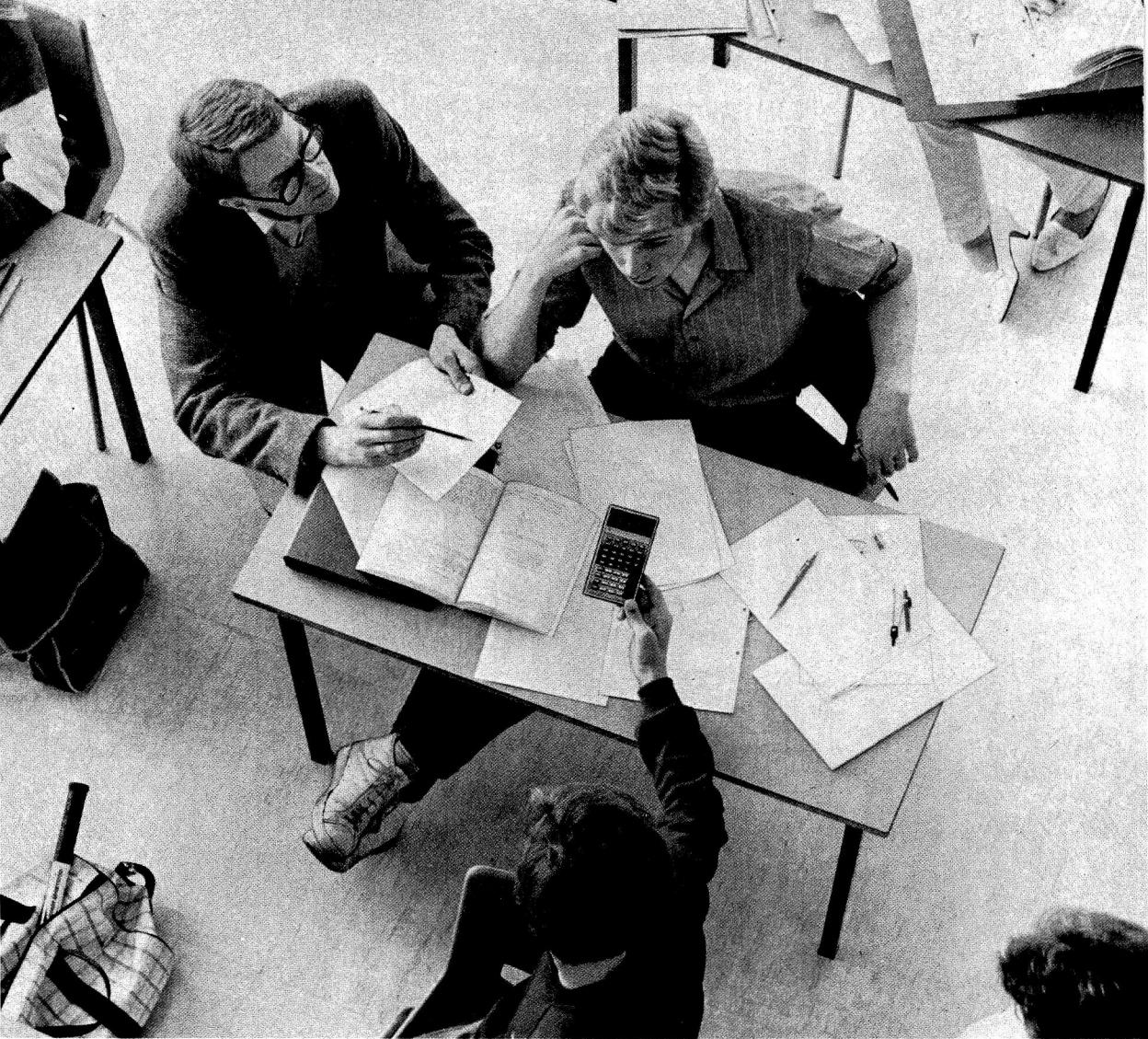
(suite du texte page 174)



Les échanges entre le PCC et les stations transitent par deux unités de traitement (logiques traction et trafic). Dans les stations, les ordres issus du PCC sont répercutés en tête de quai sur les horloges et sur les indicateurs DSO (qui clignotent lorsque la rame doit démarrer) associés au signal sonore. Chaque station possède un signal d'alarme en cas de chute sur la voie. Ils sont montés en série sur des boucles pouvant couvrir plusieurs stations. L'utilisation d'une polgnée provoque la disjonction de l'alimentation traction d'une section entière par l'intermédiaire du contacteur de sectionnement. Ce tronçon est immédiatement visualisé sur le synoptique traction. Une fois l'incident localisé, seule la zone concernée restera isolée grâce au contacteur de sous-section. Quant à la signalisation, seul l'état des feux est retransmis au PCC. Enfin, pour cadencer les départs, chaque terminus est équipé d'un boîtier numéroteur (où le conducteur compose le numéro de son train), d'une machine de départ et d'une horloge.

Le gabarit de vitesse est déterminé en fonction de la topographie de la voie entre deux stations, comme les limitations de vitesse sur une route sinuose. La rame ne doit (et ne peut) jamais rouler plus vite que la vitesse indiquée mais en cas de retard, il est possible de jouer sur les accélérations et les freinages.





L'incroyable TI-57 LCD programmable. Si les maths vous posaient des problèmes, c'était avant de la connaître.

Finie l'angoisse des inconnues.

La calculatrice TI-57 LCD de Texas Instruments est un moyen facile de se simplifier les maths.

Première calculatrice programmable conseillée par de nombreux enseignants à leurs élèves, la TI-57 LCD est aussi l'une des plus économiques. Elle vous offre les fonctions d'une véritable calculatrice scientifique pour le prix bien calculé d'une calculatrice ordinaire.

Grâce à ses 5 fonctions de base (RST, GTO, LBL, SBR, SST), elle résout à la seconde les



calculs répétitifs et ennuyeux, et vous initie même à la programmation (pour des calculs séquentiels, par exemple, mais aussi pour des jeux de réflexion). Essayez la TI-57 LCD de Texas Instruments : vous ne verrez plus jamais les maths tout à fait de la même façon.



**TEXAS
INSTRUMENTS**

INDUSTRIE

PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

Contrefaçons : un pas en avant ?

■ Les lois de 1968 et de 1978 sur les brevets d'invention définissaient avec précision les actes de contrefaçon et les moyens juridiques offerts aux titulaires de brevets français pour poursuivre et réprimer les atteintes à leurs monopoles. Mais, jusqu'ici, intenter une action en contrefaçon signifiait lenteur : il fallait attendre une période de 3 à 5 ans pour obtenir une décision définitive de justice, puis une période à peu près égale pour obtenir réparation du préjudice causé au breveté. Lourdes et lentes qui diminuaient l'efficacité économique du brevet français et constituaient un élément démotivateur des inventeurs, peu enclins à protéger leurs inventions.

Une nouvelle loi, applicable depuis quelques semaines, modifie ces données en instaurant l'interdiction provisoire, une forme spéciale de référé applicable à la contrefaçon, sous quatre conditions : le brevet doit faire l'objet d'une exploitation en France effective et sérieuse (ce qui exclut les brevets servant de simples supports à des importations) ; l'action judiciaire doit être engagée à bref délai par le breveté ; la contrefaçon doit pour ce dernier constituer un préjudice difficilement réparable ; enfin l'action au fond doit apparaître sérieuse au président du Tribunal saisi.

Par ailleurs, le président peut subordonner l'interdiction d'exploitation à la constitution par le breveté de garanties capables d'assurer l'indemnisation du demandeur si l'action s'avérait ultérieurement non fondée, si la contrefaçon n'était pas reconnue.

Autant de conditions qui limitent la portée de l'interdiction provisoire, si bien que la CNCBI (Compagnie nationale des conseils en brevets d'in-

vention) « doute que cette interdiction ait un effet dissuasif sur les contrefacteurs ». Il faut aller plus loin, estiment les conseils en brevets, et « ajouter des mesures complémentaires car les dispositions actuelles ne permettent pas de sanctionner suffisamment les contrefacteurs ni de les décourager en les pénalisant ».

D'autant que la nouvelle loi prévoit, à côté de l'interdiction provisoire, la possibilité d'un jugement déclaratoire de non contrefaçon qui vise à limiter les prétentions excessives des brevetés. Cette disposition permet à toute personne effectuant une exploitation industrielle sur le

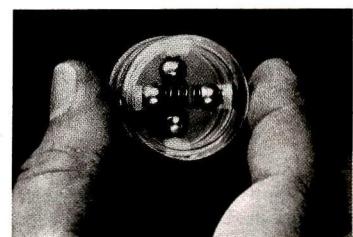
territoire français — ou faisant des préparatifs effectifs et sérieux à cet effet — de demander à un breveté de prendre part à l'opposabilité de son brevet à l'égard de la description de cette exploitation par le demandeur. Le breveté dispose de trois mois pour répondre, faute de quoi il est déchu de ses droits.

La CNCBI, qui approuve l'esprit de ces dispositions, ne les trouve cependant pas suffisantes. « A l'heure actuelle, déclare-t-elle même, les dispositions législatives sont une sorte d'encouragement à la contrefaçon. Il convient de pénaliser les contrefacteurs en les empêchant de continuer. »

MANUTENTION

Détecteur de chocs multidirectionnel

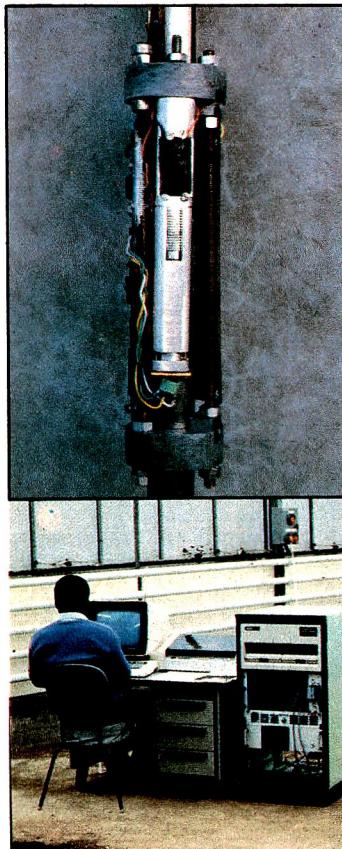
■ Ce détecteur de chocs multidirectionnel permet, en un simple coup d'œil, de savoir si un équipement, un produit, un colis, un véhicule, a subi un choc excessif en cours de fabrication, de stockage, d'expédition ou de location. Il indique ainsi clairement les mauvaises manutentions et identifie les dommages cachés, ce qui peut permettre de limiter l'étendue des garanties d'après-vente ou de location. D'une hauteur de 25,4 mm et d'un diamètre de 32 mm, le Protect-a-pack est autocollant. Il fonctionne à des températures se situant entre - 40 °C et + 80 °C, avec une indication visuelle selon le principe du "tout ou rien" (précision : $\pm 15\%$). Sa réponse en fréquence est plate jusqu'à 60 Hz afin de supprimer la sensibilité aux bruits acoustiques, il se déclenche pour un choc d'une durée nominale de 8,4 millisecondes.



Toute une gamme de calibres est disponible : 5 g (produit très fragile à ne manier qu'avec une extrême précaution), 10 g (produit fragile nécessitant une manutention soignée), 20 g, 30 g, 50 g, 80 g, 100 g, 150 g, 200 g, 250 g et 300 g.

Protect-a-pack est commercialisé par la firme RMP, 18 rue d'Arras, 92200 Nanterre, tél. 782 56 71, par quantité de 100 minimum, à un coût unitaire variant, selon les quantités et les différents produits de la gamme de 84,50 F à 25,80 F.

Des endoscopes pour observer la croissance des racines



■ Un appareil pour l'observation de la croissance des racines des plantes dans le sol a été mis au point par des agronomes de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA — Colmar) en collaboration avec des physiciens de l'université de Mulhouse.

Il s'agit d'un endoscope d'un type particulier, que l'on fait descendre dans des tubes transparents mis en place dans le sol ; l'appareil explore les parois du tube en analysant et traitant en données numériques les informations qu'il recueille sur la quantité, la grosseur, la disposition des racines, qui apparaissent

comme des tâches blanches au contact des tubes. Un dispositif d'entraînement déplace automatiquement l'appareil le long du tube. Les informations obtenues représentent une image des contacts entre racines et tubes à un instant donné, sur une végétation naturelle ou sur une culture que l'on étudie ; on obtient ainsi un ensemble d'images dans l'espace (plusieurs tubes explorés) et dans le temps (répétition des mesures), ce qui permet de suivre la croissance des racines d'un peuplement.

Ce dispositif reméde à la difficulté de l'étude des racines dans le sol : il est en effet très délicat de les observer sans perturber leur croissance et la structure du sol qui les entoure. Alors que, traditionnellement, cette observation est réalisée par prélevement d'échantillons de sol, extraction des racines et mensuration, la nouvelle méthode a l'avantage d'être non destructive et plus rapide, et de permettre un traitement automatique des données. Le nouvel appareil est un instrument scientifique utilisable dans le domaine de l'agronomie, de l'écologie, de la foresterie, etc. Une version simplifiée est en cours d'adaptation pour déterminer la profondeur maximale atteinte par les racines afin, par exemple, de mieux doser l'irrigation et la fertilisation.

ÉNERGIE

Centrale de télégestion

■ Développée par la firme Sciaky (119 quai Jules Guesde, 94400 Vitry-sur-Seine), cette centrale de télégestion d'énergie peut, affirme la firme, assurer 20 % d'économie sur les dépenses de chauffage. Utilisant un mini-calculateur, elle permet la régulation, l'optimisation et l'exploitation rationnelle d'une installation multi-zones de chauffage/climatisation. Une seule armoire de commande peut traiter plusieurs centaines de zones.

Le système est applicable à de nombreux processus industriels : traitements thermiques, cuisson, réfrigération.

Des options telles que la télésurveillance d'alarmes sécurité, la gestion centralisée des énergies, l'aide à la maintenance, etc., peuvent venir s'ajouter au logiciel principal qui reste ouvert en permanence.

INFORMATION

Un annuaire de la télécopie

■ En France on estime à plus de 20 000 le nombre de télécopieurs actuellement en service, dont plus de la moitié ont été installés depuis à peine 18 mois ; la progression se poursuit au rythme de 12 000 par an.

L'édition du premier annuaire de la télécopie, par la Direction générale des télécommunications, très attendue par toutes les entreprises déjà équipées, est donc la bienvenue et ce nouvel outil d'information contribuera encore à renforcer l'usage de la télécopie en France, en rendant plus facile la communication entre les utilisateurs actuels.

Cette première édition comprend les noms de 5 000 entreprises qui ont été volontaires pour leur inscription. Dès maintenant, pour la prochaine édition, la Direction générale des télécommunications recueille les nouvelles inscriptions ou les modifications. L'inscription étant gratuite, mais non systématique, il faut

s'adresser, pour être inscrit, à l'Annuaire de la télécopie, service national de l'édition des annuaires des télécommunications, 182 rue Lecocq, 33065 Bordeaux cedex.

L'annuaire est envoyé gratuitement aux utilisateurs y figurant ; pour les nouveaux utilisateurs un annuaire est remis à chaque installation de télécopieur, que ce soit location ou achat. Des exemplaires supplémentaires sont en vente au prix de 10 F l'un. Pour toute information, un téléphone : (1) 256 29 35.

■ **Sèche-mains anti-microbes.** Spécialement conçu pour les hôpitaux, cliniques, laboratoires et cabinets médicaux, il sèche les mains au moyen d'un puissant courant d'air exposé aux rayons d'un brûleur à ozone qui détruit les microbes au passage. (Moreillon Gastrotechnik, Hampstrasse, CH 8272 Ermeligen, Suisse).

Pluviographie électronique

■ A la suite d'un écho que nous avons récemment publié sur un pluviomètre pour emplacements isolés, fabriqué par une firme britannique, le chef du département recherches du laboratoire d'hydrologie de l'ORSTOM, l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, nous informe que « la France n'est pas en retard dans ce domaine et même plutôt en avance ».

Le laboratoire a en effet mis au point un pluviomètre électronique qui permet, sur option, la transmission par satellite (système Argos ou Météostat) et qui enregistre à la seconde près l'heure des chutes de pluie par tranche de 0,5 ou 0,2 mm. Cet appareil, "l'Oedipe" (photo 1), fabriqué et vendu par la société française Elyde (95 route de Corbeil, 91700 Sainte-Geneviève-des-Bois), d'un prix particulièrement bas (5 444 F + 1 840 F pour le conditionnement en armoire métallique et environ 5 000 F pour le capteur) et donc à la portée de pays en voie de développement ; est utilisable notamment en climat tropical dans des conditions très difficiles : il peut enregistrer des totaux pluviométriques de plus de 8 000 mm et transmettre sans intervention.

Associé à tout pluviomètre à augets basculeurs, Oedipe dépouille instantanément et avec une sûreté absolue les enregistrements pluviographiques constituant ainsi un pluviographe très perfectionné.

A chaque basculement des augets, Oedipe enregistre la date à la seconde près dans une mémoire de grande capacité (64 Koctets ; coût 1 980 F). Cette mémoire permet d'enregistrer de 1 638 mm à 8 191 mm de pluie (selon le dia-

mètre de la bague du pluviomètre). Dans la plupart des cas on peut enregistrer un an de pluies sans relever l'appareil. Ceci permet de limiter les visites de contrôle dans les sites difficiles d'accès.

Le dépouillement des enregistrements est automatique et très rapide grâce à une interface et à un micro-ordinateur. Les données sont conservées sur le support choisi (disquette, disque dur, bande magnétique) et dans le format souhaité (intensité en 5 minutes, en 1 minute, chronique exacte à la seconde près...).

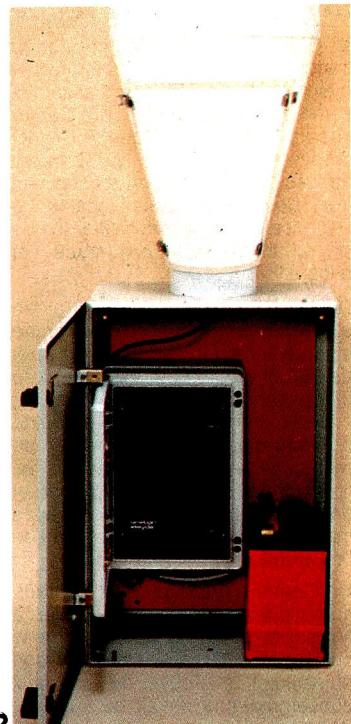
Muni en option d'un émetteur, l'appareil transmet par l'intermédiaire d'un satellite, plusieurs fois par jour, l'information pluviométrique ce qui permet en particulier d'annoncer les crues. Enfin, Oedipe est sobre : une ou deux batteries associées à un panneau solaire lui assurent un fonctionnement de plusieurs mois.

L'ORSTOM a également conçu un limnigraphie électronique très perfectionné, le système "Chloé", dont il a aussi donné la licence de fabrication et de commercialisation à la société Elyde. Ce système permet d'installer un limnigraphie dans une zone inondable (accès difficile, manque de support pour l'appareil). Une sonde, contenant un microprocesseur, qui effectue les traitements de mise à l'échelle et de compensation en température des mesures, qui fournit aussi la hauteur d'eau, la densité, la température en vraie grandeur ; est immergée au niveau des plus basses eaux.

La centrale Chloé (photo 2) est installée dans une zone hors d'eau d'accès facile, avec un minimum de travaux. Entre la sonde et Chloé, on peut disposer d'un câble de transmission très long : jusqu'à 1,5 km.

Si Chloé est installée dans une zone lointaine d'accès difficile, parfois déserte, sa vaste mémoire (64 Koctets) enregistre les mouvements du plan d'eau pendant de longues périodes : un mois (même avec des variations rapides et fréquentes du plan d'eau) ; trois mois sur la plupart des plans d'eau, six mois voire un an si nécessaire.

Un système émetteur autorise la transmission par satellites (Argos, Météostat). Plusieurs fois par jour, Chloé donne ainsi des informations : état de remplissage de sa mémoire, mesures des capteurs, appel au secours en cas de défectuosité de transmission apparente de la sonde. Avec son émetteur, Chloé avertit de l'arrivée des crues.



2

Chloé est intelligente : elle interroge la sonde à la cadence souhaitée (au maximum une interrogation par minute) mais elle n'enregistre que ce qui lui est demandé, c'est-à-dire les variations dont on estime qu'elles valent la peine d'être notées. Par prudence, toutes les demi-heures, elle enregistre obligatoirement hauteur et température de l'eau (éventuellement conductivité et masse volumique).

Grâce à un codeur, Chloé peut enregistrer les informations des limnigraphes déjà en place.

“Voici un bon exemple de valorisation des recherches menées par les laboratoires publics”, conclut notre interlocuteur de l'ORSTOM. Voilà en effet qui mérite d'être signalé.

■ **Les petites et moyennes entreprises américaines** ont créé 2,6 millions d'emplois nouveaux, de 1980 à 1982, tandis que les grandes en perdaient 1,7 millions. Elles emploient environ 50 % de la main d'œuvre industrielle et commerciale et interviennent pour 38 % du PNB. A noter que ce sont les petites entreprises qui, les premières, se sont lancées dans la fabrication de semi-conducteurs et la manipulation génétique.



1

Pain et eau : deux centres de recherche spécialisés

■ Promouvoir la recherche et le transfert de technologie dans le domaine de l'eau et de l'assainissement, est la mission du Centre international de l'eau que le District urbain et la Ville de Nancy viennent de décider de créer en s'associant aux deux universités locales, à l'Agence de bassin Rhin-Meuse et à la Chambre de commerce et d'industrie.

Dès 1985, ce centre mettra en œuvre un programme de recherche s'appuyant sur les acquis et travaux de 350 chercheurs et ingénieurs de différentes disciplines déjà affectés à des recherches dans le domaine de l'eau. La plupart des thèmes de recherche seront pluridisciplinaires, touchant les aspects de l'hygiène et de la santé, le génie des procédés industriels, les ressources en eau de l'environnement et l'agriculture.

Un Centre d'étude du pain de tradition vient, d'autre part, d'ouvrir à Marseille, sous les auspices de la société des Grands Moulins ; son objectif est de "trouver de nouveaux consommateurs sensibles aux produits nouveaux, pour promouvoir la réhabilitation du pain", dont la consommation quotidienne moyenne par Français est passée de 900 g en 1884 à 167 g un siècle plus tard. Au cours des dix dernières années, 5 000 boulangeries ont disparu : il n'en reste aujourd'hui

plus que 35 000.

Le Centre se veut un lieu de rencontres, de dialogues, de recherches et de perfectionnement, ouvert à tous les professionnels de la boulangerie, afin de préserver à la fois le goût et la conservation du pain « pour promouvoir la restauration d'un produit qui a occupé une place prépondérante dans l'alimentation des Français ».

Le pain n'est en effet plus ce qu'il était : selon une statistique récente, 57 % des Français critiquent sa qualité et sa conservation limitée. Et les experts eux-mêmes reconnaissent des problèmes qualitatifs au niveau de la fabrication : le pétissage intensif, en particulier, et certains additifs ont abouti à un pain volumineux, d'une saveur atypique et d'une conservation réduite.

Le Centre se donne pour mission d'obtenir, en utilisant les techniques d'aujourd'hui, un produit offrant des qualités optimales de saveur, d'aspect et de conservation sans augmenter le prix. Equipé d'un matériel entièrement français, il se veut un carrefour d'échanges internationaux. Les stages permettront aux professionnels chevronnés comme aux apprentis de se familiariser avec la fabrication de pains spéciaux, sur pâte, complets, au son, de campagne, aux six céréales, de seigle, aux olives, aux anchois, aux noix, aux oignons, etc.

Sismographe électronique et portatif

■ La firme suédoise Atlas Copco Abem, spécialisée en électronique et géophysique, vient de présenter le "Terraloc", un sismographe compact portatif équipé d'un micro-ordinateur destiné à faciliter pour le personnel les travaux (projet de construction, prospection des eaux souterraines, du pétrole, du charbon et autres ressources naturelles) en fournissant des données immédiates et de meilleure qualité qu'avec les instruments existant jusqu'ici.

L'appareil, qui ressemble à un grand sac à dos, combine en un dispositif unique une unité vidéo et un magnétophone digital. Les données sismiques (taille, stabilité et qualité de la terre et des couches rocheuses) obtenues à l'aide de coups de marteau ou de faibles charges d'explosif, sont enregistrées sur un écran.

L'opérateur contrôle les conditions sonores et les signaux sur l'écran, additionne les sismogrammes de référence inscrits dans la mémoire de l'appareil et emmagasine le résultat sur un ruban magnétique ou sur une imprimante de terrain de 21 cm pour une future évaluation. En même temps sont enregistrées et emmagasinées les coordonnées du terrain à mesurer, l'heure de la journée, les positions des instruments, etc.

L'appareil équipé de piles ne consomme que 42 W tout en présentant un degré d'amplification élevé et une grande plage de mesure (de 24 microsecondes à 5 000 millisecondes).

La technique Terraloc a déjà été utilisée pour la prospection de tunnels en Norvège et des recherches sur la qualité des roches pour l'emmagasinage des déchets nucléaires en Finlande.

■ ■ *Un nouvel emballage triplant la durée de vie des citrons et pamplemousses aurait été mis au point conjointement par des chercheurs américains et israéliens. Il s'agit d'une enveloppe très fine de polyéthylène qui permet au fruit de respirer tout en laissant les gaz nocifs s'échapper. Il maintiendrait la fraîcheur des citrons 9 mois au lieu de 3 et celle des pamplemousses 6 mois au lieu de 2. Quelques exportateurs américains testent actuellement ce nouveau produit dans des chargements de fruits à destination du Japon.*

Nouvelle fibre pour tissus plus soyeux

■ Mise au point par la firme Rhovyl, cette nouvelle fibre, la "L9", seule de son espèce sur le marché, présente l'avantage d'être plus fine que les chlorofibres traditionnelles et de permettre ainsi l'obtention de tissus plus soyeux et plus fins.

Le processus de fabrication de la L9, étudié depuis 1978, a nécessité 30 millions de francs d'études et d'investissements. Il est entièrement automatisé, il permet d'obtenir instantanément par turbine un collodion hydrogène, opération qui réclamait 6 à 8 heures de malaxage avec l'ancien procédé. Plus destructuré et d'une viscosité beaucoup plus faible, le nouveau produit peut être filtré de façon plus fine.

Rhovyl, filiale du groupe Rhône Poulenç, division textile, exporte déjà 15 à 20 % de son chiffre d'affaires.



Un film d'amiante non toxique

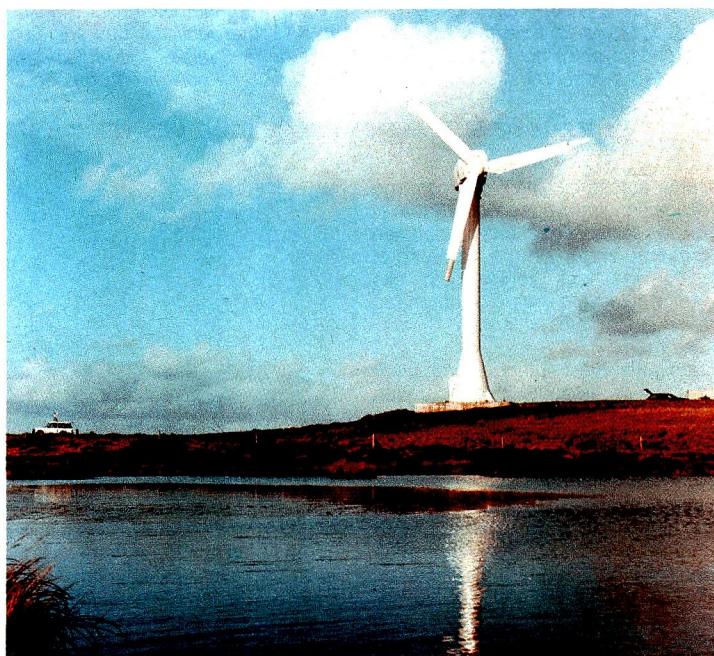
■ Une firme québécoise, la Société nationale de l'amiante (SNA), démarre la production industrielle d'une fibre d'amiante non toxique au niveau cellulaire. Son procédé consiste à imprégner l'amiante d'un gaz qui en change la structure chimique. L'opération augmente d'environ 20 % le coût de l'amiante ciment, mais la SNA estime que cette augmentation ne nuit pas à sa compétitivité, dans la mesure où les acheteurs paient actuellement des prix beaucoup plus élevés pour des substituts de l'amiante.

Certains substituts sont très efficaces, non toxiques et moins chers que l'amiante, ainsi la fibre de verre, mais plusieurs de ces produits ont une vie éphémère et pourraient même, selon le PDG de la SNA, se révéler plus toxiques que l'amiante. « On vit actuellement une période intermédiaire où beaucoup de gouvernements ont réglementé l'amiante, mais pas encore ses substituts ». La situation commence cependant à changer, ainsi le Danemark est-il en train de réglementer toutes les fibres minérales naturelles et en France une enquête d'utilité publique a été mise sur pied afin que soient étudiés les dangers des substituts de l'amiante.

La nouvelle fibre mise au point par la SNA est testée quant à sa toxicité par une équipe du Marché commun, par l'Italie et par la France notamment, chaque pays devant vérifier si elle correspond à ses propres normes de sécurité.

■ Un "histofibre", un appareil à mesurer automatiquement la longueur des fibres du bois et celles des pâtes à papier au cours de la fabrication des feuilles en usine, a été développé à Nancy, conjointement par les chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique et ceux de l'Institut des sciences de l'ingénieur. La mesure d'échantillon de 5 000 fibres prend 2 à 3 minutes alors que, manuellement, 1 000 fibres sont mesurées par jour. Le nouvel appareil intéresse tant la sélection forestière pour l'amélioration génétique des arbres (mise en évidence rapide des variations de longueurs des fibres entre espèces ou entre années sur un même arbre) ; que l'industrie de la papeterie (opérations de mélange en proportions fibres longues des résineux, fibres courtes des feuillus).

Une éolienne de 330 kW pour la Californie



■ Un générateur éolien d'une puissance de 330 kW va être installé à Palm Springs, en Californie. Pour être adaptées à la vitesse du vent qui atteint couramment 215 km/h dans cette région, les aubes de la turbine atteindront 26 m, ce qui permettra également d'augmenter le rendement à faibles vitesses. Un système de commande par ordinateur contrôlera constamment la vitesse du vent et les raccords au réseau ; la panne de tout élément entraînant automatiquement l'arrêt total du système.

L'installation sera réalisée par une firme écossaise James Howden and Cy, l'une des plus importantes firmes du monde pour les systèmes d'aérage et les équipements de ventilation pour les mines et les centrales électriques. Cette firme produit également des aérogénérateurs : elle a notamment à son actif la construction d'un générateur de 200 kW installé au Pays de Galles et une machine de 300 kW (notre photo) qui fonctionne depuis un an à Burger Hill, dans les îles Orcades, au nord de l'Écosse.

ROBOTIQUE

Deux nouveaux robots à performances élevées

■ Présentés par Acma Robotique, qui développe les activités "robot" au sein de Renault Automation, ces deux nouveaux robots universels à 6 degrés de liberté, tout électriques, l'Acma X 48 et l'Acma H 48, sont caractérisés par la grande amplitude et la rapidité de leurs mouvements, une capacité à manipuler de fortes charges (jusqu'à 60 kg pour l'un, 100 kg pour l'autre), leur précision et les performances élevées de leurs systèmes de commande.

Equipés de 6 axes mécaniques à raideur élevée, d'actionneurs électriques, de systèmes de commande multimicroprocesseurs permettant

de contrôler des outils et des environnements complexes, ils sont aussi faciles à programmer. Près de 200 exemplaires de ces nouveaux robots ont déjà été commandés par des clients extérieurs au groupe Renault, ce qui, ajouté aux autres robots de la gamme, devrait permettre à Acma de tripler sa production de robots en 1985.

DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploitées sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent "bonnes à saisir" pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à "Des marchés à saisir" c/o Science & Vie, 5 rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

SYSTÈME DE SUSPENSION PERMETTANT DES VÉHICULES INCLINABLES AUTOSTABLES

Quoi

Cette autostabilisation permet une inclinaison judicieuse des roues et de la carrosserie, aussi bien en virage qu'en terrain mouvementé et en dévers, des véhicules qu'elle équipe : tricycles, type scooter, ou véhicules urbains utilitaires.

Comment

L'inclinaison est obtenue comme sur un deux roues, mais la configuration particulière de la suspension fait que le poids se trouve virtuellement appuyé sur un point de force, ou "point de dévers" situé à l'aplomb de l'essieu porteur et qui a la propriété de toujours anticiper sur l'inclinaison du véhicule, de sorte que s'établit un équilibre dynamique autostable — quelles que soient les caractéristiques de la trajectoire imposée par le pilote ou la configuration locale du sol. L'ensemble se positionne de



lui-même de façon optimale à la meilleure inclinaison, le pilote n'ayant plus à maîtriser l'équilibre. Très simple et purement mécanique, le système permet une très bonne manœuvrabilité à basse vitesse et à l'arrêt, ce qui le rend particulièrement performant en trafic urbain dense.

Marché

Un prototype version tricycle-moto grand tourisme (notre photo) équipé d'un moteur de 850 cm³ a été homologué par le Service des mines et le ministère des Transports.

Ce nouveau type de véhicule s'insère dans un créneau industriel encore libre : celui qui, tant pour les déplacements individuels que pour les activités de service, existe entre les deux roues et l'automobile et la voiturette, jusqu'ici délaissé faute d'une technologie adaptée.

La suspension peut être montée, en kit, sur des motocyclettes et cyclo-moteurs existants, leur conférant, ainsi, des capacités de véhicules tous terrains.

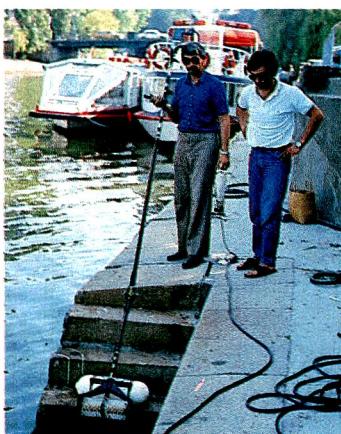
Pour qui

Les concepteurs cherchent des partenaires capables de développer une production industrielle.

APPAREIL DE CARÉNAGE DES BATEAUX DE PLAISANCE

Quoi

Cet appareil pliant et portable permet de nettoyer les bateaux tout en les laissant dans l'eau, sans fatigue, rapidement et économiquement. Il supprime ainsi la corvée



de carénage de tous les bateaux de plaisance.

Comment

Un moteur électrique (du type perçuse) est adapté à l'extrémité d'un bras télescopique. Le moteur entraîne une brosse cylindrique rotative fixée horizontalement à l'autre bout du bras.

L'ensemble est soutenu par un flotteur. La brosse excerce ainsi une force verticale ascendante sur les parois à nettoyer. Le nettoyage se fait à partir d'un quai sur la coque immergée.

Il suffit au manipulateur de maintenir l'ensemble en lui faisant décrire un mouvement de va et vient perpendiculairement à l'axe de la coque. D'autres utilisations de nettoyage sont possibles, entre autres le nettoyage des parois de piscines.

Pour qui

L'inventeur recherche constructeur pour fabrication et commercialisation.

COMMANDE ÉLECTRIQUE À DISTANCE DES RÉTROVISEURS

Quoi

Cette commande électrique de rétroviseur par motoréducteur permettrait de généraliser le réglage à distance ; en raison du faible coût de cette innovation, dû à l'utilisation d'un seul motoréducteur. La nouvelle commande résoud les problèmes posés par le réglage des rétroviseurs situés hors de portée de la main, dont celui situé à droite du véhicule.

Comment

Un mécanisme intégré au boîtier du rétroviseur permet de provoquer les déplacements préférentiels du miroir selon deux axes en utilisant simplement les deux sens de rotation du motoréducteur. La commande à l'intérieur de l'habitacle est assurée par un simple inverseur de polarité disposé sur les conducteurs d'alimentation. La simplicité de l'installation par rapport aux commandes par câbles intégrées aux portières constitue un autre avantage.

Marché

Ce produit s'adresse à tous les constructeurs d'automobiles et de tout autre engin roulant. Le marché de l'accessoire automobile est également concerné, étant donnée la grande simplicité d'installation du nouveau dispositif.

Comment passer dans cette rubrique. Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus clair possible, en vous inspirant de la présentation que nous avons adoptée pour cette rubrique. Joignez-y une copie de votre brevet et une photo ou un schéma de votre prototype. Enfin faites preuve de patience et de tolérance : nous ne pouvons présenter toutes les inventions, et celles que nous publions doivent être d'abord étudiées par notre service technique.



L'exportation à moindre risque

■ Depuis que nous avons lancé les "Exportunités", de nombreux chefs d'entreprise nous ont interrogés sur les formules d'assurance à l'exportation. Nous faisons ici le point. L'État aide les entreprises à limiter leurs risques sur les marchés étrangers en leur proposant de souscrire un contrat d'"Assurance prospection" auprès de la COFACE (Compagnie française d'assurance pour le commerce extérieur).

Le principe consiste à prendre en charge une partie des frais de prospection qui n'ont pu être rentabilisés et à procurer, dans tous les cas, un relais de trésorerie.

Les différentes procédures sont adaptées à la taille des entreprises, aux produits commercialisés, aux marchés concernés et à la nature des risques encourus. Si "l'assurance prospection" est ouverte à toutes les entreprises, seuls les dossiers présentant des projets solides et réalisistes sont retenus. Comme toute société d'assurance, la COFACE est prudente et s'entoure de son propre réseau de garanties... Le champ d'application de "l'assurance prospection" est strictement défini : couverture du risque pour un seul pays, un groupe de pays ou tous les pays étrangers, dans la mesure où les perspectives de débouchés et de paiement apparaissent possibles et où les engagements internationaux souscrits par la France sont respectés (par exemple en application du Traité de Rome, "l'assurance prospection" peut être accordée uniquement sur des pays de la CEE).

Peuvent être admises en garanties les dépenses, engagées en France et à l'étranger, directement liées à la prospection commerciale : frais de personnel, déplacements à l'étranger, avant-projets et remises d'offres, publicité (ainsi des "Exportunités"), participation à des manifestations spécialisées, stages et visites en France de clients étrangers...

Pour chaque contrat est établi un "bilan de prospection". Si le solde de ce compte est déficitaire, l'entreprise perçoit une indemnité représentant de 50 à 70 % du déficit. A l'inverse si le solde est bénéficiaire, l'entreprise doit prélever 50 % à 70 % de ce surplus pour rembourser les indemnités antérieurement perçues. Le contrat peut être annulé en cas d'insuffisance des résultats, de non respect par l'assuré de ses engagements de prospection ou de

EXPORTUNITÉS

Efficacité confirmée

■ Au fur et à mesure que les mois passent, les "Exportunités" de *Science & Vie* démontrent de plus en plus indiscutablement leur efficacité et prouvent qu'elles sont à la hauteur de leur label "Votre visa export pour le monde entier".

Rappelons que les "Exportunités" sont des fiches présentant des produits ou des techniques, leur fonctionnement, leurs avantages, leur marché, et indiquant les coordonnées de l'entreprise à contacter. Encartées en tête des 85 000 exemplaires, (lus par plus de 800 000 personnes), diffusés chaque mois sur les marchés extérieurs — 75 pays, principalement en Europe, Afrique, Amérique du Nord — et exceptionnellement ce mois-ci en page 1 de l'ensemble de nos éditions, les "Exportunités" informent les firmes, organismes, acheteurs, distributeurs, acquéreurs de licences étrangers sur les technologies et produits français et aident ainsi nos entreprises à toucher directement les importateurs et les partenaires qu'elles recherchent, en évitant les obstacles traditionnels à l'exportation (lourdeur des frais de prospection, commissions diverses, incertitude des débouchés...).

Unique dans la presse française, cette initiative est déjà officiellement encouragée par le ministère du Redéploiement industriel et du commerce extérieur, le Centre français du commerce extérieur, la COFACE, la Chambre du commerce et d'industrie de Paris, la Chambre des métiers de Paris, le Centre National des créateurs d'entreprises, le Club des exportateurs, le Société générale, la Sofinco.

Les deux derniers témoignages que nous recevons émanent d'abord de la SNES, la Société nouvelle d'électronique solaire, qui nous écrit :

disparition du risque pendant la période de garantie.

Pour les petites et moyennes entreprises qui démarrent à l'exportation, la COFACE a mis au point une procédure d'"Assurance prospection simplifiée" : la procédure d'instruction est plus souple et les possibilités d'option sont sensiblement réduites. Cette assurance se caractérise de la façon suivante :

- la garantie est délivrée pour le monde entier ;
- la période de garantie est limitée à un an, renouvelable deux fois ;
- le budget des dépenses garanties ne doit pas dépasser 500 000 F par an ;

« Nous avons le plaisir de vous indiquer que les différentes publications qui ont paru dans les Exportunités de *Science & Vie*, relatives aux matériels fabriqués et proposés par notre société, ont eu un impact très important. C'est ainsi que nous avons déjà enregistré plusieurs centaines de marques d'intérêt pour les trois premiers produits que nous avons présentés, en provenance de 75 pays. L'audience de votre publication correspond bien à l'image de marque de nos produits, à savoir innovatrice et technique, et nous vous en félicitons. »

Deuxième témoignage, celui de la firme Omega Cric, qui a mis au point un dispositif permettant de résoudre les problèmes de frottements des portes et fenêtres sans les démonter, ni les raboter. « Ayant déjà trouvé grâce à *Science & Vie* pour de précédentes innovations des licenciés à l'étranger comme en France, permettant leur fabrication en grande série, j'ai présenté l'Omega Cric dans les "Exportunités". Les résultats sont très positifs et des licences sont en cours d'étude. Les Exportunités constituent de remarquables petits articles très appréciés des lecteurs. L'audience de *Science & Vie* est très profitable à l'innovateur. J'en ai fait l'expérience avec grand succès. Les "Exportunités" apportent un label qui donne confiance aux futurs licenciés. Merci et surtout continuez. »

A noter que la satisfaction de ces deux firmes est particulièrement intéressante dans la mesure où elles exercent dans des domaines bien différents : techniques de pointe et bricolage. A noter aussi que cette satisfaction a conduit ces deux firmes à passer plusieurs annonces dans les "Exportunités". En parfaite connaissance de cause.

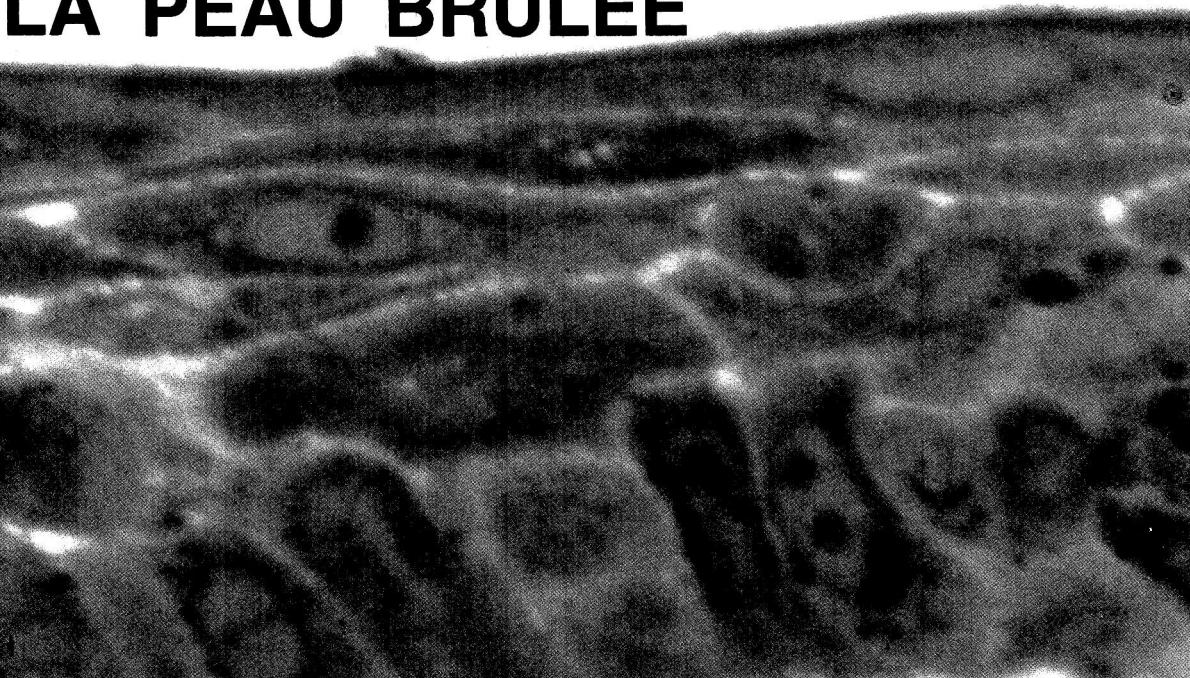
● il est couvert à concurrence de 50 % (60 % en cas de "parcours bancaire" ou "nantisement") ;

● le taux d'amortissement est fixé forfaitairement.

