

# SCIENCE VIE

*La météorite  
qui vient  
de Mars*

*Une nouvelle  
géométrie pour  
mesurer la nature*

*Auto : faites faire  
un diagnostic  
scientifique*

## LES VRAIES LIGNES DE LA MAIN



**LES SOUS-MARINS  
FANTOMES**

**11 F**  
N° 790  
SUISSE 4,50 FS  
CANADA \$ 2,50  
BELGIQUE 89 FB  
ESPAGNE 2,75 P  
LIBAN 1500 PL  
MAROC 11 DH  
TUNISIE 1,10 DT  
LUXEMBOURG 83 FL

ISSN 0036 8369

# La vie s'écrit en Agfa.



AGFA SYSTEM



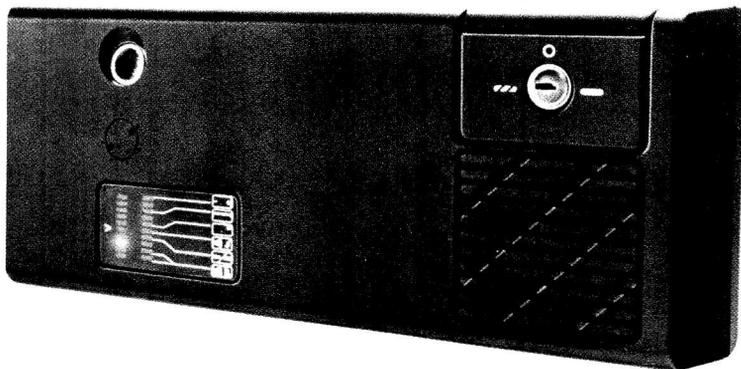
Exom/Univas

**Agfachrome** Un coup de vent et l'instant s'envole. Adieu foulards, adieu chapeaux. Ce tourbillon d'ocre, d'or et de rose écrivez-le en Agfachrome. Les diapositives Agfachrome existent en développement compris en 50, 100 et 200 ASA, et en développement non compris en 50, 64, 100 et maintenant le nouveau 200 ASA.



# Black & Decker®

# "ALARMEZ VOUS..."



...AVEC LE SYSTÈME ANTIVOL INTELLIGENT DE BLACK & DECKER?"

La sécurité contre le vol est à l'ordre du jour. Les Français constatent avec inquiétude que le nombre des cambriolages augmente chaque année. Comment se protéger contre ce fléau ?

Les statistiques prouvent que le déclenchement d'une alarme est un puissant facteur de fuite pour la majorité des voleurs d'aujourd'hui qui ne prennent pas de risques et s'enfuient à la moindre alerte.

C'est ce qui a incité Black & Decker à mettre à profit ses structures de pointe pour créer une nouvelle génération d'alarmes antivol, nouvelle grâce à la combinaison réussie du radar et du microprocesseur. Le microprocesseur, ce minuscule éclat de silicium, est en train de changer le monde. Programmable, il peut se placer dans n'importe quelle machine pour la diriger, exactement comme le ferait un cerveau humain.

Le radar, lui, a déjà fait ses preuves en matière de détection: rien n'échappe à sa surveillance par ultrasons.

### Les 5 points forts de l'alarme Black & Decker :

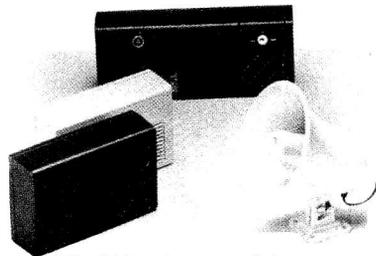
1. **L'efficacité** d'un radar à ultrasons grâce à sa détection volumétrique à laquelle rien n'échappe.
2. **La fiabilité** d'une alarme déclenchée à bon escient grâce à l'intelligence d'un microprocesseur.
3. **La simplicité** d'un appareil autonome qui ne demande aucune installation compliquée.
4. **La faculté d'adaptation** grâce aux accessoires qui permettent à chacun de réaliser une installation en fonction de son cas particulier.
5. **Le prix.** Un système d'alarme complet pour 1.000 F\* environ.

*Ces 5 points forts ont incité une grande compagnie d'assurances, la Yorkshire/General Accident, à offrir un contrat spécial aux utilisateurs de l'alarme Black & Decker.*

Appareil présenté : MOS 22.

\* Prix au 1<sup>er</sup> mars 83.

Radar + microprocesseur : l'intelligence alliée à l'efficacité dans un système d'alarme révolutionnaire.



Un déclenchement d'alarme sélectif, effectué à bon escient, et une simplicité d'utilisation qui le met à la portée de tous.

Une gamme d'accessoires qui le rendent adaptable à toutes les situations et modulable à tout instant en fonction de chaque nouveau besoin.

Et un prix surprenant grâce aux structures de pointe de Black & Decker en matière de technologie.

Black & Decker  
Pour recevoir sous pli confidentiel la documentation complète   
la liste des dépositaires les plus proches de votre domicile   
cochez la (les) case(s) correspondante(s) et retournez ce bon à découper à :  
Black & Decker D.S. - Le Pausy - 69370 Dardilly.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

SV 20/6/83

# LE V



## Sommaire Juillet 83 N° 790 Tome CXXXI

Dessin  
Jean-Jacques  
Vincent

## SAVOIR

---

- 
- **SEVESO,  
UNE HISTOIRE  
PARMI  
TANT D'AUTRES** **p. 10**  
*par Jacqueline Denis-Lempereur*
- 

- L'INCROYABLE SAGA  
DE LA MÉTÉORITE  
VENUE DE MARS** **p. 14**  
*par Anna Alter*
- 

- LES FRACTALES  
OU LA GÉOMÉTRIE  
DU PAYSAGE** **p. 22**  
*par Michel de Pracontal*
- 

- L'HOMME  
AU LASER CASSÉ** **p. 33**  
*par Sven Ortolí*
- 

- **LES NEUROLOGUES  
ESPÈRENT  
FAIRE REPOUSSER  
LES NERFS SECTIONNÉS** **p. 36**  
*par Alexandre Dorozynski*
- 

- LES VRAIES  
LIGNES DE LA MAIN** **p. 41**  
*par Michel Rouzé*
- 

- LE SYSTÈME IMMUNITAIRE  
DES INSECTES  
MEILLEUR  
QUE LE NÔTRE** **p. 46**  
*par Pierre Rossion*
- 

- LE DERNIER CHEVAL  
SAUVAGE** **p. 48**  
*par Pierre Rossion*
- 

- CHRONIQUE  
DE LA RECHERCHE** **p. 53**  
*dirigée par Gerald Messadié*
- 

# LE C M E S S

---

**Innovations : un enfer pavé de bonnes intentions** p. 60  
par Gérard Morice

---

**Le ramassage de la paille dans une agriculture mécanisée** p. 62  
par Marie-Laure Moinet

---

**ECORS palpera cet été la France profonde** p. 68  
par Françoise Harrois-Monin

---

■ **Énigme et leçon des sous-marins fantômes** p. 72  
par Sven Ortolí

---

**Les Soviétiques construisent deux navettes spatiales** p. 86  
par Jean-René Germain

---

■ **Seul le rayonnement synchrotron peut éclairer les atomes** p. 88  
par Renaud de La Taille

---

**Chronique de l'industrie** p. 93  
dirigée par Gérard Morice

---

**Des marchés à saisir** p. 98

---



Moins vulnérables à la pluie et au transport, moins gourmands en main-d'œuvre, ces volumineux rouleaux remplacent de plus en plus, dans le paysage de nos campagnes, les traditionnelles balles rectangulaires de paille ou de foin.

---

**TROP DE VÉHICULES DÉFECTUEUX SUR NOS ROUTES** p. 101  
par Luc Augier

---

► **HI-FI : LE HAUT-PARLEUR QUE NOUS ENVIENT LES JAPONAIS** p. 108  
par Pétros Gondikas

---

**BASIC : CANDIDE, LA POMME ET LA TORTUE** p. 112  
par Pierre Courbier

---

**LES JEUX** p. 118  
par Pierre Aroutcheff, Pierre Berloquin, Daniel Ferro, Olivier Gutron, Pierre Kohler, Renaud de La Taille, Alain Ledoux et Henri-Pierre Penel

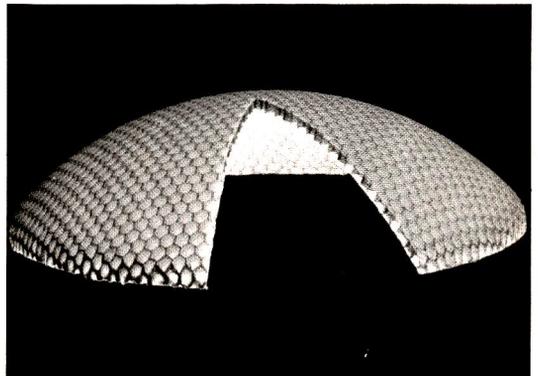
---

**SCIENCE & VIE A LU POUR VOUS** p. 133

---

**CHRONIQUE DE LA VIE PRATIQUE** p. 139  
dirigée par Elias Awad

---



Les Japonais, pourtant rois de l'électronique et maîtres incontestés du marché de la hi-fi, sont très intéressés par la membrane à structure en nid d'abeille mise au point par un fabricant français d'enceintes acoustiques.

# ABONNEZ-VOUS À SCIENCE & VIE

1 AN/12 NUMÉROS

**127 F**

2 ANS: 245 F

1 AN/12 NUMÉROS + 4 HORS-SÉRIE

**185 F**

2 ANS: 355 F

## ÉTRANGER

- **BENELUX** 1 an simple **900 FB** — 1 an couplé **1300 FB**  
Journal LA MEUSE, 8-12, bd de la Sauvenière,  
4000 LIÈGE  
CCP 000-0028376-52 Pim-Services Liège.
- **CANADA ET USA** 1 an simple **35 \$** — 1 an couplé **50 \$**  
PERIODICA Inc. C.P. 220 Ville Mont-Royal  
P.O. CANADA H3P 3C4.
- **SUISSE** 1 an simple **54 FS** — 1 an couplé **78 FS**  
NAVILLE ET CIE, 5-7, rue Lévrier  
1211 GENEVE 1.
- **AUTRES PAYS** 1 an simple **185 F** - 1 an couplé **255 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

A compter du n° \_\_\_\_\_ veuillez m'abonner pour :

1 an                       1 an + hors série

2 ans                       2 ans + hors série

Nom \_\_\_\_\_

Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Code postal \_\_\_\_\_ Ville \_\_\_\_\_

Age et profession \_\_\_\_\_  
(Facultatif)

Ci-joint mon règlement de \_\_\_\_\_ F par :

- Chèque bancaire,  Chèque postal  
 Mandat-lettre,

établi à l'ordre de SCIENCE & VIE

Étranger : Mandat international ou chèque  
compensable à Paris.