Enfin la COFACE propose une formule d'"Assurance foire" qui couvre partiellement les frais de préparation aux expositions organisées à l'étranger. Une indemnité provisionnelle égale à 50, 60 ou 70 % du montant des dépenses garanties est versée immédiatement après l'exposition.

(COFACE, 26 rue de Marignan, 75008 Paris - Tél. (1) 256 60 20, liste des 16 délégations régionales sur demande). ■

LE "TAPIS CELLULAIRE" POUR REMPLACER LA PEAU BRÛLÉE



► Cette année-là, comme chaque année, la France aura son demi-million de brûlés, dont une partie disproportionnée d'enfants, la plupart au-dessous de 5 ans. Parmi cette population de brûlés, 20 000 le seront si grièvement qu'il faudra les traiter d'urgence dans des centres chirurgicaux spécialisés. Et sur le nombre, 2 000 mourront de l'état de choc — syncope respiratoire, arrêt du cœur —, de la perte de leurs liquides organiques, d'un stress hormonal, d'un dérèglement métabolique ou d'infections diverses. D'autres, en nombre égal, resteront handicapés, défigurés.

Pour être humainement moins dramatique, le préjudice économique dû aux brûlures se mesure lui aussi par des chiffres éloquents : 1 000 000 de journées de travail, 200 000 journées de scolarité perdues chaque année. Un milliard et demi de francs actuels, c'est la note payée par la Sécurité sociale pour les soins apportés aux blessés. Une facture très alourdie par le manque d'éducation du public, par une mauvaise prévention dans les ateliers, mais aussi par une organisation des secours largement insuffisante. Pour le Dr Couturier, réanimateur à l'hôpital Saint-Vincent-de-Paul, « l'inadéquation entre les besoins et les possibilités de traitement est tragique. Certains enfants de la région parisienne passent plusieurs heures dans les camions du SAMU avant qu'on ne trouve pour eux un lit dans un centre de brûlés. »

Pourtant, aussi déficiente que soit l'infrastructure actuelle, le pronostic pour les grands brûlés a été bouleversé par le progrès des soins, par les techniques nouvelles de réanimation, par la création de services spécialisés dans les hôpitaux. Dans les années 1900-1930, le malade n'avait qu'une chance de survie sur cent, si l'étendue de ses plaies dépassait 20 % de la surface du corps. Dès 1950, à 50 % de l'enveloppe cutanée détruite, un brûlé sur deux pouvait espérer guérir, grâce aux premières ébauches d'un procédé de réanimation : la perfusion de liquides très concentrés pour compenser les pertes considérables subies par l'organisme.

Aujourd'hui, le pourcentage annuel de décès, dans les centres de brûlés, oscille autour de 7,5 %. Mais le pronostic est pratiquement désespéré pour les brûlures à plus de 70 %, qui excèdent les ressources thérapeutiques du moment.

Pourquoi ces blessés sont-ils encore condamnés à la mort ? Parce que le corps a perdu une trop grande partie de cette enveloppe de protection, résistante et souple qu'est la peau, qui devrait servir aussi bien à l'isoler des diverses agressions extérieures, qu'à enfermer ses fluides pour les empêcher de s'écouler au dehors. Le grand brûlé souffre d'abord de la perte de ses liquides organiques — sang, plasma, lymphé, électrolytes. Le

*Les chercheurs ont appris récemment à fabriquer *in vitro* du tissu vivant qui ressemble à de la peau humaine. Cette technique doit permettre un jour prochain de sauver les grands brûlés.*



Le tapis cellulaire de cette peau de culture, reconstituée en laboratoire, est semblable dans sa composition à une peau naturelle. Il comporte en effet, de haut en bas, une fine couche de cellules épithéliales, prête à desquamer, et contenant des grains de kératine, une couche plus importante de cellules épithéliales organisées longitudinalement : ces 2 couches constituent l'épiderme reconstitué. En dessous, le derme, socle de la peau, est fait de cellules fibroblastiques, noyées dans un dense réseau de fibres collagénées, tissu de soutien élastique et résistant.

corps écorché vif par le feu, dénudé de son revêtement de peau, n'a plus rien pour contenir ces "liqueurs" vitales qui normalement circulent dans ses tissus mais s'épanchent maintenant à l'air libre.

S'il ne succombe pas aux suites de ses brûlures, l'homme très gravement blessé meurt le plus souvent, et secondairement, d'infection. La destruction de la couverture cutanée ouvre la porte à toutes les contagions microbiennes contre lesquelles la peau constitue d'ordinaire, sinon un obstacle infranchissable, du moins une première ligne de défense efficace. Au bout de quelques heures ou de quelques jours, le brûlé perd la course de vitesse que lui disputent les septicémies, les micro-abcès (pulmonaires, rénaux, cérébraux), voire le téton.

Des bactéries qui d'habitude se confinent dans certains organes, où elles vivent sans faire de mal, peuvent maintenant émigrer vers d'autres organes moins tolérants, en traversant des muqueuses ou des membranes rendues perméables par le traumatisme de la brûlure. Des germes pathogènes se mettent soudain à proliférer dans des replis du corps qui ont échappé à la chaleur. Certains micro-organismes savent se créer une sorte de carapace ignifuge — la spore — et résistent ainsi à la brûlure ; latents en temps normal, ils deviennent virulents. Le corps du brûlé est transformé en bouillon de culture où prospèrent mille et une espèces d'agents infectieux.

L'essentiel est donc de "refaire la peau" le plus vite possible, pour arrêter les pertes liquidiennes et reconstituer la barrière naturelle contre les microbes.

Dès 1869, le chirurgien français Reverdin songea à la greffe : remplacer la peau détruite par une autre peau, vivante et saine. Mais c'est du même coup se heurter aux réactions immunitaires de l'organisme, lesquelles conduisent au rejet de la peau étrangère.

Reste la solution de l'autogreffe : restaurer la surface mutilée avec un greffon prélevé sur le malade lui-même. Une bonne idée, mais elle ne

tient pas devant l'évidence : chez un grand brûlé, la superficie de peau intacte, par définition, est inférieure à la superficie de peau détruite. Le grand brûlé ne peut donc être son propre donneur, du moins pour la totalité des besoins de la greffe. Et comme les chirurgiens n'ont pas immédiatement à la portée de la main des tissus de substitution physiologiquement acceptables, on perd tout le bénéfice d'une réanimation réussie. D'où ce macabre paradoxe : les techniques de réanimation ont fait de tels progrès qu'on arrive à sauver provisoirement de très grands brûlés ; mais ceux-ci mourront tôt après, faute de progrès comparables dans la transplantation de peau. Les enfants sont les premières victimes de ce décalage dans l'évolution médicale, malgré la réanimation, les artifices temporisateurs et les ersatz de peau qu'on emploie pour recouvrir les parties brûlées.

Ces échecs ont stimulé l'esprit inventif des chercheurs. Ils ont tout tenté : peau humaine, peau animale, peau de cadavres, peau synthétique. Les procédés diffèrent mais visent au même but : trouver un matériau qui "tient", qui possède la souplesse, les qualités mécaniques, la résistance aux agents physiques et chimiques, l'aptitude à faire obstacle aux microbes et — très important pour l'avenir psychologique du patient — l'aspect d'une "vraie" peau.

En 1964, le chirurgien américain James Tanner faisait éclater les limites de l'autogreffe dans le traitement des brûlés, en réussissant à tripler la surface du greffon grâce à un ingénieux dispositif mécanique. Etant donné le peu de peau intacte qui reste sur un grand brûlé, on pense tout de suite à améliorer le rendement en surface des parties encore utilisables. Il s'agit donc — bien des chercheurs s'y sont essayés — d'étirer les morceaux de peau saine prélevés sur le malade, de les étendre le plus possible par traction ou par pression. Ce fragment de peau agrandi, on va le suturer aux lèvres de la plaie — pièce rapportée cousue sur l'étoffe pour couvrir un trou —, en espérant qu'il restera en place et que les "coutures" ne lâcheront pas.

Mais la peau n'est pas une étoffe, elle est une matière vivante. Pour assurer sa cohésion et son élasticité, des protéines fibreuses — le collagène — forment des sortes de fils de trame tendus entre les cellules du tissu conjonctif. Si cette peau est excisée, greffée, et suturée sur le corps du brûlé, elle continue à vouloir tendre ses fibres, elle se rétracte et arrache les sutures chirurgicales, pourtant solides.

L'originalité du Dr Tanner a été d'imaginer la machine à traiter les échantillons de peau qui élimine le risque de rétraction et de déchirure. L'appareil, composé de deux rouleaux, ressemble assez aux essoreuses à linge d'autrefois. L'un des cylindres est muni de micro-couteaux espacés de quelques millimètres. La peau ressort de ce "laminoir" comme une résille aux mailles minuscules, lardée de petits trous régulièrement disposés. On peut sans crainte étirer ce tissu, multi-

plier ainsi sa surface par trois, et le suturer en place. La greffe accomplit, les trous se referment grâce à la poussée cellulaire et se cicatrisent rapidement. En somme, le plus grand progrès réalisé il y a 20 ans dans la médecine des brûlés était d'ordre non pas biologique, mais mécanique. Cette technique est universellement utilisée aujourd'hui.

Mais la machine à perfore la peau ne résout pas tous les cas ; même en triplant la quantité disponible, il ne reste pas toujours assez de peau saine sur un brûlé pour permettre une autogreffe. Nous revoilà au point zéro : il faut trouver un donneur. On le cherchera, bien sûr, dans la famille immédiate du blessé, de préférence dans sa fratrie, pour avoir le plus de chances possible de franchir sa barrière immunitaire.

La procédure pourra être la suivante : dès qu'un grand brûlé est hospitalisé, on réunit sa parenté, que l'on teste pour établir la carte immunologique de chacun. Le malade est placé en attente dans un milieu ultra-protégé, libre de germes, dans une unité de soins intensifs, équipé de sas, de flux laminaires d'air pulsé, de membranes filtrantes, de bulles étanches (comme pour les bébés atteints d'un déficit immunitaire à la naissance). Ces précautions n'ont qu'une valeur transitoire ; la survie du brûlé dépend de la rapidité avec laquelle on le recouvrira d'une nouvelle peau. On nettoie les parties brûlées, par des bains et des pansements sous anesthésie. On récolte progressivement des bandes de peau saine, qui sont congelées et entreposées dans une banque d'organes (la peau est un organe).

Si, entre-temps, quelque membre de la famille se révèle être un donneur approprié, on lui fait des prélèvements cutanés. Sinon, on pare au plus pressé, en prenant de la peau sur un mort récent.

Pour lui faire accepter l'organe étranger, on administre au blessé des doses massives d'immunosupresseurs, une chimiothérapie qui réduit presque à néant ses réactions immunitaires. Le brûlé peut alors passer le cap critique des premiers jours, le temps que prenne la greffe.

Il s'agit en fait d'une simple trêve, non d'une association permanente. Car une telle greffe n'est pas définitive ; elle dure seulement aussi longtemps que le brûlé est maintenu en état d'immunosuppression, jusqu'à la guérison de la brûlure, lorsqu'on pourra remplacer le tissu étranger par les bandes de peau prélevée à l'origine sur la victime elle-même. Mais comment peut-on encore trouver assez de peau saine sur ce brûlé pour fournir les greffons nécessaires ? En n'enlevant pas toute la profondeur, mais une couche superficielle seulement, de l'organe cutané ; ce qui reste en place se cicatrise facilement, et la mince partie excisée convient très bien à la greffe.

On peut faire ainsi plusieurs récoltes successives sur les parties intactes du corps, et multiplier la surface de peau à transplanter.

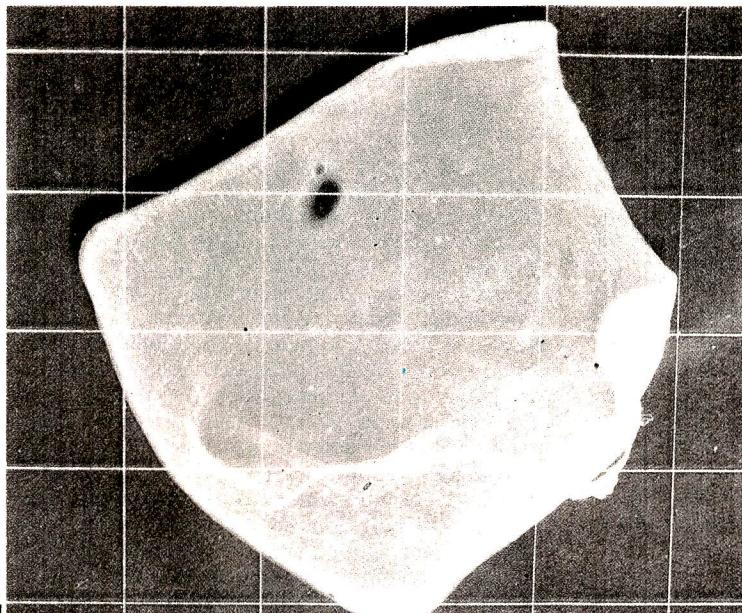
C'est une technique chirurgicale mise au point par le Dr John Burke et son équipe, du Shriners

Burn Institute, important centre de brûlés de Boston. Malgré l'état de grande fragilité immunitaire qu'on crée chez ces malades, ils résistent étonnamment bien à l'infection, condition importante de leur survie et de leur guérison.

D'ici, nous nous propulsions directement dans l'an 2000 ; les chercheurs ont déjà anticipé les "miracles" du siècle prochain, où l'on pratiquera communément, c'est certain, la recréation de la vie en éprouvette, la fabrication de tous les organes in

des rayonnements.

Les recherches ont bien montré les merveilleuses possibilités de ces techniques, mais aussi les obstacles que leur présentait la nature. Dont le plus important : le plus part du temps, les cellules se divisaient mais n'étaient pas pour autant cultivables, pour l'une ou l'autre de deux raisons curieusement opposées. D'une part, les fibroblastes, qui fabriquent dans la peau le collagène de soutien, et dont la multiplication est très rapide,



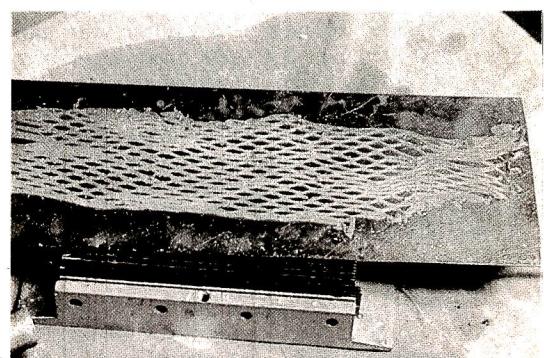
Cette mousseline rose et transparente, est un des composants de la peau de culture, reconstituée par le Dr Neveu (photo 1). Sa couleur est due à l'incorporation dans les cellules (fibroblastes) et dans le tissu de soutien (collagène) qui la composent, de produits nutritifs biologiques. C'est une matière dense, élastique et gélatineuse, un socle "dermique" que les chercheurs ensemencent avec des cellules épithéliales, pour qu'elles couvrent ce socle d'un épiderme. Le tout (derme et épiderme) ressemble beaucoup plus à la peau humaine que les autres peaux de culture équivalentes. Cette technique vient s'ajouter aux autres progrès (parfois anciens) dans les autogreffes de peau : en 1964 le Dr Tannen, chirurgien américain, avait imaginé un appareil transformant le greffon en un "bas résilier" que l'on peut étirer, multipliant par trois sa surface (photo 2).

vitro. L'art de cultiver les tissus est né au début de notre siècle, mais il a fait récemment un saut spectaculaire avec la découverte que des cellules épithéliales humaines (l'épiderme est un épithélium), mises en culture dans un milieu nutritif synthétique, se multiplient, s'agrègent, se différencient, se spécialisent, pour former un tapis cellulaire qui est un "sosie" presque parfait de notre peau.

L'"imitation" va très loin, puisqu'une telle formation cellulaire peut même présenter des rudiments de poils et de glandes.

Autre surprise : cette couche cutanée fabriquée en laboratoire est transplantable d'un animal à l'autre — on imagine immédiatement son intérêt éventuel pour les greffes.

Une découverte ne sort jamais du néant. Celle-ci s'appuie sur des générations de travaux. Dès 1968, on réalisait un exploit comparable, mais avec des cellules animales. Depuis 1979 surtout, une série de recherches à dominance américaine a fait le point sur les "recettes" les plus efficaces pour reproduire et faire croître du tissu cutané hors de l'organisme humain. De là les premiers essais de culture de cellules épidermiques, les kératinocytes, dont la fonction spécifique est de former la couche cornée, la couche la plus extérieure de la peau, celle qui nous protège des agressions physiques et



envahissaient la culture et finissaient par étouffer les autres cellules. Ou, au contraire, si l'on écartait les fibroblastes, les kératinocytes, dont nous venons de parler, mouraient, privés d'un "quelque chose" de mystérieux mais d'indispensable qu'apportent ces mêmes fibroblastes. Etrange dilemme, que deux biologistes américains ont résolu en irradiant des fibroblastes à puissantes doses ionisantes. Ces cellules, dites 3T3, font la police dans les cultures, empêchant les fibroblastes de se diviser anarchiquement ; elles jouent aussi un rôle d'"engrais" en sécrétant un facteur de croissance utile aux cellules de culture. On pouvait enfin récolter en série de véritables épidermes stratifiés,

présentant les mêmes caractéristiques anatomiques que l'“original”.

D'autres étapes importantes ont conduit au stade actuellement très avancé des recherches. En 1975, c'est l'adjonction aux cultures d'un ingrédient emprunté aux études sur le cancer : le facteur de croissance soluble EGF (*epidermal growth factor*). C'est une protéine qui accélère la division des cellules épithéliales, favorise la reprise de pousse quand on les repique pour obtenir des cultures successives, et prolonge leur durée de vie. On a trouvé toute une série d'autres additifs pour “épicer” la culture et la stimuler notamment la toxine de choléra.

Les cultures ainsi “dopées” donnent un tapis uniforme de cellules en l'espace de 14 à 17 jours — celles de bébés poussent plus vite que celles des vieillards. Le rendement est stupéfiant : avec 1 cm² d'épiderme de nouveau-né, on obtient, en deux ou trois semaines, 60 cm² de tissu épithélial. La surface initiale a été multipliée par 60 ! En 12 jours, avec 30 cultures contenant 100 000 cellules chacune, on a de quoi ensemencer 1 500 cultures secondaires. Au bout d'une deuxième période de 12 jours, nous voilà en possession de ... 3 m² d'épiderme. Les implications thérapeutiques d'une telle “productivité” laissent pantois : s'il est prouvé que les greffons de culture fonctionnent physiologiquement comme l'épiderme naturel, une fabrication à grande échelle pourrait sauver un nombre incalculable de brûlés.

Le passage du laboratoire à la clinique humaine se fait pour la première aux Etats-Unis, en 1981. Les chirurgiens du Massachusetts General Hospital de Boston, réussissent à greffer, sur une brûlure peu étendue, des épidermes de culture préparés à partir de cellules épithéliales du blessé. Une expérience qui dure 14 semaines. Le temps de recueillir suffisamment de tissus, de les congeler, de les stocker, le malade reçoit des greffes d'attente ; 80 jours après la brûlure, on se risque à greffer l'épiderme de culture. En trois semaines, la prise est assurée. Au bout de 6 mois, il est impossible de discerner la limite de la greffe.

Un premier grand succès qu'on ne pouvait laisser sans suite. La même équipe médicale récidive, et cette fois ce ne sera pas un succès, mais un triomphe de la chirurgie des greffes. On sauve deux frères de 6 et 7 ans, brûlés à 97 et 98 %. Des cas ordinairement considérés comme absolument désespérés, au-delà de tout recours thérapeutique. En greffant alternativement le peu de peau non brûlée restant, de la peau de donneurs étrangers, et de l'épiderme cultivé en laboratoire, on a remplacé plus de la moitié de l'organe brûlé chez chaque enfant : 3 921 et 6 291 cm², respectivement.

Jamais on n'avait fait survivre des brûlés aussi graves avec une autogreffe de tissus de culture, dont on a pu obtenir des quantités suffisantes grâce à leur multiplication in vitro.

Résultat extraordinaire, mais qui ne règle pas tout, car la peau n'est pas faite uniquement d'épiderme. Il manque le derme qui lui est normalement sous-jacent, réceptacle de la qualité mécanique de la peau. D'où des rétractions, des prises de greffe parfois très moyennes, un pouvoir régénératif médiocre, des propriétés élastiques décevantes.

On s'oriente donc actuellement vers la culture de peau totale. Principalement aux Etats-Unis, en Belgique, en Israël, et en France, avec le Dr Bell de l'hôpital Henri Mondor de Créteil, et le Dr Neveu, de l'hôpital militaire Percy à Clamart. Le principe consiste à produire séparément, puis à “recoller” un épiderme de culture et un derme correspondant.

Pour le derme, on utilise des cellules du tissu conjonctif, les fibroblastes. Au cours de générations successives de cultures, au bout de trois semaines, ceux-ci perdent leurs antigènes HLA (*human leucocyte A*), qui risqueraient de provoquer un rejet chez le receveur. On obtient ainsi des fibroblastes “tout terrain”, comme dit le Dr Neveu, adaptables à quantités d'organismes différents. On les mélange à du collagène, qui servira de châssis pour la fabrication du derme. Cette molécule comprend des acides aminés (télopeptides) qui lui assurent ses propriétés à la fois mécaniques et antigéniques. Autrement dit, son pouvoir d'entraîner une réaction immunitaire chez le greffé. Il faut donc éliminer ces télopeptides. Mais du même coup, on prive le collagène de ses qualités mécaniques. Comment se tirer de cette mauvaise alternative ? En employant du collagène de bœuf, beaucoup moins antigénique que son homologue humain. En quelques heures, le collagène animal s'incorpore aux fibroblastes pour former un véritable derme.

Le dernier problème est de réaliser la soudure entre ce derme et l'épiderme cultivé séparément. La manipulation est délicate, mais en 7 ou 10 jours on obtient une peau complète, pourvue de tous les constituants et de toutes les caractéristiques d'une peau qui a poussé sur l'homme. Les peaux de culture du Dr Neveu sont même plus “conformes” que celles réalisées par les Américains.

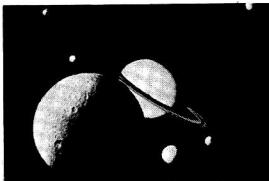
Les quantités fabriquées sont pour l'instant faibles, mais les premières expériences animales ont montré que ces peaux de culture, une fois greffées, s'intègrent à l'organisme du receveur, sont colonisées par des vaisseaux sanguins venus des profondeurs, et que leurs cellules se différencient comme celles d'une peau normale.

Certes, la chirurgie des greffes n'est pas prête encore pour une offensive générale et systématique fondée sur ces techniques. Et la médecine reste encore relativement impuissante à freiner l'évolution rapide des complications qu'entraînent les brûlures chez le grand blessé. Mais indéniablement, un nouvel espoir pour les brûlés brille déjà à l'horizon thérapeutique.

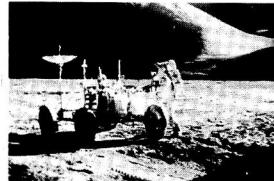
POUR VOS CADEAUX DE FIN D'ANNÉE

LES PLUS BELLES PHOTOS DE LA N.A.S.A.

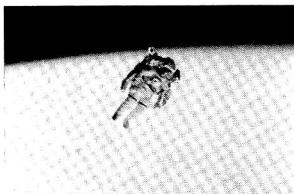
**UNE MAGNIFIQUE COLLECTION
DE 8 PHOTOS N.A.S.A. COULEUR**



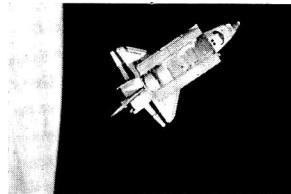
tirées sur papier PHOTO.
Format 50 x 70 cm, margées et titrées.
01 LA TERRE, 02 CLAIR DE TERRE, 03 LEVER DE TERRE, 04 BASE DE TRANQUILLITÉ, 05 JUPITER, 06 SATURNE, 07 SYSTÈME SATURNIEN, 08 LA NAVETTE SPATIALE COLUMBIA.



PRIX : 109 F la photo (port et emballage inclus).
LE LOT DE 8 PHOTOS N.A.S.A. : 850 F seulement (port inclus).



LES DIAPOSITIVES DE LA N.A.S.A.



10 SÉRIES DISPONIBLES AVEC COMMENTAIRES DES VUES : POUR PROJECTEURS STANDARD.

D1/APOLLO 11. Les images historiques, toujours étonnantes, des premiers hommes sur la Lune. Juillet 1969. Série de 22 diapositives couleur : 119 F (port inclus).

D2/APOLLO 17*. La dernière mission lunaire en décembre 1972, utilisation de la jeep lunaire. Série de 35 diapositives couleur : 139 F (port inclus).

* Comportant la photo de la Terre la plus claire jamais prise!

D3/JUPITER VOYAGER 1 et 2. La planète titanique de notre système solaire, avec ses satellites Galiléens. Une très belle série de 31 diapositives couleur : 139 F (port inclus).

D4/SATURNE VOYAGER 1. La planète la plus spectaculaire de notre système solaire, avec quelques-uns de ses étonnantes satellites. Série de 18 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D5/COLUMBIA. Le premier vol orbital du « camion

de l'espace ». Une série d'actualité de 27 diapositives couleur : 129 F (port inclus).

D6/VIKING 1 ET 2 SUR MARS. La mission américaine sur la planète rouge en 1976. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D7/LE SOLEIL. Les photos étonnantes de notre Soleil prises par Skylab et les plus grands observatoires mondiaux. Série de 20 diapositives couleur et N.B. : 109 F (port inclus).

D8/LES GALAXIES. Un éventail coloré des différents types de galaxies peuplant notre univers. Très belle série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D9/LES CONSTELLATIONS DU CIEL. Cette série comprend les 12 constellations zodiacales. Un véritable guide pour les astronomes amateurs. 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D10/LES COLONIES SPATIALES DU FUTUR.

Une série étonnante décrivant les grands projets de colonisation humaine de l'espace. Série de 20 diapositives couleur : 109 F (port inclus).

D1 à D5 : 599 F — D5 à D10 : 519 F — Le lot de D1 à D10 : 1 100 F seulement
Livraison par retour de courrier. Envoi recommandé + 15 F.

OFFRE ILLIMITÉE

BON DE COMMANDE

S.V.

à recopier ou à retourner accompagné de votre règlement à :
GALAXY CONTACT, BP 26 - 52101 CALAIS Cedex SV FRANCE

Nom Prénom

Adresse

Réf. de la commande

Je désire recevoir votre catalogue complet (cartes postales, vidéo, diapositives, posters, choix de plus de 65 photos N.A.S.A. couleur), je joins 4 timbres à mon envoi.

LES TENTATIONS DU 25 DÉCEMBRE

« Il y a deux tragédies dans la vie, écrivait George Bernard Shaw, l'une est de ne pas obtenir ce que l'on désire ardemment, et l'autre de l'obtenir. » A la veille de Noël, le premier choix sera économique mais laissera des regrets, le deuxième allègera le portefeuille et laissera (peut-être) des remords. A vous de décider ! "Science & Vie" pour sa part, s'est réservé comme chaque année le rôle de tentateur à travers quelques idées de cadeaux, parfois pratiques, souvent superflus... mais n'est-ce pas là tout leur charme ?

1. WARGAMES ET AUTRES JEUX

► La console de CBS Electronics s'est agrandie. Elle peut maintenant se brancher sur un micro-ordinateur (Adam) mais surtout, pour les fanatiques des jeux électroniques, elle s'adjoint un nouveau module de contrôle : le *Super Roller*, qui permet de guider avec aisance vaisseaux spatiaux, tanks et autres joyeusetés du monde de la vidéo. Console : prix, environ 1 800 F. Super Roller : environ 800 F, en vente dans les grands magasins.

2. LE VIN ET SES PARFUMS

► Apprendre à sentir, à distinguer entre plusieurs odeurs, à reconnaître les arômes d'un bon vin ; voilà ce que propose *Le Nez du Vin*. 50 flacons de parfums différents permettent de déceler l'odeur



du tilleul ou celle de la framboise. Ensuite, après avoir formé son nez, on peut alors lire l'ouvrage qui accompagne ces flacons. De quoi dépend la nature d'un vin, pourquoi l'on retrouve les senteurs d'une pivoine dans un vin de Bordeaux et celles du poivron vert dans un cépage de Cabernet sauvignon... En vente à L'esprit et le vin 65, boulevard Malesherbes, 75008 Paris. Prix : 1250 F.

3. COMMENT ÉTALONNER SON PALAIS

► Dans la même boutique, on trouve le meilleur choix de Paris pour tout ce qui concerne le vin. Verres, carafes ouvrageées, tire-bouchons et aussi ce thermomètre sélectionné parmi d'autres. Que dire de plus sur cet objet sinon que quelques degrés de différence transforment un vin. Prix : 85 F.



6. CHÉRIE, TU N'AS PAS VU MES CLÉS ?

► Vous perdez très régulièrement vos clés et par la même occasion votre temps. Trois solutions : l'offrande à Saint Antoine (de Padoue), classique mais aléatoire ; la psychanalyse : vous retrouverez vos clés au bout de quelques années, mais vous perdez au minimum de l'argent, au maximum la tête ; le porte-clé siffleur : une fois le trousseau égaré dans l'appartement, vous sifflez, il répond avec un bourdonnement, d'ailleurs très énervant... Très vite vous ne perdrez plus vos clés. 65 F chez Dune, 12-14 Rond-Point des Champs-Elysées, 75008 Paris.

7. SPECIAL MANIAQUE DU JOGGING : PARTIE I

► Seiko (encore !) propose la *Stop Watch* un chronomètre extrêmement perfectionné (panneau d'affichage donnant le temps de course au tour, comparé, etc.) muni d'une imprimante qui vous permettra de garder le souvenir de vos exploits. En plus elle donne (et imprime) l'heure et la date. En vente chez les revendeurs Seiko. Prix : 2 715 F.

8. LE VIOLON DE POCHE

► Le pouvoir d'évocation d'un violon dépasse celui de tout autre instrument. Sans doute parce que l'on imagine encore sa musique alors même que personne n'en joue. Né avec la Renaissance, il possède différentes tailles dont la plus petite, analogue à celle de cette maquette, était le violon de poche dont se servait parfois les maîtres de danse au XIII^e siècle. Peut-être faut-il déjà parfaitement maîtriser l'instrument normal avant de pouvoir tirer quelques sons de sa miniature, mais sa beauté en fait déjà l'attrait. Importateur : Ann Char, 27 rue Jean-Jacques Rousseau, 75001 Paris. Prix : entre 320 et 350 F.

9. LA NOSTALGIE DES ÎLES

► Les moulinets c'est bien, mais en admettant que vous ayez une ligne, encore faut-il mettre quelque chose au bout. *Hawaiian Eye* (tout un programme) est un leurre qui résoud le problème. Il est (paraît-il) très efficace, vaut 135 F ou 180 F suivant la taille et, en prime, est présenté dans un emballage façon "Merry Christmas". Au Martin Pêcheur, 28 quai du Louvre, 75004 Paris.

10. NOS AMIS LES BÉTES

► Goules, vampires, polypes volants (sic !), vagabonds dimensionnels, dieux fous et démons créatins, sont les moindres des personnages que l'on peut rencontrer dans *l'Appel de Cthulhu*. Inspiré des œuvres de Lovecraft, ce jeu de rôle est parti, semble-t-il, pour détrôner le fameux *Donjons et Dragons*. Prix : 199 F. Chez Jeux Descartes, 40 rue des Ecoles, 75005 Paris.

11. KO BOXING

► N'ayant pas forcément les moyens d'offrir une console, il existe des jeux moins sophistiqués mais assez originaux comme celui proposé par Lansay : deux boxeurs s'affrontent sur un écran ; l'un d'entre eux est commandé par votre voix ; uppercut, jack, hook, etc. tels sont les ordres... à donner en articulant et avec l'accent ! En vente dans les grands magasins. Prix : 450 F.

12. WATCHMAN

► L'homme qui regarde ! Quoi ? Sa télévision bien sûr, dans la rue, dans le métro... Pour les drogués du petit, très petit écran, cette télévision Sony noir et blanc ne consomme que 6 watts/heure et fonctionne sur piles et sur secteur. Prix environ 2 700 F ; en vente chez tous les revendeurs Sony.

13. SPÉCIAL MANIAQUE DU JOGGING : PARTIE II

► Encore un chronomètre fabriqué celui-là par Hever. Lui aussi est haute précision, et permet l'affichage des temps de plusieurs coureurs simultanément. Microsplit : 610 F à La Hutte, FNAC Sport, etc.

14. LA PÊCHE ET LE CALCULATEUR

► Les poissons subiraient-ils à leur tour le choc du futur ? Pourront-ils s'habituer au moulinet PT 10 E fabriqué par Daiwa ? Autant d'angoissantes questions dues au computer qui équipe ce moulinet ; grâce à lui le pêcheur peut parfaitement contrôler la distance de lancer, la vitesse de récupération, etc... Prix : 2 750 F au Martin Pêcheur (déjà cité).

15. CARBONE ET BRONZE

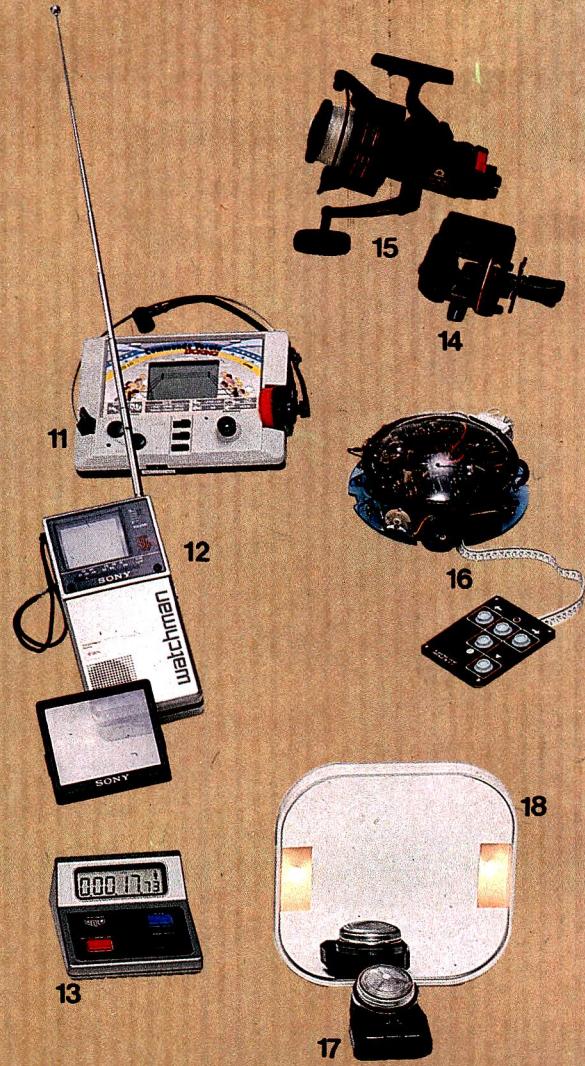
► Et si cela ne marche pas, on peut se rabattre sur un moulinet plus classique ; toujours de la même marque, le ST 2670 a sa bobine, son corps, son capot et son rotor en carbone ; autre attrait : tous les engrenages sont en bronze. Prix : 1 195 F, même adresse.

16. ROBOT ÉLECTRONIQUE

► Il est japonais (qui en doutera !), programmable et à construire soi-même. C'est d'ailleurs là tout son intérêt. Movit Memocrawler. En vente chez Dune (déjà cité). Prix 650 F en kit.

17. LA BARBE !

► Il est grand comme une boîte d'allumettes et fonctionne sur piles. A part cela, c'est un rasoir. En vente chez Microplus, 26 avenue des Champs Elysées, 75008 Paris. Prix : 220 F.



18. MIROIR RÉPONDS-MOI !

► Intitulé le *Miroir magique* par ses fabricants, il grossit vos traits à la perfection sans aucune déformation. Seul inconvénient, quand on se voit en très gros plan on constate que si le miroir est parfait, le visage par contre... Luxo. En vente dans les grands magasins. Prix : 1 200 F environ.

19. ET VOGUE LA GALÈRE !

► Le vélo d'appartement, c'est dépassé. Vive le rameur d'appartement ! Cet appareil simule exactement le comportement d'un skiff (aviron à une personne). 1 700 F environ, à La Hutte, FNAC Sport et dans les magasins spécialisés.

20. LE DIMANCHE JE LAVE MA VOITURE...

► Avec un appareil, *Kärcher HD 580*, qui délivre de l'eau chaude sous haute pression. Comme cet appareil coûte 4 860 F, il est amorti, disons en 10 ans. En vente chez Auto Accessoires, 66 av. de la Grande-Armée, 75017 Paris.

21. ET EN HIVER JE LA CHAUFFE À L'AVANCE

► Avec un système fabriqué par Schneebeli-Chabaud : c'est un chauffage indépendant pour voitures, camping-cars, etc... qui est programmable la veille au soir. Il fonctionne à l'essence et vaut 4 560 F, même adresse.

22. LES ROIS DE LA MÉCANIQUE

► Pour eux, il faut le meilleur. En l'occurrence une mallette Facom avec des clés de toutes sortes. Prix : 570 F seulement pour cette série limitée. Même adresse.

23. FILMER EN VIDEO

► La *Betamovie* de Sony, est une caméra autofocus à magnétoscope incorporé. Elle pèse 3,2 kg seulement avec batteries et ses commandes sont regroupées sur la poignée. Son prix : 15 960 F. En vente chez les revendeurs Sony.

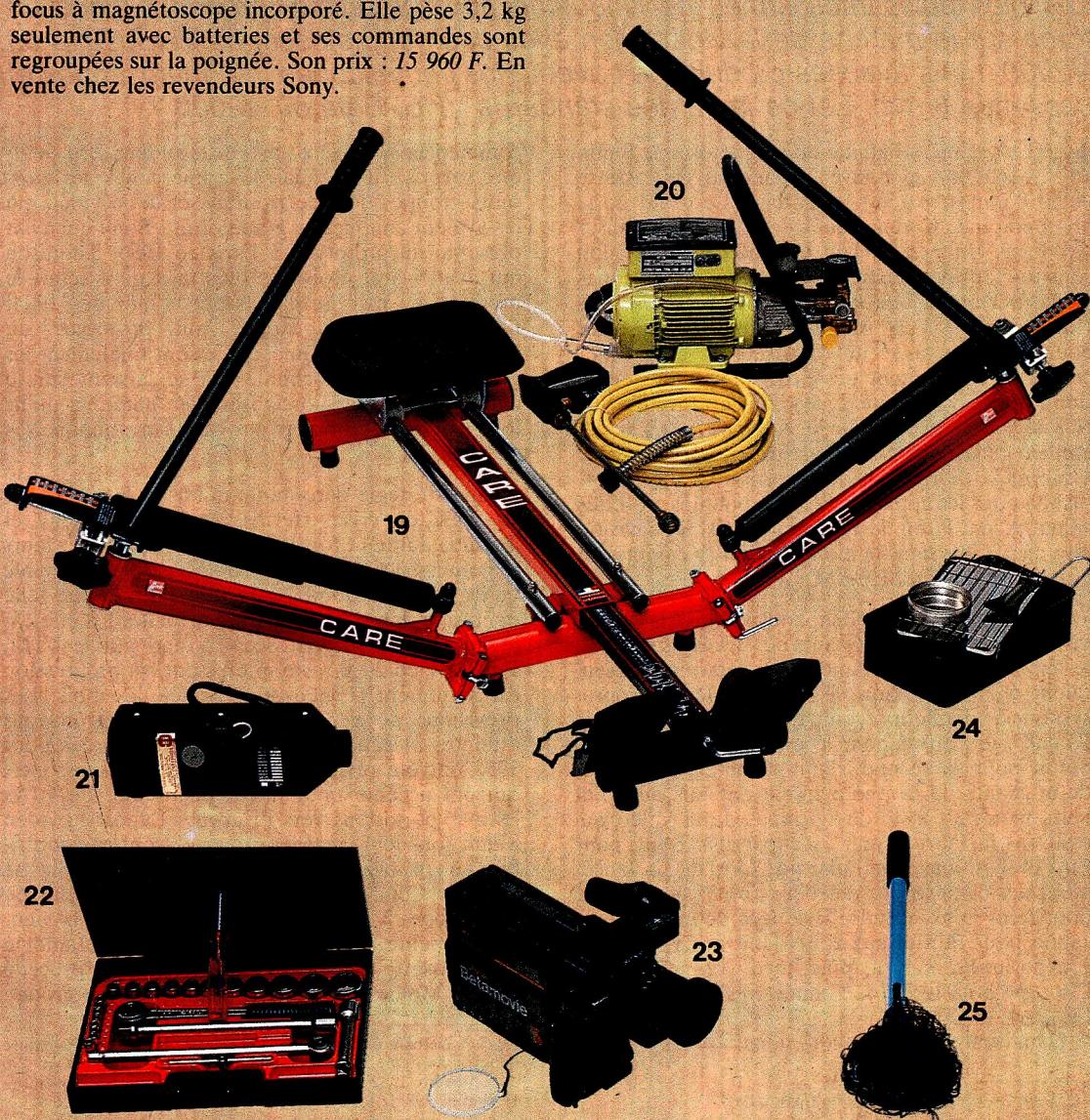
24. SPÉCIAL GRAND NORD !

► Så här gör man (en suédois, comment fumer un poisson). Le principe est simple : dans la boîte prévue pour, une plaquette d'alcool brûle au fond, par dessus une sciure spéciale; enfin le poisson, qui sera fumé en moins d'un quart d'heure. *Abu-Röken* : en vente au Martin Pêcheur (déjà cité). Prix : 415 F

25. ÉPUISETTE TÉLESCOPIQUE

► Avant de la fumer, il faut l'attraper et les pêcheurs savent à quel point une épuisette est parfois utile pour récupérer une proie qui gigote au bout de la ligne. Cette épuisette télescopique a son filet replié en quatre. Même adresse. Prix : 145 F.

Paul HELANDER ■



MAGNÉTOSCOPE : LA RÉVOLUTION DU 8 MM

Les plus puissantes firmes de l'industrie photographique prennent place en force sur le marché de la vidéo, non avec des magnétoscopes VHS, Beta ou V2000, mais avec les produits de l'avenir, les camescopes, magnétoscopes et cassettes 8 mm. Est-ce la fin des standards VHS, Beta ou V2000 ?

► La première bataille du magnétoscope 8 mm s'achève : le nouveau standard de cassette vidéo 8 mm arrive sur le marché. Le géant de la photographie, Kodak, vient de le commercialiser aux Etats-Unis en lançant le procédé Kodavision constitué principalement de deux camescopes (caméra à magnétoscope incorporé), de cassettes vidéo 8 mm, d'un module lecteur-enregistreur pour la liaison avec un téléviseur et d'un tuner pour l'enregistrement des programmes de télévision (voir les caractéristiques dans notre tableau). Nos lecteurs savent que la Kodavision (1) a été étudiée par Kodak avec deux firmes japonaises qui assurent la fabrication des divers produits : Matsushita pour les appareils et TDK pour les cassettes vidéo. Avant la fin de 1985 le matériel Kodavision sera disponible dans le monde entier, y compris en France en version SECAM.

Au moment où Kodak lançait ainsi la Kodavision, deux autres fabricants de surfaces sensibles, le Japonais Fuji et l'Américain Polaroid, présentaient à la Photokina de Cologne leurs propres systèmes, d'ailleurs compatibles avec celui de Kodak : le Fujix-8 pour le premier et le Polaroid 8 mm pour le second. Tout comme Kodak, ces deux géants de la photochimie ont mis au point leurs matériels avec des groupes de la vidéo qui assurent la fabrication des appareils : Sony pour Fuji et Toshiba pour Polaroid. La date de lancement des camescopes des deux firmes n'a pas été donnée avec exactitude. Il se fera début 1985, au Japon pour Fuji et aux Etats-Unis pour polaroid. L'exportation suivra plus tard, et n'atteindra l'Europe qu'à la fin de l'année très probablement (en PAL et SECAM).

Dans cette aventure du magnétoscope 8 mm

commencée voilà dix ans (2), le public sera peut-être surpris : il attendait les camescopes des puissants groupes de l'électronique et de la vidéo qui les avaient annoncés à grand bruit : Sony qui avait présenté un prototype à Paris en 1980, Thomson qui avait clamé trois ans plus tard qu'il serait le premier à sortir un camescope 8 mm dès 1984, Philips qui avait exposé son prototype au VIDCOM 1983 à Cannes... Ce sont finalement les grands de la photochimie qui se lancent sur le marché pour commercialiser des matériels qu'ils font d'ailleurs fabriquer par des firmes japonaises de la vidéo.

Une stratégie déroutante qui est à la vérité une stratégie de crise. Certes, Matsushita, Sony et Toshiba auraient fort bien pu commercialiser leurs matériels sous leurs marques. Mais il est probable qu'ils ont jugé douteuse la rentabilité d'une telle opération dans la conjoncture actuelle. En effet, si le marché du magnétoscope grand public VHS, Beta, Vidéo 2000 reste intéressant, sa progression est nettement freinée depuis quelques mois. Les prévisions de ventes pour 1984 ne seront pas atteintes et celles qui avaient été élaborées pour 1985 ont été révisées par les industriels japonais qui ont accepté notamment de réduire de 10 % leurs exportations vers l'Europe. Lancer la vidéo 8 mm sous leurs marques dans ce contexte contribuerait probablement à casser un peu plus le marché. Cela compromettrait aussi les ventes de camescopes VHS ou Beta que les Japonais viennent à peine de commencer (procédé Betamovie avec cassette Beta, de Sony et Sanyo ; procédé Vidéo Movie avec cassette VHS-C du groupe

(2) Les lecteurs de *Science & Vie* ont pu suivre cette aventure depuis son origine. Voir notamment : n° 753 de juin 1980 ; n° 780 de septembre 1982 ; n° 784 de janvier 1983 ; n° 794 de novembre 1983 et n° 797 de février 1984.



Semblable à une caméra de cinéma 8 amateur, le Polaroid est le plus compact des camescopes couleurs 8 mm actuels.

Matsushita). De plus, les coûts de distribution augmenteraient, ne serait-ce que pour mettre en place le nouveau procédé. Les réductions de profits qui s'ensuivraient ne seraient pas nécessairement compensées par les ventes de camescopes et de lecteurs 8 mm. Les associations professionnelles japonaises ont en effet calculé que, le camescope restant pour l'instant un produit cher de plus de 13 000 de nos francs, son démarrage sera très lent : il n'en sera pas vendu plus de 6 millions d'unités dans les 6 prochaines années.

D'un autre côté, la vente de camescopes 8 mm est alléchante car elle peut stimuler un marché en voie de tassement. C'est ici que l'association avec les industries photochimiques — qui ont aussi grand besoin de relancer leurs affaires pour combler le recul de certains produits photographiques et du cinéma super 8 — peut se révéler profitable aux deux parties.

Tout d'abord, ces industries photochimiques ne disposent pas, pour l'instant, d'usines de production de matériel vidéo grand public. En créer exigerait de lourds investissements et du temps. Il est donc plus simple et plus rapide de faire fabriquer par le secteur électronique (ce qui, soit dit en passant, n'est pas nouveau : les composants et les circuits électroniques des appareils photo et cinéma viennent presque tous des fabricants d'électronique). D'autre part, Kodak, Fuji et Polaroid possèdent de puissants réseaux de ventes dans le monde entier : ils permettront à Matsushita, à Sony et à Toshiba d'économiser les coûts de distribution. Au surplus, une bonne partie des détaillants de ces réseaux de ventes sont restés spécialisés en photo et cinéma : ils pourront amener une nouvelle clientèle à la vidéo, celle des amateurs du cinéma super 8. Psychologiquement, l'affaire est également intéressante : le standard vidéo 8 mm

ne semble plus aussi brutalement concurrent du magnétoscope VHS, Beta ou Vidéo 2000. Il apparaît comme le substitut du cinéma super 8, comme un produit destiné à d'autres usages que ceux du magnétoscope conventionnel qui sert surtout à la lecture des cassettes d'édition et à l'enregistrement des émissions de télévision. Le magnétoscope au standard 8 mm pourra ainsi faire une entrée en douceur.

Mais les choses n'en resteront pas là. A moyenne échéance — disons dans 3 à 5 ans — le 8 mm concurrencera tout de même sérieusement les autres standards car il aura assez vite les caractéristiques essentielles des magnétoscopes de salon actuels tout en étant d'un volume et d'un poids beaucoup plus petits.

En premier lieu, il faut s'attendre à de nouveaux progrès dans la fabrication des bandes magnétiques vidéo qui autoriseront une augmentation de la quantité d'informations pouvant être enregistrées par unité de surface. Déjà, il faut bien comprendre que le lancement actuel de la vidéo 8 mm n'a été possible qu'avec la mise au point de bandes nouvelles revêtues de particules de métal pur ou de métal évaporé sous vide. Noël Proudfoot, directeur du laboratoire de recherche de l'Eastman Kodak à Rochester, déclarait dès le début de 1984 que la vidéo 8 mm reposait essentiellement sur les nouveaux procédés de production des bandes qui permettaient de réduire leur épaisseur à 9,5 micromètres au lieu de 16 micromètres pour une bande VHS.

Les bandes actuellement proposées en 8 mm de largeur (TDK, Agfa, Fuji, Sony) sont de 2 types : à revêtement de poudre de métal pur (déposée par éduction, mais sans liant, ce qui permet d'augmenter la densité de particules) et à métal pur (cobalt-nickel) évaporé dans une chambre à vide (également sans liant). Cette dernière technique permet de réaliser une couche de métal de un micromètre d'épaisseur ayant l'aspect d'un miroir parfait, et dont toutes les microscopiques particules sont alignées avec une grande densité. Ce type de bande ramène le rapport signal/bruit à -55 dB pour une fréquence de 4,5 MHz, au lieu de -42 dB avec une bande métal pur dans un liant, du type VHS, ou -30 dB avec une bande VHS à oxyde métallique. La coercivité, mesure de l'aptitude d'une bande à accepter et à conserver le signal magnétique, se trouve tout aussi nettement améliorée : 107 kA/m avec les bandes de poudre métallique et 72 kA/m avec le métal évaporé, contre 47 à 52 kA/m avec les bandes VHS.

D'autres progrès restent possibles dans ce domaine. Ainsi, plusieurs firmes étudient l'enregistrement perpendiculaire au défilement de la bande (et non plus hélicoïdal) pour éléver encore la densité d'informations. La méthode avait été proposée en 1975 par Shunichi Iwasaki, un professeur de l'université Tohoku à Tokyo. Toshiba a créé des prototypes qui, avec une bande magnétique spéciale, double la densité d'informations. TDK, la

LES PREMIERS APPAREILS DE VIDÉO AU STANDARD 8 MM

MARQUES	PRISE DE VUE						
	CAMESCOPE	ENREGISTREMENT	EFFETS SPÉCIAUX	ZOOM ET VISEUR	CASSETTES	DIMENSIONS ET POIDS	
KODAK KODAVISION 2 000	Kodavision 2 200	<ul style="list-style-type: none"> • Tube Newicon 1/3 de pouce • Exposition automatique • Blanc automatique • Lecteur incorporé de contrôle 	• Aucun	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom 1,2/9-54 mm manuel • Viseur électronique 	Kodak 1 h et 90 min en NTSC, ou autres marques	32 x 13 x 15 cm 2 200 g	
	Kodavision 2 400	<ul style="list-style-type: none"> • Comme Kodavision 2 200, mais avec 3 têtes (vue par vue possible). • Enregistrement à partir de 20 lux. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondu au noir • Inversion positif-négatif • Datation 	Comme Kodavision 2 200 avec en plus mise au point automatique par infrarouge	Kodak 1 h et 90 min en NTSC, ou autres marques	32 x 13 x 15 cm 2 200 g	
FUJI FUJIX-8	Fujix-8	<ul style="list-style-type: none"> • Analyseur DTC (dispositif à transfert de charge) de 250 000 points • Enregistrement à partir de 20 lux. • Lecteur de contrôle 	• Non précisé	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom macro 1,4/11,5-70 mm • Viseur électronique 	Fujix 90 min ; ou autres marques	34 x 13 x 18 cm 1 900 g	
POLAROID 8	Polaroid 8	<ul style="list-style-type: none"> • Analyseur DTC • Enregistrement à partir de 30 lux • Exposition automatique • Blanc automatique 	• Non précisé	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom macro 1,4/9,5-57 mm • Viseur reflex optique 	Polaroid super-color 90 min, ou autres marques	1 800 g	
GENERAL ELECTRIC UNI-CAM	Uni-Cam 8	<ul style="list-style-type: none"> • Tube Newicon 1/3 de pouce • Exposition automatique • Blanc automatique • Lecteur de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondu au noir • Inversion positif-négatif • Datation 	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom 1,2/7-42 mm • Mise au point automatique • Viseur électronique 	Kodak, Polaroid ou autres marques	3 200 g	
RCA	8 mm Vidéo	<ul style="list-style-type: none"> • Analyseur MOS (métal, oxyde, semi-conducteur) • 2 têtes • Exposition automatique et manuelle • Blanc automatique 	• Non précisé	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom 1,2/12,5-75 mm • Viseur électronique 	Kodak, Polaroid ou autres marques	• Non précisé	
PHILIPS OU RADIOOLA	VKR 8 500	<ul style="list-style-type: none"> • Tube Newicon 1/3 de pouce • Exposition automatique • Blanc automatique • Lecteur de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> • Fondu au noir • Datation 	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom macro 1,4 de variation X6 • Viseur électronique 	Toutes marques	27 x 14 x 8 cm 2 200 g	

puissante firme japonaise qui détient 28 % de la capacité de production mondiale des bandes a utilisé ce procédé pour des enregistrements audio-numériques. Elle a ainsi multiplié par 30 la capacité d'informations qui est passée de 270 bits par millimètre en moyenne à 8 000 bits par millimètre. La bande utilisée comporte deux couches fer-nickel et chrome-cobalt. Matsushita a également étudié les systèmes d'enregistrement perpendiculaire et dès 1983, a vendu des licences d'exploitation d'un procédé à 3M aux Etats-Unis et à BASF en Allemagne. Evoquant ces possibilités, le Dr Charles Farran, directeur du programme de planification photographique de Kodak à Rochester disait lors du lancement de la Kodavision que la vidéo 8 mm est une technologie naissante qui bénéficiera de fantastiques innovations et de sophistication dans les dix prochaines années.

L'évolution la plus évidente qu'autoriseront ces progrès porte sur la durée et la qualité des enregistrements. Dès maintenant, des cassettes donnant 4 heures d'enregistrement sont possibles en vidéo

8 mm. Aussi le camescope 8 mm donnera-t-il assez rapidement naissance au magnétoscope portable de salon pour l'enregistrement des émissions de télévision. Plusieurs fabricants (Fisher, Sanyo, Canon) ont déjà réalisé et présenté des prototypes très compacts.

Un magnétoscope Fisher 8 mm, modèle *VEC-11*, est à tuner incorporé et permet d'enregistrer 7 programmes sur une cassette de 4 heures. Le modèle de Sanyo offre les mêmes possibilités, mais il a été conçu en deux éléments, le tuner étant séparé. L'appareil Canon (appelé *VR-E10*) semble être le plus sophistiqué, avec des caractéristiques comparables à celles des magnétoscopes de salon VHS ou Beta : 7 émissions pouvant être enregistrées avec une programmation préalable de 15 jours, équipement de 4 têtes dont deux pour le son de haute fidélité, etc... Ce magnétoscope ne pèse pas 1 500 grammes, sans ses batteries.

Cette miniaturisation gagnera aussi les camescopes 8 mm. Elle sera favorisée par l'abandon du tube cathodique d'analyse de l'image au profit

	LECTURE		TÉLÉVISION		COMMERCIALISATION	
	SYSTÈME	POSSIBILITÉS	ENREGIS-TREMENT	CARACTÉRIS-TIQUES	PRIX ET FABRICATION	DATE
	Module Kodavision alimenté sur le secteur pour enregistrement et lecture avec le camescope et pour recharge des batteries du camescope	<ul style="list-style-type: none"> Se branche sur un téléviseur domestique pour la lecture ou l'enregistrement Compteur 	Tuner Kodavision	Enregistrement et lecture des émissions de télévision avec programmation de 2 émissions, 2 semaines à l'avance	Kodavision 2 200 : 1 600 dollars (15 000 F) aux États-Unis. Kodavision 2 400 : 1 900 dollars (17 000 F) aux États-Unis. Matériel produit par Matsushita et cassettes produites par TDK. Cassettes : 15 dollars (135 F) (Voir <i>Science & Vie</i> n° 797 de février 1984).	Disponible aux États-Unis en NTSC. Sans doute septembre 1985 en Europe (PAL) et fin 1985 en France (SECAM)
	Par branchement à un téléviseur domestique	Caractéristiques de fonctionnement non précisées	Tuner Fujix	Enregistrement et lecture des émissions de télévision (caractéristiques non précisées)	Camescope : 1 250 dollars (12 000 F) au Japon. Cassette : 12,5 dollars (113 F) au Japon. Matériel produit par Sony et cassettes par Fuji	Début 1985 au Japon. Aucune date pour l'exportation
	Module se branchant sur un téléviseur domestique et rechargeant la batterie de la caméra	Arrêt sur image	Tuner Polaroid	Enregistrement et lecture des émissions de télévision	Prix non fixé. Matériel construit par Toshiba	1985 aux États-Unis. Aucune date pour l'exportation
	Module se branchant sur un téléviseur domestique	Caractéristiques de fonctionnement non précisées	Tuner General Electric	Enregistrement et lecture des émissions de télévision	Prix non publié. Matériel construit par Matsushita	Début 1985 aux États-Unis. Exportation non envisagée pour l'instant
	Lecteur/enregistreur se branchant sur téléviseur domestique	Caractéristiques de fonctionnement non précisées	Tuner RCA	Enregistrement programmable 2 semaines à l'avance	Prix : 1 400 dollars (13 000 F) aux États-Unis. Matériel construit par Hitachi	Non précisée mais sans doute 1985 aux États-Unis
	Branchement sur un téléviseur domestique	Caractéristiques du système non précisées	Possible	Non précisées	Prix annoncé il y a un : 13 000 F. Constructeur Philips. (Voir <i>Science & Vie</i> n° 794 de novembre 1983)	Non précisée

d'un analyseur DTC (dispositif à transfert de charge) qui équipe déjà d'ailleurs les modèles Fujix et Polaroid. Ces DTC assurent actuellement une définition de 250 000 points.

A la dernière Photokina, Philips a présenté le prototype d'un nouvel analyseur DTC de 360 000 points (600 × 600 cellules au silicium) pour caméras vidéo. Sa structure est double avec 2 plages juxtaposées de cellules, l'une pour l'enregistrement de l'image, l'autre pour sa mémorisation le temps de l'analyse. Avec cet écran, toutes les 20 millisecondes, une image est captée par la première plage de cellules pendant que l'image précédente est analysée sur la seconde plage pour former le signal modulé.

Tout ceci nous permet d'imaginer ce que sera la vidéo des prochaines années. Il faut d'abord voir que le progrès technologique profitera non seulement au standard 8 mm, mais aussi au VHS et au Beta. Les performances des uns et des autres augmenteront, permettant notamment au VHS et au Beta de résister au 8 mm (le Vidéo 2000,

observons-le au passage, semble bien compromis puisque ses constructeurs Philips et Grundig, viennent de lancer des magnétoscopes VHS, y compris, contrairement à ce qu'ils avaient promis il y a moins d'un an, sur les marchés français et allemand). Dans ces conditions, le VHS et le Beta pourraient bien devenir des procédés essentiellement professionnels permettant notamment de réaliser des camescopes compacts aux performances mieux adaptées aux reportages destinés aux chaînes de télévision. Bref, le magnétoscope pourrait bien connaître le même scénario qu'ont connu le cinéma et le magnétophone, le premier lorsque le 8 mm a relégué le format 16 mm au rang de format professionnel, le second lorsque la cassette "Compact" de Philips, dont on disait alors qu'elle ne permettrait jamais des enregistrements audio de haute fidélité, a détrôné le magnétophone à bande pour en faire un appareil de reporter travaillant essentiellement pour les studios de radiodiffusion.

Roger BELLONE ■

LÉVITATION ÉLECTROSTATIQUE

► Alors que la pesanteur, cette force qui nous tient au sol et nous empêche de sauter jusqu'aux étoiles, a même formule que les forces magnétiques ou électrostatiques, elle présente le gros inconvénient d'être à sens unique quand les autres sont à deux directions. La formule, que ce soit celle de Newton ou de Coulomb, est de la forme $F = k \cdot x \cdot x'/d^2$, où F est la force, k une constante liée aux unités choisies, d la distance entre les deux corps ; quant à x et x' , ce peuvent être des masses (attraction gravifique), des charges électriques (forces électrostatiques) ou des masses magnétiques (forces d'aimantation).

Comme toute formule algébrique, celle-ci tient compte du signe des variables et le résultat peut être positif ou négatif selon que x et x' sont de même signe ou de signes opposés. Si la force est positive, c'est une attraction, si elle est négative, c'est une répulsion. En électricité, il existe des charges (+) ou (-), en magnétisme il existe des pôles nord et sud, donc aussi (+) ou (-) alors qu'en matière de pesanteur, il n'existe que les masses pesées en kilogrammes et qui sont toujours positives : jamais le plateau de la balance ne s'envole quand on met des poires dedans.

Il en résulte que les seules forces gravifiques connues sont des attractions, alors que tout le monde peut vérifier que deux aimants de même signe se repoussent, tout comme des corps légers portant des charges électriques de même signe. En électromagnétisme, on peut donc contrebalancer une attraction alors qu'en matière de pesanteur, on ne peut pas ; faute d'avoir trouvé un champ vectoriel de sens contraire, les seuls moyens de s'élever contre l'attraction de la Terre sont tous extrêmement triviaux : construire un escalier et en monter les marches en se fatigant beaucoup, prendre l'ascenseur, ce qui est moins usant mais moins tonique pour les muscles, installer un moteur dans une carlingue avec des ailes, et ainsi de suite.

Seule exception à la règle, quelques mystiques parviendraient à s'élever et à se maintenir dans l'espace sans aucun support matériel. Si le fait était scientifiquement vérifié, cela prouverait qu'il existe un champ de forces gravifiques opposé au champ habituel,

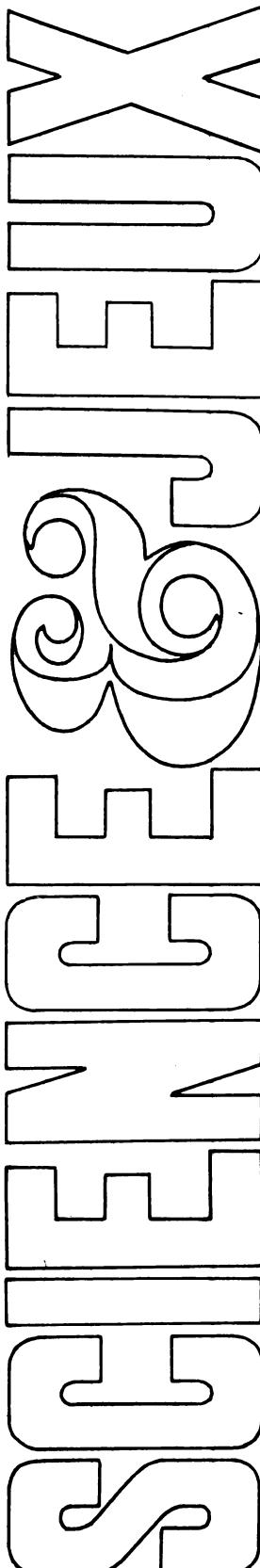
tout comme il existe des champs magnétiques ou électriques de sens contraires. Plus simplement d'ailleurs, puisque tous ces champs engendrent des forces qui sont de même nature, on peut aussi opposer à la pesanteur une attraction magnétique ou électrique — un aimant soulevant une pièce de 5 francs lui fait subir une lévitation tout à fait réelle, sans le besoin du moindre crochet ni d'un jeu de ficelles comme dans les marionnettes.

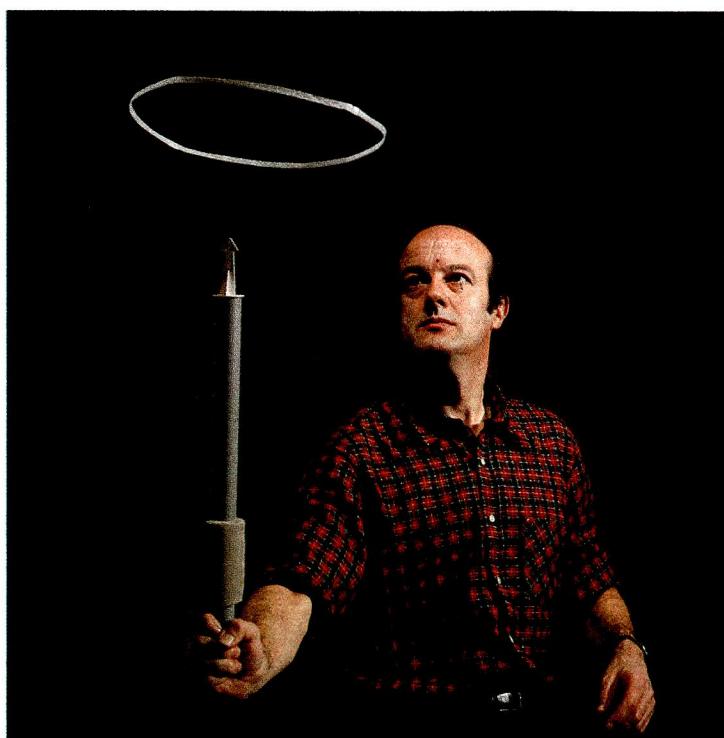
On peut tout autant, du moins en théorie, utiliser la répulsion magnétique ou électrique pour repousser vers le haut un objet que la pesanteur tire vers le bas. Nous avions déjà, dans cette rubrique, présenté une lévitation magnétique — n° 779, juin 1978 — et nous allons cette fois présenter une lévitation électrostatique encore plus étonnante. Mais elle se heurte, comme la première, à des problèmes d'instabilité liés à la nature même des forces mises en jeu.

Il s'agit en effet des forces s'exerçant à distance, sans aucun lien matériel, et dont on ignore toujours la nature réelle. On sait en décrire les effets, et l'objet de la physique est d'ailleurs de rattacher, d'une manière logique et clairement formulée, quantité de phénomènes observables à quelques principes de base. Ainsi, pour l'électrostatique qui nous intéresse ici, les lois de Coulomb, les notions de charges, de potentiel ou de champ électrique ne permettent nullement de savoir pourquoi un corps chargé exerce des actions à distance.

Par contre, ces lois ont l'intérêt de ramener à quelques formules fondamentales les effets du courant électrique. Les causes premières restent inexpliquées, mais l'intérêt de les faire entrer dans un cadre mathématique vient de ce que les effets sont alors formulés et donc prévisibles. Ce cadre mathématique, en ce qui concerne l'électrostatique, fait largement appel à la notion de champ, en particulier avec le champ électrique.

Or cette notion fondamentale a été considérablement obscurcie par sa présentation "ensembliste" dans tous les cours de maths récents, alors qu'elle est tout de même relativement simple. En physique, on a constamment affaire aux champs électriques, ma-





gnétiques, gravifiques, aux champs de vitesses dans un fluide, et ainsi de suite. Or ces champs, dans lesquels n'a jamais poussé la moindre betterave, sont simplement des régions de l'espace où règnent certaines propriétés : une pièce de fer va s'y déplacer, ou bien il y règne une certaine pression, ou bien encore une certaine température, etc.

Un physicien vit constamment au milieu des champs (et tout le monde aussi, mais sans trop le savoir) : champ des pressions, des températures, des vitesses s'il y a du vent, de la pesanteur, des rayonnements électromagnétiques, et ainsi de suite. Certaines des grandeurs qui poussent dans ces champs sont dites vectorielles, car il faut pour les déterminer connaître non seulement le nombre qui en caractérise l'intensité, mais aussi la direction dans laquelle elles agissent : savoir que le vent souffle en tel point à 10 m/s est bien, mais reste à préciser s'il vient du nord ou de l'ouest.

D'autres grandeurs, comme les températures ou les densités, se suffisent du seul chiffre qui en caractérise l'intensité : on parle alors de grandeurs scalaires. Reste

encore, dans les deux cas, un élément essentiel à préciser : l'endroit où se trouve la grandeur à évaluer, autrement dit le point de l'espace auquel est attachée cette quantité scalaire ou vectorielle. Enfin, en un même point, elle peut évoluer avec le temps.

Du point de vue mathématique on appelle champ vectoriel (ou scalaire) un espace dans lequel un vecteur (ou un scalaire) d'un certain type est bien déterminé à chaque instant en chaque point. Pour définir un champ, il faut donc connaître deux choses : un système de coordonnées permettant de repérer la position d'un point quelconque de l'espace, et un système de paramètres permettant d'attribuer à chaque point, en fonction du temps et de ses coordonnées, soit un chiffre seul mesurant l'intensité de la grandeur étudiée (champ scalaire), soit un chiffre et une direction (champ vectoriel).

Un point de l'espace étant repéré par trois nombres (longueur, largeur, hauteur) ce qui caractérise le champ, ce sont les conditions qui s'exercent dans cet espace en un point quelconque pour un instant donné. Dans notre expé-

rience, nous allons avoir affaire au champ électrique qui se manifeste autour de tout corps chargé. Quand on frotte un tube de plastique avec un tissu isolant, on modifie les propriétés de l'espace environnant, ce qui ne veut pas dire qu'on en change toutes les caractéristiques : la température ne change pas, la densité de l'air reste la même, et l'éclairement ne varie pas.

Pourtant, l'espace autour du tube de plastique n'est plus le même qu'avant : les poussières sont déplacées, les cheveux sont attirés, et une petite boule de plastique léger lancée à proximité va changer de trajectoire. Certaines propriétés de l'espace dépendent donc de la présence du plastique électrisé, ce qui conduit les physiciens à dire que celui-ci crée un champ électrique.

Par nature, le champ est vectoriel : si on place une petite boule de mousse plastique au voisinage du tube, elle sera attirée ou repoussée selon son état d'électrisation. Un dynamomètre très sensible permettra de mesurer l'intensité de cette force, premier élément caractérisant l'influence du champ électrique en ce point. Mais cette force est en plus dirigée vers un certain point de l'espace, celui que va rejoindre la boule dans son mouvement l'instant suivant : cette direction est le second élément caractéristique du champ.

On peut multiplier les mesures dans l'espace entourant le tube électrisé avec toutes sortes de matériaux, et on montre que la force d'attraction ou de répulsion varie avec la distance et avec la charge électrique des corps en présence.

Cette charge est toujours un multiple entier d'une charge minimale élémentaire qui est celle de l'électron. Le résultat de ces expériences peut alors se mettre sous forme d'équations qui caractérisent le champ électrique.

Pour un élément de charge connue placé en un point donné de l'espace, ces équations permettent de donner la valeur de la force exercée à distance par le tube électrisé, et la direction de cette force : elles définissent donc complètement le champ pour un instant donné — en pratique, le champ varie assez rapidement dans le temps, le corps électrisé ayant tendance à se décharger dans l'air, surtout s'il est humide. On

l'appelle champ vectoriel parce qu'à tout point de l'espace on peut assigner une petite flèche — un vecteur — dont la longueur mesure l'intensité de la force, et dont la pointe indique la direction de cette force.

Autour du corps électrisé il existe deux réseaux de courbes importantes ; tout d'abord les lignes de force : en chacun de leurs points elles ont pour tangente le vecteur champ. Ensuite les lignes équivalentes, généralement circulaires : en chacun de leurs points le potentiel électrique a même valeur. On peut mettre en évidence les lignes de force en attachant des fils très fins et très légers à un corps fortement chargé : ceux-ci dessinent ce qu'on appelle un spectre électrique.

Avec deux corps de même charge, ce spectre, ou diagramme, est fait de deux nappes de lignes totalement séparées et qui semblent s'éviter : c'est la répulsion électrostatique que nous allons mettre en évidence avec notre expérience. Mais comme nous ne pouvons sortir du champ de pesanteur, celui-ci ajoute ses effets à ceux du champ électrique et le montage réalisé conduit à un équilibre instable : le champ électrique tend à repousser le corps chargé vers le haut, tandis que la pesanteur veut le ramener vers le bas.

Le mouvement s'arrête quand les deux forces deviennent égales, mais l'équilibre est un peu celui du crayon debout sur la pointe (plus précisément d'un vecteur debout sur une nappe de surfaces équivalentes) : la répulsion électrique tend constamment à repousser le corps, non seulement vers le haut, mais aussi de côté car la symétrie du champ régnant autour d'un objet imparfait (un tube de plastique est loin de la perfection) n'est pas parfaite non plus. Toutefois, la forme donnée aux deux objets de charge contraire, une pointe et un anneau, atténue beaucoup ces défauts : le champ autour de la pointe est sensiblement sphérique, tandis que celui de l'anneau est, justement, annulaire.

En théorie, un anneau posé sur une sphère devrait tenir sans difficulté. En réalité, sphère et anneau sont immatériels sans être rigoureusement géométriques, et de plus infiniment glissants : l'anneau tend à basculer sur le côté, comme un chapeau mis de travers sur la

tête. La pesanteur ne fait ensuite qu'accentuer ce basculement, mais on peut rétablir l'équilibre en déplaçant la pointe avec le même mouvement que pour tenir une canne verticalement sur le bout du doigt.

L'effet est de toute façon très spectaculaire, et c'est une auréole bien réelle que l'on observera en lévitation au-dessus du tube électrisé. L'appareil est constitué des éléments suivants :

- un tube en polychlorure de vinyle, long de 43 cm pour un diamètre extérieur de 32 mm. Ce genre de tube en plastique sert de gaine isolante pour le passage des fils électriques dans les maisons. On peut donc se le procurer chez les marchands de matériel électrique.
- Un manchon en mousse de plastique, d'une épaisseur de 10 mm pour un diamètre intérieur de 32 mm. La longueur est de 100 mm environ. Ce manchon servira d'excitateur.
- Un anneau en plastique alvéolé (improprement appelé alvéolaire). Il est fait d'une bande très mince mise en rond, et ayant au départ environ 1 m de long pour 8 mm de largeur. Comme il n'est pas toujours pratique de trouver une bande de cette longueur, on peut le réaliser en deux parties collées au ruban adhésif. On peut donc partir d'une feuille mince de plastique alvéolé mesurant 500 × 100 mm qui permettra plusieurs essais.
- Le tube comporte à son extrémité une flèche en polystyrène choc dont nous verrons l'utilité par la suite. Il faut donc prévoir un carré de polystyrène ayant 10 cm de côté et 1 mm d'épaisseur.
- Un rectangle de mousse plastique mesurant 500 × 120 × 10 mm servira de tapis isolant. La mousse peut être la même que celle du manchon excitateur.

Les matériaux de base sont donc très communs ; mais, si le système est simple à réaliser, nous verrons que sa mise en œuvre demande un peu d'attention et de persévérance. L'emploi des composants mentionnés ci-dessus est un atout important dans la réussite de l'expérience. Bien qu'ils ne soient pas rares, ils ne sont pas faciles à rassembler en si faibles quantités. C'est pourquoi nous avons demandé à Pierron Entreprise, 4 rue Gutenberg, 57206 Sarreguemines, de les réunir et de les mettre à la

disposition des lecteurs qui en feront la demande en accompagnant leur lettre d'un chèque de 44 F comprenant les frais d'envoi.

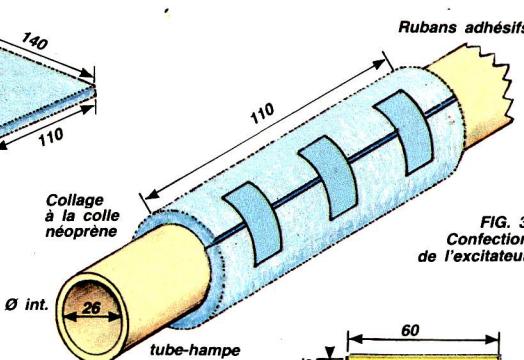
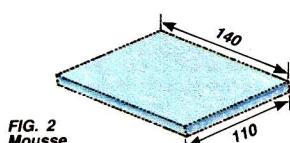
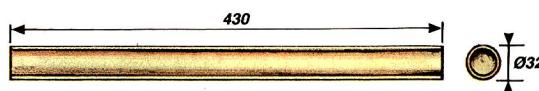
Ce montage a pour but, nous l'avons dit, d'obtenir la lévitation de l'anneau au-dessus du tube de plastique (la hampe) tenue dans la main. Pour cela, il va falloir faire apparaître des charges électriques de même signe dans les deux objets. Les manipulations qui seront décrites n'ont pas d'autre but ; elles peuvent paraître fastidieuses, mais il vaut mieux les suivre dans l'ordre pour obtenir le résultat voulu.

Même en suivant parfaitement nos indications, il n'est pas sûr, tant s'en faut, que tout marche au premier coup. Comme tout système électrostatique, celui-ci fait appel à la formation et au transfert de charges positives ou négatives. Or ces deux processus sont très capricieux, car le degré hygrométrique de l'air et l'état de surface des objets constituent des facteurs déterminants sur lesquels on n'a que peu d'influence.

Bien sûr, il ne faut pas se décourager pour autant, ni parcourir en diagonale la longue description que nous ferons de la mise en œuvre du système. Avec un peu de persévérance, on peut très bien réussir un effet de lévitation totalement inédit que pas un fakir ne serait capable de reproduire.

On commence la construction avec la hampe, figure 1. Le tube de 43 cm et d'un diamètre extérieur de 32 mm sera soigneusement nettoyé à l'alcool à brûler. On découpera ensuite un rectangle de 140 × 110 mm dans la mousse de plastique, figure 2, afin de confectionner l'excitateur. Le rectangle sera enroulé autour de la hampe comme indiqué sur la figure 3 et on enduira avec de la colle néoprène l'une des tranches que l'on appliquera ensuite contre l'autre en veillant à ne pas faire déborder la colle — il est essentiel de ne pas tacher le tube, si cela arrivait, il faut immédiatement enlever l'excès de colle. L'assemblage sera maintenu par des petits morceaux de ruban adhésif disposés de façon à ne pas trop serrer la mousse. On s'assurera que l'excitateur coulisse doucement sur le tube.

La figure 4 donne les cotés des pièces constituant la flèche, et montre comment les assembler ; tous les éléments sont découpés au



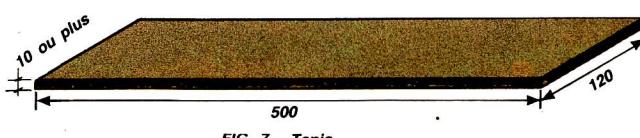
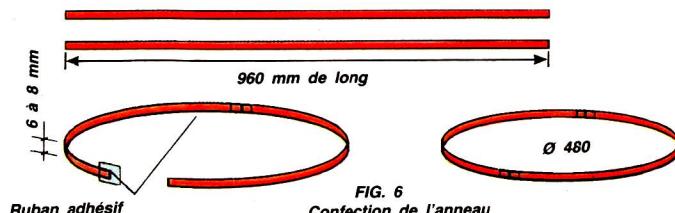
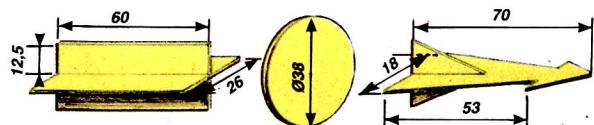
couper dans un carré de polystyrène-choc de 1 mm d'épaisseur, et ils sont collés ensemble avec du trichloréthylène. Le croisillon est destiné à maintenir la flèche en place, et le disque à empêcher l'excitateur de se dégager du tube lors de la mise en œuvre. Il doit entrer à frottement dur, et être ensuite immobilisé avec de la colle cyanocrylate.

La figure 5 montre l'ensemble terminé et la confection de l'anneau est indiquée en détail sur la figure 6. On découpera une ou deux bandes de 6 à 8 mm de large dans une feuille de plastique alvéolé de faible épaisseur (1,5 mm environ) de façon à obtenir un rond d'environ 30 cm de diamètre. Ce type de feuille plastique sert couramment à emballer le matériel radio de fabrication japonaise (Sony, Technics, Kenwood, Akai, etc.). On peut donc en trouver facilement chez un revendeur radio. Pour obtenir un cercle, on réunit les extrémités avec du ruban adhésif.

Le montage est maintenant terminé ; reste à le faire fonctionner, et c'est là que peuvent commencer les difficultés. En suivant bien les conseils que nous allons donner, les choses seront considérablement facilitées. Si l'atmosphère est sèche, ce qui est en général le cas en cette saison dans les appartements chauffés, la première et la plus impérative des conditions sera remplie. Sinon, il faudra disposer d'un radiateur électrique soufflant et exposer à

encore poli par le frottement de l'excitateur, et l'électrisation de la surface s'en ressent. Une seule conclusion : il faut persévéérer jusqu'aux premiers résultats positifs. Par la suite, les performances s'améliorent et les effets seront obtenus immédiatement si les autres conditions sont remplies.

On disposera l'anneau sur le tapis, figure 7, posé à plat sur une table, puis on frottera la hampe avec l'excitateur en le faisant coulisser, figure 8, de haut en bas. Il ne faut pas trop serrer le manchon exciteur sur le manche : le glissement doit être doux. Avec un peu



son flux d'air chaud les divers composants.

De toute façon, il est souhaitable, avant de commencer l'expérience, de laisser le matériel sur un radiateur de chauffage central : cela accroît les performances du système. En contrepartie, il est inutile de tenter le moindre essai dans une pièce humide, même en été. Lors de la première mise en œuvre, l'état des surfaces n'est pas optimum ; le manche n'est pas

d'habitude, on détecte vite le moment où la hampe est excitée : la présence de charges électriques se révèle par le crépitement léger de petites étincelles. On fera attention à ne pas décharger le manche en le touchant avec le doigt ou en l'approchant d'un corps quelconque.

La figure 9 montre le stade suivant : il s'agit de transférer les charges à l'anneau. Pour cela on fait rouler l'exciteur sur l'anneau

PHYSIQUE

(suite)



FIG. 8 1^{ère} manœuvre : en frottant la hampe longitudinalement, on crée des charges électrostatiques



Anneau en lévitation, les charges le font se déployer circulairement.

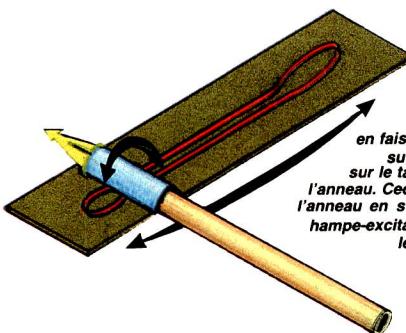


FIG. 9 2^{ème} manœuvre : en faisant rouler l'excitateur sur l'anneau posé à plat sur le tapis de sol, on charge l'anneau. Ceci fait, il faut retourner l'anneau en s'aide de l'ensemble hampe-excitateur, afin d'électriser les deux autres faces.

FIG. 10 : A l'aide de la flèche, on décolle l'anneau du tapis de sol après avoir glissé l'excitateur à l'extrémité opposée à la flèche (inversion des charges). On dégage l'anneau et on le maintient en l'air (voir texte).

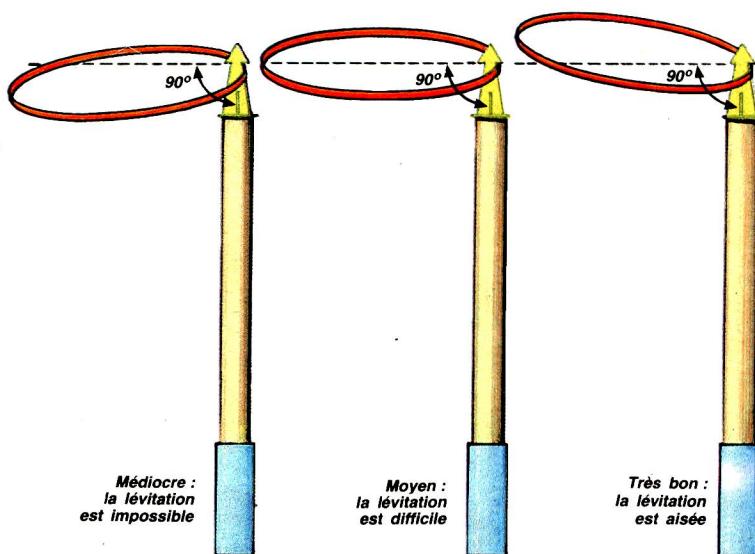


FIG. 11 Estimation visuelle de la charge respective des deux ensembles.

posé à plat sur le tapis de mousse ; en se chargeant, il se colle de plus en plus. Les demi-faces A et B étant chargées, il faut en faire autant sur les deux autres demi-faces. Pour cela, on le décolle partiellement du tapis avec la main gauche en s'aide de la flèche. Cette opération doit s'accomplir par retournement, en laissant une partie de l'anneau en contact avec le tapis.

Ces manœuvres ont pour résultat que l'anneau de plus en plus chargé, se colle sur le tapis. Ceci

obtenu, et comme indiqué figure 10, on éloigne la hampe avec son excitateur de l'ensemble tapis-anneau. Ensuite, on descend l'excitateur en bas du manche, au niveau de la main qui le tient. A ce moment, la flèche et l'anneau portent des charges de même signe, lesquelles se repoussent — nous verrons plus tard, en étudiant les machines électrostatiques, que ce phénomène relève à la fois des transferts de charges et de l'électrisation par influence.

Nous disposons donc, à ce stade, de deux corps électrisés de signes identiques : d'un côté l'anneau, de l'autre le côté du manche qui porte la flèche. Pour obtenir la lévitation de l'anneau, on le saisira avec la pointe de la flèche et on le décollera du tapis — ne surtout pas toucher avec la main. Il est alors possible d'estimer au coup d'œil l'importance des charges emmagasinées en tenant la hampe verticalement, comme précisé figure 11.

Le système se comporte ici comme un électroscoppe classique. Si l'anneau penche vers le bas, la lévitation n'est pas possible ; si l'anneau reste horizontal, on peut commencer les essais ; enfin, si il se relève légèrement vers le haut, l'électrisation est excellente et l'anneau pourra flotter dans l'espace à 20 cm au-dessus de la flèche. Dans les meilleurs cas, nous avons pu obtenir un écart supérieur à 30 cm, ce qui devient réellement spectaculaire.

Pour mettre l'anneau au-dessus de la hampe, on incline le tout légèrement et d'un mouvement bref, on dégage l'anneau du redent formé par la pointe de flèche ; on baisse alors vivement le manche de manière à placer la pointe sous l'anneau qui vient de se mettre en cercle — symétrie due à la répulsion des charges identiques à la surface du ruban circulaire — et on tâche de la maintenir juste au-dessous.

En fait, on se retrouvera dans le cas du bâton que l'on veut faire tenir en équilibre sur un doigt. Autrement dit, l'anneau a tendance à fuir plus ou moins lentement la position d'équilibre au-dessus de la pointe et il faut compenser en déplaçant celle-ci dans la bonne direction. Toute personne normalement douée

ÉCHECS

AVEC DES SI...

acquiert très vite les réflexes nécessaires et maintient cet équilibre avec des mouvements de compensation presque invisibles.

Toutefois l'effet ne dure guère plus de cinq minutes en général, ce qui est déjà pas mal. En effet, tout corps électrisé a tendance à se décharger, ce qui diminue la force de répulsion, et finalement l'anneau vient se coller contre le manchon près de la main, ou contre le mur, ou sur le plancher ; à noter que le moindre courant d'air compromet beaucoup l'équilibre. Il ne reste plus alors qu'à recommencer l'opération depuis le premier stade.

En pratique, avec un peu d'expérience, on découvrira que certaines étapes peuvent être sautées ou raccourcies : quand tout va bien, l'outil se recharge très vite, on peut transférer les charges à l'anneau en le posant sur une simple table isolante, et ainsi de suite. Dès que le coup de main a été pris, on peut innover en bien des points. Toutefois, le système décrit a été optimisé ; divers matériaux ont été expérimentés par P. Courbier, et ceux qui ont été retenus semblent donner les meilleurs résultats. Bien entendu, rien n'empêche d'essayer d'autres corps isolants, ou même conducteurs, à condition de les isoler de la main. Quant à l'anneau, on peut en modifier les dimensions en tenant compte des remarques suivantes :

- les charges électriques s'accumulent à la surface des corps, donc, plus la surface est importante, et plus ce champ électrique est élevé. Mais le poids, comme toujours, c'est l'ennemi : augmenter la surface, c'est souvent augmenter le poids.