SV 790

# SCIENCE & VIE

Publie 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 : Gérard Messadié  
Chef des informations, rédacteur en chef adjoint :  
Jean-René Germain

Secrétaire général de rédaction : Elias Awad  
Secrétaire de rédaction : Samuel de Cardaillac  
Michel Eberhardt  
Renaud de La Taille  
Gérard Morice  
Alexandre Dorozynski  
Pierre Rossion  
Jacques Marsault  
Françoise Harrois-Monin  
Sven Ortoli  
Michel de Pracontal  
Jacqueline Denis-Lempereur  
Marie-Laure Moinet

**Illustration**  
Anne Lévy  
Photographe : Miltos Toscas

**Documentation**  
Catherine Montaron

**Maquette**  
Mise en page : Natacha Sarthoulet  
Assistante : Christine Van Daele

**Correspondants**  
New York : Sheila Kraft, 625 Main Street  
Roosevelt Island  
New York - 10044  
Londres : Louis Bloncourt - 16, Marlborough Crescent  
London W 4, 1 HF

**Services commerciaux**  
Marketing et développement : Christophe Veyrin-Forrer  
Abonnements : Elizabeth Drouet  
assistée de Patricia Rosso  
Vente au numéro : Bernard Héraud

**Relations extérieures**  
Michèle Hilling  
Représentant au Benelux : Conrad Matrige  
8-10, bd de la Sauvenière - B.4000 Liège

**Publicité**  
Excelsior Publicité - Interdaco  
67, Champs-Élysées - 75008 Paris - Tél. 225.53.00  
Directrice du développement : Michèle Brandenbourg  
Chef de publicité : Christian de Dives

Adresse télégraphique : SIENVIE PARIS  
Numéro de Commission paritaire : 57284

## A nos lecteurs **BVP**

- **Les reliures** : destinées chacune à classer et à conserver 6 numéros de SCIENCE & VIE, elles peuvent être commandées par 2 exemplaires au prix de 45 F franco (étranger 50 F).
- **Les numéros déjà parus** : la liste des numéros disponibles vous sera envoyée sur simple demande.
- **Modalités de paiement**

Règlement joint à la commande par C. Bancaire, C. Postal, ou Mandat Lettre libellé à l'ordre de SCIENCE & VIE.

## A nos abonnés

Pour toute correspondance relative à votre abonnement, envoyez-nous l'étiquette collée sur votre dernier envoi.  
Changements d'adresse : veuillez joindre à votre correspondance 1,50 F en timbres-poste français ou règlement à votre convenance.  
Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés sont communiqués à nos services internes et aux organismes liés contractuellement avec SCIENCE & VIE sauf opposition motivée.  
Dans ce cas, la communication sera limitée au service de l'abonnement.  
Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès ou de rectification dans le cadre légal.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.  
Copyright 1983 « Science & Vie ».

## information commerciale

Comment créer, gérer et faire prospérer vos affaires? Grâce à la méthode de marketing direct et de vente par correspondance (4e édition), l'ouvrage le plus complet, le plus pratique et le plus actuel en langue française.

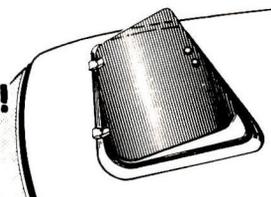
Remis à jour de façon permanente, il comprend de nombreux tableaux, des conseils, une sélection d'annonces à succès, et -nouveau- 5 études de cas de télé-marketing (média téléphone).

En complément, un guide confidentiel indique, en 14 classifications, plus de 300 adresses de fabrications et de fournisseurs de produits spécialement étudiés pour le marketing direct et la vente par correspondance.

**Editions SELZ**

B.P. 266 - 1, Place du Lycée  
68005 COLMAR CEDEX

Confort  
Isolation  
Espace  
Lumière!



à partir de  
T.T.C. **990 Frs** Posé  
Prix selon  
type de  
véhicule

Aérotelit®

Toit ouvrant panoramique

Homologué - 3 positions d'ouverture  
Verre teinté réfléchissant et imprimé  
le meilleur coefficient de  
protection contre les  
ultra-violet



**ASSURPOSE**  
RESEAU

B.P. 77  
69152-DÉCINES CHARPIEU CEDEX  
Tél.: (7) 849.81.81

© Renault R 4, Fiat Panda, etc...

Je désire recevoir la liste de vos ateliers de pose

Nom: \_\_\_\_\_ Adresse: \_\_\_\_\_

SV

## L'INFORMATIQUE un métier d'avenir où les jeunes sont bien payés

**Entrez dès aujourd'hui dans le monde de l'informatique où les offres d'emploi sont nombreuses.**

### — BREVET PROFESSIONNEL INFORMATIQUE (BPII)

#### Nouveau diplôme d'Etat.

Un cours par correspondance pour préparer tranquillement chez soi ce nouveau diplôme d'Etat. Il vous permettra d'obtenir rapidement un poste de Cadre dans ce secteur créateur d'emplois. Langages étudiés: BASIC et COBOL. Avec ou sans BAC, ce diplôme se prépare en 15 mois environ et ne demande pas de connaissance informatique au départ.

### — UN COURS DE PROGRAMMEUR AVEC STAGES PRATIQUES SUR ORDINATEUR

Notre cours par correspondance vous apprend à programmer tout en vous donnant les bases indispensables en informatique. De plus, lors d'un stage pratique d'une semaine vous appliquerez vos connaissances en travaillant uniquement sur ordinateur dans un centre informatique régional.

Durée de la préparation 6 à 8 mois selon le temps dont vous disposez.  
Niveau minimum conseillé: BEPC ou fin de 3<sup>e</sup>.

### — UN COURS GÉNÉRAL D'INFORMATIQUE

Il vous permet d'acquérir de solides bases en informatique et de devenir vite opérationnel. Vous pourrez ainsi vous orienter vers les nombreux postes qui touchent de près ou de loin aux ordinateurs.

Durée de la préparation 6 à 8 mois selon le temps dont vous disposez.  
Niveau minimum conseillé: BEPC ou fin de 3<sup>e</sup>.

### — COURS GÉNÉRAL MICROPROCESSEURS/MICRO-ORDINATEURS

Il vous permettra d'acquérir toutes les connaissances nécessaires à la compréhension du fonctionnement interne et à l'utilisation d'un micro-ordinateur.

Vous serez capable de rédiger des programmes en langage machine, de concevoir une structure complète de micro-ordinateurs autour d'un microprocesseur (8080 - Z 80).

Un micro-ordinateur MPF 1B est fourni avec le cours. Durée moyenne des études 6 à 8 mois.

Niveau conseillé: 1<sup>re</sup> ou BAC.

### — COURS DE TECHNICIEN EN ELECTRONIQUE/MICRO-ELECTRONIQUE

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 meilleurs chances pour trouver un emploi dans ce secteur favorisé par le Gouvernement.

Durée: 10 à 12 mois par module.  
Niveau: fin de 3<sup>e</sup>.



INSTITUT  
PRIVÉ  
D'INFORMATIQUE ET DE  
GESTION

92270 BOIS-COLOMBES (FRANCE)  
TELEPHONE (1) 242.59.27 +

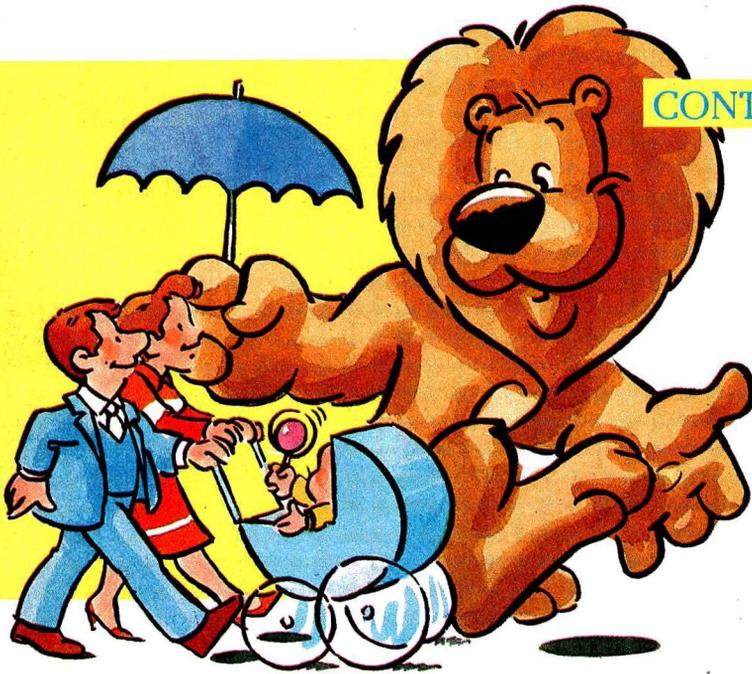
Envoyez-moi gratuitement et sans engagement de ma part votre guide n° N3073 sur vos préparations :  
INFORMATIQUE  ELECTRONIQUE   
(cochez ce qui vous intéresse.) N 3085

Nom : .....  
Prénom : .....  
Adresse : .....  
Ville : .....  
Code postal : ..... Tél. : .....

### FORMATION CONTINUE (LOI DU 16/07/1971)

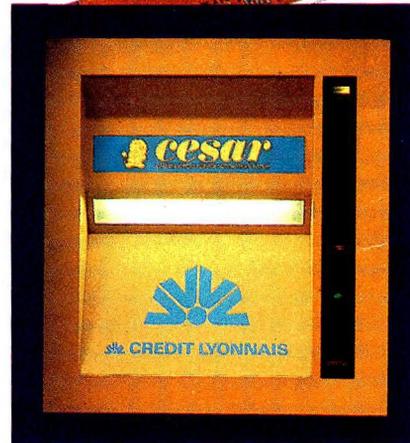
Depuis le 16 juillet 1971, les cours par correspondance accompagnés de journées de stages peuvent être suivis dans le cadre de la loi sur la Formation Continue sous certaines conditions.

# LA CONVENT VOUS SIMPLIF



CONTRAT SECURITE.

CARTE BLEUE.



840701 BK N° 8420701 BK 874

**CREDIT LYONNAIS**

PARIS

AL 437 CI 0697010 0334E

1A, RUE ROYALE MADRIDELLE JANNICK LE SUILLOU

17000P SI BUS DE GRENELLE

TEL : (1) 800-34-30 \*BOUY PARIS

COMPENSABLE A PARIS

IMP ET 03

840701 800000002480A 043706675403F

OUVERTURE DE COMPTE.

840701 BK N° 8420701 BK 874

**CREDIT LYONNAIS**

PARIS

AL 437 CI 0697010 0334E

1A, RUE ROYALE MADRIDELLE JANNICK LE SUILLOU

17000P SI BUS DE GRENELLE

TEL : (1) 800-34-30 \*BOUY PARIS

COMPENSABLE A PARIS

IMP ET 03

840701 800000002480A 043706675403F

840701 BK N° 8420701 BK 874

**CREDIT LYONNAIS**

PARIS

AL 437 CI 0697010 0334E

1A, RUE ROYALE MADRIDELLE JANNICK LE SUILLOU

17000P SI BUS DE GRENELLE

TEL : (1) 800-34-30 \*BOUY PARIS

COMPENSABLE A PARIS

IMP ET 03

840701 800000002480A 043706675403F

840701 BK N° 8420701 BK 874

**CREDIT LYONNAIS**

PARIS

AL 437 CI 0697010 0334E

1A, RUE ROYALE MADRIDELLE JANNICK LE SUILLOU

17000P SI BUS DE GRENELLE

TEL : (1) 800-34-30 \*BOUY PARIS

COMPENSABLE A PARIS

IMP ET 03

840701 800000002480A 043706675403F



# ON MULTILION E LA BANQUE.

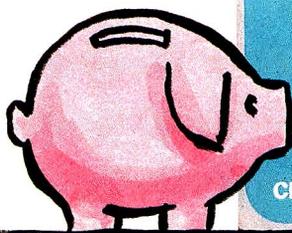
**S**i vous désirez vous simplifier la banque, la Convention Multilion est faite pour vous. Avec une seule signature, vous disposez immédiatement des 4 services essentiels du Crédit Lyonnais :

- Ouverture de compte pouvant bénéficier d'une assurance.
- Carte bleue pour payer facilement et retirer de l'argent 24 h sur 24.
- Contrat sécurité pour éviter les fins de mois difficiles.
- Compte sur livret pour faire fructifier votre argent tout en le gardant disponible.

La Convention Multilion vous donne aussi une information très complète sur les différentes possibilités que vous offrent ces services.

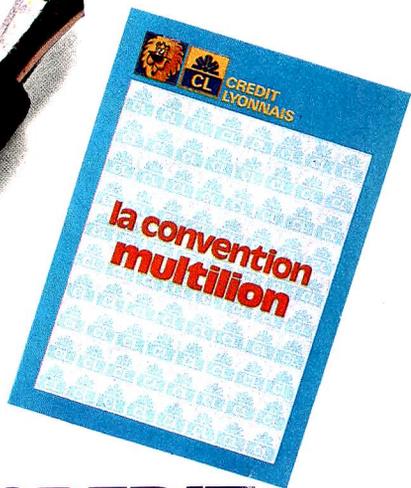
Pour le Crédit Lyonnais, la Convention Multilion est un pas de plus dans le changement des relations entre la banque et vous. C'est aussi la preuve de partenaires qui se font confiance.

Alors simplifiez-vous la banque. Signez la Convention Multilion.



COMPTE SUR LIVRET.

*J. Le Guillou.*



**CREDIT  
LYONNAIS**

**VOTRE PARTENAIRE**

**CHAQUE SEMAINE**  
FAITES VALIDER VOS BULLETINS  
CHEZ TOUS LES DÉPOSITAIRES PORTANT L'ENSEIGNE

# LOTO

**c'est facile, c'est pas cher,  
ça peut rapporter gros.**

8.83.LO

APS ● PASTRE

## Édition 83/84



### LA DOCUMENTATION DU MODÉLISTE N° SV 22

format européen 21 x 29,7  
dos carré, 172 pages - 12 en couleurs,  
nombreuses illustrations,  
maquettes, accessoires, etc.  
\* le catalogue ..... F 25,00  
Expédition PTT ..... F 12,00  
en timbres-poste ou par chèque

## Toutes les nouveautés de boîtes de modélisme **A LA SOURCE DES INVENTIONS**

60, boulevard de Strasbourg 75010 PARIS - Tél. 607.26.45

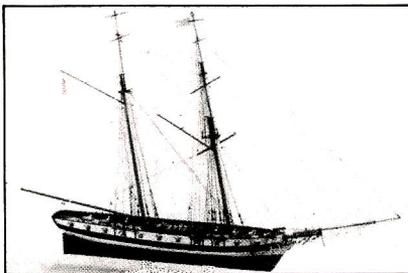
\* Pour vos règlements : La Source SARL CCP 33139-91 La Source.

### LE TONNANT

Corsaire français 1793, au 1/50  
20 canons, long. 85 cm, larg. 27 cm,  
haut. 59 cm.

La boîte ..... F 645,00

Frais d'expédition P.T.T. F 24,00



### PRINCE DE NEUFCHATEL

Corsaire américain 1815, au 1/50  
22 bouches à feu, long. 114 cm, larg.  
39 cm, haut. 73 cm.

La boîte ..... F 725,00

Frais d'expédition S.N.C.F. F 70,00

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

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

J'étais sceptique, bien sûr. Mais une méthode simple était décrite. Ce qui me conduisit à prendre un vieil annuaire du téléphone oublié là. Pour constater qu'en suivant la méthode, effectivement, j'étais capable après une seule lecture attentive de tout retenir : les noms 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 peinais 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 W.R. Borg de vous envoyer son intéressant petit ouvrage documentaire "Les Lois Éternelles du Succès", il le distribue gratuitement à quiconque désire améliorer sa mémoire. Voici son adresse : W.R. Borg, dpt 246, chez Aubanel, 6, place Saint-Pierre, 84028 AVIGNON Cedex.

Pierre-Henri MARQUAND

**BON GRATUIT**



A remplir en lettres majuscules en donnant votre adresse permanente et à retourner à : W.R. Borg, dpt 246, chez AUBANEL, 6, place Saint-Pierre, 84028 Avignon Cedex, pour recevoir sans engagement de votre part et sous pli fermé "Les Lois Éternelles du Succès".

Nom \_\_\_\_\_ Prénom \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_ Rue \_\_\_\_\_

Code postal [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] Ville \_\_\_\_\_

Age \_\_\_\_\_ Profession \_\_\_\_\_

Aucun démarcheur ne vous rendra visite.

# SEVESO : UNE HISTOIRE PARMI TANT D'AUTRES

*Il y a encore beaucoup de gens qui pensent que la dioxine n'est pas plus toxique que de la poudre à récurer, même parmi les principaux responsables de l'affaire des fûts de Seveso. Cette ignorance et l'art consommé de diluer les responsabilités font que bien d'autres affaires du même genre, voire plus graves, pourraient être mises au jour n'importe où, n'importe quand.*

● Il est trop tôt pour écrire l'histoire des fûts de Seveso. Bien des points en demeurent obscurs, même pour nous qui, et n'en déplaise à certains, avons levé ce lièvre empoisonné et avons enquêté d'aussi près que possible. Mais il est déjà temps d'en tirer la leçon, au travers d'épisodes que le public ne connaît pas. D'emblée, elle se résume ainsi : il peut y avoir demain dix ou cent affaires semblables. Les législations nationales et internationales sont criblées de trous assez grands pour y faire passer bien d'autres fûts.

Il y a chaque année 100 millions de tonnes de déchets toxiques produites, révèle un rapport du Programme des nations unies pour l'environnement. La dioxine n'est pas le moins dangereux de ces déchets : elle est 10 000 fois plus toxique que le fameux cyanure de potassium. Ces 100 millions de tonnes, il faut bien s'en débarrasser et l'affaire des fûts de Seveso pourrait n'être en comparaison d'affaires possibles, à venir, qu'un épisode somme toute rocambolesque et presque aimable. Quand il faudra se débarrasser par exemple de 1 000 tonnes de déchets hautement toxiques (les fûts de Seveso représentaient un peu plus de 2 t), on pourrait assister à de véritables actes de piraterie planétaire : ces mille tonnes pourraient être jetées dans le lac de Genève, la Manche, Dieu sait où, empoisonnant hommes, femmes, enfants, poissons, animaux et le reste. On cherchera alors en vain les responsabilités.

Plusieurs mois après l'accident de Seveso, qui s'était produit le 10 juillet 1976, les autorités de la Région de Lombardie, en Italie, signent une convention avec la firme Givaudan, filiale du groupe multinational Hoffmann-La Roche et propriétaire de l'usine ICMESA où s'est produit

l'accident. Date : 23 novembre 1976. Cette convention complétée le 14 juillet 1977 précise qu'ICMESA aura à sa charge et sous sa responsabilité exclusive l'évacuation intégrale des déchets, sous la direction des autorités sanitaires de la région.

La Région de Lombardie, autorité régionale, est pressée, car outre leur toxicité intrinsèque, ces déchets sont alourdis par le choc psychologique de l'accident : enfants brûlés, animaux morts, hypothèques sur la salubrité de la région. Mais ce ne sera qu'au printemps 1982 que cette même Région décide que l'évacuation doit commencer.

**Première anomalie : ce délai de 6 ans, assez long pour que l'urgence de la destruction des déchets puisse se diluer ; cela aurait pu être 10, 15, 20 ans.**

Il paraît que le travail était délicat, qu'il fallut gratter la terre alentour pour enlever toute trace. N'empêche, on aurait pu enlever tout de suite le gros des déchets, présent dans les locaux d'ICMESA.

Pourtant, le contrat était assez alléchant pour susciter la hâte des spécialistes des déchets industriels. Mais c'est seulement en 1979 que M. Bernard Paringaux, propriétaire d'une firme spécialisée dans l'évacuation des déchets, confie à des amis qu'il met au point « une grosse affaire ». Et c'est seulement en 1981 qu'il précise son offre, indiquant la manière dont il entend procéder. A qui l'adresse-t-il ? A un « responsable italien, chargé de Seveso au niveau supérieur », a-t-il déclaré lors de sa récente conférence de presse à Marseille. Toujours est-il que le sénateur Luigi Noë, président du Bureau spécial Seveso et responsable de l'évacuation par devant la Région de Lombardie, ne semble pas disposer des compétences suffisantes pour la mener à

bien. Ni lui, ni les autres intéressés ne savent comment procéder : démonter l'atelier d'IC-MESA et le transporter ailleurs ? Incinérer les déchets sur place ? M. Noë va consulter un expert en la matière, le Pr Simon, de l'École polytechnique de Zurich, il visite les mines de sel de Herfa Neurode, en Allemagne fédérale (qui refuseront d'accepter les fameux fûts par la suite), prend contact avec la société française TREDI, qui exploite le centre d'incinération de St-Vulbas, dans l'Ain (et qui soumet un devis de l'ordre de 200 000 F, qui sera rejeté par le Bureau spécial Seveso).