- Si l'anneau est découpé dans un matériau trop mince, il a tendance à ne pas s'ouvrir et devient impossible à manipuler. C'est pourquoi le plastique cellulaire donne de très bons résultats.

Le modèle proposé donne déjà des résultats exceptionnels : maintenir en lévitation dans l'espace, à 30 cm au-dessus d'un sceptre électrisé, une auréole parfaite, est un tour de force que seuls permettent les champs de forces électrostatiques. Les champs magnétiques, permettraient difficilement d'arriver à une démonstration aussi convaincante.

Renaud de LA TAILLE □

► ... on gagne les parties d'échecs ! Mais attention, pas n'importe quel *si* ! Certainement pas le *si* spéculatif qui espère un miracle, une coopération active ou passive de l'adversaire : « s'il prend ce pion... », « s'il ne voit pas... ». Ça, c'est le plus court

chemin vers le désastre. En revanche, le *si* d'hypothèse est la clef la plus efficace du domaine des combinaisons : « si la Tour adverse ne protégeait pas la huitième rangée... ». C'est notamment le mécanisme même de la déviation, dont voici des exemples.

KHARITONOV - PETROUCHINE, URSS 1983

Défense est-indienne

1. <i>d4</i>	<i>Cf6</i>	22. <i>Ff4</i>	<i>Ca6</i>
2. <i>Cf3</i>	<i>g6</i>	23. <i>Dd2 (c)</i>	<i>Rh8</i>
3. <i>ç4</i>	<i>Fg7</i>	24. <i>F × e5+</i>	<i>d × e5</i>
4. <i>g3</i>	<i>O-O</i>	25. <i>Ff3 (d)</i>	<i>Tg8</i>
5. <i>Fg2</i>	<i>d6</i>	26. <i>Rg2 (e)</i>	<i>ç5</i>
6. <i>O-O</i>	<i>Cbd7</i>	27. <i>Db2</i>	<i>f6</i>
7. <i>Cç3</i>	<i>e7</i>	28. <i>Td2</i>	<i>De6</i>
8. <i>e4</i>	<i>e × d</i>	29. <i>Th1</i>	<i>De7</i>
9. <i>C × d4</i>	<i>Te8</i>	30. <i>Th4</i>	<i>Cb4</i>
10. <i>Te1</i>	<i>Cg4</i>	31. <i>C × ç5 ! (f)</i>	<i>D × ç5 (g)</i>
11. <i>h3</i>	<i>Cge5</i>	32. <i>F × g4</i>	<i>F × g4</i>
12. <i>b3</i>	<i>Cç5</i>	33. <i>C × f6</i>	<i>Tg7</i>
13. <i>Fe3 (a)</i>	<i>ç6</i>	34. <i>C × g4</i>	<i>Cç6</i>
14. <i>Dç2</i>	<i>g5</i>	35. <i>Td5</i>	<i>D × ç4</i>
15. <i>Tad1</i>	<i>g4</i>	36. <i>C × e5</i>	<i>D × a2</i>
16. <i>h × g</i>	<i>C × g4</i>	37. <i>Cf7+</i>	<i>Rg8</i>
17. <i>Fç1</i>	<i>Db6 (b)</i>	38. <i>Ch6+</i>	<i>Rh8</i>
18. <i>Cçe2</i>	<i>a5</i>	39. <i>Df6 (h)</i>	<i>Da1</i>
19. <i>Cf4</i>	<i>a4</i>	40. <i>Td8+ ! (i)</i>	les noirs
20. <i>Ch5</i>	<i>a × b</i>		abandonnent (j)
21. <i>C × b3</i>	<i>Fe5</i>		

a) Et non 13. *Fb2 ? ?, Ced3* ; 14. *Te2, F × d4*.

b) Vise "aux rayons X" à la fois le Cavalier *d4* et le pion *f2*.

c) Menace 24. *F × e5, d × e5 (C × e5 ; 25. Cf6+)* ; 25. *Dg5+*.

d) Menace 26. *F × g4, F × g4 ; 27. Dg5, Tg8 ; 28. Df6+...*

e) Laisse le passage vers *h1* à une Tour Blanche.

f) Si la Dame noire ne défendait pas le pion *f6...* D'où cette première déviation.

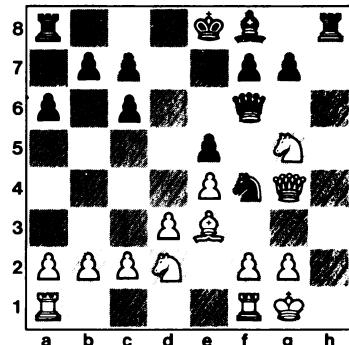
g) Quoi d'autre ? Ne va pas 31. ... *T × a2 ; 32. D × b4, T × d2 ; 33. D × d2, D × ç5 ; 34. F × g4, F × g4 ; 35. C × f6* avec une fin encore plus rapide que dans la partie puisque la Tour *a*, disparue, ne contrôle plus la huitième rangée.

h) La menace 40. *Tg4* (entre autres) suffit largement au gain.

i) Si la Tour *a8* quittait la colonne *a*, la Dame Blanche prendrait son homologue noire et si la même Tour ne contrôlait plus la huitième rangée, le mat serait rapide, alors...

j) Si 40... *T × d8*, 41. *D × a1* et si 40... *C × d8*, 41. *Df8+, Tg8 ; 42. D × g8 mat.*

Exercice n° 134



La Dame blanche vient de prendre le pion *g4*. Qu'arriverait-il si elle ne contrôlait plus la case *e2* ? Les noirs jouent et gagnent.

Solution de l'exercice n° 133

1. *De4 ! !* (interception ! Le Fou bl ne défend plus *h7* et la menace est 2. *T × h7 mat.*)
 1. ... *F × e4* (sinon 2. *T × h7 mat.*)
 2. *f × e4* et les noirs ne peuvent empêcher le mat en *h7*.

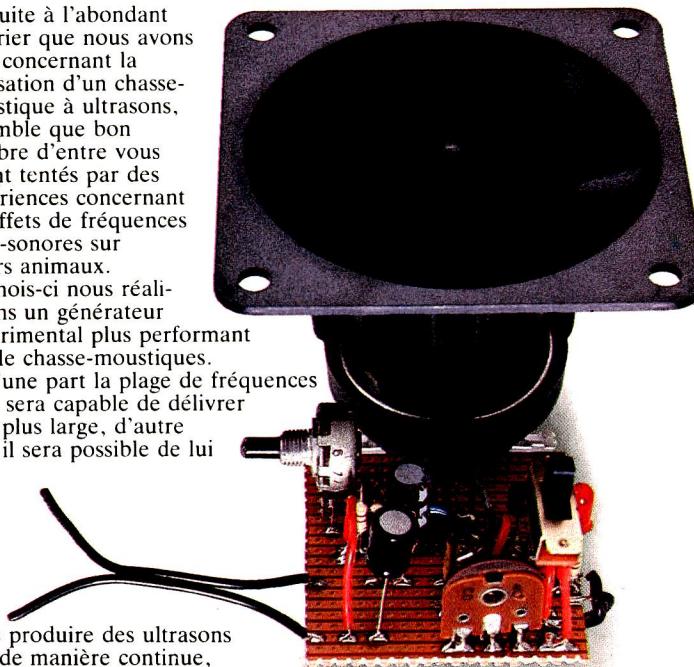
Alain LEDOUX □

UN GÉNÉRATEUR EXPÉRIMENTAL D'ULTRASONS

► Suite à l'abondant courrier que nous avons reçu concernant la réalisation d'un chasse-moustique à ultrasons, il semble que bon nombre d'entre vous soient tentés par des expériences concernant les effets de fréquences ultra-sonores sur divers animaux.

Ce mois-ci nous réaliserons un générateur expérimental plus performant que le chasse-moustique.

D'une part la plage de fréquences qu'il sera capable de délivrer sera plus large, d'autre part il sera possible de lui



faire produire des ultrasons soit de manière continue, soit par salves. Enfin, sa puissance acoustique

sera supérieure car nous utiliserons comme diffuseur un tweeter piézo-électrique (haut-parleur spécialisé dans la restitution des fréquences élevées).

Depuis de nombreuses années, de telles expériences ont déjà été tentées sur les animaux. Par exemple, on a appris aux chiens à répondre à des sifflets ultra-sonores. Des essais plus récents semblent montrer aussi que les

rongeurs sont facilement effrayés par des salves ultra-sonores. Dans ce cas, toutefois, l'écart entre ces salves et leurs fréquences doit varier, sinon les animaux s'y habituent et ne semblent plus incommodés le moins du monde.

Décrire un montage capable de générer des salves aléatoires nous entraînerait dans des considérations techniques sans commune mesure avec le but de cette rubrique ; c'est pourquoi nous nous contenterons de rendre réglables la fréquence et l'intervalle de temps séparant deux salves. Une modification journalière de ces deux paramètres rend l'appareil sensiblement aussi efficace, pour des essais à court terme, qu'une séquence aléatoire.

Voyons donc à présent comment réaliser notre montage. Pour l'oscillateur chargé de produire la fréquence ultra-sonore, le câblage sera très proche de celui du chasse-moustique. Seule la valeur de certains composants sera légèrement modifiée de manière à obtenir une plage de réglage plus étendue. De plus, l'emploi d'un condensateur de sortie devient inutile étant donné que les haut-parleurs piézo-électriques présentent une impédance capacitive ; ils éliminent donc d'eux mêmes la composante

continue du signal électrique fourni.

La différence essentielle se situe au niveau de la borne n° 4 du circuit intégré NE 555 : au lieu de la relier directement au pôle plus de l'alimentation, nous utiliserons un interrupteur pour la piloter depuis un autre circuit intégré NE 555. Celui-ci nous permettra d'obtenir le fonctionnement par salves.

Si toutefois on désire obtenir une émission continue ; il suffit de basculer l'interrupteur. La borne n° 4 se trouve alors, comme dans le chasse-moustique, reliée à l'alimentation et l'émission d'ultrasons est permanente. Une diode électro-luminescente permet de visualiser ces deux modes de fonctionnement ; son extinction indique l'arrêt de l'émission.

Ce deuxième oscillateur, à fréquence très basse, est également réalisé, comme nous l'avons dit plus haut, à l'aide d'un NE 555 ; nous retrouverons donc autour de celui-ci les composants classiques nécessaires à son fonctionnement.

Il a cependant été indispensable d'intercaler un transistor entre nos deux oscillateurs car le taux de remplissage (durée à un niveau haut, durée à 0 volt) délivré par le NE 555 est l'inverse de celui que nous désirions obtenir pour piloter nos salves. Sans ce transistor nous aurions obtenu des salves longues, séparées par des durées brèves. Son rôle se limite donc à celui d'un inverseur de signal.

Voyons enfin pourquoi l'utilisation d'un tweeter piézo-électrique est particulièrement intéressante pour ce type d'application.

Comme vous le savez un haut-parleur classique se compose d'une bobine de fil de cuivre solidaire d'une membrane. Un aimant permanent est utilisé pour créer un champ magnétique autour de la bobine ; ainsi lorsqu'un courant électrique la traverse, se trouve-t-elle soit attirée, soit repoussée.

Les vibrations engendrées sont transmises à l'air ambiant par l'intermédiaire de la membrane et constituent de la sorte un message sonore, image du signal électrique parcourant la bobine. Malheureusement, comme tout bobinage qui se respecte, cette dernière est sensible ; son impédance croît donc très vite avec la fréquence et le rendement du haut-parleur s'en trouve donc affecté.

ERRATA

Deux erreurs se sont glissées sur le schéma de câblage de notre montage publié dans notre numéro d'octobre : "Testez vos oreilles".

La bande conductrice aboutissant à la sortie casque doit être coupée entre les deux bornes du condensateur C_2 .

La coupure de bande présentée entre les résistances R_1 et R_2 ne doit pas exister.

Ces deux modifications rendent ainsi le schéma d'implantation des composants conforme au schéma électrique proposé. En espérant que bon nombre d'entre vous auront retrouvé d'eux-mêmes ces deux erreurs, nous vous présentons nos excuses pour les problèmes qu'elles ont pu poser.

Implantation des composants

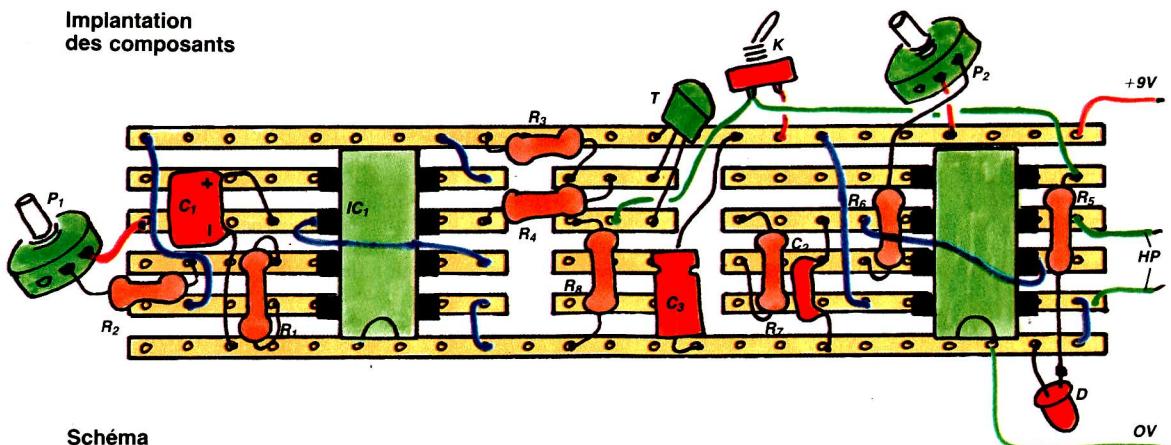
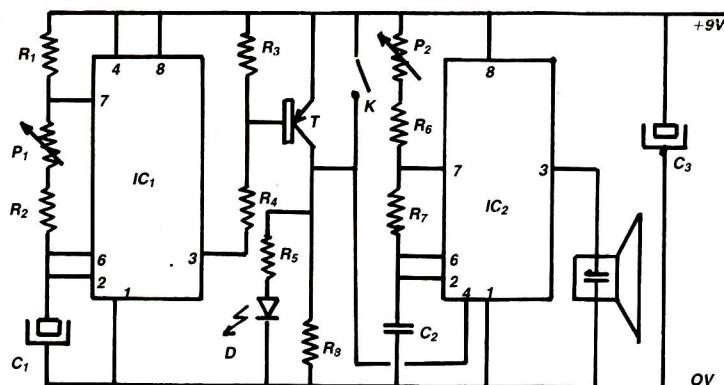


Schéma électrique



Nomenclature

$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_8 = 4,7 \text{ k}\Omega$ (jaune, violet, rouge, or)

$R_5 = 220 \Omega$ (rouge, rouge, brun, or)

$R_6 = 150 \Omega$ (brun, vert, brun, or)

$R_7 = 1,5 \text{ k}\Omega$ (brun, vert, rouge, or)

$IC_1 = IC_2 = NE 555$

T = 2N 3905

D = LED

$C_1 = C_3 = 100 \mu\text{F}$

$C_2 = 10 \text{ nF}$

K = Interrupteur

HP = Tweeter Piézo-électrique

$P_1 = 22 \text{ k}\Omega$

$P_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$

Dans les haut-parleurs piézo-électriques ce "moteur" a été remplacé par une mince couche de céramique recouverte sur chaque face d'une pellicule conductrice.

Cet ensemble ainsi constitué présente la particularité de se dilater ou de se rétracter en fonction de la différence de potentiel existant entre les deux pellicules conductrices. Il suffit donc de coller une membrane à un tel système pour obtenir un haut-parleur.

Cependant, comme la céramique fait partie des isolants nous aurons cette fois-ci réalisé un véritable condensateur. L'impédance du haut-parleur augmentera dès que nous irons vers les basses fréquences et il sera donc incapable de les retransmettre. C'est pour cette raison que l'on ne trouve actuellement sur le marché que des tweeters piézo-électriques. Dans notre cas, il s'agit très exactement du type de composant dont nous avons besoin.

La réalisation du montage ne doit pas poser de problème particulier à condition de respecter le brochage et la polarité des divers composants. Rappelons à ce sujet que généralement, sur les diodes électro-luminescentes, la patte la plus longue doit toujours être câblée vers le pôle plus et, par voie de conséquence la plus courte vers le zéro volt.

En ce qui concerne l'alimentation, il est possible d'employer une simple pile de 9 volts ou toute autre source de courant continu dont la tension de sortie sera comprise entre 9 et 15 volts.

En réponse à un abondant courrier des lecteurs, et en nous excusant auprès de ceux qui n'auraient pas encore vu leurs commandes honorées auprès de la société PENTRON, voici ci-dessous des adresses où l'on peut se procurer les différents composants utilisés dans notre rubrique :

- **RADIO M.J.**, 19 rue Claude Bernard, 75005 Paris, pour les commandes par correspondance, tél. 336 01 40.
- **PENTASONIC**, 5 rue Maurice Bourdet, 75016 Paris, tél. 336 21 05.
- **T.S.M.**, 15 rue des Onze Arpents, 95130 Franconville ; tél. 413 37 52.
- **Ces composants sont également disponibles chez la plupart des revendeurs régionaux.**

À LA RECHERCHE DE GWENDOLINE KADOK

► Le jeu d'aventure est sans doute né de l'autre côté de l'Atlantique, quoiqu'il soit malaisé de tracer une frontière précise entre le « Il était une fois... » de nos aïeux et les dernières petites merveilles du genre, née de l'alliance inattendue de la poésie — ou du moins de la fantaisie — et de la micro-informatique. Mais de toute manière, la vogue florissante et grandissante des « micros » a tendance à rendre le marché français de plus en plus intéressant pour les créateurs de jeux en tous genres, les amateurs français se contentant de moins en moins aisément des médiocres traductions, voire de l'absence de traduction, des jeux d'origine anglo-saxonne.

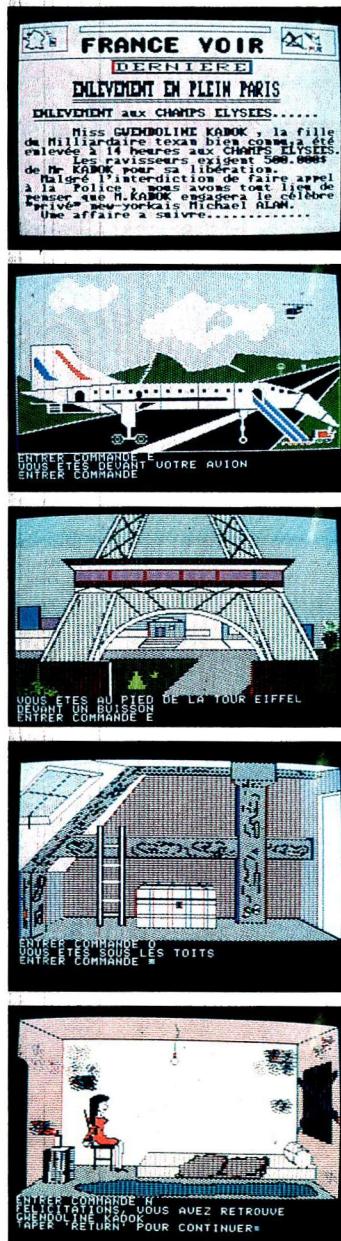
De plus, le jeu d'aventure consistant en un dialogue incessant entre l'ordinateur et le joueur, il ne suffit pas, pour rendre le jeu utilisable par tous, de traduire une règle du jeu qui, en l'occurrence, est d'ailleurs réduite souvent à sa plus simple expression.

Ainsi, nous voici en présence d'un jeu d'aventure français ou, du moins, fortement francisé, au point de se dérouler presque totalement sur le territoire national. Le thème de départ est simple : Gwendoline Kadok, la fille du milliardaire texan bien connu — rien à voir avec Dallas, cependant — a été enlevée sur les Champs-Élysées et, bien entendu, ses ravisseurs sont inconnus... Pour retrouver sa fille, Kadok, à qui l'on réclame en toute simplicité 500 000 dollars, ne s'est pas incliné devant les malfaiteurs qui interdisaient que la police soit prévenue, et il a engagé le célèbre « privé » new-yorkais Michaël Alan.

On le voit, le scénario est classique et la grande ombre de Philip Marlowe plane sur le récit, même si le souvenir de Humphrey Bogart commence à s'estomper, hormis dans l'esprit des véritables cinéphiles s'entend. Cela étant, les amateurs de jolies images seront vraisemblablement satisfaits car la

FICHE TECHNIQUE

Le jeu "l'Enlèvement" a été mis à notre disposition par la Société SIVEA - 33, boulevard des Batignolles - 75008 Paris (tél. 522 70 66). Il est disponible pour Apple II+, II E et II C et son prix de vente au jour de l'essai était de 450 F TTC.



partie graphique de "l'enlèvement" a été fortement développée, au point que l'action n'est pas loin de se dérouler à la manière d'un véritable petit film.

Le joueur, car nous avons affaire à un jeu de solitaire, assume le rôle du détective Michaël Alan et la première illustration représente le bureau new-yorkais du fin limier, à l'instant où il décide de partir pour Paris. Pour cela, il faut

entre autres choses de l'argent ainsi qu'un passeport... et l'aventure commence ! En dehors des écrans graphiques, qui sont au nombre de plusieurs dizaines, il suffit de taper "return" pour qu'apparaissent un récapitulatif des dernières commandes ainsi qu'un inventaire des objets visibles sur l'écran et des orientations de déplacement autorisées, en fonction de la topographie.

Les commandes comportent deux mots, tels que "examiner armoire" ou encore "ouvrir tiroir" tandis que les directions sont indiquées par une seule lettre N, E, S, O, plus B et H pour bas et haut. A noter que le programme ne supporte pas les fautes d'orthographe et que ses commentaires à l'égard du joueur distrait et mal inspiré sont quelquefois sévères.

Les sanctions prises à l'encontre du joueur maladroit sont variées. Elles vont du retour pur et simple à la case "départ" par mort subite jusqu'à des ennuis moins définitifs mais néanmoins préoccupants. Il est également possible d'errer en vain à travers des dédales sans intérêt et, de tout façon, la tâche de Michaël Alan est moins simple qu'il y paraît, en raison du grand nombre d'énigmes mineures. Par exemple, de quelle manière convient-il d'aborder un marchand de journaux qui commence par vous déclarer simplement qu'il ne vend pas de journaux américains ou comment convient-il de se procurer des tickets de métro ?

La Compagnie informatique ludique qui édite "l'enlèvement" a confié la distribution de son jeu à la SIVEA, dont les magasins sont bien connus des amateurs, et le programme accepte, semble-t-il, de "tourner" aussi bien sur le Apple II+ que sur le II E ou le II C, avec seulement 48 ko, ce qui paraît d'ailleurs surprenant lorsqu'on considère la richesse du jeu.

Les deux faces de la disquette sont successivement utilisées et, quoique le langage soit simple, la complexité de l'ensemble paraît s'adresser au minimum aux joueurs de 12/13 ans. Il est bien entendu que, comme un grand nombre de jeux d'aventure, l'intrigue est ici construite une fois pour toutes et que le cheminement se trouvant découvert, le charme du mystère est irrémédiablement détruit...

André COSTA □

GO INITIATION

LÉGER, LÉGER !

Blancs : Kim (Corée), 13 ans

Noirs : Buit (Pays-Bas), 14 ans

Date : 14 juillet 1984, 1^{er} championnat du monde des jeunes. Taipei (Taïwan)

Résultat : noir abandonne au coup 108.

► Le premier championnat du monde des jeunes — de moins de 15 ans — est dû à l'initiative de la Fédération taïwanaise de *Wei-Ch'i* terme chinois pour désigner le *Go*.

Il n'y avait pas de Chinois de Chine, et la représentation japonaise était modeste : les Coréens se sont logiquement imposés face aux Taïwanais. Les pays non-asiatiques avaient six représentants, mais la différence est encore grande et le Hollandais Buit contre le Coréen Kim vainqueur du tournoi, c'était le pot de terre contre le pot de fer. Peut-être les meilleurs moins de 20 ans européens avaient-ils leur chance ; il n'y a pas que l'âge qui compte, mais aussi le nombre d'années de pratique sans parler de l'environnement.

"Joseki" incorrect (1-18)

Un *Joseki*, c'est une séquence de coin satisfaisante pour les deux joueurs, résultat de l'étude de générations de professionnels.

La séquence du coin sud-est est *Joseki*... jusqu'au coup 17 qui diverge indûment. Le noir, avec 7, sépare les forces blanches, mais la liaison entre 5 et 7 n'est pas solide.

Le coup 8, suivi de 10 est la manière classique d'exploiter cette faiblesse : le noir ne peut pas se protéger à la fois en 11 et 12. Le

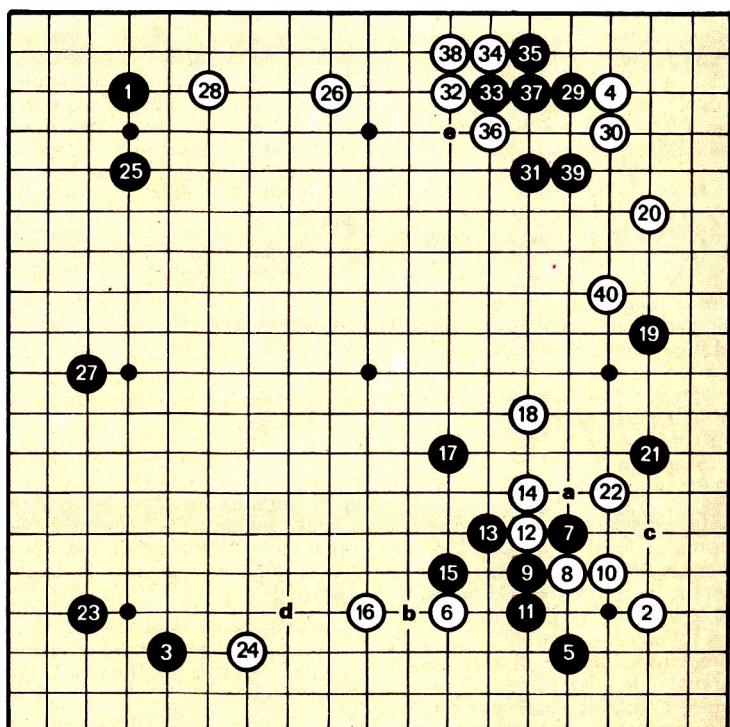


Figure 1, coups 1 à 40

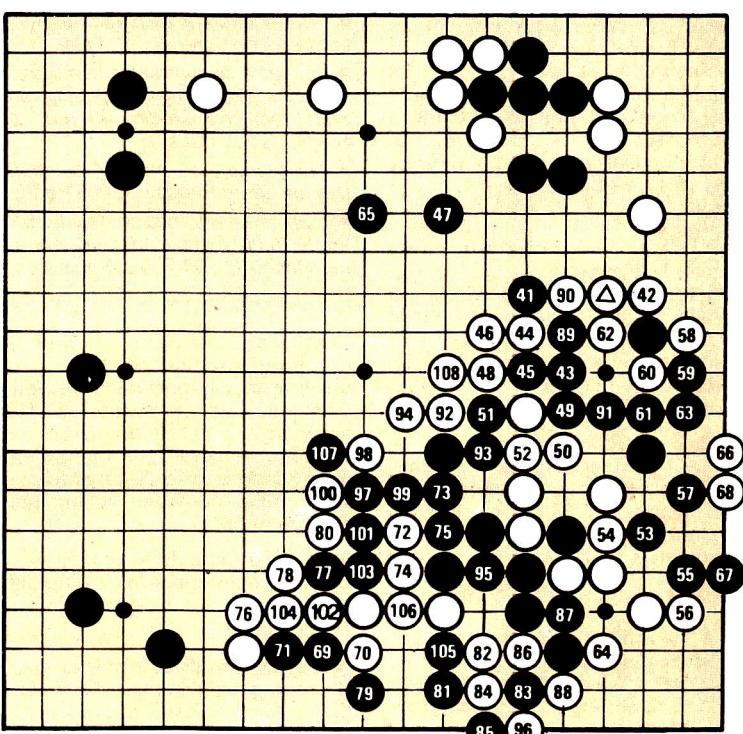
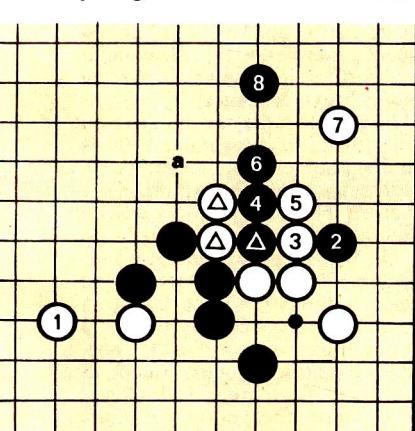


Figure 2, coups 41 à 108

Diagramme 1



coup 11 est normal et 12 obligatoire. Après 15, le blanc peut choisir une suite pacifique : blanc "a", noir "b", qui aboutit à un partage équitable. Mais en général on joue 8 quand on veut jouer 16, comme ici dans la partie.

A ce moment-là, le noir doit jouer en "c". C'est un *Tesuji*, c'est-à-dire un bon coup, pas évident. Malheureusement c'est aussi le seul coup qui soit bon dans cette position, mais les connaissances de Buit ne vont pas jusque là. Il semble naturel, puisqu'on ne s'oriente pas vers le partage pacifique, que si le blanc bouge en 16 le noir ne laisse pas sa pierre 7 à l'abandon ; après l'échange 17-18, c'est trop tard, la pierre 7 est pratiquement devenue inutilisable.

Le **diagramme 1** montre la bonne séquence : le coup 2 est en fait un coup de sacrifice destiné à mettre en mouvement la pierre $\textcircled{1}$. Si le blanc essaie de tout capturer, en jouant 4 au lieu de 3, c'est lui qui perd les pierres du coin ; il doit accepter le compromis et pousser en 3 et 5 ; avec 7, il s'assure quelques points sur le bord.

Noir doit alors choisir entre 8 et "a" ; "a" capture proprement les deux pierres blanchies $\textcircled{1}$, mais c'est un coup un peu lent. Le 8 est plus ambitieux, qui agrandit le champ de bataille et pousse le blanc à sortir ses pierres. La différence entre le **diagramme 1** et la **figure 1** est très sensible.

Jalousie 19-22

Visiblement le noir regarde avec envie la magnifique zone blanche en formation sur le bord est ; il n'accepte pas le déficit et veut le réduire immédiatement ; 19 et 21 sont des coups jaloux : le noir joue trop près de la force blanche. Il le sentira plus tard.

Coups de développement 23-28

Le développement reprend, mais le noir ne devrait pas laisser le blanc jouer 24 ; il est logique d'attaquer les pierres blanches, par exemple en "d".

Léger et lourd 29-40

Après 28, la position noire n'est pas catastrophique, mais il doit agir avec délicatesse. Le noir ne doit pas ignorer que les pierres 19 et 21 sont faibles ; la séquence 29-39 est très mauvaise parce que le blanc a maintenant une autre

cible. Quand il sépare les deux groupes noirs avec 40, c'est le début des grandes souffrances. Plus encore que chacun des coups noirs c'est l'idée générale qui est fausse. En zone de force blanche le noir doit jouer légèrement, or la seule chose qui soit légère dans ce que fabrique le noir, c'est sa technique.

Il faudrait :

1. Essayer d'exploiter la relative faiblesse des pierres 26 et 28 : après 32, c'est fini.
2. Eviter qu'un coup blanc, en l'occurrence 40 puisse avoir autant d'effet sur les deux groupes noirs qu'il sépare.
3. Etre prêt à lâcher le lest : quand le blanc joue 34, il faut jouer "e" pour prendre une bonne forme et encore couper en "e" au lieu de 39, mais déjà ça tourne au vinaigre. Avec 40, le blanc est à l'attaque partout.

L'agonie - figure 2 - 41-108

La partie devient de plus en plus pénible, mais le noir facilite à plu-

LA "BOMBE" DE SHAO

Blancs : Shao (Chine)

Noirs : Kobayashi (Japon)

Date : 1983

Résultat : Blanc abandonne après 149 coups.

► Au cours de l'édition 1983 de la rencontre annuelle Chine-Japon, remportée plus difficilement que prévu — 31 victoires à 25 — par une très forte équipe japonaise, Kobayashi, son représentant le plus brillant, puisqu'il a gagné les 7 parties, a été confronté dès les premières minutes de la 1^{re} partie à une bombe redoutable, le coup 18 de Shao.

Il raconte : « J'ai été sidéré par ce nouveau coup. Shao l'a joué presque immédiatement, ce qui montre qu'il a dû l'étudier auparavant. A la moindre erreur je risquais d'être pulvérisé ; je dépendais donc trente minutes de mon temps avant de répondre, ce qui est beaucoup si l'on considère que nous ne disposions que de trois heures chacun. »

Les "préparations à la maison" sont moins fréquentes et la plupart du temps moins décisives au Go qu'aux échecs, mais celle-ci était un vrai traquenard et le fait que Kobayashi ait réussi à trouver en relativement si peu de temps une séquence aussi longue et compliquée — elle se termine avec 44 — relève du tour de force.

Un "Joseki" de combat

La séquence est issue de la prise en tenaille 1 du **diagramme de référence**. Le choix du blanc se limite classiquement aux coups "a", "b", "c" et "d", les deux derniers — coups de contact — cherchant une stabilisation rapide. Le coup "c" n'y mène pas forcément, mais c'est le choix du blanc ; les coups "a" et "b" impliquent généralement que le combat au centre se poursuivra à plus ou moins brève échéance.

La suite logique et combative du coup "b" est le **diagramme 1**. Dans ce diagramme, blanc 13 est *Tesuji* et la seule réponse correcte est le saut en 14. Le nouveau coup de Shao est de jouer "a" au lieu de 13.

On voit bien, les pierres noires étant séparées et faibles, qu'une légère imprécision peut tourner à la catastrophe. Les **diagrammes 2** et 3 montrent deux des suites possibles quand les joueurs jouent 13 et 14 du diagramme 1. La principale différence entre ces deux diagrammes — c'est le choix du blanc — c'est que dans le dia-

BIBLIOGRAPHIE

- "Bien conduire sa partie de Go", par Lim Yoo Jong et J.P. Lalo.
- "Le jeu à six pierres de handicap" par Lim Yoo Jong et Myung Jin Shin : éditions Chiron, 40 rue de Seine, 75006 Paris.
- "Le jeu de Go", par P. Arouthoff (Hatier, 59 bd Raspail, 75006 Paris).
- "Go", revue française de GO, BP 95, F-75262 Paris Cedex 06. Abonnement 1985 : 90 F, les 6 numéros.

sieurs reprises la tâche du blanc. Il est insupportable de laisser le blanc fermer la porte en 48 ; noir doit jouer 48 et ensuite se débrouiller. 57 en 58 donnerait de meilleures chances ; le blanc s'en donne à cœur joie et après 64, le noir oublie de vivre : blanc tue avec 66 et 68.

- Le noir tente de se venger avec 69 et 71, mais après 76 c'est lui qui est attaqué ; il en est réduit à se connecter.
- 83 est trop direct : mieux vaut descendre en 88, mais de toutes façons la partie est jouée après 66.

Pierre AROUTCHEFF □

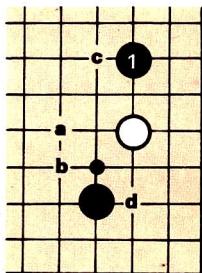
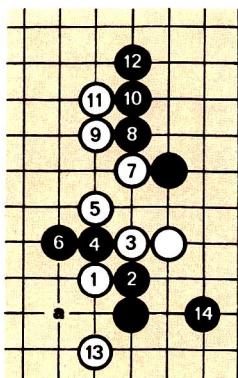


Diagramme de référence

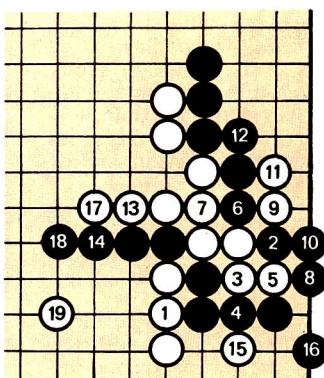
gramme 3, le noir fait des points dans le coin et qu'en contre-partie les pierres du bord est ne sont pas connectées aux pierres du coin, et donc plus faibles.

Comment désamorcer la bombe ?

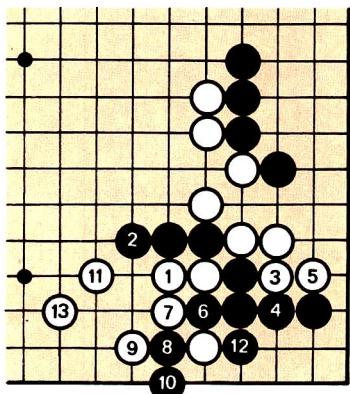
Revenons au coup 18. Kobayashi affirme que la réponse en 19 est le seul coup possible et... que la suite est apparemment inévitable. Noir ne peut pas couper avec 27 en 44, parce que ses pierres sont prises en *Shicho*, d'où 27, mais le blanc résiste avec 28. Après 32, le noir a envie cette fois



Dia. 1



Dia. 2



Dia. 3

de couper en "a", mais la suite blanc "b", noir 34, blanc "c", noir "d", blanc "e" n'est pas enthousiasmante ; en revanche après 33, le noir peut couper en "a" et 34 est obligatoire.

Le coup le plus difficile à lire d'avance est 37 qui est vital : si noir joue 38, blanc joue 37 et vit. Le noir ne peut pas en même temps faire vivre son coin et parer la coupe en "f".

Enfin, dernière tentation : jouer en 44 au lieu de la connexion en 43. Dans ce cas le blanc coupe en 43, noir "f", blanc "g", noir capture trois pierres en 19 et blanc joue 45 ; le résultat est nettement favorable au blanc.

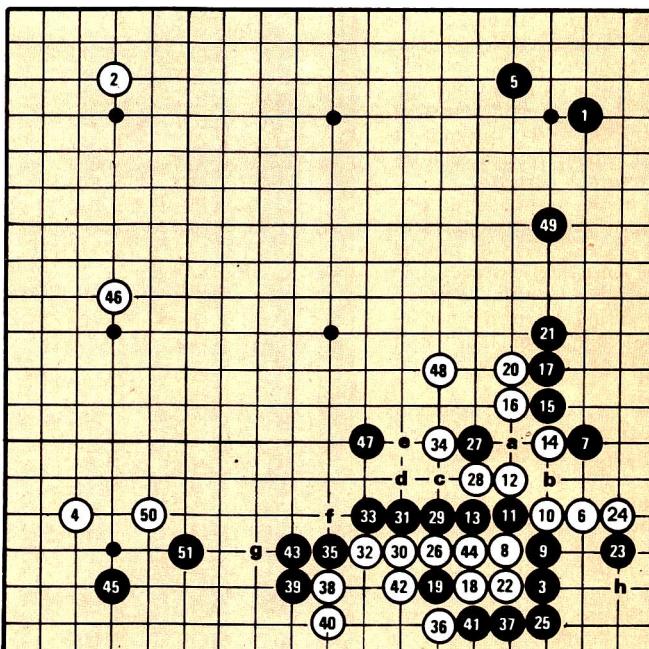


Fig. 1,
coups
1 à 51

Kobayashi est content de sortir indemne de la bousculade, mais il est un peu inquiet quand il joue 45 ; si le blanc avait joué 51, dit-il, il était résolu à combattre, mais sans bien savoir où il allait.

Mais Shao surestime sa position, parce que le noir n'est pas définitivement vivant dans le coin : il y a *Ko* si le blanc joue "h" ; mais c'est un *Ko* dangereux pour les deux joueurs, ce qui réduit la menace. 46 est un très bon coup : le blanc se développe et menace la coupe en "f" ; 47 est une réponse superbe qui protège la coupe en "f" en faisant pression sur les pierres blanches. C'est là que la partie bascule.

Le noir a envie de pouvoir jouer 49 et 51 et grâce à la coopération du blanc, il prend effectivement les deux points. S'imaginant qu'il tient le bon bout, Shao joue les coups trop pacifiques en 48 et 50. Il fallait accepter le combat et jouer en 49 au lieu de 48. Alors que quelques coups plus tôt le noir avait encore pas mal de difficultés à affronter, il a maintenant une partie plus facile que son adversaire et gagnera par abandon après 149 coups.

Je suppose que le fameux coup 18 a fait l'objet depuis d'un examen attentif de la part des professionnels japonais.

Pierre AROUTCHEFF □

INFORMATIQUE AMUSANTE

UN JEU DE CASSE-BRIQUES

► Ce mois-ci vous réaliserez sur votre ZX 81, un célèbre jeu d'arcades : le "casse-briques". Rappelons en brièvement le but.

Au départ, sur un terrain délimité par trois bords noirs sur l'écran, se trouve placé un mur de trois épaisseurs de briques. Le joueur devra à l'aide d'une balle et d'une raquette casser le plus grand nombre de ces briques. Un crédit de départ de trois balles est accordé.

Si la balle n'est pas correctement utilisée la partie est terminée. A chaque fois qu'une brique est détruite, le score du joueur augmente, et ce en fonction de la couche de briques atteinte ; chaque brique de la première rangée vaut 10 points, de la seconde rangée 20 points et de la troisième 30 points. Enfin si l'on réussit à ouvrir une brèche dans le mur et que la balle y pénètre, celle-ci attaquerà le mur par l'arrière.

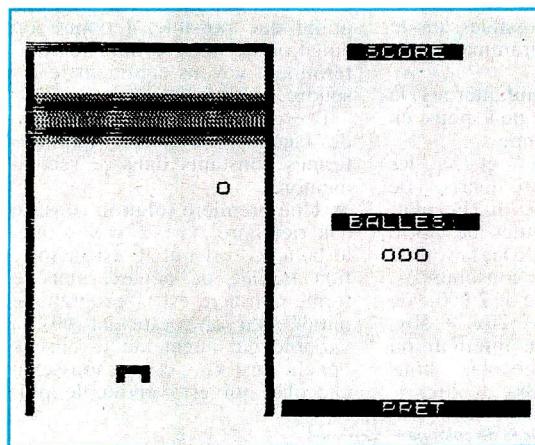
En début de partie, après une courte interruption due au passage en mode FAST, le ZX 81 affiche le terrain ainsi que le score et le crédit de balles. Enfin, "PRET" apparaît durant environ une seconde et dès que ce signal disparaît la balle est engagée, la partie commence.

En raison de la relative longueur de ce programme le module d'extension mémoire de 16 octets devra être employé. Passons à la réalisation de notre programme.

Afin de connaître de manière simple si l'emplacement où va se rendre la balle est libre ou non, nous utiliserons la fonction PEEK, de plus l'ordre POKE sera employé pour animer l'écran ; d'où l'obligation de connaître avec précision l'adresse de départ de la mémoire d'écran. La ligne 10 assurera cette opération en donnant à la variable E la valeur de l'adresse du début du fichier d'affichage. Aux lignes 20, 30 et 40 nous initialiserons les variables XR, SC et BL respectivement à 6, 0 et 0 ; nous afficherons ensuite les indications SCORE et BALLES. Les lignes 90 et 240 seront utilisées pour le tracé du terrain. Le passage en mode FAST de la ligne 90 permet de réduire par quatre le temps d'exécution de ce traçage.

Grâce à une boucle FOR...NEXT (lignes 100 à 130) nous placerons la limite supérieure du terrain ainsi que les trois rangées de briques ; une seconde boucle

```
10 LET E=PEEK 16393+(256*PEEK
16393)
20 LET XR=6
30 LET SC=0
40 LET BL=0
50 PRINT AT 0,20;"SCORE"
60 PRINT AT 10,19;"BALLES"
AT 12,22;"000"
90 FAST
100 FOR H=1 TO 29
110 PLOT H,43
120 PRINT AT 3,(H/2);";";AT 4,(H/2);";";AT 5,(H/2);";"
130 NEXT H
140 FOR B=0 TO 43
150 PLOT 1,B
160 PLOT 30,B
170 NEXT B
180 SLOW
190 GOTO 6030
200 LET X=INT (RND*14)+1
210 LET Y=7
220 LET XM=1-(INT (RND*2)*2)
230 LET YM=1
240 LET O=0
250 LET T=E+X+(33+Y)
260 IF PEEK T > 0 AND X > 0 AND X < 14 THEN GOSUB 5000
270 IF X > 0 AND X > 1 AND Y > 0 THEN LET O=1
280 IF Y=20 THEN GOTO 6000
290 IF O=1 THEN POKE T,52
300 LET XM=XM+(1-2*(X=14))+(2*(X=0))
310 IF X > 0 AND X < 14 AND Y > 0 THEN LET O=1
320 LET X=X+XM
330 LET Y=Y+YM
340 IF Y=20 THEN GOSUB 5000
350 GOTO 500
360 LET YM=-YM
370 LET XM=1-(INT (RND*3))
380 LET SC=SC+10*((6-Y)*(Y<6))
390 PRINT AT 2,21;SC
400 RETURN
410 PRINT AT 12,22+BL;" "
420 LET BL=BL+1
430 IF BL=3 THEN GOTO 7000
440 PRINT AT 21,16;" PRET "
450 PAUSE 100
460 PRINT AT 21,16;" "
470 GOTO 250
480 PRINT AT 21,16;" FIN DE PAR
IEE "
490 PAUSE 500
500 CLS
510 GOTO 20
```



Le mur de brique avant...