**Deuxième anomalie : l'inefficacité des trois commissions qui coiffaient l'opération d'évacuation, qui se sont comportées comme si elles avaient affaire à un problème inconnu.**

Trois commissions : le Bureau spécial Seveso, une commission scientifique nationale italienne chargée de la gestion des déchets de Seveso et plus connue sous le nom de commission Cimmino, du nom de son président, une commission scientifique internationale, présidée par le Pr Klingberg, de Tel Aviv, dont on nous permettra de trouver l'inanité alarmante. Il semble, en effet, que la commission Cimmino se soit surtout distinguée pour avoir fait entrer en lice la Mannessmann-Italiana, filiale du groupe sidérurgique ouest-allemand Mannessmann. Il est vrai aussi qu'un membre de la commission Cimmino était par hasard conseiller à la Mannessmann-Italiana. Pour être bref, tout ce monde a mis donc six ans à aborder une tâche qu'il ne savait comment mener à bien.

Quand la Mannessmann-Italiana entre en jeu, elle établit d'abord des contacts avec Hoffmann-La Roche. Peut-être est-ce à ce moment aussi que M. Paringaux apparaît sur la scène. Toujours est-il que M. Noë a le souvenir de l'avoir rencontré une dizaine de minutes en mai ou juin 1982. M. Paringaux lui fut, dit-il, présenté par

M<sup>me</sup> Merzagora, responsable de la Mannessmann-Italiana.

On pourra s'étonner au passage

du nombre d'intermédiaires intéressés à l'affaire : la Mannessmann-Italiana ne pouvait-elle donc pas transporter elle-même les fûts ? Bref, le 29 juin, la Mannessmann-Italiana présente à Hoffmann-La Roche un contrat que celle-ci lui retourne signé le 20 juillet. L'accord porte sur l'évacuation de 150 t de déchets, mais ne stipule pas le mode d'évacuation ou de destruction.

**Troisième anomalie : comment la Région de Lombardie, la commission scientifique nationale italienne et, pour finir, le gouvernement italien se sont-ils donc laissés décharger de la responsabilité des déchets ? Tout s'est passé comme si une affaire d'intérêt public était soudain jetée dans les bras d'entreprises privées. Les Italiens peuvent-ils, en leur âme et conscience, prétendre qu'ils avaient le droit de se désintéresser du destin des déchets ?**

C'est pourtant bien ainsi que cela s'est passé. Les responsabilités privées n'étant pas moins respectables, en principe, que les officielles, on eût pu espérer que Hoffmann-La Roche montrât au moins un peu de sens de la responsabilité, justement. Nenni : la grande firme helvétique prétendit, en mai 83, avoir « découvert », grâce à notre confrère *Le Point*, que les fûts auraient pu transiter par l'Allemagne. En effet, cet hebdomadaire avait publié une lettre de la société allemande Badische Ruckstands-beseitigung proposant à M. Paringaux de se charger de 150 t de déchets contenant de la dioxine. On a décidément la mémoire courte chez Hoffmann-La Roche, puisque le contrat Mannessmann-Italiana-Hoffmann-La Roche fut validé par un acte notarié ! Un peu tardif, il est vrai, puisqu'il n'apparaît que le 13 décembre 1982. Et qu'il était même prévue par ce contrat qu'en cas de procédure pénale ou administrative — perspicace prévoyance ! — les responsables de Hoffmann-La Roche auraient accès aux documents à l'origine de l'acte notarié ! Or, cette lettre en faisait justement partie.

**Quatrième anomalie : les législations nationales et la législation européenne laissent une grande possibilité aux firmes privées de se dérober à leurs responsabilités, la preuve en est faite.**

Quand Hoffmann-La Roche a feint (car c'est bien de feinte qu'il s'agissait) s'étonner de la lettre de la Badische Ruckstands-beseitigung, ils se montraient bien peu cohérents : comment, en effet, cette firme allemande aurait-elle pu entrer en lice à son tour — que d'intermédiaires, que d'intermédiaires ! — sans que les deux signataires de l'accord d'évacuation, c'est-à-dire Hoffmann-La Roche et la Mannessmann-Italiana, en eussent connaissance ? A qui fera-t-on croire que n'importe qui pouvait proposer à n'importe qui d'autre de transporter du poison placé sous la responsa-



bilité de Givaudan-Hoffmann-La Roche ? Si tel avait été le cas, dans l'absurde, la pétuaition serait pire qu'on le craint ! Et à qui fera-t-on croire qu'une firme comme Hoffmann-La Roche, ait pu se désintéresser de la destination finale des fûts ? Même Ponce Pilate savait ce qu'il allait advenir de l'homme qu'il interrogea...

La destination première prévue semble avoir été la décharge de Schönberg, près de Lubeck, non loin du Rideau de fer, en Allemagne de l'Est ; d'ailleurs, la gangue de polyuréthane souvent évoquée et qui devait à l'origine envelopper les fûts de manière étanche, est un procédé couramment utilisé dans la décharge de Schönberg. De plus, cette décharge était une filière habituelle de M. Paringaux. Mais, pour y aboutir, il fallait franchir un certain nombre de " passages " obligatoires : outre la Badische Ruckstandseseitigung, la Hanseatische Baustoff-Kontor, ou HBK, de Bad Schwartau, près de Hambourg, correspondante de l'organisme gérant les décharges de l'Allemagne de l'Est, l'INTRAC de Berlin.

Un esprit simple trouverait que c'est vraiment là beaucoup d'intermédiaires ; mais non ! C'est tant mieux, cela dilue les responsabilités et comme dans la comptine sur le furet qui est passé par ici et qui repassera par là, cela permettait d'"égérer" les fûts autant que de diluer les responsabilités. M. Paringaux était familier de ces intermédiaires, sa correspondance des années 1982 et 83 avec eux le prouve. Notons qu'elle porte aussi sur l'évacuation d'un lot important, une centaine de tonnes, provenant de l'usine Rhône-Poulenc de Pont-de-Claix, près de Grenoble, et contenant encore de la dioxine. Or, cette cargaison contient les déchets les plus toxiques de l'usine, accumulés depuis 5 ou 6 ans, et que M. Paringaux, courtier habituel de Rhône-Poulenc, n'était plus autorisé à enfouir en Basse-Saxe ou à Roumazières (Charente). Or, quelques jours avant d'être arrêté, M. Paringaux venait d'obtenir l'autorisation d'aller enfouir ces déchets à Schönberg, déjà citée ; il y avait 500 fûts ; allait-il y mêler les 41 fûts de Seveso ?

**Cinquième anomalie : la voile épais qui couvre les expéditions de déchets à travers l'Europe et leur destin. Ces déchets sont parfois aussi dangereux que des déchets atomiques, eux, beaucoup plus surveillés ; mais a-t-on pensé à ce qui se passerait en cas d'accident routier qui déverserait des tonnes et des tonnes de produits toxiques dans un village, un champ, une rivière ?**

Quelques pincées de dioxine constituent une dose capable de tuer des centaines de personnes, et les poids-lourds peuvent se renverser (se souvient-on de l'accident du camping espagnol ?). Or, il est patent qu'à tous les niveaux de responsabilité, on entendait véhiculer les fûts de Seveso en catimini. L'emballage était conçu pour que ces fûts résistent à une température d'environ 800-900 °C, soit celle d'un incendie, et qu'ils puissent tomber sans s'ouvrir d'une hauteur égale à celle d'un fût. Et si le camion était tombé dans un ravin ? M. Noë nous a avoué qu'il avait décidé, en juillet 1982, que les déchets devaient être acheminés à

leur destination finale à la fin d'août, au moment des vacances, alors que les Italiens se souciaient plus de leurs loisirs que de l'environnement. A-t-il songé qu'entre le *Ferragosto* (le Quinze-Août italien) et la rentrée de septembre, le trafic routier de la péninsule double d'intensité ?

Sans doute est-ce la raison pour laquelle la Mannessmann-Italiana réclame à assurer le transport à cette période, alors que la cargaison est prête. Le 30 août, M. Noë et des représentants des autorités italiennes, de la Mannessmann-Italiana, de Givaudan et d'ICMESA se réunissent. La Région de Lombardie s'impatiente : il faut que les fûts partent le plus vite possible. Le représentant de la Mannessmann-Italiana demande à s'absenter quelques minutes pour donner un coup de téléphone, puis accepte de faire effectuer le transport tant désiré quelques jours plus tard, donc début septembre.

Son interlocuteur était M. Paringaux, qui propose une solution intermédiaire : son dépôt de St-Quentin. Il assure aussi que le dépôt final sera conforme aux prescriptions. Il y a donc toutes les raisons de croire que tous les participants savaient que les fûts étaient à St-Quentin, pendant les semaines où les autorités françaises, allemandes et, on le suppose, italiennes, cherchaient partout ces fameux fûts. « Nous savions que c'était bloqué à St-Quentin », avouera par la suite M. Noë. Qu'espéraient-ils donc ? Que "quelqu'un" viendrait enlever ces fûts pour les acheminer à Schönberg (Jolie-Montagne !), où leur piste se perdrait.

**Sixième anomalie : pendant près d'un mois, des autorités administratives italiennes, c'est-à-dire le représentant de la Région de Lombardie à la réunion du 30 août, un ancien sénateur italien occupant un poste administratif, et des représentants de trois grandes firmes ont berné l'opinion française et internationale en laissant les recherches s'égarer. Et cela s'est fait jusqu'ici en toute impunité. Il paraît, selon un juge français, que le mensonge est un péché, mais non un délit...**

Le 10 septembre, le camion de la TRAJORA affrété par M. Paringaux pour le compte de la SPELIDEC, par l'intermédiaire de la SATM, commissionnaire en transports (toujours plus d'intermédiaires), franchit la frontière française à Vintimille, non pas anonymement, mais escorté par trois ou quatre voitures, dont tenons-nous bien, une voiture de la police italienne. Dans ces voitures, M. Noë et deux de ses collaborateurs, deux représentants de Givaudan et deux de la Mannessmann-Italiana. Un tel cortège eût dû pour le moins attirer l'attention des Douanes, même si le document nécessaire au transit, le T2, était correctement établi (1).