(lignes 200 à 230 sera utilisée pour les bords. Cette séquence se terminera par une commande SLOW de manière à retrouver le mode de fonctionnement standard du ZX 81.

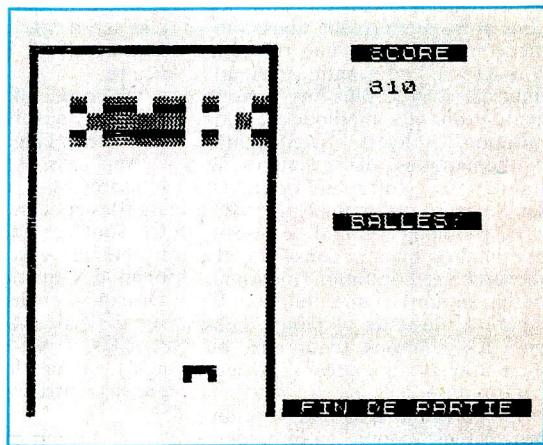
La ligne 245 nous envoie directement en 6030, ceci de façon à afficher PRET. L'attente d'une seconde sera réalisée par l'instruction PAUSE 100 de la ligne 6040. L'ordre GOTO 250, placé en 6100, permettra le début de partie.

Dès lors les coordonnées X et Y du départ de la balle sont choisies en 250 et 260. Notons au passage que si la balle part toujours du bord du mur ($Y = 7$) sa position horizontale est aléatoire en raison de l'instruction RND de la ligne 250. De même la direction de son déplacement horizontal est imprévisible puisqu'il est tiré au hasard lors de l'initialisation de la variable XM en ligne 270.

La variable YM quand à elle, réservée au sens du déplacement vertical, sera systématiquement initialisée en 1 de façon à ce que la balle parte bien vers la raquette et non directement vers le mur. En 500 nous donnerons à 0 la valeur Ø ; cette variable sera utile pour vérifier qu'il est possible d'afficher le symbole correspondant à la balle.

De plus nous viendrons voir si l'emplacement où doit se rendre la balle est bien libre ou s'il s'agit des bords ou du mur grâce à la variable T ; celle-ci aura à chaque instant la valeur de l'adresse mémoire de la position future de la balle.

L'analyse du contenu de cet emplacement par l'ordre PEEK T de



... et après

la ligne 520 nous fournira donc tous les renseignements utiles à l'animation du jeu. En effet si l'emplacement n'est pas libre nous nous rendrons directement dans une sous-routine (lignes 5000 à 5100) en raison de l'ordre GOSUB 5000. Cette sous-routine a pour but de provoquer le rebond de la balle (lignes 5000 et 5010) et créditer le score si une brique a été touchée (ligne 5020). Ce dernier ainsi réactualisé se trouve immédiatement affiché grâce à l'instruction PRINT de la ligne 5030. Nous utiliserons, comme toujours l'ordre RETURN pour terminer notre sous-routine ; le programme reviendra donc ainsi automatiquement à la ligne 530.

En 540 nous contrôlerons la valeur de Y ; en effet si Y est supérieur à 20 cela veut dire que la balle se trouve derrière la raquette, donc fatallement que le joueur l'a ratée. Si c'est le cas, le programme utilisera une seconde sous-routine, mais cette fois ci sur un ordre GOTO, chargé de soustraire une balle au crédit de départ. Nous commencerons par effacer une balle sur l'affichage des balles disponibles (ligne 6000), puis la variable BL sera incrémentée.

Si BL vaut 3, toutes les balles auront été utilisées ; le programme se rendra donc en 7000, indiquation de fin de partie et départ d'une nouvelle partie. Sinon l'engagement d'une nouvelle balle sera effectué grâce au retour à la ligne 250 assuré par l'ordre GOTO de la ligne 6100. L'animation du jeu à proprement parler sera réa-

lisée par les lignes 610 à 740.

En 610 nous ferons varier XM pour assurer les mouvements horizontaux de la balle. L'écriture de cette ligne peut sembler chargée mais elle permet de contrôler également les rebonds sur les bords verticaux du terrain.

Les lignes 650 et 655 ont pour but de "nettoyer" la zone où le joueur promènera la raquette, ses déplacements seront gérés par les ordres INKEY \$ placés en 660. Ici encore les limites de déplacement sont réalisées à l'aide de deux tests sur la valeur de X. Les lignes 650 et 655 seront utilisées pour afficher les deux symboles utilisés pour le dessin de la raquette. La variation des coordonnées X et Y de la balle est enfin assurée par les lignes 710 et 720. Pour terminer, le programme sera rebouclé par l'ordre GOTO 500 de la ligne 740.

Une fois ce programme entièrement tapé, sa mise en route (ordre RUN) provoque l'extinction de l'écran. Ce phénomène est normal en raison de la fonction FAST utilisée. Au bout de quelques secondes l'écran doit afficher le terrain ainsi que les divers commentaires. Il est dès lors possible de commencer à jouer.

Si les mots-clef du ZX 81 sont bien employés la frappe de ce programme ne doit pas poser de problème particulier. Certes les mouvements de la balle, comme vous pourrez le constater, ne sont pas des plus rapides. Mais réaliser un score honorable n'est pas aussi simple qu'il y paraît.

Henri-Pierre PENEL
et Olivier GUTRON □

PROGRAMMATION LINÉAIRE

► Comme nous l'avons annoncé dans notre numéro 805 nous commençons ce mois-ci une rubrique consacrée à l'informatique scientifique au sens le plus large. Nous analyserons des méthodes d'optimisation, divers algorithmes mathématiques, des exemples de simulation... Notre outil de travail sera le micro-ordinateur Apple IIC.

Le problème général de la programmation linéaire consiste en la recherche de l'optimum (minimum ou maximum) d'une fonction linéaire à plusieurs variables, liées par des relations (équations ou inéquations) linéaires appelées contraintes.

L'algorithme que nous présentons ici est connu modestement sous le nom de "simplexe" et a été développé en 1947 par G.B. Dantzig du US Department of the Air Force. C'est l'intérêt des militaires qu'il suscita tout d'abord avant de tomber entre les mains des économistes qui en firent rapidement un outil de calcul des plus utilisés. De fait, ces applications sont nombreuses : de la préparation de mélanges industriels, à l'affectation de personnel et plan de production, en passant par le stockage ou les investissements...

Situons notre problème : supposons qu'un pâtissier désire confectionner des soufflés au chocolat, des quatre-quarts et des mousses au chocolat. Pour ce faire, il dispose de sucre et de chocolat en quantités limitées et chacune des pâtisseries en consommera des quantités variables (nous supposons qu'il n'y a pas de limitation pour les autres ingrédients).

De plus, chaque gâteau est vendu à un prix qui doit alors tenir compte du coût des divers ingrédients. Les prix et les matières premières nécessaires sont représentés dans le tableau ci-dessous.

Question : combien de gâteaux de chaque type le pâtissier doit-il préparer (et vendre) pour en tirer le profit maximal ? Une résolution empirique est déjà difficile, mais avec un nombre de variables supé-

rieur à celui que nous avons choisi, elle serait vite impossible sans le secours de la programmation linéaire.

D'abord, nous indiquerons la méthode à suivre, puis nous en donnerons l'algorithme.

Appelons x_1 , x_2 et x_3 les nombres de quatre-quarts, de soufflés et de mousses au chocolat. Ce sont les inconnues de notre problème. À partir de là, faisons le bilan des quantités consommées. Dire que l'on dispose de 2 000 g de sucre s'écrit : $40x_1 + 20x_2 + 50x_3 \leq 2000$ ("≤" se lit inférieur ou égal). Pour le chocolat, nous aurons : $10x_1 + 28x_2 + 20x_3 \leq 1000$.

où il faut tenter d'avoir B aussi grand que possible. La mise en équation de notre problème étant terminée, voyons comment le résoudre, en écrivant :

$B = 20x_1 + 20x_2 + 40x_3 = 0$, de façon à ne laisser que des termes constants dans le second membre.

● Une première solution consiste à ne rien faire : $x_1 = x_2 = x_3 = 0$, et le bénéfice est nul. C'est la solution triviale de départ, mais le terme consacré est : "programme initial". Vu son coefficient (40), la variable qui augmente le plus le bénéfice est x_3 (c'est la mousse au chocolat qui est vendue le plus

Indices de colonne					
0	M-1	M	N-1	N	
Contraintes					Secondes membres
	M-1				
Fonction économique	M-1				
	M				
		Variables auxiliaires	Inconnues		

Structure du tableau PGM.

1 000.

Le bénéfice, noté B, vaudra $20x_1 + 20x_2 + 40x_3$.

La méthode ci-dessous travaille sur des équations linéaires (d'où son nom). Les deux premières relations étant des inégalités, appelées contraintes, nous devons les transformer comme suit, en rajoutant deux variables auxiliaires :

$$m_1 + 40x_1 + 20x_2 + 50x_3 = 2000$$

$$m_2 + 10x_1 + 28x_2 + 20x_3 = 1000$$

m_1 et m_2 représentent les quantités non consommées d'ingrédients. Nous avons à présent le système :

$$m_1 + 40x_1 + 20x_2 + 50x_3 = 2000$$

$$m_2 + 10x_1 + 28x_2 + 20x_3 = 1000$$

$$B = 20x_1 + 20x_2 + 40x_3$$

cher). Essayons donc de lui donner une valeur aussi grande que possible. Or, on doit avoir simultanément, en faisant abstraction des autres variables, $50x_3 \leq 2000$ (1^e contrainte) et $20x_3 \leq 1000$ (2^e contrainte) et c'est la première inéquation qui limite x_3 car $2000/50 < 1000/20$.

Arrivés à ce stade, nous pouvons donner quelques définitions. Le bénéfice B s'appelle "fonction économique" dans le cas le plus général. Le coefficient de x_3 dans l'égalité limitant ce dernier (ici, 50), s'appelle pivot et cette équation est dite "ligne du pivot". Les variables m_1 et m_2 n'apparaissent qu'une seule fois chacune dans les équations : ce sont des variables dites "de base" ; x_1 , x_2 et x_3 étant des variables "hors base".

Maintenant que l'étude "suivant l'axe des x_3 " est (momentanément) terminée, nous allons en faire une variable de base, en remplaçant m_1 , qui va sortir de la base. En clair, la procédure consiste à :

	Quatre-quart	Soufflé au chocolat	Mousse au chocolat	Quantité disponible
Sucre	40	20	50	2000
Chocolat	10	28	20	1000
Prix	20	20	40	

Les matières premières et leurs prix.

```

5 REM VERSION SIMPLIFIEE DE L'ALGORITHME DU SIMPLEXE
10 HOME : PRINT "***** PROGRAMMATION LINEAIRE *****": PRINT
12 REM
14 REM ENTREE DES DONNEES
16 REM
20 INPUT "NOMBRE D'INCONNUES = ? ";N: PRINT
30 INPUT "NOMBRE DE CONTRAINTES = ? ";M: PRINT
40 N = M + N
50 DIM PGM(M,N): DIM BASE(M - 1)
60 FOR I = 0 TO M - 1: PRINT I + 1" iè CONTRAINTE ":" BASE(I) = I: PRINT
70 FOR J = 0 TO M - 1
80 IF J = I THEN PGM(I,J) = 1: GOTO 100
90 PGM(I,J) = 0
100 NEXT J
110 FOR J = M TO N - 1
120 PRINT "COEFFICIENT DE X";J - M + 1: INPUT " = ? ";PGM(I,J)
130 NEXT J
135 INPUT "VALEUR DU SECOND MEMBRE = ? ";SEC: PGM(I,N) = SEC: PRINT
140 NEXT I
150 FOR J = 0 TO M - 1: PGM(M,J) = 0: NEXT J
160 PRINT "FONCTION ECONOMIQUE :": PRINT
170 FOR J = M TO N - 1: PRINT "COEFFICIENT DE X";J - M + 1: INPUT " = ? ";BENEFICE
180 PGM(M,J) = - BENEFICE
190 NEXT J
195 PGM(M,N) = 0
197 REM
198 REM DEBUT DE LA BOUCLE
199 REM
200 MIN = 0
205 REM RECHERCHE DE L'AXE(J1-M+1)
210 FOR J = M TO N - 1
220 D = PGM(M,J)
230 IF D > 0 THEN GOTO 260
240 IF ABS(D) < MIN GOTO 260
250 MIN = ABS(D): J1 = J
260 NEXT J
265 IF MIN = 0 THEN GOTO 500
267 REM RECHERCHE DE LA LIGNE I1 DU PIVOT
270 XP = 1E20
275 FOR I = 0 TO M - 1
277 IF PGM(I,J1) < = 0 GOTO 300
280 RAP = PGM(I,N) / PGM(I,J1)
290 IF RAP < XP THEN XP = RAP: I1 = I
300 NEXT I
305 IF XP = 1E20 THEN GOTO 600
310 PIVOT = PGM(I1,J1): BASE(I1) = J1
320 FOR J = 0 TO N
330 PGM(I1,J) = PGM(I1,J) / PIVOT
335 NEXT J
337 REM ELIMINATION DE LA VARIABLE D'INDICE J1
340 FOR I = 0 TO M
350 IF I = I1 THEN GOTO 390
355 X = PGM(I,J1)
360 FOR J = 0 TO N
370 PGM(I,J) = PGM(I,J) - PGM(I1,J) * X
380 NEXT J
390 NEXT I
400 GOTO 200
500 HOME : HTAB 15: PRINT "*****": PRINT
505 REM AFFICHAGE DU PROGRAMME OPTIMAL
510 PRINT : PRINT "SOLUTION :": PRINT
520 FOR I = M TO N - 1
525 FOR J = 0 TO M - 1
530 IF BASE(J) = I THEN PRINT "X";I - M + 1;" = ";PGM(J,N): GOTO 550
540 NEXT J
545 PRINT "X";I - M + 1;" = 0"
550 NEXT I
560 PRINT : PRINT "VALEUR DE LA FONCTION ECONOMIQUE = ";PGM(M,N)
570 PRINT : HTAB 15: PRINT "*****": PRINT
580 END
600 HOME
605 PRINT "CE PROBLEME N'ADMET PAS DE SOLUTION OPTIMALE": PRINT
610 END

```

● diviser la ligne du pivot par le pivot

$$\frac{m_1}{50} + \frac{40}{50}x_1 + \frac{20}{50}x_2 + \frac{50}{50}x_3 = \frac{2000}{50}$$

● éliminer x_3 dans les deux autres équations.

Par ce procédé, classique en algèbre, on obtient :

$$0.02m_1 + 0.8x_1 + 0.42x_2 + x_3 = 40$$

$$-0.4m_1 + m_2 - 6x_1 + 20x_2 = 200$$

$$B + 0.8m_1 + 12x_1 - 4x_2 = 1600$$

Les variables de base sont maintenant x_3 et m_2 , puisqu'elles n'apparaissent chacune qu'une seule fois. Donnons aux autres la valeur zéro : le bénéfice vaut alors 1600, ce qui est bien mieux que la solution de départ.

Le programme $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 40$ est meilleur. Mais ce n'est pas terminé : d'après la forme de la fonction économique, on s'aperçoit que B et x_2 varient dans le même sens (ils ont des signes opposés), car $B - 4x_2$ doit rester constant.

Tout le reste égal par ailleurs, augmenter B revient à augmenter x_2 . Il faut donc poursuivre la résolution "suivant l'axe des x_2 ". D'après les contraintes, toujours en oubliant les autres variables, on doit vérifier $0.4x_2 \leq 40$, soit $x_2 \leq 100$ et $20x_2 \leq 200$, ou $x_2 \leq 10$. Cette dernière relation est la plus contraignante, le pivot est 20 et la ligne du pivot devient :

$$-0.4m_1 + m_2 - 6x_1 + 20x_2 = 200.$$

Opérons comme précédemment en divisant cette égalité par le pivot, et en éliminant x_2 dans les autres équations. On aboutit à

$$-0.02m_1 + 0.05m_2 - 0.3x_1 + x_2 = 10$$

$$0.028m_1 - 0.02m_2 + 0.92x_1 + x_3 = 36$$

$$B + 0.27m_1 + 0.2m_2 + 10.8x_1 = 1640$$

A présent on s'aperçoit que les variables de base sont x_2 et x_3 , x_2 ayant remplacé m_2 dans ce rôle. Dans l'égalité donnant B , tous les signes sont positifs, ce qui signifie qu'à toute augmentation de m_1 , m_2 ou x_1 , B diminuera proportionnellement. Il suffit donc de donner la valeur zéro à ces variables hors base pour obtenir le bénéfice maximal $B = 1640$. Les deux contraintes fournissent alors, par simple lecture, le programme optimal $x_2 = 10$ et $x_3 = 36$. Le pâtissier doit préparer 10 soufflés et 36 mousses. $m_1 = m_2 = 0$, indique qu'il ne lui restera alors ni chocolat ni sucre.

Notre exemple consistait à maximiser un bénéfice, mais il

LE "MICRO" DE L'INGÉNIEUR

(suite)

aurait pu s'agir de minimiser un coût. Souvent aussi se pose le problème de trouver une solution de départ, pas toujours évidente, et qui est nécessaire au démarrage de l'algorithme. Tous ces problèmes seront réglés dans une deuxième partie, où nous publierons un programme général. Aujourd'hui nous nous limitons au même type de problème que celui du pâtissier.

Formulation

1^{re} phase : modélisation du problème. Celui-ci doit pouvoir s'écrire sous la forme de m contraintes du type $a_1^{(i)} x_1 + a_2^{(i)} x_2 + \dots + a_n^{(i)} x_n \leq \alpha^{(i)}$ désignant le numéro courant de la contrainte ($i = 1, 2, \dots, m$) et x_1, x_2, \dots, x_n les n inconnues du problème. Afin d'avoir des égalités, la contrainte n de i s'écritra $m^{(i)} + a_1^{(i)} x_1 + \dots + a_n^{(i)} x_n + \alpha^{(i)}$ au prix du rajout de l'inconnue auxiliaire $m^{(i)}$. Si l'inégalité était dans l'autre sens (\geq), on aurait retranché $m^{(i)}$. Cependant nous n'envisageons ici que les contraintes de type " \leq ". Notons que si le problème comporte m contraintes, nous avons autant d'inconnues auxiliaires $m^{(i)}$, ce qui donne un total de $m + n$ variables.

La fonction économique s'écrit :

$$B = B_1 x_1 - B_2 x_2 - \dots - B_n x_n = 0$$

L'algorithme du simplexe repose sur l'hypothèse que les variables $m^{(i)}$ et x_j sont positives ou nulles, les coefficients $a_j^{(i)}$ pouvant être quelconques.

2^e phase : début de la boucle. Il s'agit d'abord de trouver le coefficient b_{jj} négatif (non nul) le plus grand en valeur absolue dans l'expression de B , afin d'orienter la recherche dans l'axe de l'inconnue associée. Appelons b_{jj} ce coefficient, x_{jj} l'inconnue associée. Il faut ensuite chercher la contrainte i limitant x_{jj} , c'est-à-dire telle que $\alpha^{(i)}$ est minimal mais positif (si $a_{jj}^{(i)}$ tous les rapports sont négatifs ou nuls, la théorie montre que le problème n'a pas de solution optimale, le bénéfice pouvant être rendu aussi grand que voulu).

En notant i_1 "la ligne de pivot", $a_{jj}^{(i)}$ est le pivot. On divise la ligne du pivot par le pivot ; on élimine x_{jj} dans les autres équations, y compris dans celle de la fonction économique. Ceci ramène x_{jj} dans la base, en remplaçant $m^{(i)}$. Le

coefficient b_{jj} disparaît (momentanément) dans l'expression de B .

3^e phase. On répète cette boucle tant que les coefficients des $x^{(i)}$ ou des $m^{(i)}$ dans l'expression de B ne sont pas tous positifs. A ce moment, on donne la valeur 0 aux variables hors base et chaque équation fournit une seule inconnue du type $m^{(i)}$ ou $x^{(i)}$. L'expérience montre que le nombre d'itérations est au plus égal à trois fois le nombre de contraintes. Notre exemple était heureux : deux recherches ont suffi.

Description du programme

Le langage utilisé est bien sûr le basic Applesoft, limité volontairement aux instructions les plus courantes. Cependant dans de prochains articles les instructions graphiques seront utilisées, notamment pour effectuer des simulations.

C'est au moyen des lignes 10 à 195 que les données sont introduites. Nous nous servons du tableau à deux dimensions PGM pour enregistrer les coefficients des $x^{(i)}$ et des $m^{(i)}$. Rappelons que ces derniers sont initialisés avec des coefficients nuls, sauf à la ligne i où le coefficient de $m^{(i)}$ vaut 1. Nous désignons par "second membre" les valeurs écrites à droite du signe \leq dans les contraintes ; dans l'exemple elles valent respectivement 2000 et 1000. La structure de PGM est indiquée dans la **fig. page 140**. Le tableau à une seule dimension BASE comporte, à la position I , l'indice de la variable de base dans la ligne I . Il est initialisé avec les valeurs 0, 1, ..., $M - 1$, puisqu'au départ ce sont les $m^{(i)}$ les variables de base. La boucle s'effectue entre les lignes 200 et 400. Le pivot est repéré par les indices I_1 et J_1 .

L'affichage de la solution (lignes 500 à 580) s'opère ainsi : pour chaque $x^{(i)}$ (i de 1 à N) le programme cherche s'il se trouve dans la base auquel cas $x^{(i)}$ vaut la valeur du second membre de la ligne repérée par le tableau BASE. Autrement, c'est que $x^{(i)} = 0$.

Rappelons que ce programme peut résoudre tout problème de même type que celui de notre exemple. Celui-ci pourra être essayé en recopiant scrupuleusement, ligne par ligne, les données du tableau 1.

Daniel FERRO □

JEUX ET PARADOXES

HÉTÉROGÈNES ET FANTAISISTES

► Pour aller plus loin, jusqu'à pratiquement en finir avec les carrés hétérogènes, Serge Brasse a déterminé une méthode de construction systématique tellement simple et tellement évidente qu'elle annule presque le mystère en installant le dérisoire.

Rappelons qu'un carré est dit "hétérogène" lorsqu'il contient, sur une grille $n \times n$ les n^2 premiers entiers à partir de 1, tels que les sommes des lignes, des colonnes et des deux diagonales soient toutes différentes. Ainsi la **figure 1** n'est pas hétérogène, comme vous le vérifieriez rapidement. Mais sur cette base, Serge Brasse construit des hétérogènes de dimensions croissantes par deux méthodes qui tombent sous le sens : le coin et la couronne.

Fig. 1

8	1	6
3	5	7
4	9	2

Le coin consiste à ajouter une ligne et une colonne supplémentaire, composées de nombres qui se suivent, tout simplement. Voici, sur les **figures 2, 3 et 4**, trois exemples de ces passages à la dimension supérieure.

Mieux, il est possible de suivre une même filiation, en atteignant les plus hautes dimensions à partir d'un carré de base : **figures 5, 6 et 7**.

La méthode de la couronne part de carrés hétérogènes et augmente la dimension de deux points, en ajoutant deux lignes et deux colonnes, d'une manière tout aussi élémentaire. Elle est appliquée à 2 carrés de base sur les **figures 8, 9, 10, 11, 12 et 13**.

Les puristes et amateurs de symétrie seront néanmoins choqués : le carré de base doit être obtenu par tâtonnements. Il n'est pas possible, comme le voudrait la logique, de partir du carré de la **figure 14**. Une inquiétante propriété des nombres dans un carré de petite dimension interdit l'apparition de la beauté à un stade trop élémentaire. Pourquoi cette odieuse frustration ?

Par ailleurs, l'intérêt de cet étalage de méthodes évidentes est d'ouvrir la voie à d'autres méthodes, qui seront plus sophistiquées. Que peut-on inventer d'autre pour construire une popu-

25	26	27	58	28
10	11	12	13	46
8	1	6	14	29
3	5	7	15	30
4	9	2	16	31

Fig. 2

Fig. 3	51	52	53	54	115	55
	17	18	19	20	21	95
	8	11	5	10	22	56
	1	14	4	15	23	57
	12	7	9	6	24	58
	13	2	16	3	25	59
						63

93	94	95	201	96
28	29	30	31	171
13	19	25	32	97
5	6	12	33	98
17	23	4	34	99
9	15	16	35	100
21	2	8	36	101

Fig. 5	25	26	27	58	28
	10	11	12	13	46
	8	1	6	14	29
	3	5	7	15	30
	4	9	2	16	31
					34

42	44	46	78	115	49	Fig. 6
17	18	19	20	21	95	
10	11	12	13	22	68	
8	1	6	14	23	52	
3	5	7	15	24	54	
4	9	2	16	25	56	
					74	

Fig. 7	68	71	74	107	145	201	80
26	27	28	29	30	31	171	
17	18	19	20	21	32	127	
10	11	12	13	22	33	101	
8	1	6	14	23	34	86	
3	5	7	15	24	35	89	
4	9	2	16	25	36	92	

			11
9	2	3	14
8	1	4	13
7	6	5	18
24	9	12	15

Fig. 8

Fig. 9

10	11	12	13	14	60
25	9	2	3	15	54
24	8	1	4	16	53
23	7	6	5	17	58
22	21	20	19	18	100

104 56 41 44 80 43

26	27	28	29	30	31	32	203
49	10	11	12	13	14	33	142
48	25	9	2	3	15	34	136
47	24	8	1	4	16	35	135
46	23	7	6	5	17	36	140
45	22	21	20	19	18	37	182
44	43	42	41	40	39	38	287
305	174	126	111	114	150	245	107

Fig. 11

16	2	5	9	32
1	4	8	12	25
3	7	11	14	35
6	10	13	15	44
26	23	37	50	46

17	18	19	20	21	22	117
36	16	2	5	9	23	91
35	1	4	8	12	24	84
34	3	7	11	14	25	94
33	6	10	13	15	26	103
32	31	30	29	28	27	177
187	75	72	86	99	147	90

Fig. 13

37	38	39	40	41	42	43	44	324
64	17	18	19	20	21	22	45	226
63	36	16	2	5	9	23	46	200
62	35	1	4	8	12	24	47	193
61	34	3	7	11	14	25	48	203
60	33	6	10	13	15	26	49	212
59	32	31	30	29	28	27	50	286
58	57	56	55	54	53	52	51	436

lation plus vaste de carrés hétérogènes ?

Passons aussi à cet univers parallèle qu'est celui des lettres et des mots et que nous avons exploré plusieurs fois dans le passé. Entrons dans l'équivalent des carrés de chiffres qu'est le carré de lettres. La **figure 15** utilise 25 lettres toutes différentes. Convénons que le carré est hétérogène s'il est impossible d'y lire un mot français de 3 lettres — ou plus — en suivant des lettres qui se touchent, diagonalement ou horizontalement. Ce carré n'est pas hétérogène : BAC, MON, BÉL, etc... l'en empêchent. Peut-on, en omettant comme ici la lettre K, organiser un carré alphabétique réellement hétérogène ? Peut-on même

Fig. 14

5	6	7
2	3	8
1	4	9

Fig. 15

R	S	T	U	V
J	L	M	N	W
E	F	G	O	X
B	C	H	P	Y
A	D	I	Q	Z

organiser un carré sans aucun mot de 2 lettres ?

Retournons enfin aux carrés numériques. N'est-il pas possible de définir et de construire d'autres sortes d'hétérogénéité, plus ou moins organisées ? Par exemple un carré peut-il exhiber 2 sommes, distribuées en quantités égales, ou alternées, sur ses lignes, ses colonnes et ses diagonales ? Ou bien peut-on observer des sommes toutes différentes sur les sous-carrés de 4 nombres ?

BIBLIOGRAPHIE

Deux ouvrages sur les carrés magiques sont disponibles en anglais chez Dover (180-Varick Street, N.Y. 10014 — New York USA :

- *Magic Squares and Cubes de W.S. Andrews*
- *New Recreation with Magic Squares, de W.H. Benson et O. Jacobi*

Jacobi.
Cependant, la meilleure référence reste les anciens numéros de *Science & Vie*.

LIVRES

METTRE LA MAIN À LA PÂTE OU S'AMUSER EN PHYSIQUE

Le stéthoscope fut inventé par le grand médecin Laënnec au début du XIX^e siècle, en... enroulant un cahier qu'il portait avec lui, pour écouter les bruits du cœur. Les percevant mieux de la sorte, il remplaça le cahier par un cylindre en bois creux. Bien des grandes inventions ont commencé aussi simplement, par hasard, préfigurant la formule célèbre de Picasso, « Je ne cherche pas, je trouve ». Dans l'immense majorité des cas, ces inventions furent réalisées par des bricoleurs, des gens qui tripotaient sans fin des appareils ou des équipements souvent rudimentaires. C'est presque par hasard que Becquerel découvrit en 1826 la polarisation des électrodes des piles et pensa à les dépolarisier en utilisant des substances liquides, augmentant ainsi le rendement de celles-ci. Bref, il faut mettre la main à la pâte.

L'un des meilleurs moyens de mettre la main à la pâte, même si l'on ne dispose que des rudiments dispensés par l'enseignement est sans doute le petit livre réalisé par nos collaborateurs Renaud de la Taille et Pierre Courbier, sous le titre déjà familier à nos lecteurs, *La physique amusante* (1). C'est d'ailleurs par la fabrication d'une pile électrique qu'il s'ouvre. Car tout le monde peut fabriquer une pile ; c'est même plus simple que réaliser une bon aïoli.

Beaucoup de gens voudraient aussi réarger ou redorer ou encore nickelier des objets courants, voire des végétaux, des insectes, des cailloux... Le même livre explique aussi comment le faire à peu de frais. C'est aussi amusant que de lire des bandes dessinées.

Qu'on nous pardonne ces comparaisons. Le mérite de l'ouvrage de nos collaborateurs est de rappeler chacun à une évidence de base : c'est que la science et la technique sont amusantes, elles offrent le plaisir de l'action sur l'environnement, elles exaltent le sentiment de puissance, elles initient sans larmes aux grands procédés scientifiques et industriels qui fondent tant d'empires, et, pour ceux qui sont déjà familiarisés avec ces mystères, elles peuvent offrir des possibilités d'inventions ou de perfectionnements. Rappellera-t-on ainsi que c'est par hasard qu'Ovshinsky découvrit que les cristaux de silicium impurs fournissaient un meilleur rendement en électrique que les cristaux purs ?

Le choix des sujets réalisés par La Taille et Courbier présente la particularité de couvrir un très grand nombre des phénomènes physi-

ginons un ouvrage de « Génétique amusante » où l'on apprendrait à faire des hamsters gros comme des chats et des chats de la taille des hamsters... Ou bien comment corriger son propre ADN... Cela viendra sans doute dans quelques années !

Gérald MESSADIÉ

(1) Ed. Science & Vie — Pierron, coll. Savoir et Comprendre, 131 p. ill. n & coul., 75 F.

EDGAR MORIN

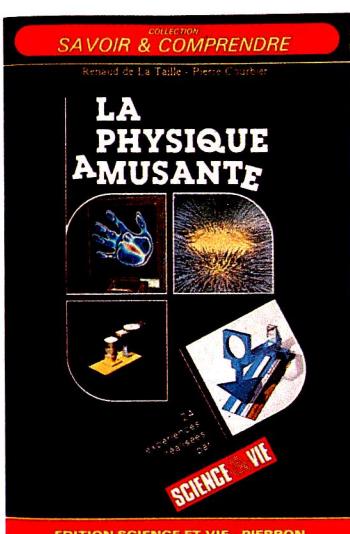
SOCIOLOGIE

Fayard, 467 p., 120 F

Dans ce remarquable livre, Edgar Morin présente un ensemble de réflexions consacrées à la sociologie et, notamment, au difficile problème de la scientificité dans la sociologie.

Il considère qu'aucune théorie n'a le monopole de la scientificité : « Ainsi, par exemple, on ne peut pas dire que les physiciens sont des esprits très scientifiques, les biologistes des esprits assez scientifiques, et que les sociologues sont des esprits très peu scientifiques ». Non, car « la scientificité est dans la règle du jeu qu'acceptent les antagonismes théoriques et personnels, mais suppose le jeu de ces antagonismes ».

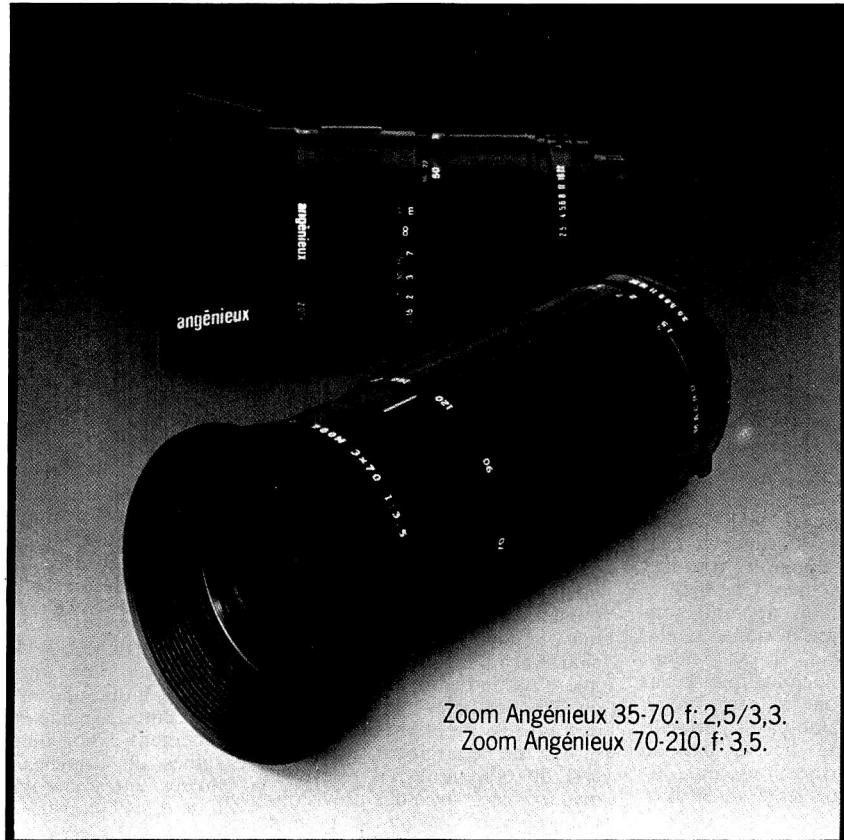
En d'autres mots, si l'on ne peut pas dire que les physiciens ou les biologistes sont scientifiquement supérieurs aux sociologues, en revanche on peut constater que le



ques les plus utilisés dans l'industrie : champs magnétiques, réfrigération, conversion de la lumière en énergie mécanique, propriétés des cristaux liquides, moteurs à pistons... Et qui peut exclure qu'un manipulateur qui s'essaie à perfectionner les expériences ne découvre un principe rentable négligé par ses prédecesseurs, et cela à peu de frais ? On rêve à ce que serait l'équivalent en biologie et génétique. Ima-

(suite du texte p. 146)

A découper et à remettre à votre Père-Noël.



Zoom Angénieux 35-70. f: 2,5/3,3.
Zoom Angénieux 70-210. f: 3,5.

"ACQUERIR UN ZOOM ANGENIEUX, C'EST COMME ATTEINDRE UN SOMMET".

Il existe maintenant deux zooms Angénieux.

Tous ceux qui ont la chance d'en posséder un ont conscience d'avoir atteint un sommet. On ne les trouve pas partout et on doit quelquefois attendre un peu pour les acquérir. Succès oblige...

Il faut dire que le 35-70 et le 70-210 ont tout pour réussir : haute définition de l'optique, grande ouverture, aisance de mise au point, larges possibilités complémentaires, garantie à vie et assurance tout risque internationale pendant un an.

Avec les deux zooms Angénieux, il y a vraiment maintenant deux façons d'atteindre un sommet.

angénieux

42570 Saint-Héand. Tél. (77)30.42.10
Liste des Points-Experts Angénieux sur demande.

jeu de la connaissance physique et même biologique permet de mieux appliquer les règles scientifiques que le jeu de la connaissance sociologique.

Morin constate non sans raison qu'une « théorie est scientifique, non parce qu'elle est certaine, mais parce qu'elle s'appuie sur des données certaines, alors que sa construction théorique est biodégradable, c'est-à-dire soumise à la corruption et à la mort ». L'auteur revient avec pertinence sur l'humilité qui sied au savant en soulignant qu'aucune bouche n'est dépositaire de la vérité de la science et que le sociologue qui énoncera avec emphase « la sociologie me dit que... » est un sociologue imprudent ou impudent.

Morin parle également de ce que j'appelle moi-même la « marginalité de l'être exceptionnel », quand il montre avec pertinence que « l'innovation apparaît toujours comme une déviance. Une théorie quelle qu'elle soit apparaît toujours comme une déviance si elle est innovatrice ». Il est évident qu'une théorie sociologique ne fait guère exception à cette règle d'autant plus que la scientificité sociologique ne trouve pas de critères de vérifications aussi rigoureux que dans les sciences dites exactes.

En discutant de la « sociologie de la sociologie », l'auteur montre les difficultés de cette discipline et sa formidable complexité. D'autres chapitres fort intéressants suivent, dont celui qui traite des sociétés de la nature à la nature de la société : l'auteur y reconnaît avec franchise et modestie que « s'il existe des sociologues, la sociologie n'existe pas encore. Mais d'autres, dont moi-même, puisent de l'ardeur à l'idée que la sociologie doit naître ».

L'auteur apporte aussi des contributions éclairantes à cette naissance de la sociologie, notamment dans les chapitres présentant l'éco-logie sociale et la démarche multidimensionnelle en sociologie, étant tout-à-fait conscient que, malgré tout, « la pensée ne parviendra pas à épouser tout le réel. Le combat entre la pensée et le réel est le combat de Jacob que doit affronter toute recherche, et dont elle sortira toujours boîteuse... »

D'autres pages riches en enseignements ou renseignements parlent de l'interview dans les sciences sociales et à la radio-télévision, de Ville-lumière et Ville tentaculaire, de la « vedettisation » de la poli-

tique et, enfin, de l'intelligence du changement avec ses dangers prévisibles mais aussi avec l'espérance des victoires de l'improbable... Une somme sociologique.

Denis BUCAN

CHRISTIAN GERONDEAU

L'ÉNERGIE À REVENDRE

J.-C. Lattès, 334 p. 115 F

Nous connaissons Christian Gérondeau comme spécialiste de la route, puisqu'il fut durant neuf ans — de 1972 à 1981 — notre « Monsieur sécurité routière ». Après un passage de deux ans dans une entreprise nationalisée dont il préfère taire le nom, le voici devenu expert des questions énergétiques. M. Gérondeau apprend vite. Et il faut le reconnaître, il apprend bien. Son livre, clair et précis, dresse un panorama de la situation énergétique mondiale et explique pourquoi, en l'espace de quelques années nous sommes passés d'une pénurie d'énergie à une pléthora de pétrole, de gaz, de charbon, d'électricité.

La première partie de l'ouvrage présente en 40 tableaux les variations, au fil des années, de la physionomie du monde de l'énergie. A grand renfort de graphiques, il relève les erreurs successives des prévisions. Un exemple : avant le premier choc pétrolier de 1973 on prévoyait que les pays membres de l'OCDE c'est-à-dire les pays industrialisés, consommeraient en 1982, une énergie équivalente à 6 000 millions de tonnes de pétrole (TEP). En 1977, donc avant le second choc pétrolier de 1979, on avançait le chiffre de 4 500 millions de TEP. En réalité, le monde effrayé par le spectre de la pénurie, a économisé plus vite que prévu et n'en consomme que 3 500 millions.

Sait-on par exemple qu'en moins de quatre ans la France a réduit de 45 % sa consommation de fuel et qu'une maison construite en 1983 consomme 3 fois moins de calories que le même logement bâti en 1979 ? Tous les pays industrialisés ont mis en place des politiques d'économies d'énergie. Et le ralentissement de l'activité économique aidant, la consommation continue de décroître.

La seconde partie du livre examine, énergie par énergie, les ressources et les consommations des divers pays avec une attention particulière, bien sûr, pour la France.

● le pétrole : les pays industrialisés de l'OCDE ont réduit leur

consommation de 20 % en 10 ans et il y a aujourd'hui un surplus de 800 millions de tonnes par an. Tous risques de tensions majeures sur ce marché semblent écartés pour longtemps, affirme Christian Gérondeau.

● le gaz : là encore, la consommation est en diminution. Le volume des réserves augmente d'année en année. Son prix n'est guère compétitif. Bref, le gaz naturel est en mauvaise posture, mais nous ne risquons guère d'en manquer.

● le charbon : c'est sans doute la seule forme d'énergie primaire qui tire son épingle du jeu ; c'est la seule dont la consommation a augmenté dans les pays industrialisés. D'abord, à l'échelle de la planète, son prix est imbattable, ensuite il peut servir à fabriquer du gaz ou du pétrole ; le charbon, énergie de la révolution industrielle du XIX^e siècle risque bien d'être aussi une énergie de l'avenir.

● l'électricité : à l'encontre de toutes les prévisions, la consommation a diminué en 1982 ; le coût des centrales nucléaires est devenu tellement exorbitant que des dizaines de tranches ont été annulées, entraînant un profond malaise dans l'industrie nucléaire.

Bref, rien ne va plus dans le monde de l'énergie et la France n'est pas épargnée, elle qui s'est lancée dans un vaste programme nucléaire, risque de ne pas savoir quoi faire de l'excédent d'électricité qu'elle produira d'ici quelques années.

Un bon ouvrage donc qui fait le bilan de la nouvelle donne mondiale et analyse les conséquences du troisième choc énergétique à venir : celui des économies d'énergie.

Françoise HARROIS-MONIN

MARTIN ADER

LE CHOC INFORMATIQUE

Denoël, 330 p. 89 F

Aucun choc à attendre de ce livre-édredon, écrit dans un style à peu près aussi alerte que les rapports de la Documentation française, auxquels il emprunte d'ailleurs une bonne partie de sa substance. Comme le dit la jaquette, Martin Ader « appartient à l'état-major du grand groupe informatique français Bull ». Il était de son devoir de porter la bonne parole.

Pour ceux qui ne l'auraient pas encore compris, l'informatique est

partout. Cette omniprésence est explorée pas à pas. Il faut avancer loin dans l'ouvrage et parfois lire entre les lignes pour repérer quelques problèmes-clefs : l'informatique crée moins d'emplois que de chômeurs ; les entreprises et les administrations manquent cruellement de programmeurs de haut niveau ; les droits d'auteurs de logiciels ne sont pas protégés ; les Etats-Unis dominent le marché des banques de données.

Plus intéressante mais trop brève est l'analyse des "rigidités" entraînées par tout système informatique centralisé : « toute demande de modification des programmes est plus souvent refoulée qu'acceptée », car la refonte d'un programme coûte cher. « Il en résulte une forte tendance à la stabilité du mode de travail » et une dangereuse « unformatisation », une centralisation toujours plus poussée, paradoxalement encouragée par la mobilité des informaticiens, qui changent d'entreprise comme de chemise. Pis, l'informatique devient un "alibi" accumulant les informations, elle s'autoujustifie même lorsque les objectifs initiaux sont perdus de vue. « Or les données ne sont pas forcément pertinentes et les modèles reposent sur des hypothèses hasardeuses. » Quelques exemples auraient été bienvenus.

Le profond embarras de la Commission informatique et libertés devant la poursuite de l'informatisation des fichiers sociaux n'est pas mentionné. Le vidéodisque qualifié de "révolutionnaire", n'a droit qu'à un paragraphe. Les énormes problèmes posés par le câblage et les satellites de diffusion directe ne sont qu'évoqués. La question des rapports entre petits et grands ordinateurs n'est pas abordée. Où est le choc des micros ?

Olivier POSTEL-VINAY

JACQUES PIVETEAU

L'EXTASE DE LA TÉLÉVISION INSEP 1984, 255 p. 75 F

Télévision-poison : tel aurait pu être le titre de ce nième ouvrage consacré à un sujet dont on ne parle jamais assez. L'auteur est un spécialiste de la formation permanente. N'étant pas téléspectateur, il découvrit la télévision contre sa volonté, lorsqu'une tempête de neige de trois jours le bloqua dans sa chambre d'hôtel à Detroit, aux Etats-Unis. C'était en 1965. Il ne s'en est pas remis. Réfractaire obstiné, il attendit près de vingt ans pour acheter un poste : c'était

l'année dernière, pour écrire ce livre. Il semble avoir bien assimilé. La démarche est fraîche et joyeuse. La télévision est une drogue, dont l'effet principal est l'anesthésie des cellules grises. Les effets secondaires sont le lavage de cerveau, la schizophrénie, la dyslexie, les problèmes oculaires, l'uniformisation mentale, l'inculture et dans le meilleur des cas l'indigestion.

Bourré d'exemples bien de chez nous, ce texte est salubre. Simple, clair et net, il mérite d'être lu par les parents et les parents des parents. Intellos s'abstenir. O. P.-V.

ANTONIO RIBERA

UMMO LE LANGAGE EXTRA-TERRESTRE

Rocher, 318 p., 89 F

Il est des livres qu'il faut avoir à titre de référence, et celui-ci en est un à coup sûr. Dans un domaine qui a pourtant prêté à pas mal d'extravagance, il s'érige coiffé des lauriers de la plus pure absurdité. Nous n'avons jamais rien lu de plus ébouriffant. En bref, il s'agit de "l'affaire Ummo", c'est-à-dire de l'affaire de "leur planète" (aux extraterrestres, bien sûr), créée par la communication d'une lettre

reçue par le secrétaire général de Eridani, "groupe d'études cosmologiques" à Madrid. La lettre était signée d'un Ummite, ou plutôt du gouvernement général d'Ummo, Ummoaelewe. Les Ummites sont très semblables à nous, si vous vous intéressez à eux, mais ils n'ont pas de glosse. Ils ont bombardé quelques Terriens d'élection de textes d'information, dont le livre est plein. Prenez l'information Ibozoaidaa ou "inversion de particules" : « la présence de cet instrument doit être signalée dans toute la masse solide de la structure, bien que le centre de contrôle soit fixé dans tous nos modèles de vaisseaux dans la Ennoi, espèce de tourelle cylindroïdale qui couronne nos vaisseaux. C'est peut-être l'équipement Iduwii ayii, le facteur vital de nos Oawolea uewa Oemm... » etc. Il y en a comme cela des pages et des pages. C'est moins poétique que "La chasse au snark" de Lewis Carroll, mais c'est totalement sans égal dans l'histoire mondiale de la librairie. On y trouve un excellent lexique ummite et beaucoup de dessins très clairs sur les OVNI. On se demande pourquoi ceux-ci ont été appelés soucoupes volantes : en fait, ce sont des léguemiers en inox.

G.M.

(suite du texte p. 148)



AUTRES LIVRES REÇUS

Jean Palaiseul

Nouveaux espoirs de guérir

Laffont, 281 p., 72 F.

Cela commence par les sérocytols, qui seraient utilisés par 4 000 médecins en France. Cela se poursuit avec, entre autres, la syndrolysine, capable de guérir les "tumeurs inopérables" (c'est un produit vétérinaire), le P.O.P. (poudre d'huîtres portugaises), la "kinésiologie" qui n'est autre que le nouveau nom de la chiropractie, la "biothérapie gazeuse" qui guérit les troubles causés par "la surcharge du Moi et de l'astral"... Dommage que le corps médical demeure obstinément sourd à ces merveilleux moyens de guérir !

Philippe Meyer

La révolution des médicaments

Fayard, 377 p., 89 F.

Professeur de pharmacologie clinique à l'université de Montpellier, l'auteur livre au public une somme de réflexions qui sont de tout évidence longuement mûries et assises sur une incontestable autorité. Impossible de les résumer, l'ouvrage comportant une histoire des médicaments, des observations sur l'information pharmaceutique des médecins et du public, une critique assez pointue de l'homéopathie, dont il déplore que les produits soient remboursés (à 70 %) par l'assurance maladie, un éloge des médicaments génériques, une analyse très argumentée des rapports entre l'économie des laboratoires et la recherche, des observations piquantes sur la différence entre les médicaments utilisés en milieu hospitalier (les plus forts) et ceux prescrits en pratique ambulatoire (les plus faibles), des vœux de réforme, bien sûr, et en particulier des études médicales... Ce n'est pas là "un ouvrage de plus", c'est un ouvrage important, de haut niveau, mais de lecture très aisée, qu'il faut recommander à tout le corps médical. Les patients, malades ou non, n'y perdront rien non plus.

Bianka Zazzo

L'école maternelle à deux ans ?

Oui ou non ?

Stock-Laurence Pernoud, 217 p., 79 F.

Cela permettrait, supposent certains, de mieux adapter l'enfant à l'école. Ce serait certainement commode pour beaucoup de mères qui travaillent. Premier ouvrage sur la question, sérieux et pas du tout farfelu.

Dr Jacques-Henri Baixe

La médecine bleue

France-Empire, 186 p., 58 F

Les applications, peu connues du grand public mais qui ont fait leurs preuves, de l'oxygène sous pression ou hyperbare dans un certain nombre d'affections telles que la gangrène, le tétonos, les ostéites et les infections anaérobies. Ancien médecin de la Marine, l'auteur apporte les précautions d'usage à la présentation des résultats de cette thérapie, qu'il compare, peut-être un peu vite, à une médecine douce : l'OHB peut, dans certaines conditions, présenter une certaine toxicité et il comporte des contre-indications formelles. Par ailleurs, l'OHB a une action immuno-suppressive qu'il est difficile de ne pas prendre en compte, et il est aussi utile d'explorer dans quelles limites elle n'accroît pas les taux de radicaux libres dans l'organisme, ce qui semble découler d'un accroissement des oxydations cellulaires. Enfin, quel que soit l'intérêt de cette thérapeutique, qui semble avoir obtenu des résultats étonnans dans le traitement de certaines gangrènes et de certains ulcères, il nous paraît délicat de suivre l'auteur lorsqu'il avance que la sclérose en plaques serait due à un "virus anaérobie". Mais c'est en tous cas un ouvrage de référence.

Pierre R. Etevenon

Les aveugles éblouis

Albin Michel, 267 p., 87 F.

Docteur ès-sciences, l'auteur aborde un sujet qui d'habitude repugne aux scientifiques, du moins de la manière dont il l'aborde et qui est la recherche d'un centre de vigilance qui serait au-delà de la conscience. Ses références, qui lui servent de chemin d'investigation, sont polyvalentes, allant de la neurologie à la littérature religieuse et à la littérature tout court. Il est difficile de critiquer un livre d'un point de vue scientifique quand l'auteur veut se situer au-delà des disciplines scientifiques. Disons que, pour notre part, nous n'en avons rien tiré de sûr...

Ferdinand Mount

La famille subversive

Pierre Mardaga, 283 p., 156 F.

L'ouvrage lui-même est "subversif", dans la mesure où révèle des faits peu conformes aux idées l'est pour les défenseurs de la tradition. Sa subversion procède d'une révision critique de toutes

les sources historiques sur le statut et le rôle de la famille et du mariage au cours des siècles.

Mount démontre d'abord que tous les systèmes théologiques et politiques ont essayé de s'approprier la famille pour la plier à leurs objectifs, puis qu'ils ont échoué. Ainsi, le christianisme a commencé par prôner le célibat pour les véritables suiveurs de Jésus, puis il a fini par admettre la famille comme fondement de la société chrétienne. En URSS, dans les années vingt, l'union libre devait remplacer la cellule familiale traditionnelle jusqu'à ce qu'un retour de baton, en 1935, impose à nouveau la notion traditionnelle de famille. Tout au long de l'histoire, on retrouve des efforts destinés à offrir des succédanés de la famille, communes, crèches, phalanstères tels que ceux du Père Enfantin, communes, kibbutz, etc., et qui ont échoué dans leurs visées universelles. Même la psychanalyse y est allée de sa contribution, en présentant la famille comme source de névroses. Il n'en reste pas moins que la famille demeure.

Par ailleurs, Mount démontre qu'il est faux de penser que, jusqu'à la "libération" de la femme le mariage arrangé était la règle : on s'est marié par amour dans les siècles précédents et l'on a tout aussi bien divorcé, même si le divorce était moins facile. Est-ce à cet effort obstiné de la dépréciation de la famille qu'il faut attribuer l'accroissement constant du nombre de mariages, par exemple en Grande-Bretagne, dans le pays de Galles : 1 917 238 mariages entre 1946 et 1950, 2 071 289 entre 1970 et 1974...

Michel Moracchini

ABC de graphologie

Jacques Grancher, 287 p., 69 F

Manuel comme on les souhaite : illustré de très nombreux exemples assortis de commentaires courts et clairs, de généralités et de principes sans "sauce" ce qui n'empêche pas que l'on y trouve aussi des données sur des théories très élaborées, telles que celle de Pulver ou celle de Klages.

L'exposé sur les tempéraments-types, mercurien, solaire, jupitérien, etc., est bref et percutant et l'on s'amusera des analyses graphologiques après-coup de Jeanne d'Arc, Hitler, Napoléon, Picasso et autres.

Peut-on réussir dans la vie simplement en développant sa mémoire ? ou l'étrange histoire d'un grand avocat

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Si vous voulez savoir comment obtenir les mêmes résultats et acquérir cette puissance mentale, qui est encore notre meilleure chance de réussir dans la vie, priez simplement l'éditeur de vous envoyer «Les Lois Eternelles du Succès», intéressant petit ouvrage que Borg écrit comme introduction à sa Méthode. Vous le recevrez gratuitement comme quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici l'adresse : Méthode W.R. Borg chez Aubanel, dpt 552 - 6, place St-Pierre, 84028 Avignon Cedex.

Pierre-Henri MARQUAND

BON GRATUIT

A remplir en lettres majuscules, en donnant votre adresse permanente, et à retourner à : Méthode W.R. Borg chez Aubanel, dpt 552 - 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon Cedex, 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.

GYR 100 SUFAM



CE RASOIR N'A BESOIN NI DE PILE NI D'ELECTRICITE

POUR VOUS RASER
PARFAITEMENT

*n'importe où
n'importe quand!*



Documentation

SV

NOM _____

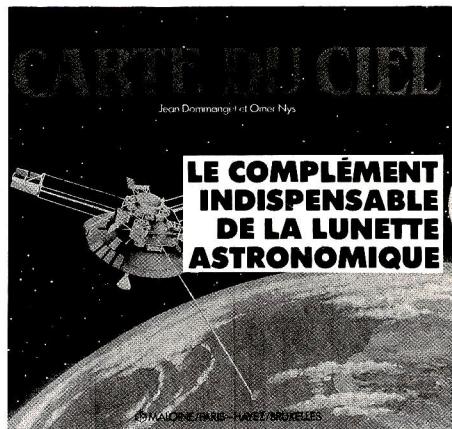
ADRESSE _____

TEL. _____

SUFAM

B.P. 23-92702 Colombes Cedex France
Tél. 782.38.00

VIENT DE PARAÎTRE



PAR J. DOMMANGER ET O. NYS

Une pochette format 33 x 33 cm. Un disque en quadrichromie représentant les constellations. Quatre transparents (PVC) avec fenêtre représentant l'horizon. Une brochure explicative de 32 pages imprimées en couleurs. 290 F (+ port 15 F)

maloine

27, rue de l'Ecole de Médecine 75006 Paris

NOUVEAU!



POSSO

Media Box®
Un cadeau utile et apprécié.

La meilleure façon de ranger!

Media Box – un nouveau système de rangement unique, composé d'éléments modulaires combinables à volonté. Dont le design moderne et sobre s'adapte à n'importe quel intérieur. Et qui peut être fermé à clé. Pour protéger, classer et retrouver en un clin d'œil:

- Photos et négatifs
- Mini-cassettes
- Cassettes vidéo
- Jeux vidéo
- Disques compacts

Dès printemps 1985:

- Floppy Discs
- Outilage + fournitures div.

En vente chez les détaillants et
dans les rayons photo-son-vidéo.

POSSO
Une dimension créative.

VIE PRATIQUE

BUREAU

UNE MACHINE QUI DACTYLOGRAPHIE LES TEXTES ÉCRITS À LA MAIN



► La Panaword est une machine à écrire vraiment révolutionnaire. Outre son clavier simplement constitué d'une feuille tactile sur laquelle sont imprimés les caractères, les chiffres et les signes, elle possède un écran, tactile également, sur lequel l'utilisateur peut tracer des lettres ou d'autres signes. La machine les reconnaît et les affiche sur un second écran, au moyen de cristaux liquides. Un texte peut ainsi être composé et contrôlé avant d'être produit sur papier au moyen de l'imprimante thermique dont est dotée la machine. L'écran d'écriture est quadrillé et comporte les cellules de reconnaissances des tracés. Ceux-ci sont effectués au moyen d'un crayon spécial, comme cela se fait sur tablette graphique d'ordinateur. La mémoire de la Panaword reconnaît 3448 caractères, ceux de notre alphabet mais aussi les signes de l'écriture japonaise. La machine n'est pas gênée par le style d'écriture de chacun. Elle ne se

trompe que rarement (dans 0,5 % des cas seulement). En cas d'erreur, l'utilisateur peut renoncer à écrire à la main et obtenir un texte correct en touchant les lettres ou les signes sur le clavier imprimé. La mémoire du Panaword peut enre-

gistrer 10 000 informations, ce qui correspond à 7 pages de format A4 (21 × 29,7 cm). Le rouleau et l'imprimante thermique acceptent les feuilles de papier A4 ou B5 en chargeur. La machine n'est pas plus grosse qu'une machine à écrire conventionnelle. Elle mesure environ 38 × 41 × 10 cm. Son poids

VIDÉO

UNE MINI-CAMÉRA SENSIBLE À 10 LUX

► La réalisation d'un tube 2/3 de pouce Newvicon miniaturisé et de haute sensibilité a permis à la société Philips de produire deux caméras vidéo (VK 4033 et 4053) capables de filmer en couleurs à très faible niveau de lumière, à partir de 10 lux. Les caméras, semblables à des modèles super 8, ne pèsent que 1,3 kg. Leur fonctionnement est automatique et toutes deux sont équipées d'un viseur électronique et d'un zoom 1 : 1,4 d'ouverture maximale. Le modèle VK 4033 est équipé d'un zoom de 12 à 72 mm à

est de 4,8 kilogrammes. Conçue par Matsushita sous la marque National, la Panaword est en vente au Japon depuis le mois dernier au prix de 298 000 yens (soit 11 000 de nos francs). Elle n'est pas disponible en France pour l'instant.

commande manuelle ou électrique (à 2 vitesses). La mise au point minimale est à 1 cm de la lentille frontale.

La caméra VK 4053 possède un zoom 12,5-75 mm également à commande manuelle ou électrique à 2 vitesses (jusqu'à 1 cm). En outre, elle comporte un dispositif de mise au point automatique. Les zooms des deux appareils sont amovibles. La monture étant du type cinéma C, les caméras peuvent recevoir tous les objectifs du cinéma 16 mm ou 35 mm en monture C.

LE PLUS PETIT LECTEUR DE DISQUE COMPACT DU MONDE EST NÉ

► Il y a maintenant deux ans que le disque compact à lecture par laser a été lancé sur le marché. Les premiers lecteurs (appelés "compact-disc") faisaient déjà appel à la microélectronique, mais les plus petits n'en pesaient pas moins de 6 à 8 kg et mesuraient environ 33 × 25 × 10 cm. Voilà que l'une des marques les plus réputées, Sony, vient de diviser ce poids par 10 et le volume par 15. La firme japonaise se prépare en effet à lancer un lecteur de disque compact, le D-50, aux dimensions si réduites (12,7 × 12,3 × 3,5 cm) et d'un poids si léger (environ 600 g) qu'il peut facilement tenir dans la main. Il sera disponible en France début février 1985 à un prix qui atteindra environ 3 500 F (à noter que par rapport aux premiers lecteurs, le prix aussi a été divisé au moins par 2). Cette performance a été rendue possible grâce d'une part à la mise au point d'une puce haute intégration VLSI (Very Large Scale Integration) pour le traitement pri-



teur portable avec écoute au casque. Il peut aussi être connecté à un amplificateur ou un radio-cassette stéréophonique. Le D-50 possède d'autres caracté-

ristiques fonctionnelles telles que la recherche automatique de morceaux musicaux ou de séquences, un affichage à cristaux liquides qui permet de visualiser l'état d'usure des piles, le numéro du morceau écouté, le temps écoulé, le nombre des programmes et le temps total restant à écouter. Un sélecteur spécial de sécurité coupe automatiquement la marche du Sony D-50 quand la porte de chargement est ouverte. La qualité sonore est comparable à celle d'un lecteur de disque compact de salon.

VIDÉO

CAMÉRA VIDÉO AVEC GÉNÉRATEUR DE CARACTÈRES

► Il y a bien longtemps qu'il est possible de surimpressionner des titres ou des textes dans une image télévisée. A cet effet, les studios utilisent couramment des générateurs de caractères équipés d'un clavier comportant les lettres, les chiffres et la ponctuation. Ces générateurs ressemblent souvent à des ordinateurs personnels et, comme eux, ils se sont miniaturisés. C'est ainsi que le Japonais JVC a présenté au Vidcom 1984 à Cannes, un générateur de la taille d'une calculatrice sous la référence CG-C7. Il est si petit qu'il peut être fixé sur une caméra vidéo elle-même miniaturisée. A cet effet, le JVC CG-C7 comporte de simples fiches qui per-

mettent de l'enclencher sur une caméra CX-N7, sans fil (cette caméra ne pèse que 1 kg et mesure environ 25 × 13 × 9 cm). Petit par sa taille le module CG-C7 est grand par ses possibilités. Il permet en effet de programmer 4 tailles de caractères, de modifier leur forme droite ou inclinée, de les ombrer et de les positionner dans l'image (centre, bas...). Des effets spéciaux peuvent être demandés, y compris un déroulement de texte à vitesse variable. Une mémoire permet de stocker jusqu'à 30 pages de textes et de chiffres comprenant 60 caractères chacune. Le générateur autorise enfin l'enregistrement automatique du temps de tournage écoulé.



TÉLÉVISION

TÉLÉ PORTABLE POUR LES RÉGIONS FRONTALIÈRES

► Pathé Marconi vient de lancer le CX-11, un téléviseur couleur de 9 kg, équipé d'un écran de 25 cm de diagonale, pouvant recevoir toutes les émissions françaises en SECAM ou européennes en PAL dans les régions qui longent la frontière, de la Belgique à l'Italie. Une télécommande à microprocesseur comportant 24 touches permet notamment la recherche automatique des stations et leur mémorisation, les réglages du son, de la lumière, du contraste et de la couleur. Une antenne télescopique UHF-VHF assure une réception correcte en tous lieux. Le téléviseur peut être alimenté par batterie 12 ou 24 V ou par le secteur. Il comporte quatre prises : péritelévision, magnétophone, casque et haut-parleur supplémentaire. Prix : env. 4 000 F.

► Aprés ses accords avec Matsushita et TDK pour lancer le premier caméscope 8 mm, Kodak s'est allié à Canon début octobre, pour l'étude et la production en commun de caméras. La puissance des deux groupes les place au premier rang mondial dans le domaine de la reproductographie, devant Xerox.

TOURNE-DISQUE À LASER SOUS LE TABLEAU DE BORD AUTOMOBILE

► Peut-on équiper une automobile avec un lecteur de disque compact ? Les firmes japonaises Toyota et Fujitsu Ten avaient déjà répondu affirmativement au début de l'année 1984. Fujitsu avait conçu un combiné tuner-compact-disc gros comme deux auto-radios et avait conclu un accord avec Toyota pour équiper plusieurs de ses modèles. Ce matériel a été présenté au dernier Festival international du son à Paris. Il comporte une partie mécanique anti-vibrations dans un berceau suspendu qui garantit une lecture correcte des disques pendant la marche du véhicule.

Aujourd'hui, c'est au tour de Sony de lancer sur le marché deux lecteurs de disque compact (CDX-5 et CDX-R7) qui pourront, cette fois, équiper les véhicules de toutes marques.

Ces deux lecteurs sont plus compacts que le combiné de Fujitsu. Ils mesurent environ 18 × 15 × 5 cm et pèsent 1 800 g.

Ils sont équipés d'un microprocesseur VLSI (Very Large Scale Integration) pour le circuit de traitement principal du signal numérique et de circuits LSI pour les autres fonctions numériques. Un nouveau lecteur laser petit et plat a contribué à permettre la réduction de l'encombrement de ces appareils. Leur utilisation est facile pour le conducteur et ne crée pas de gros risques de distraction. En effet, dès que la moitié du disque est insérée, l'appareil démarre automatiquement en lecture en début du programme. Les touches, d'autre part, sont microsensibles et celles qui servent fréquemment sont plus grandes que les autres. Il faut noter, par ailleurs, que ces appareils sont particulièrement étudiés pour résister aux chocs et aux températures extrêmes (- 10° et + 50° C).

Munis d'une sortie de ligne et d'un décodeur numérique-analogique intégré, ils peuvent donc s'adapter à tous les équipements de voitures. Le CDX-R7 comprend en plus un tuner FM/PO avec 18 stations préréglées et une recherche automatique des stations.

Les deux lecteurs de Sony seront disponibles début 1985. Prix : le CDX-5, 6 000 F ; le CDX-R7, 7 000 F environ.

INFORMATIQUE

MICRO-ORDINATEUR MODULAIRE

► Une douzaine de modules pour constituer un ensemble informatique complet, tel est le concept du VG 5 000, micro-ordinateur 8 bits, grand public, présenté par Philips et par Radiola au dernier Vidcom à Cannes.

Au centre du système se trouve une console avec son clavier (64



touches Azerty) et des sorties Péritel et magnétophone. Cette unité comporte une mémoire vive de 24 ko RAM et une mémoire morte de 18 ko ROM. La mémoire vive peut recevoir une extension de 16 ko. Dans le courant de 1985, elle

pourra même recevoir une version 56 ko.

Les périphériques comportent un magnétophone à cassette pour le stockage et la lecture des programmes, un téléviseur couleur pour la visualisation, un interface sur lequel se branchent 2 manettes de jeu, une connection pour l'alimentation par le secteur, deux imprimantes.

Courant 1985, le micro-ordinateur pourra encore recevoir un disque souple, un magnétoscope, un interface vidéodisque et, aussi, un synthétiseur musical.

Le VG 5 000 est un outil d'éducation pour l'apprentissage au langage de l'ordinateur. Il permet la programmation grâce aux 18 kocets de mémoire morte intégrant un basic Microsoft. Le VG 5 000 dispose en outre d'un catalogue de logiciels diversifié (il contient actuellement 50 programmes). La définition de l'écran — 80 000 points — en fait un ordinateur dont les performances sont élevées.

Prix, environ 1 590 F l'unité de base VG 5 000.

VIDÉO

DES CAMÉRAS COULEURS À ÉCRANS PLATS

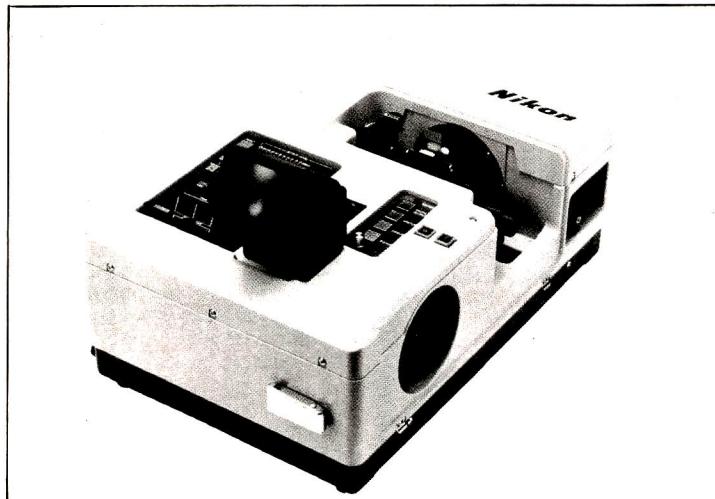
► Les caméras vidéo couleurs équipées d'un écran analyseur plat à DTC (dispositif à transfert de charge ou, en anglais, CCD, Charge Coupled Device) à la place du tube cathodique sont appelées à se généraliser. Ce type d'écran est constitué d'un tapis de cellules photosensibles sur lequel l'objectif projette l'image. Chaque cellule analyse ainsi l'intensité lumineuse d'un point de cette image. Ce système est avantageux : il est moins fragile que le tube cathodique et il est beaucoup moins encombrant, ce qui permet la réalisation de caméras compactes. Sony vient de lancer une telle caméra, le CCD-G5 pesant environ 1 kg avec son objectif 10 × 13 × 22 cm. L'appareil, d'une esthétique très belle, est automatisé (réglage de la lumière, fonctionnement du zoom à moteur électrique, exécution des fondus enchaînés). L'écran DTC comporte une triple mosaïque de filtres (rouge, vert, bleu) afin d'analyser l'image dans les 3 couleurs primaires et de permettre ainsi la vidéo couleur. Les premiers modèles sont conçus pour le standard américain de télévision

en couleurs (NTSC), mais, ultérieurement, des modèles aux standards européens seront proposés. L'objectif est un zoom 1,4/12-72 mm. Avec une résolution de 250 lignes et un rapport signal-bruit de 45 dB, la ca-



méra a des performances comparables à celles d'une caméra à tube. Une autre firme japonaise, Toshiba, vient de lancer une caméra similaire (forme et caractéristiques). Elle est seulement un peu plus légère (900 g) car son zoom est plus petit : 1,2/8,5-51 mm. Pour les deux appareils, la date de disponibilité en France n'a pas été fixée.

L'IMAGE TRANSMISE PAR TÉLÉPHONE



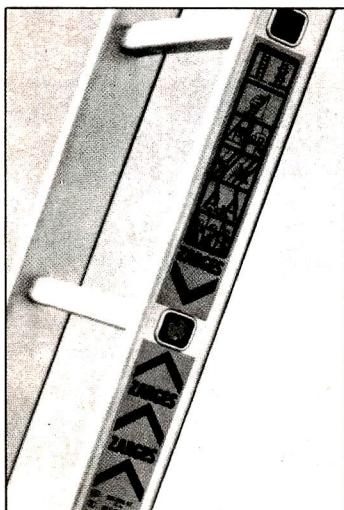
► Il ne se passe guère de mois sans qu'un nouveau produit vienne confirmer l'interpénétration de la photo conventionnelle et de l'électronique. En octobre dernier, c'était Nikon, le constructeur réputé de matériel photographique et scientifique, qui présentait sous la référence NT-1000 A un petit appareil de 12 kg, mesurant 17 x 43 x 4 cm environ, permettant de transmettre des photos par téléphone.

Le système comporte un étage d'analyse pouvant recevoir des photos positives ou négatives 24 x 36. Un zoom 2,8 de variation de focale X 2, projette l'image sur un

écran DTC (Dispositif à transfert de charge) où elle est analysée par balayage en 13 secondes sur une fréquence de 384 kHz. La définition est de 2 048 points. Le signal modulé ainsi produit est numérisé pour être transmis par voie téléphonique ordinaire. A la réception un appareil similaire réalise la conversion inverse. Un microprocesseur ajuste automatiquement le contraste afin que l'image soit satisfaisante (cet ajustement peut aussi être effectué manuellement). L'émetteur Nikon NT-1000-A avait été expérimenté aux jeux olympiques de l'été 1984. Commercialisation début 1985.

SÉCURITÉ

INDICATEUR D'INCLINAISON POUR ÉCHELLE



► Lors de son utilisation, l'inclinaison de l'échelle a une importance capitale. Trop inclinée, elle a tendance à glisser. Trop verticale, elle bascule facilement en arrière. Une bonne inclinaison correspond à un angle de 68° - 75° par rapport à l'horizontale. Un nouvel appareil, le Stabiloscope, permet de le vérifier avec certitude. Monté du côté droit sur les échelles simples, coulissantes ou transformables, à hauteur du 6^e échelon en partant du bas, le Stabiloscope indique immédiatement si l'inclinaison est correcte (une boule blanche se place alors totalement dans un champ noir), ou s'il est nécessaire de la modifier (boule blanche en partie ou totalement hors du champ noir). Renseignements : Société Zargal, 115 rue du Faubourg Poissonnière, 75009 Paris. Tél. 878 78 80.

UN CAMESCOPE VHS DE MOINS DE 2 KG

► Au moment où plusieurs constructeurs lancent sur le marché (américain et japonais pour l'instant), le camescope 8 mm, caméra à magnétoscope intégré et promise à une miniaturisation extrême, le fabricant japonais JVC, promoteur du standard VHS, commercialise dans ce standard un camescope de 1900 g, le Videomovie GR-C1S, mesurant environ 11 x 13 x 31 cm objectif et viseur compris. Autant dire que ce camescope n'est pas plus gros que la plupart des premiers modèles 8 mm. Cette performance repose sur l'utilisation de la cassette VHS-C, moitié plus petite que la cassette standard et à peine plus grosse que la cassette 8 mm. Le recours au standard VHS a l'avantage de donner une image



plus fine et plus riche que l'image du 8 mm. Quant à la caméra, elle est dotée des possibilités de toutes les caméras vidéo légères destinées au marché français : standard couleur SECAM, durée d'enregistrement de 30 minutes, gamme d'éclairage utilisable de 15 à 100 000 lux, réglages automatiques du diaphragme et de la balance des blancs. La caméra est équipée d'un zoom 1,2/8-48 mm à commande électrique, d'un viseur électronique et d'un tube classique Saticon. Sa consommation est de moins de 9 W et sa température de fonctionnement de 0 à 40°. L'alimentation 9,6 V se fait sur batterie ou sur secteur.

► Philips promoteur du standard de magnétoscope Vidéo 2 000, lancera début 1985 sur le marché français, deux magnétoscopes au standard VHS. Il s'agit des Philips VR 6580 (prix 8 000 F environ) et VR 6560 (prix 7 500 F environ). Ces magnétoscopes possèdent les caractéristiques de la plupart des appareils concurrents. Le modèle VR 6560, qui ne sera disponible qu'en février, permet en particulier l'enregistrement de Canal Plus.

ISOLATION PROPRE POUR TOITURES ET TUYAUTERIES

► Trisoreflex est un isolant thermique particulièrement adapté aux sous-toitures (quand la laine de verre ne convient pas), aux sous-plafonds et sous-faces de planchers, aux canalisations et tuyauteries.

Il est composé de deux matelas thermo-isolants (en fibre textile Dacron hydrofuge) enfermés entre trois "films-miroir" thermoréflecteurs argentés et protégés par un mylar polyester.

Associant les performances isolantes d'une double lame (triple vêlage) à celles d'une bouteille thermos, il procure une protection thermique efficace sous une faible épaisseur : thermoréflecteur en hiver (il restitue vers l'intérieur toute la chaleur émise par rayonnement), il est hautement isolant (son confort est au moins équivalent à celui obtenu par la pose de 7 cm de laine minérale) ; il renforce l'étanchéité de la toiture, arrête les infiltrations de neige poudreuse, le vent, l'humidité et la poussière. Il est perméable à la vapeur d'eau grâce à des microperforations le long des coutures. Selon le constructeur, il n'y a donc aucun risque de condensation ou de détérioration des charpentes.

Facile à poser, le Trisoreflex ne comporte ni amiante, ni allergène, ni fibre de verre irritante. Présenté en 10 et 15 mètres linéaires sur 152 cm de large, il est vendu 52,30 F le m², franco de port à partir de 30 mètres linéaires (Actis, Le Moulin, 78790 Septeuil, tél. (3) 093.47.05).



UN FOUR À BOIS À HAUT RENDEMENT

► Les appareils de chauffage ou de cuisine brûlant du bois ont généralement l'inconvénient d'un mauvais rendement. Il faut un temps relativement long pour obtenir la température optimale et beaucoup de bois pour la maintenir. Un constructeur, la société Campolo, a lancé sur le marché un four (de marque Icard) conçu pour éliminer cet inconvénient. Aussi fonctionne-t-il en consommant que 3 kg de bois par heure !

Pour réaliser cette performance, le four Icard sépare totalement le foyer de la chambre de cuisson. Le bois est en effet placé sous la sole, dont le pourtour est percé d'échancrures, par lesquelles passent les flammes. Toute la partie supérieure du four reste ainsi libre pour la cuisson, ce qui représente un gain de surface d'environ 50 % par rapport à un four traditionnel. En outre, les aliments sont à l'abri de toutes les braises, cendres, et flammèches et la cuisson est uniforme, les flammes venant chauffer toute la périphérie interne de la chambre de cuisson. La sole étant ainsi chauffée par la chambre de cuisson et non par le foyer, l'isolation de celle-ci permet son auto-régulation. La mise en tem-



pérature est rapide du fait que seuls les gaz de combustion accèdent à la chambre de cuisson et que l'air froid ne pénètre plus directement dans cette dernière. Le réglage de l'intensité du foyer s'effectue par contrôle manuel de l'arrivée d'air.

Le four Icard a été conçu pour fonctionner aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur. Il est livré en kit (montage en moins d'une heure). Prix 3 100 F + 150 F de frais d'expédition. Pour tous renseignements : Ets Campolo, quartier des Clapières, Saint Christol d'Albion, tél. (90) 75.01.27.

SPORTS

UNE MATIÈRE POUR CHAUSSURES QUI ABSORBE LES CHOCS

► Placée à l'intérieur de la chaussure, cette nouvelle matière, le Sorbothane, amortit presque entièrement le choc qui se produit lorsque le pied entre en contact avec le sol, que ce soit lors d'une marche ordinaire ou à l'occasion d'activités sportives. Il s'agit d'un solide qui se comporte comme un liquide : lorsque le talon touche le sol, le sorbothane absorbe plus de 90 % de choc en se "répandant" sur les côtés, tout comme la chute d'une pierre dans un liquide engendre des ondes de surface. A cause de ses qualités visco-élastiques, cette matière sert à fabriquer les garnitures intérieures de chaussures. Les athlètes ne sont pas les seuls à en avoir découvert l'efficacité lorsqu'ils souffrent des pieds ou même de lésions à la jambe ou à la colonne vertébrale provoquées par les arrêts soudains, les départs et les démarrages rapides qu'ils effectuent. Tous ceux qui souffrent des pieds peuvent en effet bénéficier de ses avantages car le produit est commercialisé

sous diverses formes. Il existe des semelles, des talonnettes, des plaques qui peuvent être découpées pour confectionner une garniture intérieure ou des pièces en forme de coin formant des supports plantaires ou des cambrures métatarsiennes et longitudinales. Comme elles sont peu épaisses — de 3 à 6 mm — les garnitures et les plaques peuvent être placées à l'intérieur de la plupart des chaussures sans que l'usager soit incommodé. (Podiatric, 3 rue Granby, 42100 Saint-Étienne).

► La demande mondiale de magnétoscopes a nettement diminué, au point que le Japon réduira sa production en 1985. Le plafond des exportations vers l'Europe, qui avait été fixé à près de 4 millions d'appareils, sera baissé. Déjà, cette année, les ventes en Europe tourneront autour de 3,9 millions de magnétoscopes, soit 10 % de moins qu'il avait été prévu.

NOTRE SÉLECTION À LA PHOTOKINA 1984

Créée en 1950, la Photokina s'est imposée comme premier salon mondial pour la photo, le cinéma et la vidéo. Tous les deux ans elle se tient à Cologne sur quelque 130 000 m². Cette année, 1 250 firmes ont exposé leurs fabrications essentielles, soit plus de 100 000 produits ; des surfaces sensibles aux téléviseurs de haute définition, en passant par les appareils de prise de vue, de projection, de laboratoire jusqu'à leurs accessoires. Dans aucun domaine nous n'avons découvert d'innovation fondamentale. Toutes les nouveautés, plusieurs milliers d'appareils et de produits, s'inscrivent dans des tendances qui se dégageraient déjà à la Photokina de 1982. Voici une première sélection.

24 × 36

LE SIXIÈME BOÎTIER DE LA DYNASTIE LEICA-M

► En lançant le Leica M6, la firme allemande Ernst Leitz Westzlar ouvre un nouveau chapitre de l'histoire de cet appareil, une histoire assez fabuleuse lorsqu'on sait qu'aucun autre matériel photographique n'a connu un succès aussi durable. Le Leica est né il y a en effet 60 ans. Avec cet appareil fabriqué à partir de 1925, Oskar Barnack, son inventeur, avait créé le petit format 24 × 36 mm. Aujourd'hui, et malgré tous les efforts des fabricants de surfaces sensibles comme Kodak pour imposer des formats plus petits (systèmes 126, 110, disque), le 24 × 36 reste le grand vainqueur, le format le plus apprécié des amateurs et des professionnels.

Parallèlement, le Leica, boîtier 24 × 36 télémétrique n'a jamais cessé d'être demandé malgré l'essor des 24 × 36 à visée reflex ; et si les concurrents de Leitz ont tous abandonné ce type d'appareil, la firme allemande, elle, a du mal à satisfaire la demande.

Certes le Leica n'est pas un appareil de grande série. Sa fabrication est à mi-chemin de la production industrielle et de la production artisanale. Leitz estime que c'est là le prix de la

robustesse, de la fiabilité et de la précision. La conception d'un Leica, en effet, fait appel à des mécanismes éprouvés et qui ne peuvent s'user que très lentement. Au montage tout est vérifié et étalonné. Ce qui fait aussi le succès du Leica, c'est sa facilité d'emploi et le silence de son fonctionnement. Un reporter peut opérer sans être entendu, ce qui reste impossible avec un reflex même bien conçu. Toutes ces qualités des boîtiers Leica se retrouvent parfois améliorées sur le modèle M6 (qui, contrairement au M4-P, dont la fabrication continue, ne sera pas produit dans l'usine du Canada, mais à Wetzlar, en Allemagne).

Le Leica M6, tout d'abord, c'est un Leica M4 équipé d'une cellule au silicium assurant une mesure semi-automatique de la lumière. Cette cellule, disposée dans le haut de la chambre noire de l'appareil, est orientée vers une zone circulaire de 12 mm de diamètre, au centre du premier rideau de l'obturateur. Elle mesure donc la lumière transmise par l'objectif de façon sélective (13% de la lumière atteignant le format 24 × 36). Cette cellule est fixe et ne saurait donc être affectée par d'éventuelles pannes mécani-

ques comme cela pouvait se produire autrefois avec le Leica M5 ou avec le Leica CL.

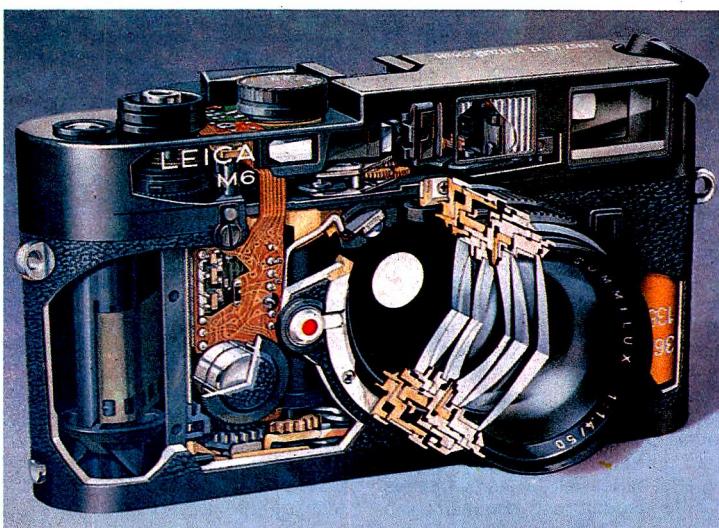
La cellule est utilisable avec des films de 6/9° à 6400/39°ISO. Sa sensibilité est particulièrement élevée, les mesures étant possibles, avec l'objectif 1 : 1, de 0,125 à 125 000 cd/m². Les réglages sont contrôlés dans le viseur au moyen de deux diodes lumineuses (l'allumage des deux diodes correspond au réglage correct de l'exposition).

Le viseur est télémétrique, comme sur le Leica M4P. Il est toutefois plus clair et plus lisible. Le cadre lumineux qui apparaît avec chaque objectif donne son champ (objectifs de 28, 35, 50, 75, 90 et 135 mm).

Le Leica M6 est équipé d'un obturateur à rideaux donnant les vitesses de 1 s à 1/1000 s et la pose B (en un temps). La synchronisation au flash se fait sur le 1/50 s.

L'alimentation électrique du posemètre est assurée par deux piles à l'oxyde d'argent de 1,55 volt (type IEC SR 44) ou par une pile au lithium de 3 volts. Un jeu de piles suffit pour environ 4800 expositions, en se basant sur une durée de mesure de 15 secondes par vue. Cela représente environ 130 films de 36 vues. Lorsque la tension minimum des piles, suffisante pour une exposition exacte, n'est plus atteinte, les diodes ne s'allument plus. Malgré la micro-électronique complexe pour la mesure de l'exposition, la présence de deux piles et des éléments supplémentaires nécessaires ; la taille du Leica M6 est la même que celle des modèles précédents. Il ne mesure que 138 × 77 × 38 mm et ne pèse que 560 g sans objectif, c'est-à-dire seulement 15 g de plus que le Leica M4-P.

Les possesseurs de modèles antérieurs au Leica M6 pourront utiliser tous leurs objectifs, ainsi que tous les dispositifs de visée reflex Visoflex 1, 2 et 3 et la plupart des accessoires des 30 dernières années, avec le nouveau modèle. Le prix du Leica M6 sera d'environ 12 000 F (disponibilité dès ce mois-ci).



UN BOÎTIER REFLEX À MAGASINS INTERCHANGEABLES

► Après la dernière guerre mondiale, le développement de l'industrie photographique japonaise avait littéralement décimé ses concurrents allemands. Seules parmi les grandes firmes Agfa et Leitz résisterent, difficilement d'ailleurs. L'un des plus grands noms de la photo allemande, Rollei, connut ainsi la faillite et tenta de survivre en allant, en vain, s'implanter à Singapour. Après un nouveau dépôt de bilan, les usines de Singapour furent démantelées et la maison-mère, en Allemagne, fut reprise par un groupe britannique. Elle créa la société Rollei Fototechnic, avec une nouvelle politique industrielle et commerciale, qui n'est pas sans rappeler celle de Leitz et qui consiste à produire seulement des matériels sophistiqués de grande précision. Pour la prise de vue en particulier, furent ainsi lancés des Rolleiflex 6 x 6 et 24 x 36 à objectifs, viseurs et dos interchangeables. Aujourd'hui Rollei a repris sa place dans l'industrie photographique allemande.

A la dernière Photokina, la firme a annoncé l'arrivée d'un 24 x 36 motorisé à magasins interchangeables, le Rolleiflex 3003. Dérivé de l'ancien modèle SL 2000, cet appareil n'a pas la forme des reflex conventionnels, mais celle des 6 x 6 comme l'Hasselblad. C'est cette forme qui a permis au constructeur de doter le boîtier de magasins avec système d'entraînement de la pellicule couplé à un moteur électrique intégré (magasins pour film 35 mm et plan-films). Le Rolleiflex 3003 est de classe professionnelle (prix non encore fixé mais probablement supérieur à 10 000 F). Aussi reçoit-il une gamme d'objectifs Carl Zeiss de haute qualité (15 à 1000 mm) et de nombreux accessoires pour la photo technique et scientifique. Deux cellules au silicium permettent la mesure sélective de la lumière. Un obturateur métallique procure les vitesses de 16 s à 1/2000 s en automatique ou manuel. Trois déclen-



cheurs sur le boîtier facilitent la prise de vue selon la position dans laquelle l'appareil est utilisé. Le moteur permet de photographier à la fréquence de 2 images/s. Le boîtier comporte 2 viseurs intégrés : capuchon et prisme. Les dépolis des visées sont interchangeables. Lors de prises de vue au flash, une cellule spéciale mesure la lumière de l'éclair sur le film et en règle automatiquement la durée. Le Rolleiflex 3003 mesure environ 9 x 11 x 16 cm et pèse 1350 g avec 1,4/50 mm.

MOYEN FORMAT

UNE CHAMBRE POUR PHOTO INSTANTANÉE

► Konishiroku, fabricant japonais d'appareils de petit format, vient de se lancer dans la production d'une chambre pour la photo instantanée qu'il a présentée à la Photokina 84. Cet appareil, le Konica instant Press, reçoit le film Polaroid 83 x 108 mm en chargeur. Il s'agit



d'une chambre professionnelle équipée d'un objectif 4/110 mm de haute résolution à 5 lentilles et d'un obturateur donnant les vitesses de 1 à 1/500 s, ainsi que la pose. La mise au point est possible de 60 cm à l'infini. Le viseur télémétrique comporte une correction de parallaxe. Le Konica instant Press mesure environ 21 x 14 x 9 cm et pèse 1 270 g (Société BIP, 127 avenue du Maine, 75014 Paris).