Mais, le 19 octobre, les Douanes, pressées de questions par le ministère français de l'Environnement, déclareront ne rien avoir vu passer. Sans doute passe-t-il beaucoup de camions à Vinti-

(1) Le transport, en revanche, n'était pas réglementaire, puisqu'il n'était pas déclaré comme "matières dangereuses", le camion ne portant aucun panneau rectangulaire orange.

mille, mais ils ne sont pas tous suivis d'un cortège comparable à celui qui distingua le camion de la TRAJORA. Peut-être le ministère a-t-il demandé aux Douanes s'il était passé une cargaison venant de Seveso, alors que, sur la facture *pro forma*, ce n'est pas le nom de Seveso qui figure, mais celui de Meda, commune voisine où se trouve l'usine ICMESA, ce qui expliquerait que les Douanes aient répondu par la négative. Mais tout de même, sur la facture en question, la cargaison était désignée sous le nom de TCDD ou tétrachloro-dibenzo-p-dioxine. Singulière absence de méfiance de la part des Douanes.

**Septième et huitième anomalies : un gouvernement européen se débarrasse dans le territoire d'un autre gouvernement, ami de surcroît, de produits qu'il estime trop dangereux pour lui, et, non seulement il n'en souffle mot à l'ami, mais encore il joue les grandes muettes alors que l'affaire enfievre l'opinion. De plus, les astuces administratives, formulaires et autres, permettent de faire passer tranquillement des produits dangereux sans que les Douanes s'en avisent ou en aient souvenance.**

Une fois sur le sol français, le camion de la TRAJORA s'évapore. On sait qu'il est passé par Marseille, ce qui est singulier, puisque l'autoroute lui permettait de gagner directement Aix-en-Provence ; pourquoi ce détour ? Et pourquoi sur le T2 publié par *Le Canard Enchaîné* figure comme lieu de destination Port-de-Bouc, près de Marseille ! M. Paringaux a-t-il songé à embarquer les fûts sur un bateau ? Ce n'est pas impossible, puisqu'il connaît bien les armateurs et qu'il est vice-président d'un club réservé à des personnalités du transport, le Propeller's, qui possède justement un hangar à Port-de-Bouc. Ou bien y avait-il dans ce détour des circonstances propices à une substitution de fûts ?

Nous avons reconstitué l'itinéraire de ce camion : il a séjourné, semble-t-il, une fin de semaine sur un parking de la TRAJORA, à St-Martin-du-Fresne, dans l'Ain, avant de rejoindre St-Quentin, dans l'Aisne, où il sera déchargé dans l'entrepôt de l'usine Naftank, 106, rue de la Fère, par le chauffeur, M. Bernard Pélisson, et l'employé intérimaire de M. Paringaux, M. Jean-Michel Quignon. M. Quignon assurera le dédouanement auprès de Gondrand Frères, transitaire agréé par les Douanes. Mais le bordereau de dédouanement ne sera rempli que le 17 septembre et ne recevra le cachet des Douanes que le 20. C'est peut-être un peu long, mais enfin.

De là, les fûts devaient gagner Schönberg. On attend impatiemment, en Italie, les autorisations de l'Allemagne de l'Est. La Région de Lombardie presse de questions la Mannesmann-Italiana. M<sup>me</sup> Merzagora assure M. Noë, qui nous l'a confié, que les déchets devaient franchir deux frontières, celle entre la France et l'Allemagne de l'Ouest et celle entre ce pays et l'Allemagne de l'Est. Les autorisations étaient longues à délivrer.

C'est à partir de là que les Italiens se prennent les pieds dans l'écheveau de tissé *combinazioni*. Version de M. Noë : vers le 12 octobre, la Mannesmann-Italiana lui annonce que les 41 fûts

sont arrivés « à bon port » ; fausse nouvelle, puisque les fûts ne sont qu'à St-Quentin, qui, théoriquement, doit être seulement un lieu de transit. C'est alors que, sur les recommandations de M. Noë, le président du Conseil régional de Lombardie, M. Giuseppe Guzzetti, annonce qu'au total 2 200 kg de déchets ont quitté l'ICMESA le 10 septembre, par la route, à destination d'un pays étranger qu'il avoue ne pas connaître. Or la cargaison pesait, avec les conteneurs, 6,555 t. De l'embrouille, on passe carrément au mensonge : selon sa déclaration, M. Guzzetti affirme qu'il a reçu une attestation écrite de Givaudan lui garantissant que les déchets avaient été enterrés dans un dépôt de matières toxiques non nucléaires situé, pour plus de précisions, dans un sol argileux, donc imperméable. Sans doute M. Guzzetti est-il dupe ; il parle sur la foi de la Mannesmann-Italiana et de Givaudan, qui ont tous deux menti (de bonne ou mauvaise foi ?).

La rumeur s'enfle, court et vole : le 16 octobre, elle laisse croire que les déchets sont en République démocratique allemande. On sait toutefois que les déchets ont franchi la frontière à Vintimille.

A Paris, le ministère de l'Environnement, à qui les Douanes n'offrent aucune piste, est bien embarrassé ; il n'est même pas sûr que la dioxine ait réellement transité par Vintimille, et il déclare qu'il n'a été saisi d'aucune demande officielle de la part de Givaudan, de Hoffmann-La Roche ou de leurs mandataires. On ne voit pas quelle demande auraient pu faire ces gens, qui restent toujours muets tandis que le ministère interroge les Directions interdépartementales de l'industrie, responsables des décharges en France, France-Déchets, qui exploite la plupart des grosses décharges, et Pec-Engineering, qui possède TREDI. Questions sans réponse.

Quand l'Allemagne de l'Est assure qu'elle n'a pas reçu les déchets, la confusion atteint son comble. Par l'intermédiaire des Relations extérieures, l'Environnement télégraphie aux autorités italiennes. En vain, semble-t-il. M. Noë ne se souvient pas de St-Quentin, la Mannesmann-Italiana, Givaudan, Hoffmann-La-Roche, ICMESA, non plus. Mieux : le 4 novembre, M. Paringaux, dont les pouvoirs publics ne connaissent pas encore le rôle à l'époque, rédige une attestation dans laquelle il affirme que les déchets ont bien été entreposés comme prévu et selon l'accord de la Badische Ruckstandsbesetzung, la firme qui devait à l'origine se charger des déchets.

Le 6, il semblerait qu'il y ait eu à Marseille une entrevue entre M. Paringaux, la Mannesmann-Italiana et la Région de Lombardie, mais cela n'est pas vérifié. On imagine les têtes qu'ils devaient faire : et si les déchets ne pouvaient pas parvenir à Schönberg ? Quelques jours plus tôt, M. Paringaux avait informé M. Quignon qu'il recevrait sans doute « de la visite » et qu'il fallait déménager les fûts. Animé d'une ténacité à laquelle il faut rendre hommage, il espérait jusqu'au bout, jusqu'à fin mars, peu avant son arrestation, qu'ils parviendraient à Schönberg.

(suite du texte page 137)

# L'INCROYABLE SAGA DE LA MÉTÉORITE VENUE DE MARS

*Après les petits hommes verts, voici les petites pierres, le tout provenant, bien entendu, de la planète... rouge. Le plus curieux dans cette affaire, c'est qu'il ne s'agit pas de science-fiction, mais de science tout court, du moins si l'on en croit certains spécialistes des météorites. Mais, justement, doit-on les croire ?*

● Chaque année, au mois de mars, la Conférence sur la Lune et les Planètes rassemble à Houston (Texas) le gratin des scientifiques américains, ainsi que des spécialistes venus du monde entier. Il y a deux ans, le physicien Robert O. Pepin, de l'université du Minnesota, surprit ce savant aréopage en annonçant qu'une météorite de 8 kilogrammes, découverte dans l'Antarctique et baptisée EETA 79001, ne serait rien de moins qu'un petit morceau de la planète Mars tombé sur notre Terre.

Le premier étonnement passé, cette révélation provoqua quelques sourires entendus : alors que l'époque était aux vaches maigres, l'administration Reagan venant de réduire sérieusement le budget de la recherche scientifique, le facétieux physicien fut soupçonné par ses collègues d'avoir "imaginé" cette histoire martienne pour obtenir des crédits en vue de nouvelles expéditions dans l'Antarctique. En laissant entendre qu'il était possible de trouver sur Terre des échantillons de Mars, n'insinuaient-ils pas que les ruineuses missions spatiales pourraient être avantageusement remplacées par des expéditions polaires infiniment moins coûteuses ? D'autant que le sol du pôle Sud semblait être une véritable mine de roches extraterrestres : plus de 5 000 fragments de météorites de types variés y avaient été recueillis depuis 1969 par des équipes américaines et japonaises (1).

En réalité, bien que parfaitement conservées par le froid, la plupart de ces météorites sont assez banales. Toutes ont le même âge et la

même origine : cristallisées il y a environ 4,6 milliards d'années, ce sont des fragments d'astéroïdes, ces minuscules planètes qui gravitent par milliers autour du Soleil. Seule EETA 79001 fait exception. Les analyses chimiques effectuées par la NASA ont en effet révélé qu'elle avait cristallisé à partir d'une roche fondue il y a seulement 1,3 milliard d'années. Cette incroyable jeunesse a étonné les spécialistes. Ils en ont cherché la raison. C'est ainsi que Robert O. Pepin a été amené à formuler son hypothèse martienne.

Les sourires amusés qui accueillirent sa communication ne faisaient au fond que traduire le profond scepticisme de la communauté scientifique devant une telle explication. Sur une planète de la taille de Mars, les forces gravitationnelles sont considérables : comment, dans ces conditions, un fragment rocheux aurait-il pu s'arracher à l'attraction martienne pour venir atterrir sur notre globe ? Pareille supposition relevait du gag, voire de la provocation.

Depuis, pourtant, le point de vue des scientifiques sur EETA 79001 a curieusement changé. Son origine martienne ne provoque plus les quolibets, au contraire. Dans le monde entier, des astrophysiciens se sont ralliés à cette thèse. Mieux : à la quatorzième Conférence sur la Lune et les Planètes, qui s'est déroulée du 14 au 18 mars dernier, le cas de la jeune météorite a donné lieu à des discussions passionnées, bien éloignées des sarcasmes de naguère.

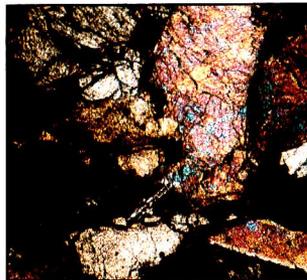
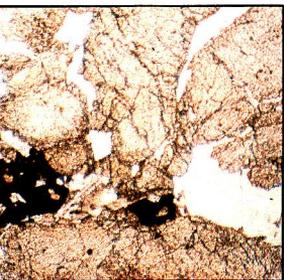
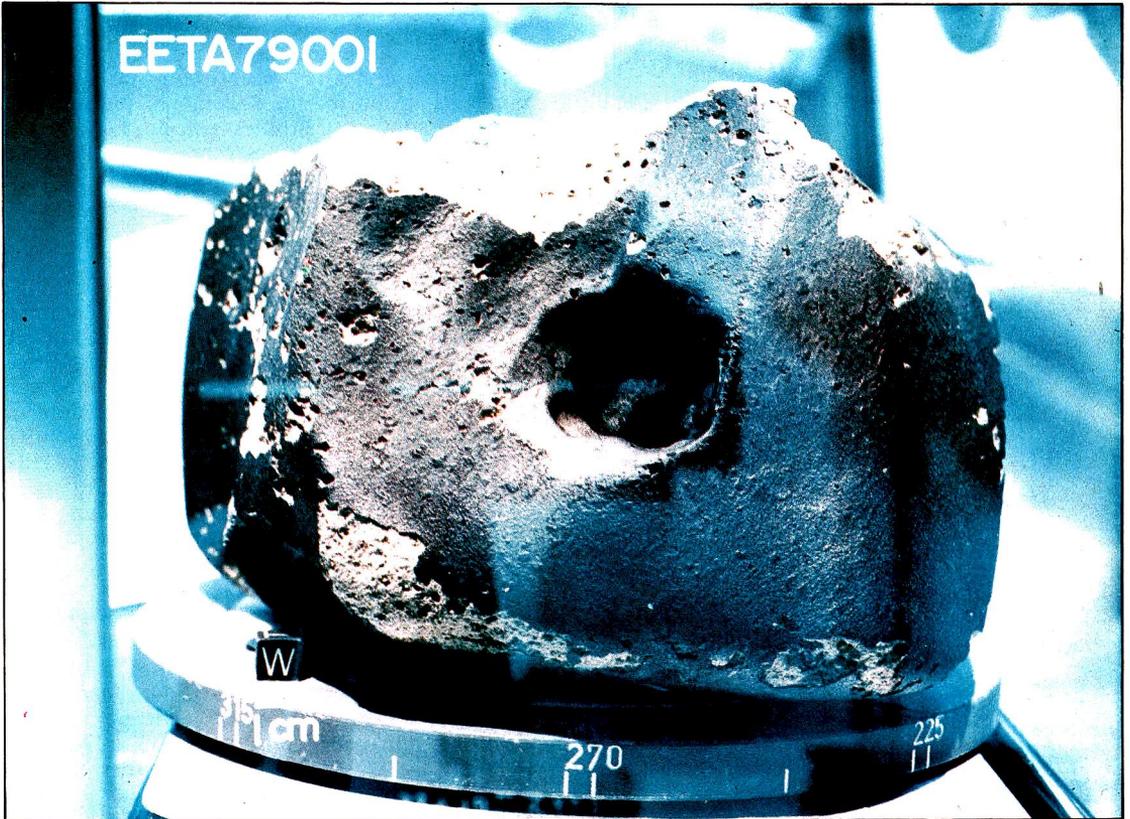
Il est vrai qu'EETA 79001 n'était plus seule au cœur du débat. Huit autres spécimens, en tout point semblables à elle, avaient été découverts aux quatre coins du monde. De plus, en janvier 1982, l'Antarctique avait livré aux chercheurs une autre météorite extraordinaire : baptisée ALHA 81005, elle a la taille d'un abricot, pèse 38 grammes et reste pour l'instant unique en son genre. Son âge est inconnu, mais sa

(1) En fait, il ne tombe pas plus de météorites au pôle Sud qu'ailleurs. Mais les pierres célestes qui s'abattent là-bas sont refroidies par l'épaisse couche de glace qui recouvre les terres antarctiques, et ne s'agglutinent pas à la roche de la croûte terrestre. Elles sont donc plus facilement repérables. De plus, les mouvements des glaces ont tendance à les rassembler en certains lieux privilégiés.

ressemblance avec les échantillons lunaires rapportés par les astronautes des missions Apollo est si frappante qu'à peu près tous les spécialistes sont tombés d'accord : ALHA 81005 est vraisemblablement un petit morceau de Lune. Si, donc, un fragment de notre satellite naturel a pu venir jusqu'à nous, pourquoi des "cailloux" de Mars n'en auraient-ils pas fait tout autant ?

elles se sont enfouies dans le sol et agglutinées aux roches au point de devenir méconnaissables. Aussi, dans de nombreux cas, si la météorite n'est pas repérée au moment de sa chute, reste-t-elle à jamais perdue pour la science.

L'arrivée d'une météorite sur notre globe est, suivant sa taille, plus ou moins discrète. Les étoiles filantes, par exemple, sont de petites



**EETA 79001, météorite "martienne".** Cette coupe (1) d'échantillon de météorite shergottite (une achondrite de même type que EETA 79001) présente une structure basaltique proche des basaltes crachés par les volcans terrestres. Mais l'étude des éléments radioactifs de la roche indique qu'elle a été fortement irradiée par le rayonnement cosmique. Ce "caillou" est donc bien extraterrestre, et il a dû être arraché à son corps d'origine (Mars ?) par un choc. En effet, l'éclairage en lumière polarisée (2) fait apparaître du verre (en noir), résultat de la fusion du feldspath de la roche à la suite d'un impact violent.

L'argument est discutable, on va voir pourquoi.

Au cours des millénaires, quantité de météorites sont tombées sur la Terre, un peu partout, au hasard de leur course. Les deux tiers de notre planète étant recouverts par les mers, la majorité d'entre elles se sont échouées au fond des océans. Parmi celles qui se sont abattues sur la terre ferme, beaucoup ne peuvent être identifiées, car

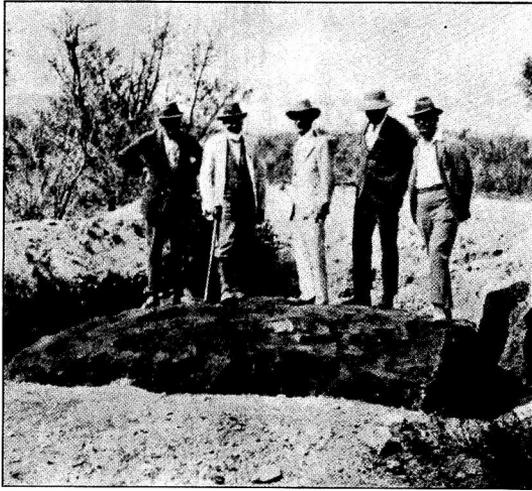
météorites qui s'échauffent en pénétrant dans notre atmosphère, deviennent incandescentes et annoncent par une raie de lumière sur le ciel leur atterrissage imminent. Elles devraient donc être relativement faciles à repérer et à retrouver. Hélas, elles se désagrègent dans les airs et se volatilisent en poussière avant d'atteindre le sol.

D'autres, plus grosses, ne s'allument pas en

traversant l'atmosphère, mais éclatent en dizaines, voire en centaines de morceaux, le plus souvent de quelques grammes. Dans cette catégorie des poids moyens, la météorite qui détient le ruban bleu de la fragmentation est celle de Putulsk : avant de tomber sur cette cité polonaise, elle s'est brisée en 100 000 morceaux.

Enfin, certaines météorites sont de véritables poids lourds. La météorite Canyon Diablo est de celles-là : tombée quelque 750 000 ans avant notre ère (à moins que ce ne soit 15 000 ans, on ne sait pas exactement), elle nous a laissé de sa chute un souvenir durable sous la forme du "Meteor Crater", dans l'Arizona, un "trou" qui, malgré l'érosion, a encore aujourd'hui un diamètre de 1 207 m et une profondeur de 180 m. Plus récemment, le 30 juin 1908 très exactement, en Sibérie orientale, un bolide a ravagé et incendié une forêt sur un rayon de 60 km, creusant plus de 200 cratères.

Signalons encore, dans cette catégorie, une météorite qui, bien que de taille beaucoup plus modeste, eût mérité de figurer à la rubrique des



*La plus grosse des météorites connues est tombée à Hoba, en Afrique du Sud. Trouvée en 1920, elle a été laissée sur place. De la race des ferro-nickel, elle n'avait rien, en dehors de ses 60 tonnes, pour éveiller la curiosité des scientifiques.*

chiens écrasés des journaux du monde entier : tombée à Nakhla, en Égypte, elle atterrit en effet sur le dos d'un malheureux toutou, qui succomba sous ses quarante kilos. Outre son aversion pour la gent canine, cette météorite présentait la particularité d'appartenir à une espèce rare, dont il n'existe encore aujourd'hui que trois exemplaires : les nakhrites, baptisées ainsi en souvenir de l'incident de Nakhla (2).

L'intérêt qu'ont toujours suscité les météorites est bien compréhensible : jusqu'à ce que les Américains aient importé à coups de millions de dollars quelques quintaux de pierres de Lune, elles constituaient les seuls échantillons de matériaux extraterrestres que nous possédions. Aussi

les scientifiques les ont-ils constamment recherchées, patiemment reconstituées, soigneusement numérotées et classées. Avant même que la prospection de l'Antarctique ait commencé, 2 000 météorites avaient déjà trouvé place dans différents musées des cinq continents. Depuis lors, 2 000 autres ont été tirées des terres glacées de la calotte australe et sont venues enrichir les collections existantes.

D'après leur composition, ces 4 000 météorites ont été réparties en trois grandes familles : les météorites pierreuses ou aérolithes ; les météorites ferreuses ou sidérites, contenant essentiellement du fer et du nickel ; et les météorites intermédiaires, faites pour moitié de fer et de nickel, et pour moitié d'éléments pierreux. La première de ces familles est de loin la plus importante : les aérolithes représentent 93 % des objets célestes qui sont tombés sur la Terre et elles se subdivisent en deux catégories : les chondrites et les achondrites.

Les chondrites doivent leur nom au fait qu'elles se composent de chondres, minuscules assemblages minéraux de forme plus ou moins sphérique. Ces "pierres" sont sans doute les roches les plus primitives qui soient : condensées à partir des poussières et des gaz contenus dans la nébuleuse solaire, matrice originelle dont est sorti tout le système solaire, elles ont vraisemblablement assisté à la naissance des planètes. Plus petites que ces dernières, elles ont dû en effet être formées avant elles. N'ayant subi aucune refusion ultérieure, elles ont conservé toutes les caractéristiques du milieu dont elles sont issues. Voilà pourquoi elles ont longtemps passionné les astrophysiciens, qui ont tenté de lire dans leurs sphérules l'histoire de notre lointain passé.