FILMS

DIAPOSITIVE INSTANTANÉE CHEZ KODAK

► Jusqu'ici la firme américaine Polaroid était la seule à proposer des procédés de diapositive instantanée, tant en 24 x 36 avec son film Polachrome, qu'en grand format pour les applications techniques et scientifiques (photographie d'écran cathodique notamment). Kodak vient à son tour de lancer une telle émulsion, l'"Instagraphic Color", dont les utilisations sont plus proches des films Polaroid pour photo d'écran que de son procédé Polachrome. Le système Instagraphic, en effet, a été créé pour satisfaire le besoin d'images immédiatement disponibles dans de nombreux domaines des sciences, de l'industrie, de l'administration, de la recherche, de l'enseignement et de la santé.

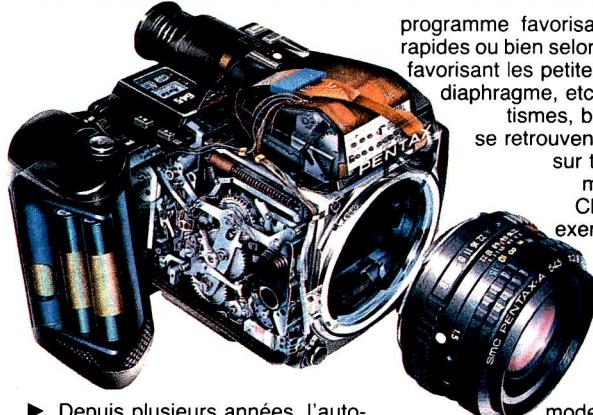
La base de ce système est le film Instagraphic Color. Kodak l'a conçu volontairement avec une sensibilité relativement faible de 64/19° ISO afin d'éviter toute influence de la lumière ambiante à la prise de vue. Bien que le film devrait être utilisé surtout pour la production de diapositives 24 x 36 mm, il a un format 8 x 10 cm. La raison invoquée par Kodak pour expliquer cette conception est quelque peu paradoxale : il est plus économique de ne disposer que d'un format de film pour parer à toutes les applications potentielles.

Le but et l'idée première du nouveau système est de permettre la prise rapide des photos de documents opaques, de l'écran du terminal d'un ordinateur ou de l'écran d'un ordinateur familial.

Pour la prise de vue, le système comporte tout d'abord l'Instagraphic Copy Stand, un dispositif de reproduction. L'utilisation de l'appareil est simple : l'original, dont on désire faire une diapositive, est posé sur un plateau de base et entouré d'un gabarit. L'appareil photo est alors amené au-dessus de l'original. La prise de vue se fait au flash. Elle est suivie, quelques secondes après, de l'éjection de la photo exposée par une fente située au dos de l'appareil. 8 à 15 minutes après, le développement est achevé. Une pellicule noire protégeant le film est alors retirée. Après séchage, la diapositive est coupée au format 24 x 36 et montée dans un cache 5 x 5 cm.

Le film permet la reproduction de toute image sur écran cathodique. Il peut aussi servir à la copie de diapositives avec de bons résultats. Le matériel Instagraphic comporte divers accessoires permettant la photo sur écran ou sur plateau ; il peut aussi utiliser un procédé de photo instantané sur papier (film Kodak Instagraphic Print).

PENTAX LANCE LE PREMIER REFLEX 4,5 × 36 AUTOMATIQUE À MULTIPROGRAMME



► Depuis plusieurs années, l'automatisme à multiprogramme équipe les appareils 24 × 36 reflex (voir *Science & Vie* n° 804 de septembre dernier). Ces appareils, rappelons-le, réalisent automatiquement l'exposition du film après que l'utilisateur ait choisi un mode de fonctionnement : automatisme de la vitesse après choix du diaphragme, automatisme du diaphragme après choix de la vitesse, automatisme de la vitesse et du diaphragme selon un

programme favorisant les vitesses rapides ou bien selon un programme favorisant les petites ouvertures de diaphragme, etc... Ces automatismes, bien entendu, ne se retrouvent pas en totalité sur tous les reflex à multiprogramme. Chez Pentax, par exemple, le modèle Super A, l'un des derniers boîtiers 24 × 36 commercialisés par la marque, comporte six modes d'exposition :

automatisme programmé, automatisme de la vitesse, automatisme du diaphragme, semi-automatisme et automatisme du flash avec mesure de la lumière sur le film et automatisme programmé du flash. Ce sont ces six modes d'exposition du Super A que Pentax vient d'introduire sur un nouvel appareil, de format 4,5 × 6 cm cette fois, le Pentax 645. Ce faisant, la firme japonaise a réalisé le premier moyen

format à multiprogramme.

Le Pentax 645 est un matériel de classe professionnelle, très perfectionné. Il est à moteur intégré et ses objectifs sont interchangeables. Parmi ceux-ci, le Pentax LS 1,8/75 mm comporte un obturateur central donnant les vitesses de 1/1-500 s. Utilisée au flash, cette optique permet la synchronisation à toutes les vitesses.

Le Pentax 645 comporte son propre obturateur, de type à rideaux à fonctionnement asservi électroniquement. Il procure les vitesses de 15 s au 1/1000 s et la pose. Le viseur reflex direct donne toutes les informations de prise de vue par diodes électroluminescentes. Elles sont reprises sur un écran au-dessus du viseur où elles s'affichent par cristaux liquides. L'appareil permet la surimpression, le contrôle de la profondeur de champ et la programmation d'une correction automatique d'exposition dans les limites de ± 3 indices de lumination. Il mesure 147 × 109 × 117 mm et pèse 1 320 g.

24 × 36

BIENTÔT DES REFLEX AVEC OBTURATEUR DONNANT LE 1/8000 S

► Depuis plus d'un an le constructeur japonais Nikon détenait un record avec plusieurs reflex 24 × 36 équipés d'un obturateur à rideaux assurant le 1/4000 s (boîtiers FM2, FE2 et FA). A la Photokina 1984, un autre fabricant japonais, Kyocera, a présenté à son tour un reflex similaire, le "Contax 159 MM", dont l'obturateur atteint le 1/4000 s. Ce

matisme du flash par mesure de la lumière de l'éclair directement sur le film). Le fonctionnement de l'obturateur est asservi par quartz, ce qui garantit des vitesses exactes et constantes. La synchronisation au flash se fait sur le 1/250 s, comme sur les appareils Nikon.

Le Contax 159 MM n'est que le premier appareil d'une nouvelle gamme de reflex. Déjà, le constructeur japonais, Copal a annoncé que dès le début de 1985 des obturateurs donnant le 1/8000 s seraient disponibles (obturateurs Copal CSS dont le défilement du rideau se fera en 3,3 millisecondes). Cette caractéristique, rendue possible par les nouveaux alliages de titane et l'asservissement électronique des obturateurs, devient utile au photographe (en photo sportive notamment) dès lors qu'il existe maintenant des films de haute sensibilité dépassant 1000/31°ISO permettant couramment les prises de vues aux vitesses supérieures au 1/2000 s. Observons toutefois que si le 1/8000 s est en passe d'être atteint par un mécanisme d'obturation, cela ne représente pas vraiment une perfor-

mance nouvelle. Il y a en effet 85 ans, le peintre G. Sigriste lançait sur le marché un appareil photo dont l'obturateur donnait déjà le 1/5000 s. Cet appareil possédait un rendement exceptionnel voisin de 100% que n'ont ni les Nikon, ni les Contax actuels. Cela était possible parce que la fente du rideau large de 0,1 mm, se déplaçait presque en contact avec la surface sensible (à 0,1 mm), couchée sur une plaque de verre parfaitement plane. Avec les pellicules 35 mm, il n'est pas possible d'obtenir la même planéité, ce qui oblige les constructeurs à éloigner les rideaux de l'éмуulsion et ainsi à élargir la fente d'exposition. Le rendement de l'obturation s'en trouve diminué.

► **Technical Plan**, le film noir et blanc de Kodak à très haute résolution (jusqu'à 400 paires de lignes par millimètre), proposé jusqu'ici en cartouche 135 pour 24 × 36, sera disponible début 1985 en bobines 120 (formats 4,5 × 6 et 6 × 6 cm). En commande, il pourra aussi être obtenu en plan film 10 × 13 cm.



nouveau Contax est un boîtier très sophistiqué comportant plusieurs automatismes (automatisme totalement programmé, automatisme de l'obturateur de 60 s au 1/4000 s après choix d'un diaphragme, auto-

RÉVOLUTION PERMANENTE DANS LE DOMAINE DES ÉMULSIONS EN COULEURS

► Si la Photokina de 1982 avait révélé les progrès exceptionnels accomplis par les chimistes dans le domaine des surfaces sensibles (*Science & Vie* n° 783 de décembre 1982), progrès qui ont permis le lancement de films à définition très fine ou de très haute sensibilité à granulation modérée (plus de 1 000/31° ISO), la Photokina de 1984 vient de montrer l'ampleur des mutations que ces progrès ont permis. Non seulement tous les fabricants ont commercialisé des films à grain très fin et des films de 1 000/31° ISO à 3 200/36° ISO négatifs ou inversibles, mais encore, ceux qui avaient lancé de tels films il y a deux ans, viennent de les améliorer à nouveau.

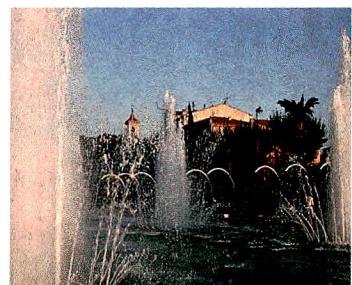
C'est le cas, tout d'abord, de Kodak dont la pellicule négative Kodacolor VR 1 000 (de 1 000/31° ISO) voit sa finesse augmenter. De même le Kodacolor VR Disc (film disque de 200/24° ISO; reçoit maintenant l'émulsion avec grains T (grains plats qui améliorent la sensibilité et la finesse). Le VR Disc possède une nouvelle structure à 13 couches qui a permis de réduire la granulation apparente. Kodak a aussi lancé le Kodachrome 25 professionnel (annoncé depuis 5 à 6 mois) et l'Ektachrome 100 en version professionnelle (le type amateur étant disponible depuis le début de l'été). Ce film est disponible en 24 × 36 en bobines 120 et en films plans.

Chez Fuji, le Fujichrome 1600 (1 600/33° ISO) est annoncé, mais non disponible (seul le négatif Fujicolor HR 1600 l'est). La firme japonaise a également annoncé deux films négatifs professionnels Fujicolor 160 (NSP pour la lumière du jour et le NLP pour la lumière artificielle). Tous deux sont de 160/23° ISO et ont une haute définition. Ils sont disponibles en bobines 120 et en films plans.

Agfa Gevaert a mis sur le marché un éventail de 8 films professionnels de grande qualité (nous les avons essayés et les résultats obtenus sont remarquables, y compris avec les pellicules de 1 000/31° ISO). Cette gamme comprend 4 films négatifs (Agfacolor XRS 100, 200, 400 et 1 000 dont les sensibilités s'échelonnent de 100/21° à 1 000/31° ISO) et 4 films inversibles (Agfachrome RS50, 100, 200 et 1 000 ayant des sensibilités de 50/18° à 1 000/31° ISO). Toutes ces émulsions sont disponibles pour le 24 × 36, en bobines 120 et en films plans. Chez 3M, la gamme des films néga-



Agfachrome 50RS



Kodachrome 25 professionnel

tifs bénéficie des nouveaux grains d'halogénure d'argent (appelés grains cristal par cette firme). Trois sensibilités sont proposées, 100/21°, 200/24° et 400/27° ISO avec les films 3M color HR 100, 200 et 400. L'évolution est identique chez Sakura qui lance notamment un Konica color SR 1600, négatif de 1 600/33° ISO (dans certains pays ce film sera également proposé sous la marque Sakuracolor SR 1600).

L'amélioration des émulsions pour la prise de vue se double souvent d'une amélioration des papiers pour le tirage des épreuves en couleurs et des produits de développement. Ainsi Kodak lance deux papiers pour le tirage des négatifs, les Ektacolor Plus et Ektacolor Professionnel. Ils se traitent dans un procédé à deux bains Kodak Ektaprint 2 Lorr (pour les laboratoires professionnels ces produits permettent non seulement un gain de qualité mais aussi une réduction de 30 % des coûts).

Les épreuves sur papier pourront aussi être copiées (début 1985) sur un nouveau papier Kodak, l'Ektachrome 31 HC avec des produits de traitement Ektachrome R3. Agfa-Gevaert propose également de nouveaux papiers qui assurent une meilleure séparation des nuances

de couleurs et améliorent leur stabilité. C'est l'Agfacolor 8 pour le tirage des négatifs et l'Agfachrome 63 pour le tirage d'épreuves d'art (commercialisation en France courant 1985). Il s'agit de l'Elite qui possède des qualités jamais atteintes par un papier photographique.

Le papier Elite utilise de la cellulose pure en épaisseur de 3 mm. Il est baryté sur 0,24 mm d'épaisseur pour permettre une adhérence parfaite de l'émulsion. Le papier est calendré avec sa couche de gélatine qui possède 99 % de transparence. La surface est lustrée pour répondre aux goûts actuels des photographes. La combinaison d'azurants optiques dans la masse du papier et de l'émulsion, très chargée en argent, assure à la fois des blancs très purs et des noirs d'une extraordinaire profondeur et riches en détails. La sensibilité de ce papier est de 320/25° ISO. Il sera disponible dans des formats de 20 × 25 à 50 × 60 cm. Les photographes d'art, qui reprochaient à Kodak d'avoir abandonné la production des beaux papiers en commercialisant les supports plastifiés (dits RC) seront particulièrement heureux de l'arrivée de ce nouveau produit.

24 × 36

UN BOÎTIER REFLEX TRÈS GRAND PUBLIC

► La firme Kyocera-Yashica a présenté à la Photokina un reflex 24 × 36, le Yashica FX-7 Super, de prix relativement bas (environ 900 F avec objectif 2:50 mm) ayant malgré cela des possibilités très étendues. Le Yashica FX-7 Super, en effet, qui reçoit tous les objectifs en monture Contax-Yashica, est équipé d'un obturateur métallique donnant les vitesses de 1 s au 1/1000 s et d'un posemètre à cellule au silicium assurant un réglage semi-automatique

de l'exposition. Les sensibilités programmables s'échelonnent de 12/12° à 1600/33° ISO. L'appareil possède un viseur reflex à stigmomètre et anneau de microprismes, un retardateur et la synchronisation au flash sur le 1/125 s. Le boîtier est compact, ne pesant que 446 g (sans objectif). Le FX-7 Super est chromé, mais une version totalement noire sera également proposée aux amateurs sous le nom de Yashica FX-3 Super.

FAITES LE POINT AVEC LES HORS SERIE DE SCIENCE & VIE

N° 136 - LA MEDECINE

N° 137 - AUX CONFINS
DE L'UNIVERS

N° 139 - L'AUTO

N° 140 - LA POLICE
SCIENTIFIQUE

N° 141 - LA T.V. DEMAIN

N° 143 - L'AVIATION

N° 144 - LES CATASTROPHES
NATURELLES

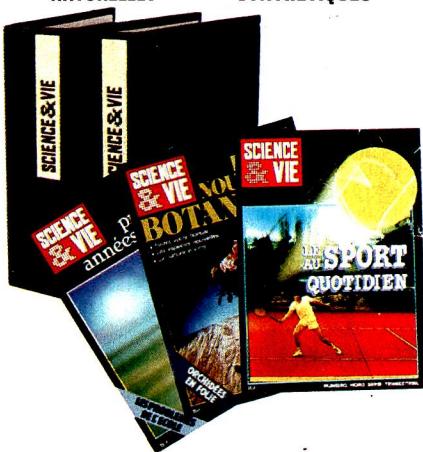
N° 145 - LES PREMIERES
ANNEES DE LA VIE

N° 146 - LA NOUVELLE
BOTANIQUE

N° 147 - LE SPORT
AU QUOTIDIEN

N° 148. L'ESPACE :
LE NOUVEAU MONDE

N° 149. LA PHOTO
IMAGES
SYNTHETIQUES



BULLETIN DE COMMANDE

à découper ou recopier et adresser paient joint,
à SCIENCE & VIE 5, rue de la Baume 75008 PARIS

Nom

Prénom

Adresse

Code postal, Ville

• NUMEROS HORS SERIE :

soit.....numéros à 17 F l'un franco (étranger 22 F)

• RELIURES

Qté..... lots de 2 reliures au prix de 50 F
franco (étranger 55 F)

CI-JOINT MON REGLEMENT TOTAL DE..... F

par chèque à l'ordre de Science & Vie.

Etranger : mandat international ou chèque
compensable à Paris.

SV 807

DÉMENCE SÉNILE

(suite de la page 47)

n'y a pas opposition entre la théorie neurochimique et celle qui part de la constatation de lésions anatomiques dans le lobe temporal. Ce sont deux façons complémentaires d'interpréter une même série de phénomènes et chacune jette sa lumière propre sur un grave problème médical. Les deux théories sont tout à fait compatibles : la dégénérescence des cellules nerveuses privées d'acétylcholine vise précisément une région du cerveau qui normalement reçoit le faisceau le plus important de fibres à acétylcholine, à savoir la zone hippocampique désignée par les anatomistes.

Un autre courant de recherche s'oriente vers l'origine virale de certaines maladies dégénératives du système nerveux central et les affections auto-immunes. La sclérose en plaques qui touche l'ensemble de ce système, pourrait être due à un virus. Les scientifiques se sont aussi beaucoup intéressés à la maladie de Parkinson lorsque celle-ci a fait une véritable flambée quelques années après l'épidémie de "grippe espagnole" de 1918. De l'avis de certains chercheurs, le virus de la grippe aurait été, par un effet à retardement inexplicable à l'époque, responsable de l'épidémie parkinsonienne. Mais on a découvert récemment l'existence de "virus lents", dont l'incubation peut durer plusieurs années. Certains de ces virus semblent avoir une prédisposition prononcée pour les cellules nerveuses, et même un don de sélection entre différents types de cellules. Le virus de la poliomélyélite, par exemple, ne s'attaque qu'à certaines cellules de la moelle épinière et boude les neurones voisins.

Un virus serait-il responsable des lésions anatomiques constatées dans la maladie d'Alzheimer ? Existe-t-il une relation entre la vulnérabilité à un tel virus et les phénomènes génétiques évoqués plus haut ? Les progrès récemment réalisés dans l'étude de cette maladie sont déjà encourageants. Reste à trouver l'arme efficace contre ce que l'on appelle gâtisme. Peut-être, déjà, au tout début de la maladie, avant la destruction irréversible des centres cérébraux, une thérapeutique de substitution acétylcholinique aurait des chances d'avoir une certaine efficacité. Au pire, elle retarderait l'évolution vers la démence.

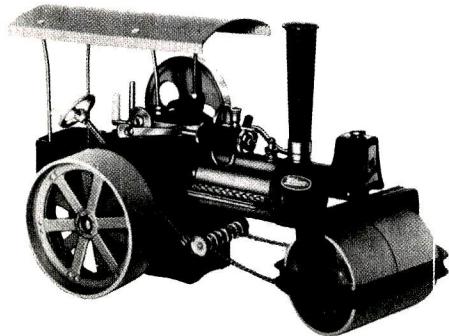
La phase initiale se signale, on le sait maintenant, par une diminution de la mémoire. Autres symptômes à surveiller : une tendance à l'indifférence, au désintérêt, un changement de personnalité qui au début peut rester très secret. Cela pose un problème difficile à l'entourage. D'un côté, l'angoisse familiale, qui amplifie le moindre signe de vieillissement, de l'autre, le refus, la peur de voir un proche perdre la raison. On accepte toujours mal que la "folie" puisse entrer au logis. Et pourtant, une compréhension et une détection promptes des symptômes sont aujourd'hui la seule chance qui reste encore à l'homme frappé de la maladie d'Alzheimer.

Dr. Jacqueline RENAUD ■

A LA SOURCE DES INVENTIONS

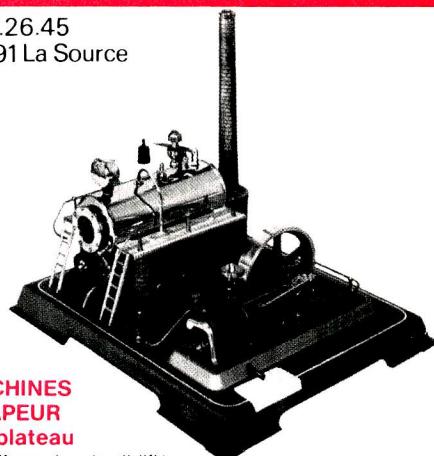
60, Boulevard de Strasbourg 75010 PARIS - Tél. 607.26.45

* Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source



LOCOMOBILES A VAPEUR

Chaudière en laiton chromé. Chauffage alcool solidifié.
D 36 - rouleau compresseur 320 x 150. F 713,00
D 40 - tracteur (mêmes caractéristiques que D 36) F 713,00
Frais d'expédition S.N.C.F. F 80,00



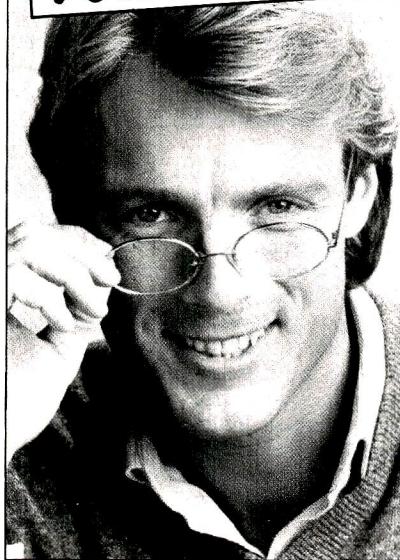
MACHINES A VAPEUR sur plateau

chauffage alcool solidifié
D 10 - cylindre oscillant 200 x 260 F 449,00
D 16 - cylindre fixe 260 x 310 F 648,00
D 20 - cylindre fixe action double 300 x 350 F 928,00
D 24 - cylindre fixe action double 340 x 420 F 1.395,00
Frais d'expédition S.N.C.F. F 80,00

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE ÉDITION 84/85 N° SV 22 *toutes les nouveautés de boîtes de modélisme*

* Le catalogue F 28,00 Expédition P.T.T. F 12,00 en timbres-poste ou par chèque

Développez votre mémoire



Vous le pouvez ! Et c'est facile, grâce à la surprenante méthode CHEST qui vous permet d'acquérir très vite une mémoire souple, fidèle, infaillible...

Cette méthode est si simple qu'un enfant de quatorze ans peut l'étudier entièrement en un mois (un quart d'heure par jour suffit).

Bientôt, vous retiendrez sans difficulté les noms propres, les visages, les langues étrangères et même les choses les plus compliquées (par exemple une liste de 100 nombres de 5 ou 6 chiffres).

Comment cela est-il possible ?

Vous le saurez en lisant la passionnante brochure en couleurs offerte gratuitement par l'I.P.M.

Pour la recevoir, il vous suffit de découper et de remplir le bon ci-dessous, et de le renvoyer à l'I.P.M. (Service L.12) - 40, rue Jules-Ferry - 59430 Saint-Pol-sur-Mer - Tél. (28) 60.96.47 (établissement privé).

Je désire recevoir, moi aussi, la brochure qui me révélera comment multiplier par 10 la puissance de ma mémoire. Voici :

Mon nom _____ Mon prénom _____

Mon âge _____ Mon adresse _____

Il est entendu qu'aucun démarcheur ne me rendra visite.



**GRATUIT
ET SANS
ENGAGEMENT**

HOMÉOPATHIE

(suite de la page 55)

le protocole en usage pour les produits nouveaux, n'a jamais été réalisée sur des dilutions homéopathiques. Et pour cause : elle est par principe irréalisable. En s'affirmant prêts à des essais en accord avec la méthodologie homéopathique, les homéopathes ne pouvaient ignorer que leur défi était une offre de Gascon. L'expérimentation en double insu se fonde sur la nosographie, c'est-à-dire sur la description et la différenciation des diverses maladies : on essaie le même médicament sur des patients souffrant de la même affection. Or l'homéopathie rejette toute nosographie, c'est le principe, déjà nommé, "il n'y a pas de maladies, il n'y a que des malades". On ne peut dès lors constituer un échantillon valable.

Puis, il n'y a pas que le double aveugle qui contrôle les médicaments ordinaires. Toute une série d'examens obligatoires doit permettre d'établir, non seulement que le médicament est bien efficace, mais encore à quelles doses il l'est, si ces doses sont constantes dans sa fabrication, si les appareils de fabrication répondent bien aux normes, si le médicament n'est pas toxique, quels sont les effets secondaires, quelle est son action sur l'animal... Tout cela fait l'objet d'une succession de dossiers qui sont passés en revue par des équipes différentes, notés, et qui font de la demande de visa au ministère de la Santé une sorte de "parcours du combattant". On se demande bien pourquoi, en fin de compte, le médicament homéopathique serait dispensé de l'expertise analytique, prouvant qu'il est chimiquement stable, pur et stérile, de l'expertise pharmacologique et toxicologique, des essais sur l'animal et sur l'homme.

Apparemment aucun moyen ne s'offrait pour sortir de l'impasse. Pourtant on en a trouvé un. Son inventeur est le docteur Charles Besse. Constituons, propose-t-il, deux commissions, l'une d'"allopathes", l'autre d'homéopathes. Les allopathes prépareraient, en se conformant aux directives des homéopathes, une dilution homéopathique. Ils la répartiraient dans 200 flacons, qu'ils remettraient aux homéopathes, mélangés avec 200 flacons de placebo. Les homéopathes choisirraient eux-mêmes, selon leurs critères particuliers, les malades qu'ils estimaient justiciables du médicament. S'il est efficace, ils devraient observer une différence entre les résultats observés sur les malades ayant reçu la vraie dilution et ceux auxquels ils ont administré (sans le savoir) le placebo. Ce qui leur permettrait de séparer eux-mêmes, après coup, les deux lots de flacons. « Bien sûr, dit le docteur Besse, on ne demanderait pas aux homéopathes de séparer sans erreur les deux cents flacons de chaque sorte. Il leur serait simplement demandé une discrimination statistiquement significative. » Et il ajoute ce simple mot : « Chiche ! »

La balle est dans le camp des homéopathes.

Michel ROUZÉ ■

A noter : un numéro *Science & Vie hors série*, entièrement consacré aux médecines "parallèles" paraîtra en mars 1985.

RAGE

(suite de la page 59)

ceux qui ont été consommés. On a ainsi une idée de la population vulpine (Les appâts sont à base de substances qui attirent préférentiellement les renards.)

Après un certain temps, on capture quelques renards et on les envoie au laboratoire qui vérifie si les animaux ont été immunisés. Les Suisses ont ainsi établi en quelques endroits, comme la haute vallée du Rhône, un véritable cordon sanitaire contre la progression géographique de la rage.

Les chercheurs de Nancy préfèrent eux, essayer d'abord les souches mutantes sur des renards en captivité. Avant de disperser des appâts dans la nature, il vaut mieux être sûr qu'inoffensifs pour les renards, les nouveaux virus ne risquent pas d'être pathogènes pour quelque autre espèce sauvage, ce qui pourrait avoir des conséquences indésirables.

Les derniers résultats obtenus à Nancy montrent qu'actuellement, l'administration par voie orale d'un vaccin est efficace aux conditions suivantes : le virus-vaccin doit être vivant, avoir un titre viral élevé après incorporation à l'appât, la souche utilisée doit être immunogène et le renard adulte. Le renardeau doit recevoir un rappel à 1 an.

Les Allemands se sont donné trois ans pour juger de la valeur des nouvelles techniques de vaccination des renards ; les Suisses, cinq ans. Ces techniques ne représentent donc pas une alternative aux moyens actuellement mis en œuvre contre le retour offensif de la rage en Europe occidentale. La vague poursuivra-t-elle sa progression ? Finira-t-elle par s'essouffler et se résorber ? Que ce soit dans les populations humaines ou dans les populations animales, l'évolution des grandes maladies infectieuses a toujours conservé un mystère qui déjoue les prévisions.

Le fait que, grâce à un solide équipement sanitaire, aucun cas mortel n'aît été enregistré chez l'homme doit certes écarter tout alarmisme, mais il n'autorise pas un relâchement de la vigilance, surtout lorsque le virus touche une zone à très forte densité humaine, canine et féline, comme la région parisienne.

Dans un ouvrage paru il y a une dizaine d'années, le Dr André Gamet, alors chef du centre antirabique de l'Institut Pasteur, rapportait deux exemples qui donnent à penser (1). Celui d'une chatte recueillie dans la banlieue parisienne, qui mordit et griffa huit personnes alors qu'on s'apprêtait à l'exposer dans un grand magasin de la capitale et mourut de la rage quelques jours plus tard. Celui d'un chien enragé dépisté à Chantilly, que son propriétaire venait de ramener d'un pays étranger fortement infecté, pourvu d'un certificat de vaccination en bonne et due forme. L'enquête devait établir qu'il s'agissait d'un document "bidon" : la vaccination n'avait jamais été pratiquée...

Michel ROUZÉ ■

(1) André Gamet, *La Rage*, Que sais-je ? n° 1520



FAAC LA CLE DU 20^e SIECLE.

Eric Caneil

L'homme du 20^e siècle s'est doté d'outils sophistiqués.

Portes et portails s'ouvrent et se ferment à distance en toute sécurité avec le boîtier de télécommande FAAC (homologué P.T.T.).

Un simple bouton à presser pour pénétrer dans sa propriété, sans sortir de sa voiture, sans s'exposer aux intempéries ou aux agressions.

Avec le bon ci-dessous, vous saurez tout sur la façon d'ouvrir et de fermer les portes au 20^e siècle.

Documentation gratuite sur simple demande :

FAAC - 254, rue Francis de Présensé
69100 VILLEURBANNE

Nom _____

Adresse _____

Tél. _____

SV 20-11

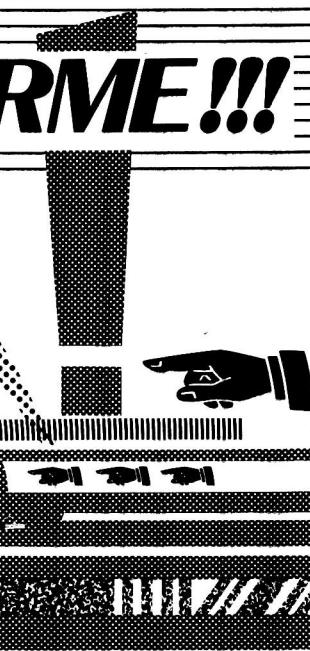


FAAC : automatismes
pour portails et portes.

ERIBA, C'EST LA FORME!!!

La forme, celle qui fait reconnaître une ERIBA entre toutes les caravanes. De la plus petite à la plus spacieuse, c'est toujours la grande forme, celle qui vous permet de bien profiter des vacances.

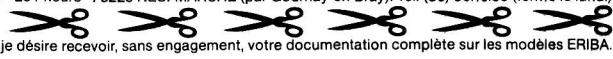
Et pour avoir la forme, il suffit de nous renvoyer le bon à découper ci-dessous.



Bon à découper à retourner à SOCANOR,

"Le Prieuré" 76220 NEUFMARCHÉ (par Gournay-en-Bray). Tél. (35) 90.10.30 (fermé le lundi)

je désire recevoir, sans engagement, votre documentation complète sur les modèles ERIBA.



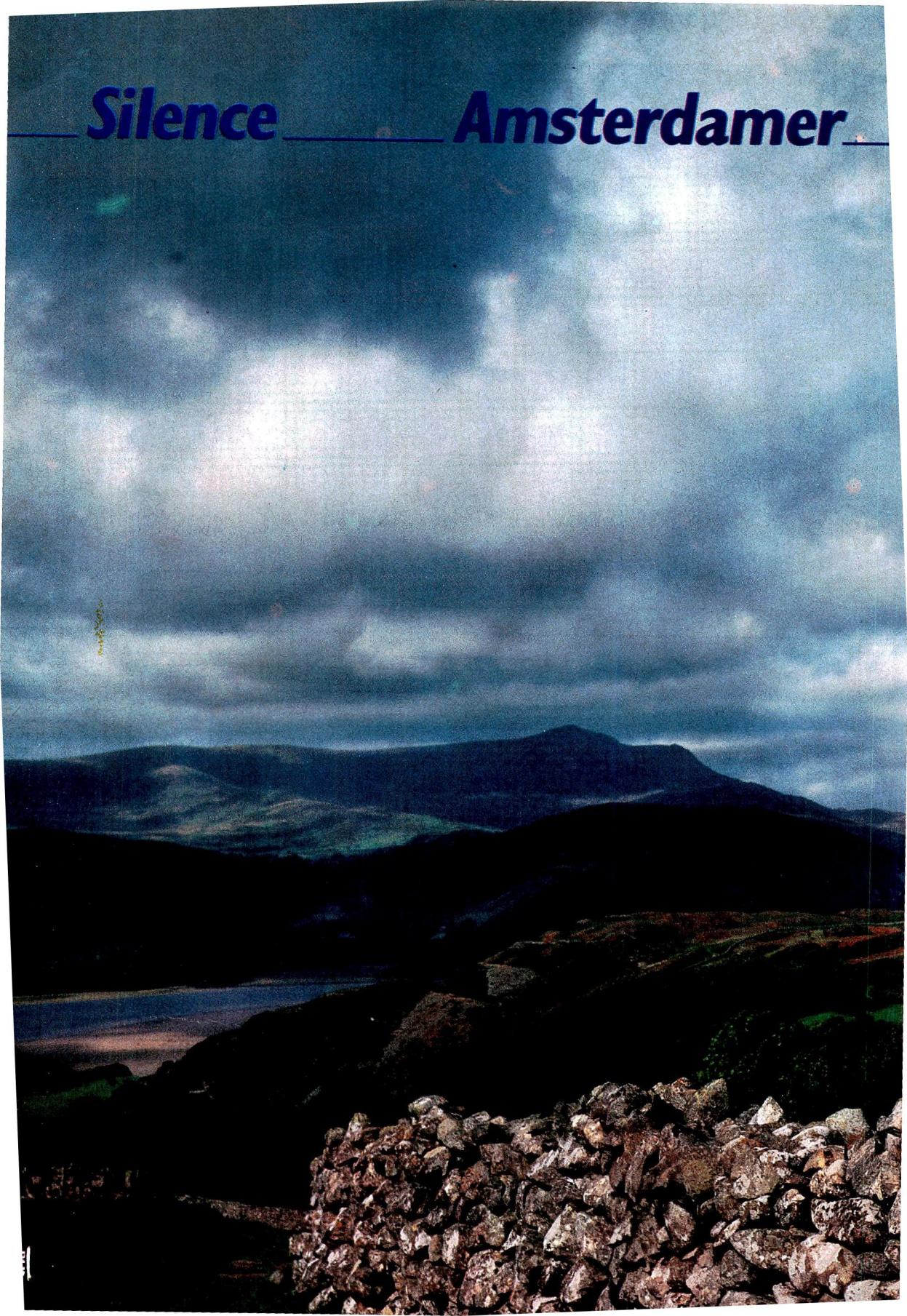
NOM _____ PRÉNOM _____

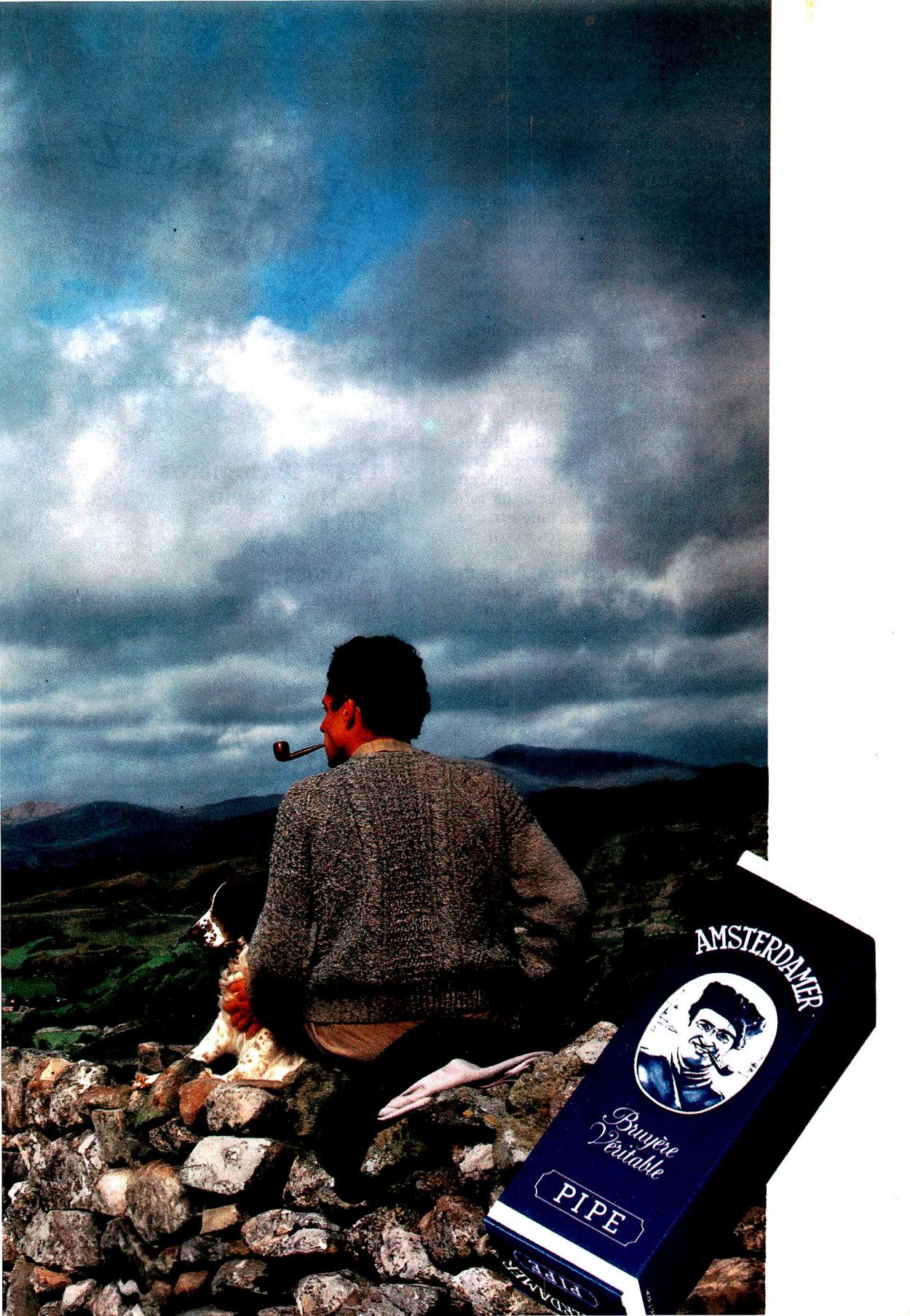
ADRESSE _____

CODE POSTAL _____ VILLE _____ PROFESSION _____

CARAVANES ERIBA

Silence *Amsterdamer*





AMSTERDAMER



Bruyère
Véritable

PIPE

AMSTERDAMER

VIEILLISSEMENT

(suite de la page 39)

taine d'années et qui sont unanimement considérés comme des apports positifs.

La diminution du nombre des actifs, d'ailleurs, serait encore plus spectaculaire s'il n'y avait eu, ces dernières années, une forte progression du nombre des femmes exerçant une activité professionnelle : de 6,7 millions en 1962, elles sont passées à 9,6 millions en 1982 (les ménages à double salaire sont devenus plus nombreux que les ménages à un seul salaire aux environs de 1975).

D'autres transformations sont également intervenues au cours de ces vingt dernières années, transformations qui ont profondément modifié — et modifieront encore — le paysage démographique de notre pays. Ainsi, non seulement le rapport actifs-inactifs a évolué, mais, à l'intérieur même du groupe des actifs, la répartition de ceux-ci entre les grands secteurs d'activité a elle aussi changé. Traditionnellement, on divise l'activité économique en trois secteurs : 1^o l'agriculture, à laquelle on rattache la sylviculture et la pêche ; 2^o l'industrie, à laquelle on adjoint le bâtiment et le génie civil ; 3^o les services, qui rassemblent toutes les formes de commerces et de transports. Ceci étant, les pourcentages de la population active employée dans ces trois secteurs ont évolué de la manière suivante :

	1962	1982
	en % du total	
<i>Agriculture</i>	19,9	8,2
<i>Industrie</i>	38,2	34,2
<i>Services</i>	41,9	57,6

Conclusion : la France a commencé d'entrer dans l'ère post-industrielle.

Toujours au cours de ces vingt dernières années, le pouvoir d'achat et le niveau de vie des Français ont fortement progressé, et cela malgré une importante contraction d'effectifs dans les deux secteurs productifs de biens de consommation (l'agriculture et l'industrie), qui occupaient ensemble 58,1 % de la population active en 1962, et seulement 42,4 % en 1982. L'automatisation et l'informatisation, en augmentant la productivité individuelle, vont encore renforcer cette tendance, et nous ne tarderons pas à rattraper les États-Unis, où l'agriculture et l'industrie ne représentent plus, conjointement, que 31 % des emplois.

En définitive, le vieillissement démographique n'est qu'une des nombreuses mutations que connaît notre pays en cette fin du XX^e siècle. Comme nous l'avons vu, il n'y a pratiquement aucune répercussion sur la tranche d'âge des actifs. Du moins pour le moment. La France bénéficie donc d'un répit pour faire en sorte que les personnes âgées ne soient plus, économiquement au moins que psychologiquement, considérées comme un fardeau, mais comme une ressource.

Alexandre DOROZYNSKI ■

ABONNEZ-
VOUS A
SCIENCE & VIE

1 AN

12 Numéros

144 F

2 ans : 280 F

1 AN / 12 Numéros

+ 4 Hors Série

202 F

2 ans : 388 F

ETRANGER

BENELUX 1 an simple 970 FB - 1 an couple 1370 FB

EXCELSIOR PUBLICATIONS B.P. N° 20 IXELLES 6
1060 BRUXELLES Compte N° : 551-8615600-32

CANADA 1 an simple 35 \$ Can. - 1 an couple 50 \$ Can.

PERIODICA C.P. 444, OUTREMONT
P.Q. CANADA H2V 4R6

SUISSE 1 an simple 54 FS - 1 an couple 78 FS
NAVILLE ET CIE. 6-7, rue Levrier
1211 GENEVE 1.

AUTRES PAYS 1 an simple 215 F - 1 an couple 290 F

Commande à adresser directement à

SCIENCE & VIE

Recommandé et par avion nous consulter.

BULLETIN D'ABONNEMENT

A découper ou recopier et adresser
païement 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.....

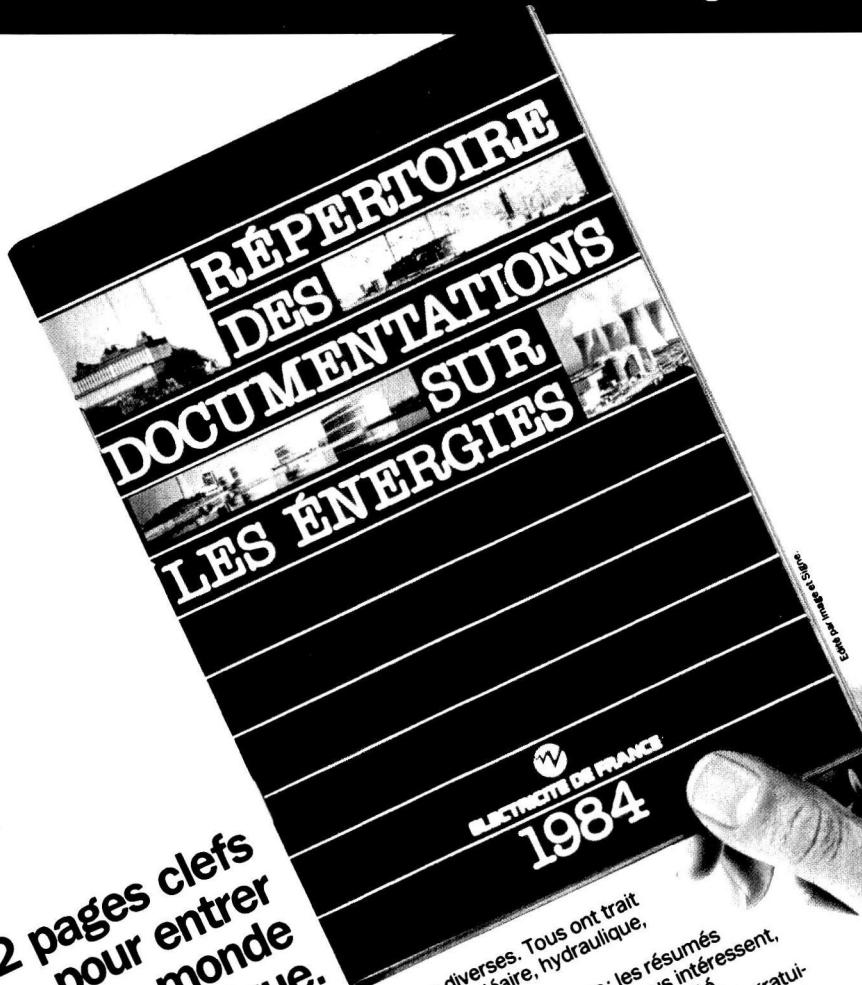
Ci-joint mon règlement de F
par chèque ou mandat-lettre

à l'ordre de SCIENCE & VIE - BRED

Etranger : mandat international ou
chèque compensable à Paris.