En revanche, les météorites qui ont aujourd'hui la vedette, à savoir les neuf "cailloux" prétendument martiens et la petite pierre de Lune, appartiennent, elles, à la catégorie des achondrites, c'est-à-dire des aérolithes qui sont dépourvus de chondres. Contrairement aux chondrites, qui sont nées par condensation de matière et de gaz, les achondrites sont des roches recuites, surgies de l'intérieur d'un corps planétaire. Ce sont en somme des laves, dont la composition chimique ressemble à celle des basaltes actuellement crachés par l'Etna. Elles témoignent des processus volcaniques qui ont, semble-t-il, marqué l'évolution de la plupart des planètes.

L'une des caractéristiques les plus remarquables des achondrites est leur âge. Pour déterminer celui-ci, ou plutôt pour estimer le temps

(2) On estime que la somme des météorites qui parviennent sur la surface de la Terre est de 6 tonnes par jour. La France, elle aussi, a reçu sont lot de bolides. Il y a environ 150 millions d'années, une météorite géante se serait abattue dans la région de Rochechouart-Chassenon (Limousin), ainsi que semble en témoigner l'affleurement, dans un cercle de 10 km de diamètre, de roches déformées par la violence de l'impact. Beaucoup plus près de nous, le 26 avril 1803, un bolide explosa au-dessus de l'Aigle (Orne), arrosant la ville d'une mitraille d'environ 3 000 fragments pierreux, dont certains pesaient jusqu'à 10 kg.

qui s'est écoulé depuis leur solidification, on compare les teneurs relatives de la roche en certains éléments radioactifs et en produits de désintégration de ces éléments. On s'intéresse notamment au rapport argon 40 sur potassium 40. Le potassium 40 est un élément radioactif qui se désintègre en argon 40. Tant que la roche ne s'est pas cristallisée, l'argon né de la transmutation du potassium peut facilement s'échapper du magma en fusion ; mais, dès que ce dernier se solidifie, le gaz qui continue d'être produit est emprisonné dans la roche. Pour connaître la date à laquelle a eu lieu la cristallisation, il suffit d'établir le rapport argon 40 sur potassium 40 : plus ce rapport est grand, plus la cristallisation est ancienne.

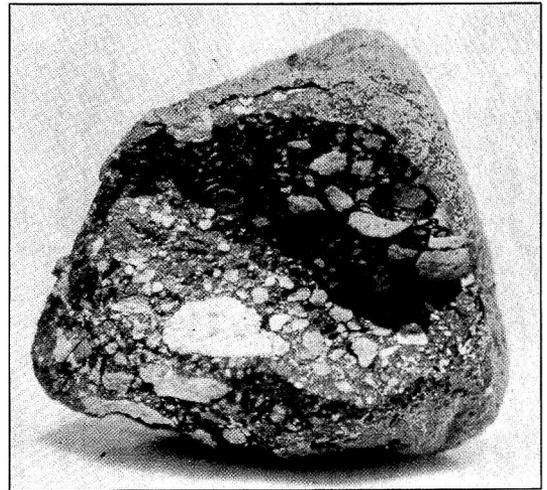
Grâce à cette méthode de datation, on a calculé que les roches rapportées de la surface de la Lune avaient environ 4,2 milliards d'années. Sur Terre, les roches les plus anciennes ont à peu près 3,8 milliards d'années (bien sûr, d'autres laves ont dû précéder ces roches, mais, comme le globe terrestre était à l'époque en pleine activité, toutes ont été reprises par le magma et intégralement refondues).

La grande majorité des achondrites ont cristallisé entre 4,5 et 4,4 milliards d'années, soit 100 à 200 millions d'années seulement après la formation du système solaire. Le grand âge de ces roches éruptives prouve qu'elles sont issues de corps planétaires suffisamment petits pour s'être refroidis en l'espace de quelques dizaines de millions d'années et être devenus incapables de refondre les laves cristallisées à leur surface. Seuls les astéroïdes répondent à cette définition. Ce sont des planètes naines, dont la plus grosse a 650 km de diamètre, et qui tournent pour la plupart dans une ceinture comprise entre les orbites de Mars et de Jupiter. Du fait de leur grand nombre — il y en a plus de 10 000 —, les collisions sont fréquentes entre ces petits corps célestes. A chaque choc, des morceaux de laves sont projetés dans l'espace, et s'arrachent d'autant plus facilement à l'attraction gravitationnelle des astéroïdes que celle-ci est très faible (en raison de la masse extrêmement modeste de ces mini-planètes). Après avoir erré plus ou moins longuement dans le ciel (de 100 000 ans à 60 millions d'années), certains de ces fragments rocheux sont capturés par l'attraction terrestre et s'abattent sur notre sol. Ce sont précisément les achondrites.

On se demandera sans doute comment un petit astéroïde a pu produire suffisamment de chaleur dans ses entrailles pour faire fondre des roches et les "recrachter" sous forme de laves si peu de temps après la naissance du système solaire. La température nécessaire à ce genre de fusion avoisine les 1 200 °C, ce qui est considérable. En général, la chaleur qui alimente les phénomènes volcaniques provient de la désintégration d'éléments radioactifs comme le potassium, l'uranium et le thorium. Ces trois corps, en effet, libèrent en se transformant des quantités énormes d'énergie, et l'on peut dire qu'ils sont à la base de tout

le volcanisme terrestre et lunaire. Ce sont eux qui sont responsables aujourd'hui du regain d'activité de l'Etna, comme ils l'ont été jadis des éruptions qui ont rempli de lave les mers de notre satellite naturel.

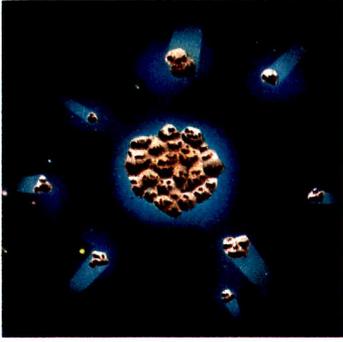
Cela dit, tant l'uranium que le potassium ou le thorium se désintègrent très lentement (ils ont une très longue "période"), et, dans un corps d'aussi petite taille que celui d'un astéroïde, les pertes de chaleur par rayonnement compensent facilement les effets thermiques de ces désintégrations. Aussi, pour expliquer le volcanisme des astéroïdes, les géochimistes ont-ils dû faire appel à un élément qui a depuis longtemps disparu du système solaire, mais qui devait être assez répandu au moment de sa naissance : l'aluminium 26. Ce métal était un parent pauvre de notre aluminium actuel, en ce sens que les noyaux de ses atomes possédaient un neutron de moins. Cette petite différence le rendait terriblement instable, et il avait vite fait de se transformer en magnésium 26, avec fort dégagement de chaleur. Sous l'effet de cette chaleur, le cœur des astéroïdes



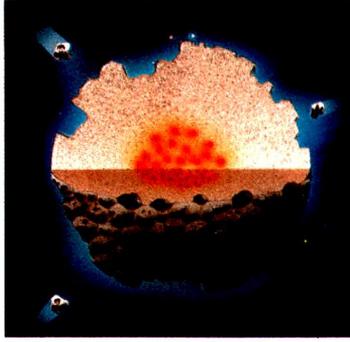
**ALHA 81005, météorite lunaire.** L'étude de coupes d'échantillons de cette météorite (de la taille d'un abricot, et pesant 38 grammes) a permis de montrer qu'elle est composée des mêmes roches et dans les mêmes proportions que les pierres ramenées de la Lune par la mission Apollo. Pour EETA 79001, présumée martienne, on ne peut pas faire ce type de rapprochement, puisqu'on ne possède pas d'échantillons de la planète Mars.

s'est mis à fondre, peu de temps après que ceux-ci se furent formés, ou même pendant leur formation (il suffit en effet d'un rapport aluminium 26 sur aluminium 27 de 0,000 06 pour provoquer la fusion d'une masse rocheuse de 10 km de diamètre). Jaillissant des entrailles des mini-planètes, les roches fondues se sont étalées à leur surface en longues coulées de lave. Toutefois cette fièvre éruptive n'a été que de courte durée : moins de 200 millions d'années après la naissance des astéroïdes, leurs réserves d'alumi-

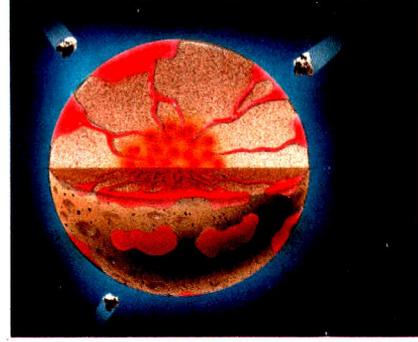
# L'HISTOIRE D'UNE MÉTÉORITE TOMBÉE SUR LA TERRE



1. Dans la nébuleuse qui a donné naissance plus tard au système solaire, de petits cailloux se sont agglomérés au gré de leurs collisions pour former un astéroïde.



2. Cette accréation de roches riches en éléments radioactifs, grossie de nouveaux cailloux, finit par devenir une mini-planète il y a environ 4,6 milliards d'années.



3. La chaleur dégagée par la désintégration rapide de l'aluminium 26 fait fondre par endroits les roches du cœur, qui atteignent la surface sous forme de laves.

niun 26 étaient épuisées, et leur volcans éteints.

Bombardées depuis leur cristallisation par des objets de taille diverse, ou écrasées à l'occasion de collisions entre astéroïdes, les couches de lave ont souvent éclaté, envoyant dans l'espace les sudsites achondrites, dont l'origine a longtemps intrigué les astrophysiciens.

Toute météorite — chondrite ou achondrite — garde la marque indélébile de l'impact qui l'a arrachée à sa terre natale. Selon la violence du choc, cette marque est plus ou moins profonde. Le plus souvent, le traumatisme a modifié la structure de la roche : elle s'est "bréchifiée", c'est-à-dire qu'elle se présente sous forme de tronçons anguleux soudés les uns aux autres par la chaleur dégagée au moment du choc. Certains heurts extrêmement violents transforment même la composition chimique de la roche : des éléments gazeux emprisonnés lors de la cristallisation, comme l'argon 40, peuvent être libérés par la puissance de l'impact.