SV 807

L'ENERGIE C'EST QUOI?



72 pages clefs
pour entrer
dans le monde
énergétique.

Ce livret gratuit classe et répertorie près de 200 documents d'origines diverses. Tous ont trait aux multiples aspects des énergies : fossiles, nucléaire, hydraulique, renouvelables.

Chaque document proposé est décrit en quelques lignes : les résumés et de choisir votre information en fonction du niveau technique souhaité. Dès réception du répertoire, vous pourrez vous procurer facilement et gratuitement le ou les documents voulus grâce au bon de commande situé à l'intérieur.

Si les problèmes énergétiques vous laissent pas indifférent, si vous êtes chercheur, enseignant, étudiant... cet ouvrage sera pour vous une base de références utile.

ELECTRICITÉ DE FRANCE

GRATUIT : veuillez m'envoyer rapidement votre répertoire des documentations sur les énergies. (à remplir au stylo à bille, en majuscules). Offre valable jusqu'au 30 janvier 1985.

Nom _____
Adresse complète _____
ville _____

Code postal _____
A retourner à : AFID
BP 8209 - 75421 PARIS
CEDEX 09

sans que l'équipage soit en cause, se trouver en situation de décrochage. C'est dans cette conjoncture qu'intervient la protection des CDVE. Celles-ci limitent l'assiette de l'appareil à une valeur telle que le décrochage est impossible. Ou bien l'avion récupère progressivement une situation aérodynamique normale, et la phase d'approche se poursuit ; ou bien les conditions continuent de se détériorer, et un dispositif électronique associé aux CDVE commande automatiquement la remise des gaz à pleine puissance : l'avion interrompt alors son approche pour reprendre de la vitesse et de l'altitude.

La seconde protection dont bénéficiera l'Airbus A-320 est destinée à éviter le dépassement des vitesses maximales autorisées en exploitation. Le système fonctionne de la manière suivante : lorsque l'appareil est sur le point d'atteindre une de ces vitesses limites, le minimanche latéral (qui, sur les avions de la nouvelle génération, remplace le volumineux manche central), directement relié aux calculateurs du pilote automatique et des CDVE, effectue un mouvement d'avant en arrière qui fait accomplir à l'avion une ressource, c'est-à-dire une remontée, dont le résultat immédiat est de lui faire perdre de la vitesse et de le ramener dans son domaine de vol. Cependant, ainsi que nous l'expliquons plus haut, il peut exceptionnellement arriver qu'un appareil soit contraint d'outrepasser les vitesses limites qui lui sont imposées. C'est la raison pour laquelle le minimanche, bien qu'il empêche les dépassements de vitesse, ne les interdit pas. Il suffit au pilote d'exercer sur lui une pression qui s'oppose au mouvement commandé par le dispositif protecteur. Toutefois, dès que la pression est relâchée, l'électronique reprend le dessus et impose à l'appareil un facteur de charge tel qu'un "cabré" se produit qui abaisse aussitôt la vitesse.

Les deux exemples que nous venons de prendre ont trait l'un et l'autre au pilotage dans le sens longitudinal. Mais les CDVE apportent également des innovations dans le pilotage latéral. Là encore, pour mieux comprendre de quoi il retourne, une comparaison s'impose. Sur un avion classique, lorsque le pilote veut faire un virage, il commence par incliner l'appareil, puis il maintient fermement les commandes afin que la courbe soit parfaitement stabilisée. Pour s'assurer de la conformité de la trajectoire, il consulte une petite bille qui doit rester continuellement centrée : si elle est déportée dans le sens de l'inclinaison, c'est qu'il y a "glissade" (chute de côté) ; si elle part dans le sens contraire, c'est qu'il y a "dérapage" (virage nez en l'air). L'effort à fournir sur le manche pour que la vitesse angulaire de rotation demeure constante, est directement proportionnel à la vitesse d'évolution de l'appareil.

Avec des commandes de vol électriques, l'obligation de doser sur le manche disparaît. En effet le calculateur des CDVE prend lui-même en charge

ce délicat exercice. Il a été programmé pour cela, selon une loi de pilotage dite "loi en taux de roulis". Déchargé désormais d'une besogne qui mobilisait autant ses muscles que son cerveau, le pilote peut reporter son attention sur d'autres tâches.

En fait, pour effectuer un virage sur un avion équipé de CDVE, le pilote n'a qu'un geste à accomplir : donner une certaine inclinaison latérale au minimanche. Ce faisant, il commande un taux de roulis (c'est-à-dire une vitesse angulaire exprimée en degrés par minute) dont la valeur est fonction de l'amplitude du déplacement du minimanche. Outre sa simplicité, ce procédé présente trois grands avantages :

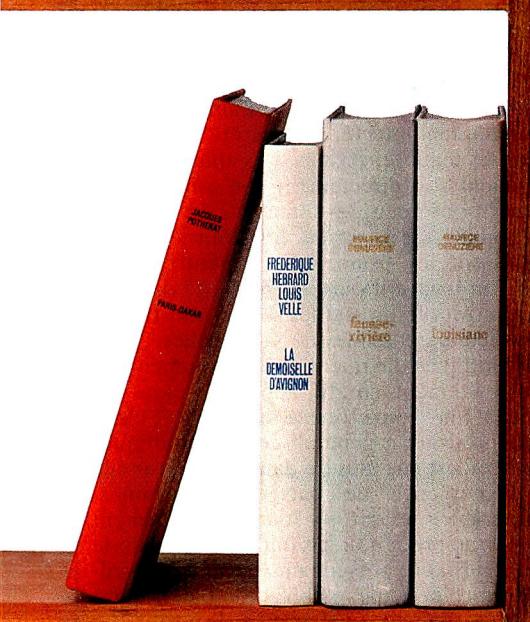
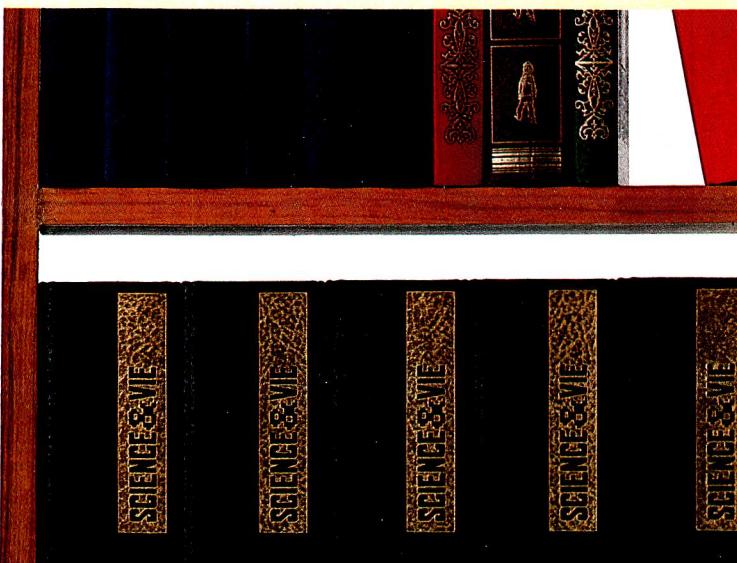
1. Le pilote n'a plus à tenir compte de la vitesse d'évolution de son appareil ; c'est le calculateur qui s'en charge ;
2. La pente existant au moment de la mise en virage (car un avion peut avoir à virer en même temps qu'il monte ou qu'il descend) est automatiquement conservée et contrôlée par ce même calculateur ;
3. La trajectoire suivie est constamment parfaite, puisque c'est un facteur de charge qui est commandé par le minimanche et maintenu par les CDVE — et non plus une attitude de l'appareil.

Si nouvelle que soit la notion, il faut bien comprendre en effet que la commande d'un facteur de charge — possible uniquement par l'intermédiaire d'un calculateur et de liaisons électriques — garantit la tenue à long terme d'une trajectoire, car celle-ci est ajustée en continu aux conditions sans cesse changeantes du vol ; alors que l'affichage d'une attitude avec un manche classique n'offre que la possibilité de maintenir à court terme une trajectoire sans cesse remise en question par les perturbations extérieures. C'est là, comme nous le disions déjà plus haut, que se situe la profonde mutation instaurée par les CDVE dans les techniques traditionnelles de pilotage. Avec les commandes de vol électriques, la position du manche n'est plus le reflet de la position des gouvernes de l'avion (puisque le contrôle aérodynamique d'attitude à court terme est assuré par le calculateur), elle représente uniquement le facteur de charge imprimé à l'appareil.

Progressivement et prudemment introduites sur quelques avions civils déjà en exploitation (Airbus A-310) ou encore en préparation (Airbus A-320, Airbus TA-11), les commandes de vol électriques sont en revanche largement utilisées depuis une dizaine d'années sur les avions de combat militaires. Au stade de développement qui est le leur actuellement, l'usage qui en est fait correspond à tout ce qui a été évoqué précédemment. A cette différence près, toutefois, que les constructeurs militaires sont allés plus loin que leurs homologues civils. D'une part, ils ont appliqué les CDVE aux trois axes d'évolution de leurs avions (tangage, roulis et lacet), alors que, sur l'A-320, par exemple, seuls le tangage et le roulis seront com-

COLLECTIONNEZ LE SAVOIR

avec les reliures SCIENCE & VIE



1981

1982

1983

1984

1985



Recouvertes de simili-cuir marron foncé avec impression dorée, les reliures Science & Vie vous permettront de conserver intacte votre collection. Chaque reliure est conçue pour classer six revues.

Les 2 reliures 50 F franco

BON DE COMMANDE

à retourner, paiement joint, à Science & Vie, 5, rue de la Baume 75008 PARIS.

Nom : _____

Veuillez m'adresser _____ lots de 2 reliures au prix de 50 F franco les deux (Étranger 55 F).

Prénom : _____

Adresse : _____

Ci-joint mon règlement de _____ F. par chèque à l'ordre de Science & Vie - Bred.

Code Postal : _____ Ville : _____

Étranger : mandat international ou chèque compensable à Paris.

mandés électriquement. D'autre part, ils envisagent d'ores et déjà de mettre à contribution les CDVE pour actionner des gouvernes d'un genre nouveau qui permettront aux futurs avions de combat d'effectuer des manœuvres impossibles à réaliser avec les dispositifs actuels. Ces manœuvres consistent en de brusques translations verticales (des changements subits d'altitude) ou transversales (des départs soudains sur les côtés), ou bien en de brutales décélérations dans le sens longitudinal.

À niveau opérationnel, c'est-à-dire en combat aérien ou en vol de pénétration à basse altitude, le but poursuivi est le suivant : l'avion capable de ces manœuvres inopinées pourra plus facilement se soustraire aux systèmes défensifs engagés contre lui. Il est en effet possible actuellement de déterminer par le calcul ce que l'on appelle la "position du but futur", c'est-à-dire la position qu'occupera un avion à un moment donné, en fonction de la trajectoire qu'il suit (trajectoire relativement prévisible). La connaissance de cette "position du but futur" est extrêmement utile, car elle sert à régler le tir des batteries antiaériennes ou à guider les missiles sol-air ou air-air. Avec les nouvelles gouvernes dites "de force directe" ou de déviation de jet" (parce que, placées dans le flux des réacteurs, elles en orientent la poussée), cette prévision de trajectoire sera sinon impossible, du moins très aléatoire.

De plus, ces brusques changements de trajectoire ou d'allure s'effectueront sans qu'il y ait la moindre modification d'attitude de l'appareil : celui-ci restera toujours parfaitement horizontal, ce qui réduira les facteurs de charge, la fatigue du pilote et l'usure du matériel.

Au terme de cette étude sur les divers apports des commandes de vol électriques, il apparaît donc clairement que l'avion de demain sera à bien des égards fondamentalement différent de celui d'aujourd'hui. Grâce à leur formidable potentiel industriel, les États-Unis ont été à l'origine du contrôle actif généralisé. Mais aujourd'hui l'Europe, et tout particulièrement la France, n'ont plus rien à envier aux meilleurs bureaux d'études américains. À preuve l'audace qui a conduit le consortium européen Airbus Industrie à introduire les CDVE dans ses derniers programmes, alors que Boeing, son grand rival d'outre-Atlantique, hésite encore, bien qu'il soit tout à fait capable de développer des appareils en tout point comparables.

Dans le domaine militaire, si les Américains possèdent toujours une incontestable avance en matière de CDVE, c'est une firme française, Dassault, qui fait figure de leader européen. Le Mirage 2 000 est en effet le premier appareil opérationnel non américain à être entièrement équipé de commandes électriques.

Serge BROSSELIN ■

de bovins étaient exceptionnelles en France, mais leur progression, depuis, est préoccupante.

Il existe quelque 1 700 types différents de salmonelles. Certains sont pathogènes pour l'homme seulement (fièvres typhoïdes et paratyphoïdes). D'autres ne visent que les animaux (pullorose des volailles, avortement salmonellique des brebis, septicémies du veau). Mais le plus souvent, les salmonelles infectent à la fois l'homme et de nombreuses espèces animales, domestiques ou sauvages : *Salmonella typhimurium*, par exemple. Or, on assiste depuis quelques années à une montée redoutable de cette bactérie, en France comme ailleurs.

Un rapport de 1979 du ministère de l'Agriculture, signé des Dr Martel et Fleury, révèle que dans l'inventaire des salmonelles isolées chez des veaux, *S. typhimurium* est passé de 17 en 1975 à 238 en 1977. La même bactérie isolée chez le veau était beaucoup plus résistante aux 14 antibiotiques testés que celle isolée chez l'homme, parce que l'administration d'antibiotiques au veau avait favorisé cette résistance. « Il semble bien, disent les auteurs, que la montée actuelle de *S. typhimurium* corresponde à la polyrésistance aux antibiotiques que manifeste ce sérotype. Cette constatation est particulièrement préoccupante lorsqu'on sait que *S. typhimurium* est le sérotype le plus fréquemment isolé chez l'homme. »

La source première de la contamination est toujours un animal infecté, qui excrète des salmonelles dans ses matières fécales. Les animaux sains se contaminent soit directement par contact, soit indirectement par l'eau, les aliments, du matériel sale. Les volailles de la ferme, les étourneaux qui suivent souvent les troupeaux au pâturage, les cobayes qu'on trouve parfois en liberté dans les étables, et surtout les rats et les souris, constituent autant de vecteurs possibles de salmonelles.

Les antibiotiques devraient être absolument réservés au traitement curatif appliquée selon des règles strictes ; la "couverture antibiotique", c'est-à-dire l'administration généralisée d'antibiotiques à large spectre, est une mesure dangereuse, car elle favorise l'émergence de bactéries résistantes. L'antibiothérapie devrait se fonder uniquement sur le recours au produit précis qui convient dans le cas donné. La France possède un réseau de surveillance basé sur ce principe, établi par le Laboratoire national de pathologie bovine. Un dispositif qui doit permettre la détection précoce de nouveaux types résistants susceptibles de provoquer une "épidémie de résistance" dans la population bactérienne.

Les exemples récents aux Etats-Unis comme en Grande-Bretagne montrent qu'à défaut d'un contrôle rigoureux, le risque d'antibiorésistance pourrait se répandre. La médecine serait alors privée d'une des armes les plus efficaces jamais découverte par l'homme.

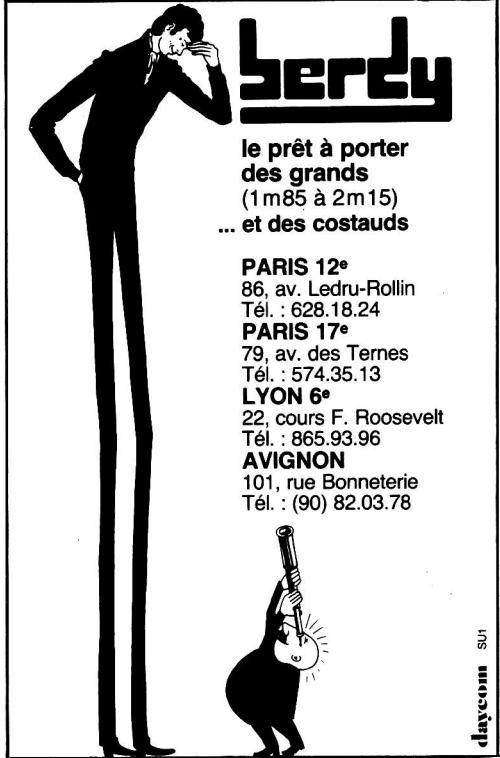
Alexandre DOROZYNSKI ■

**UN
CADEAU
AUSSI
PRATIQUE
POUR 159F,
C'EST
CADEAU.**



QUID 85
ÉDITIONS ROBERT LAFFONT

DIVA.



daycom su

**Comment acquérir
UNE MÉMOIRE ÉTONNANTE
en quelques semaines.**

Vous avez de la mémoire, mais on ne vous a probablement jamais appris à vous en servir. Car la mémoire, ce n'est pas un don, c'est une question de méthode et de techniques. Tout le monde, par exemple, peut réaliser la surprenante expérience que voici : on effeuille devant vous un jeu de 52 cartes et lorsque c'est terminé, vous récitez la liste de ces cartes dans leur ordre, exactement comme si vous les aviez sous les yeux. Lorsque vous aurez appris à vous servir de votre mémoire, vous réussirez cette expérience sans difficulté et vous pourrez tout aussi bien réciter une liste de 40 noms que l'on aura cités simplement une fois devant vous ou rejouer de mémoire une partie d'échecs. La même méthode permet de retenir définitivement et sans effort les noms, les visages, les rendez-vous, les numéros de téléphone, les codes des 95 départements et ceux des villes qui vous intéressent, les langues étrangères, les dates de l'histoire, les chiffres, les sciences, les formules ou le droit. Tous ceux qui pour leurs études ou leur vie professionnelle ont besoin d'une bonne mémoire devraient l'appliquer. Quelle que soit votre mémoire actuelle, dites-vous bien que vous pouvez acquérir une mémoire infaillible en connaissant les secrets de son fonctionnement. Pour en savoir plus, demandez la brochure gratuite offerte ci-dessous, mais faites-le tout de suite, car actuellement vous pouvez profiter d'un cadeau très intéressant.

-----  **1 brochure
GRATUITS + 1 test de votre mémoire**

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M15R - Centre d'Études, 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 cinq coupons-réponse).

MON NOM
(en majuscules SVP)
MON ADRESSE

Code postal | | | | | Ville.....

REJETS RADIOACTIFS

(suite de la page 69)

radioactifs. On les appelle "produits d'activation".

Il n'y a pas que les éléments du cœur qui soient "activés" : l'eau du circuit primaire véhicule en permanence des impuretés susceptibles de s'"activer" en passant près du cœur. Cette eau contient notamment de l'acide borique, destiné à absorber les neutrons, en concentration plus ou moins élevée suivant que l'on veut ralentir ou freiner la réaction nucléaire. Or, le bore 10 réagit avec les neutrons pour former du tritium.

D'autres impuretés sont, elles, dues à la corrosion des éléments métalliques. On utilise pourtant des matériaux dont la vitesse de corrosion est faible, de l'ordre de 1 micron par an, pour l'acier inoxydable et 1,5 pour l'inconel 600 et l'on ajoute de la lithine à l'eau du circuit primaire, pour la rendre légèrement alcaline, ce qui diminue les taux de relâchement des produits de corrosion. Mais on n'a pas encore trouvé un matériau totalement inaltérable, si bien que le circuit primaire contient en permanence une radioactivité non négligeable, due aux produits d'activation (5). Contrairement aux produits de fission, leur période est relativement courte, à l'exception de certains éléments comme le nickel 63 qui a une demi-vie de 120 ans (tableau ci-contre). La majeure partie des produits d'activation se déposent le long du circuit primaire, prêts à se remettre en mouvement à la moindre pression ou aspiration ; ils représentent des centaines de curies par mètre cube. Seuls quelques dixièmes à quelques centièmes de curie par m³ sont en suspension.

Si les quelque 250 m³ de liquide contenus dans le circuit primaire et chargés à la fois en produits de fission et en produits d'activation se contentaient de circuler en permanence à l'intérieur de l'enceinte qui leur est affectée, il n'y aurait pas de rejets vers l'environnement. Deux problèmes bien différents viennent perturber cette circulation. D'une part, les fuites sont inévitables dans ce type d'installation. Des "drains résiduaires" récupèrent l'eau perdue, qui est stockée dans des réservoirs avant d'être dirigée vers des installations de traitement. D'autres fuites appelées "incidentielles" sont récupérées au niveau des "drains de plancher" ; tous les sols sont étanches et comportent un point bas. Il n'est pas rare d'observer un taux de fuite global de 50 à 60 litres par heure, mais lorsque ce taux atteint 200 litres par heure, ce qui peut arriver une ou deux fois par an, on arrête la centrale pour vérifier et réparer.

D'autre part, pour ajuster en permanence la chimie de l'eau du circuit primaire, notamment sa concentration en bore, il est nécessaire de soutirer de l'eau et d'en ajouter. C'est le rôle du circuit de contrôle volumétrique et chimique (RCV). Ce circuit qui règle aussi le volume d'eau est chargé d'épurer le fluide primaire et d'introduire des additifs chimiques. Le long de son parcours, des filtres très fins permettent de retenir les particules de plus de 5 microns, pratiquement toutes les

particules en suspension. Des déminéralisateurs à résines échangeuses d'ions arrêtent les matières solubles. Toutes ces opérations ont pour effet de débarrasser l'eau d'une partie de sa radioactivité, que l'on retrouvera dans les résines et les filtres usés sous forme de déchets radioactifs solides destinés au centre de stockage de la Manche (6).

Une fois épurée et traitée, l'eau ne peut pas être reinjectée en totalité dans le circuit primaire. Le surplus d'eau va rejoindre un autre circuit, le circuit de traitement des effluents primaires (TEP). Les effluents sont stockés et subissent à nouveau un traitement : dégazage (qui produira des effluents gazeux) et décontamination par filtration et déminéralisation. L'eau peut alors être recyclée vers le circuit primaire, ou bien si sa qualité n'est pas suffisante, acheminée vers un troisième circuit : le circuit de traitement des effluents usés (TEU).

En fait, le recyclage est loin d'être permanent, en raison notamment de la teneur en tritium qui ne

PRINCIPAUX PRODUITS D'ACTIVATION

Radionucléide		Demi-vie
Tritium	H 3	12 ans
Argon 41	A 41	1,8 heure
Manganèse 54	Mn 54	300 jours
Fer 55	Fe 55	2,9 ans
Cobalt 60	Co 60	5,2 ans
Cuivre 64	Cu 64	12,8 heures
Nickel 65	Ni 65	2,6 heures
Chrome 51	Cr 51	27 jours
Zirconium 95	Zr 95	65 jours

cesser de s'élever au cours du cycle du combustible et dont on ne sait pas se débarrasser au cours des opérations de traitement.

Finalement, ce sont des milliers de m³ d'effluents radioactifs, débarrassés du plus gros de leur radioactivité, qui sont collectés chaque année par le circuit de traitement des effluents usés (où aboutissent aussi les effluents moins radioactifs) puis stockés avant d'être relâchés dans la rivière ou la mer au moment favorable, c'est-à-dire lorsque la dilution de la radioactivité est suffisante et le débit du fleuve assez haut. Parallèlement, les effluents gazeux recueillis principalement au moment du dégazage de l'eau primaire, sont stockés sous pression dans des réservoirs jusqu'à ce qu'ils aient perdu une partie de leur radioactivité ; ils sont alors relâchés par la cheminée de ventilation. Durant leurs trois premières années de fonctionnement, les centrales nucléaires ont bien du mal à ne pas dépasser les normes de rejet, puis, prenant leur vitesse de croisière, elles parviennent à diviser ces normes par deux, puis trois voire par quatre.

Dans ces conditions, pourquoi tant de cachotteries ? EDF aurait tout à gagner à afficher clairement ses résultats. Sinon, chacun pourra continuer à croire qu'il y a des chiffres inavouables !

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■

(5) Il peut aussi arriver qu'une petite quantité d'eau du circuit primaire pénètre dans le circuit secondaire par l'intermédiaire du générateur de vapeur.

(6) Voir *Science & Vie* n° 804.

Information commerciale

UDI - UDII

Deux toutes nouvelles cassettes Chez MAXELL

MAXELL UDI

Un nouveau revêtement a été mis au point, composé de particules magnétiques "Ferricrystal" ne dépassant pas 0.25 - 0.3 um. Ces particules offrent ainsi un plus haut niveau de sortie sur toute la bande passante, un plus faible niveau de bruit, une plus grande dynamique et un bruit de modulation et de polarisation très réduit.

MAXELL UDII

Cette nouvelle cassette comble un vide important en position "Chrome". L'UDII bénéficie du fameux revêtement Epitaxial développé avec succès en 1974. Les fines particules magnétiques épitaxiales alliées à la technique de pointe qui a rendu célèbre les cassettes MAXELL XL et XLS garantissent un niveau de bruit extrêmement bas, d'excellents résultats dans les hautes fréquences et un son clair et distinct.



CONTROL DATA

Le grand constructeur
de super-ordinateurs forme

ANALYSTE-PROGRAMMEURS

Bac (+ 2 de préférence)

INSPECTEURS DE MAINTENANCE

(baccalauréat)

Pour recevoir une documentation sur les conditions d'admission et sur les larges possibilités d'emploi dès la sortie des cours, retourner ce bon à :

INSTITUT PRIVÉ CONTROL DATA

Bureau 120 - 59, rue Nationale

75013 Paris - Tél. (1) 584.15.89



— — — — —

Nom

Adresse

Age

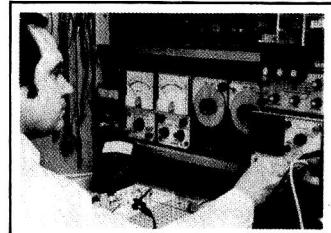
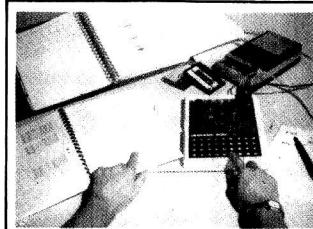
NIVEAU D'ÉTUDES : bac études sup.

Autres

INTÉRESSÉ PAR COURS D'INSPECTEUR DE MAINTENANCE en 26 semaines à Paris seulement

INTÉRESSÉ PAR COURS D'ANALYSTE-PROGRAMMEUR en 19 semaines à Paris à Marseille à Nantes à Lille à Lyon

Des métiers d'avenir où les jeunes sont bien payés



INFORMATIQUE

B.P. Informatique diplôme d'Etat.

Pour obtenir un poste de cadre dans un secteur créateur d'emplois. Se prépare tranquillement chez soi avec ou sans Bac en 15 mois environ.

Cours de Programmeur, avec stages pratiques sur ordinateur.

Pour apprendre à programmer et acquérir les bases indispensables de l'informatique. Stage d'une semaine dans un centre informatique régional sur du matériel professionnel. Durée 6 à 8 mois, niveau fin de 3^e.

MICRO-INFORMATIQUE

Cours de BASIC et de Micro-Informatique.

En 4 mois environ, vous pourrez dialoguer avec n'importe quel "micro". Vous serez capable d'écrire seul vos propres programmes en BASIC (jeux, gestion...). Niveau fin de 3^e.

MICROPROCESSEURS

- Cours général microprocesseurs/micro-ordinateurs.

Un cours par correspondance pour acquérir toutes les connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement interne d'un micro-ordinateur et à son utilisation. Vous serez capable de rédiger des programmes en langage machine, de concevoir une structure complète de micro-ordinateur autour d'un microprocesseur (8080-Z80). Un micro-ordinateur MPF 1B est fourni en option avec le cours. Durée moyenne des études : 6 à 8 mois. Niveau conseillé : 1^{re} ou Bac.

ELECTRONIQUE "84"

- Cours de technicien en Electronique/micro-électronique. Ce nouveau cours par correspondance avec matériel d'expériences vous formera aux dernières techniques de l'électronique et de la micro-électronique. Présenté en deux modules, ce cours qui comprend plus de 100 expériences pratiques, deviendra vite une étude captivante. Il représente un excellent investissement pour votre avenir et vous aurez les meilleures chances pour trouver un emploi dans ce secteur favorisé par le gouvernement. Durée : 10 à 12 mois par module. Niveau fin de 3^e.

INSTITUT PRIVÉ
D'INFORMATIQUE
ET DE GESTION

92270 BOIS-COLOMBES

(FRANCE)

Tel. (1) 242.59.27

Pour la Suisse:
16, avenue Wendt - 1203 Genève



Envoyez-moi gratuitement et sans engagement votre documentation N° X3773
sur : L'INFORMATIQUE LA MICRO-INFORMATIQUE LES MICROPROCESSEURS
L'ÉLECTRONIQUE

Nom Prenom

Adresse Ville

Code postal Tel



autres ? Ce qui est sûr, c'est que le marché que l'on visait au début des années 80 pour les satellites lourds s'est considérablement rétréci. Mais d'un côté, la France aurait peut-être tort de se priver des "débordements" que lui confère une ellipse royale, lui permettant d'arroser quotidiennement toute l'Europe, une partie de l'Afrique du Nord et certains pays de l'Est. Ce n'est un secret pour personne que la puissante Direction générale des télécommunications est plutôt partisane des satellites "légers". Elle mène depuis longtemps une campagne d'opposition féroce contre *TDF 1*. Son ancien directeur, Gérard Théry, un ardent défenseur des satellites légers, continue de défendre cette cause. Une quinzaine de jours avant que l'ancien ministre des Finances ne laisse sa place à M. Fabius, M. Théry aurait essayé de le convaincre de ne pas ouvrir sa bourse pour *TDF 1* et *TDF 2* ; ce dernier doit suivre *TDF 1* pour que le service devienne opérationnel. Cet été encore, M. Théry, qui a décidément de la suite dans les idées, s'est rendu en Allemagne où il aurait essayé d'influencer la Bundespost. On peut s'étonner de cet acharnement.

Les Télécoms qui ont depuis le 3 novembre 1982 à défendre un ambitieux plan de câblage, préféreraient voir dans le ciel un satellite mixte, plus léger, de télécommunications, qui pourrait également transmettre des programmes de télévision vers les futurs réseaux câblés. Ce qui leur permettrait enfin d'avoir la main-mise sur la télévision. C'est plus qu'un rêve. Après avoir sérieusement envisagé d'utiliser des canaux de *Telecom-1*, premier satellite français de télécommunication lancé cet été, pour diffuser des programmes de télévision, les Télécoms ont souhaité posséder leur propre satellite de télévision. Le projet existe. Son nom, *Videosat*. Les Télécoms ont d'ailleurs déposé une demande au cours de l'année dernière, auprès du Bureau international d'enregistrement des fréquences.

Mais la récente opposition à *TDF 1* qui a resurgi brusquement sous la forme de deux rapports, dont l'un a circulé au ministère de l'Industrie et à l'Elysée, et qui ont vraisemblablement mis le feu aux poudres, après que l'affaire des TOP ait gagné la place publique, peut s'expliquer autrement : c'était le meilleur moyen pour les Télécoms de ne pas être obligées de financer *TDF 2*...

Du coup, le gouvernement vient d'autoriser *TDF* à faire un emprunt de 210 millions de francs destiné au programme de radiodiffusion directe.

Au fond, toutes ces péripéties qui ne peuvent qu'aggraver le retard de *TDF 1*, arrangent bien les affaires des fabricants (français) de programmes, qui n'ont toujours pas commencé à fabriquer de quoi alimenter les futures chaînes de télévision. Coïncidences, coïncidences.

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■

mémoire l'ensemble des horaires théoriques. Avant de quitter le terminus, le chauffeur doit aussi composer le numéro du train sur des roues codeuses du boîtier d'identification situé en tête de quai du terminus ; une fois ce "numéro minéralogique" enregistré, l'ordinateur central le lui renverra pour vérification puis l'utilisera pour répercuter la marche de ce train sur le tableau de contrôle dans le PCC. Ce compte-rendu de déplacement, bien entendu en temps réel, est possible grâce à la télétransmission (sur câble spécialisé) de l'état des feux de signalisation.

Au niveau de la sécurité : tous les systèmes de signalisation, feux entre autres, sont autonomes ; seul leur état est transmis au PCC ; l'utilisation des poignées de quai marquées « A n'utiliser qu'en cas de chute sur la voie » provoque la transmission d'une alarme ainsi que la mise hors tension de la section de voie considérée.

Dernier point géré par le PCC : le contrôle de la distribution en énergie électrique. N'oublions pas que le métro parisien consomme à lui seul une quantité d'électricité équivalente à celle utilisée par une ville comme Toulouse.

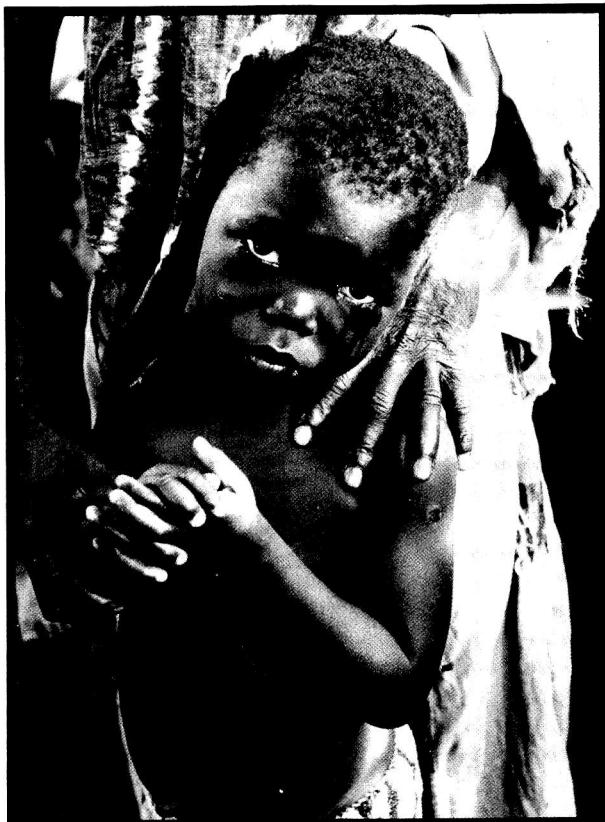
L'électricité provient du réseau haute tension de l'EDF ; certains postes de transformation RATP reçoivent du 63 000 volts, d'autres du 225 000 volts. Ces tensions sont tout d'abord converties en 15 000 volts puis distribuées soit vers des sous-stations de redressement, afin de fournir les 750 volts continus nécessaires aux moteurs des rames, soit vers des postes de transformation 220 volts et 380 volts chargés de l'alimentation de l'éclairage. Toutes ces stations de transformation peuvent être interconnectées de manière à palier à la défaillance de l'une, voire de plusieurs d'entre elles. Même les points d'alimentation principale (63 kV et 225 kV) proviennent d'usines EDF différentes.

En cas de panne totale du réseau EDF (comme ce fut le cas en 1978) des groupes électrogènes doublés de batteries de secours permettent cependant de conserver l'éclairage des stations. La traction, trop gourmande en énergie, ne peut actuellement être secourue, aussi la RATP procède-t-elle à la mise en place de deux groupes électrogènes équipés de turbines à gaz d'une puissance de 4,5 MW chacun qui devraient permettre, dans un proche avenir, une traction à allure réduite autorisant l'acheminement des rames jusqu'à la station la plus proche.

Et si le ticket est "chic" ; l'informatique est bien de choc : pour y adapter ses nouvelles recrues la RATP a été obligée de réaliser un simulateur capable de reproduire tous les incidents possibles du métro. Pour les voyageurs pourtant, l'informatique reste d'une telle discréption que certains ne soupçonnent, peut-être, même pas son existence.

Henri-Pierre PENEL ■

tous les jours
j'ai faim



**DONNER 300 F A L'UNICEF C'EST
SAUVER UN ENFANT DE PLUS CETTE ANNEE**



UNICEF

HIVER NUCLÉAIRE

(suite de la page 21)

en un conflit nucléaire sont donc aujourd'hui l'affaire de tous les peuples de la planète. Ensuite, l'agresseur sera aussi la propre victime de son geste car si les quantités de bombes lancées sont suffisantes pour déclencher un hiver nucléaire, les fumées et les poussières se propageront en l'espace d'une dizaine de jours jusqu'à son territoire. De plus, si l'attaque est limitée, inférieure au seuil à atteindre pour déclencher un hiver nucléaire, l'adversaire hésitera sans doute à riposter de peur justement d'engendrer une catastrophe climatique. On peut d'ores et déjà prévoir une révision de la

En démontrant qu'il n'y aurait que des vaincus lors d'un conflit nucléaire, ces études scientifiques apportent de l'eau au moulin des pacifistes et en particulier de ceux qui s'opposent au déploiement des fusées Pershing II en Allemagne et à celui des Cruise Missiles en Angleterre, en Italie, en Belgique et en Hollande. Les Soviétiques, de leurs côtés qui cherchent justement à mobiliser l'opinion occidentale sur le thème de la paix afin de renforcer l'opposition aux déploiements de missiles en Europe, tentent d'exploiter les résultats de ces recherches. De son côté, le Professeur Edward Teller, dont l'avis a souvent influencé le président des Etats-Unis, critique les recherches de ses confrères, et essaie de jeter le doute sur le sérieux de leurs hypothèses de travail. Entre ces deux

BILAN DE TOUTES LES RETOMBÉES D'UNE GUERRE NUCLÉAIRE DE 10 000 MÉGATONNES

HÉMISPHÈRE NORD			
PARAMÈTRES MODIFIÉS	VALEUR MOYENNE COMPARÉE À LA NORMALE	DURÉE	RÉGIONS TOUCHÉES
Intensité lumineuse	1/100 1/20 1/4 1/2	1,5 mois 3 mois 5 mois 8 mois	Zones tempérées Zones tempérées Hémisphère en entier Hémisphère en entier
Température de la Terre	- 43°C - 23°C - 3°C	4 mois 9 mois 1 mois	Zones tempérées nord (Terre) Hémisphère en entier (Terre) Hémisphère en entier (Terre)
Rayonnement UV-B -	× 4 × 3	1 an 3 ans	Hémisphère nord en entier Hémisphère nord en entier
Retombées radioactives (doses reçues)	≥ 500 rems ≥ 100 rems ≥ 10 rems	1 heure à 1 jour 1 jour à 1 mois ≥ 1 mois	30 % des zones tempérées 50 % des zones tempérées 50 % des zones tempérées
Retombées radioactives	Iode 131, 4 × 10 ⁵ Mcuries Ruthénium 106, 10 ⁴ Mcuries Strontium 90, 400 Mcuries Césium 137, 650 Mcuries	8 jours 1 an 30 ans 30 ans	Zones tempérées Hémisphère nord en entier Hémisphère nord en entier Hémisphère nord en entier
HÉMISPHÈRE SUD			
PARAMÈTRES MODIFIÉS	VALEUR MOYENNE COMPARÉE À LA NORMALE	DURÉE	RÉGIONS TOUCHÉES
Intensité lumineuse	1/10 1/2 1/1,25	1 mois 2 mois 4 mois	Zone tropicale Zones tropicale et tempérée Hémisphère sud en entier
Température de la Terre	- 18°C - 3°C + 7°C	1 mois 2 mois 10 mois	Zone tempérée (Terre) Zone tempérée (Terre) Zone tempérée (Terre)
Rayonnement UV-B	× 1,5 × 1,2	1 an 3 ans	Hémisphère sud en entier Hémisphère sud en entier
Retombées radioactives (doses reçues)	≥ 500 rems 10 à 100 rems	1 heure à 1 jour 1 jour à 1 mois	Près des points d'explosions Hémisphère sud (Terre)
Retombées radioactives	Strontium 90, 300 Mcuries Césium 137, 330 Mcuries	30 ans 30 ans	Hémisphère sud en entier Hémisphère sud en entier

Ce tableau récapitule les effets d'un conflit nucléaire fictif où Américains et Soviétiques feraient exploser 10 000 mégatonnes nucléaires, avec pour cibles principales, les grandes villes les silos de missiles (seul l'effet EMP, qui n'a aucune conséquence sur le vivant est omis). Pour chacun des deux hémisphères, les paramètres physiques qui sont radicalement modifiés, leurs variations par rapport à la normale, la durée de la perturbation, et les régions atteintes, sont indiqués. Ainsi, dans le cas de ce conflit, la luminosité serait réduite, dans l'hémisphère nord, d'un facteur 100 durant plus de 1,5 mois etc...

politique en matière d'armement nucléaire, à la lumière des récentes découvertes. Comme le suggère le Pr Carl Sagan les conséquences d'une guerre nucléaire peuvent être considérablement réduites en utilisant des engins très précis, et peu puissants, capables de s'enterrer de quelques mètres avant de détonner.

extrêmes, il faut sans doute regarder l'ensemble de ces travaux comme la contribution de chercheurs de renom international à une meilleure connaissance des effets sur notre planète, d'une arme redoutable.

Françoise HARROIS-MONIN ■

Les créations d'images



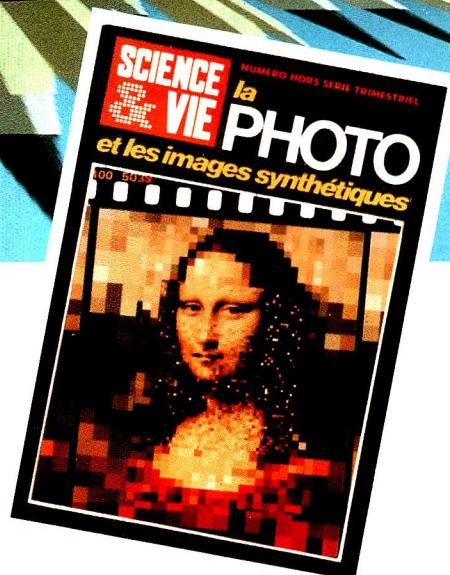
Un numéro hors-série de *Science & Vie* à grand spectacle :

Images photo. Les meilleurs appareils 24 x 36 ne sont pas toujours les plus chers ! Les zooms au banc d'essai, pour voir de plus près "ceux qui piquent et ceux qui flouent" ! Comment faire du relief pour 700 F tout compris ?

Images vidéo. Découvrez des images magnétiques comme au ciné ! Tout savoir sur les caméscopes 85.

Images par ordinateur. Un marché potentiel de 5 milliards de francs... mais pour qui... et pour quoi faire ? À voir : un portfolio des plus récentes créations d'images synthétiques. Fantastique !

En vente chez votre marchand de journaux. 17F.



UN HORS SERIE

**SCIENCE
&
VIE**

Sprinter ou coureur de fond, la même force.



Ascona 85. La force de caractère.

Essayez l'Ascona 85. Son nouveau visage profilé la rend encore plus attrayante. Issue des technologies les plus modernes elle concilie un extérieur compact avec une habitabilité et un comportement de grande routière.

Confort et sécurité. L'ensemble traction avant - moteur monté transversalement, la suspension avant McPherson à déport négatif et un châssis parfaitement équilibré confèrent à l'Ascona un comportement routier exceptionnel. Parce qu'elle est généreuse, l'Ascona est parfaitement équipée dès le modèle de base : sièges-couchettes, moquette et habillage ton sur ton, rétroviseur extérieur réglable de l'intérieur.

L'Ascona propose un choix de 3 transmissions et de 4 moteurs - essence ou diesel - tous à arbre à

camé en tête. Elle existe en version coffre ou hayon, 2, 4 ou 5 portes. Avec 5 niveaux de finition elle fait l'unanimité.

Opel Ascona de 51.625 F (2 portes LS 6 CV) à 94.735 F (5 portes CD 8 CV). Modèle présenté : 2 portes GT 8 CV 62.125 F. Prix TTC clés en main. Tarif Sept. 84. Option: rétroviseur droit réglable de l'intérieur (544 F).

OPEL 
LA MAÎTRISE DE L'INNOVATION.