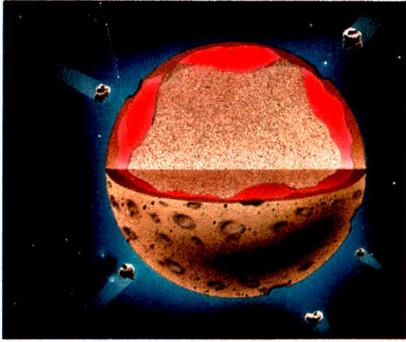
En plus de ces "marques de naissance", la météorite va subir au cours de ses pérégrinations interplanétaires diverses agressions dont elle gardera l'empreinte. Car, on le sait aujourd'hui, le grand vide de l'espace n'est pas si vide que cela : des myriades de particules très énergétiques (électrons, protons, noyaux lourds) le sillonnent en tous sens, à des vitesses proches de celle de la lumière, et attaquent tout ce qui se trouve sur leur chemin. Ces particules, dont l'origine est encore ignorée, mais parmi lesquelles figurent toutes les espèces chimiques connues, du noyau d'hydrogène au noyau d'uranium, sont réunies sous l'appellation générale de "rayonnement cosmique galactique".

La Terre est protégée de ce rayonnement dévastateur par son atmosphère très dense et son champ magnétique intense, qui jouent en quelque sorte le rôle d'un bouclier. Mais une météorite, dépourvue d'atmosphère et de champ magnétique, est une cible sans défense : les protons cosmiques sont les agresseurs de loin les plus

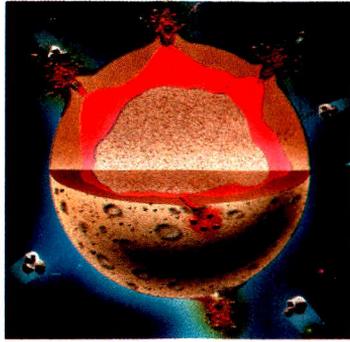
barbares ; ils arrachent trois protons aux noyaux de magnésium 24 qui passent à leur portée, les transformant en néon 21. C'est grâce à ce type de réaction, dite de "spallation", qu'il est possible d'estimer le temps qu'une météorite a passé dans l'espace avant de tomber sur Terre : en fonction de la quantité de néon 21 et d'autres noyaux radioactifs trouvés dans l'échantillon, on détermine la durée de l'exposition.

Ainsi, pour ALHA 81005, le temps du voyage, ou du moins le temps pendant lequel elle a subi le bombardement du rayonnement galactique, a été évalué à une centaine de millions d'années. Cette très longue exposition est tout à fait exceptionnelle pour une achondrite, car un parcours traditionnel prend entre 100 000 et 60 millions d'années. Elle ne peut pas non plus avoir été irradiée avant son départ, alors qu'elle faisait encore partie de son astre d'origine, car, en général, les achondrites sont des fragments comportant surtout des parties profondes d'astéroïdes, et qui dit "profondes", dit protégées du rayonnement galactique. En effet, quand un bolide heurte un astéroïde, il en entame profondément la masse, alors que, s'il tombait sur une planète plus importante, il ne ferait qu'en ébrécher la surface. Aussi, pour la plupart des achondrites, le début de l'irradiation coïncide-t-il avec le début du voyage interplanétaire.

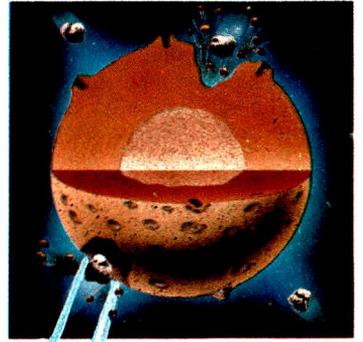
Pour expliquer l'exposition anormalement longue d'ALHA 81005, le Dr Brian Mason, du Smithsonian Institute de Washington, a suggéré que cette météorite provenait vraisemblablement d'un astre dépourvu d'atmosphère (donc frappé par le rayonnement galactique) et beaucoup plus gros qu'un astéroïde (donc amputé seulement d'un éclat de surface). La Lune répond parfaitement à cette double condition. Toutefois une question subsiste : si ALHA 81005 provient effectivement de la surface lunaire, pourquoi la durée de son irradiation ne correspond-elle pas à l'âge de notre satellite ? C'est très simple, répond le Dr Mason : la surface de la Lune est



4. Arrivées en surface, les laves se trouvent emprisonnées dans des "chambres magmatiques" sous une croûte de roches refroidies enveloppant la mini-planète.



5. Aux points les plus fragiles, la croûte cède à la pression, et des éruptions volcaniques recouvrent la surface de la mini-planète de couches de laves.



6. Cette activité volcanique est très brève : elle cesse 200 millions d'années après la naissance de la mini-planète, avec l'épuisement de l'aluminium 26, source de l'énergie de fusion.

La chute des cailloux célestes arrache à la couche de laves refroidies des fragments qui sont projetés par l'impact dans l'espace et qui seront happés par l'attraction terrestre lorsqu'ils passeront à sa portée. Ces morceaux de lave, les météorites achondrites, ne sont qu'une des diverses sortes de météorites qui nous tombent sur la tête.

recouverte d'une poussière très abondante, la régolithe, sans cesse bouleversée par les impacts météoritiques. ALHA 81005 a dû être périodiquement ensevelie sous cette poussière, ce qui l'a mise à l'abri du rayonnement galactique. Mais, à d'autres moments, elle a été mise à nu, si bien que, lorsqu'elle a été expulsée de son site, elle était déjà très fortement irradiée.

D'autres météorites avaient déjà été soupçonnées de provenir de la Lune, mais, à l'époque, les astronautes américains n'avaient pas encore rapporté leurs précieuses cargaisons de cailloux lunaires. Une analyse minutieuse de ces quelque 400 kilos de roches séléniques a, depuis, levé tous les doutes : il y a de telles différences entre les basaltes de la Lune et les météorites présumées lunaires, qu'aucune de celles-ci ne peut être originaire de notre satellite. Jusqu'à présent, ALHA 81005 est la seule achondrite à porter en elle la signature lunaire. Ainsi, les rapports oxygène 18 sur oxygène 16, et oxygène 17 sur oxygène 16 sont identiques dans la petite météorite et dans les roches rapportées par les astronautes, comme le sont également les rapports oxyde ferreux sur oxyde manganéux et potassium sur lanthane. Certes, toutes les comparaisons possibles n'ont

pas encore été effectuées, mais, dans l'état actuel des recherches, il y a 99 chances sur 100 pour qu'ALHA 81005 soit un petit morceau de Lune venu gratuitement jusqu'à nous. Mais comment ce fragment a-t-il pu se décrocher et échapper à l'attraction lunaire pour atterrir ici-bas ? Les choses ne sont pas aussi simples qu'on pourrait le penser. Sans doute l'éjection est-elle le résultat d'un impact. De tout temps, des météorites ont percuté la surface de la Lune, ainsi qu'en témoignent les innombrables cratères qui criblent son sol. Certaines d'entre elles, particulièrement volumineuses, et d'autant plus énergétiques qu'il n'y a sur la Lune aucune atmosphère pour les ralentir ou les disloquer, ont sûrement fait éclater la croûte de lave et projeté des débris dans l'espace. Seulement voilà : ALHA 81005 ne porte pas la moindre trace d'un choc violent. Comment expliquer ce mystère ? Certains théoriciens de la dynamique des chocs ont proposé une solution : selon eux, l'onde de choc produite par la chute d'un corps massif peut provoquer l'expulsion, à la périphérie de la zone d'impact, de fragments de taille respectable (de quelques centimètres à quelques mètres) qui n'ont pas été touchés directement par le bolide tamponneur. Il va sans dire que la reconnaissance quasi certaine de l'origine



lunaire d'ALHA 81005 a apporté de l'eau au moulin des partisans de l'origine martienne d'EETA 79001 et de ses huit semblables. L'absence sur Terre de météorites lunaires rendait en effet fort improbable la présence de météorites martiennes. Comment un bolide serait-il parvenu à arracher des parcelles du sol de Mars et à les expédier sur la Terre, alors qu'aucun projectile céleste n'avait réussi à nous envoyer un morceau de notre proche satellite ? La Lune, pourtant, est beaucoup plus petite que Mars, et, de ce fait, l'attraction qu'elle exerce (proportionnelle à sa masse) est nettement plus faible. Aujourd'hui, ALHA 81005 a levé cette objection, sans toutefois pleinement convaincre. En effet une seule météorite lunaire sur 4 000, c'est vraiment peu ! De plus, étant donné qu'il suffit d'une vitesse de libération de 2,6 kilomètres par seconde pour échapper à l'attraction de la Lune, contre 5 km/s pour vaincre celle de Mars, comment se fait-il, interrogent les sceptiques, que nous ne possédions qu'une seule achondrite d'origine lunaire, alors que nous en aurions neuf d'origine martienne ?

D'un point de vue minéralogique, les neuf météorites prétendument martiennes appartiennent à trois types différents : les shergottites, comme EETA 79 001, qui doivent leur nom à la ville de Shergott, en Inde, où fut découverte en 1865 la première achondrite de cette espèce ; les nakhlites, déjà citées ; enfin, la chassignite, unique en son genre, dénommée ainsi parce qu'elle a été trouvée à Chassigny, en France. Ces trois types de roches présentent des différences notables de structure et de composition, mais aussi des points communs, en particulier leur jeune âge, égal ou inférieur à 1,3 milliard d'années. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'elles ont été regroupées sous un sigle commun : "SNC" (shergottites, nakhlites, chassignite), et qu'elles sont supposées venir de Mars.

Pourquoi cette hypothèse ? Parce que, nous l'avons dit, les achondrites sont des laves d'origine extraterrestre. Or, il y a 1,3 milliard d'années, les astéroïdes et la Lune étaient depuis longtemps des astres morts, sans aucune activité volcanique. Ce n'était peut-être pas le cas de Mars. En effet, les photographies prises par les sondes américaines *Mariner* et *Viking* ont révélé l'existence, à la surface de la planète rouge, de grands volcans. De plus, le petit nombre de cratères creusés par des météorites dans les coulées de lave indique que ces volcans devaient être encore en activité il y a quelque 500 millions d'années. De là à penser qu'ils étaient en plein paroxysme il y a 1,3 milliard d'années, à l'époque où ont cristallisé les météorites présumées martiennes, il n'y avait qu'un pas, qui, naturellement, a été rapidement franchi.

Mais quelle est la valeur de cet argument ? Et pourquoi devrait-on admettre que la réponse à l'énigme posée par l'origine de ces météorites se trouve sur Mars et uniquement sur cette planète ? Par leur composition, les achondrites "SNC" ressemblent à s'y méprendre aux basaltes crachés

par les volcans terrestres. Ne seraient-elles pas, tout simplement, des laves bien de chez nous éjectées par quelque volcan en colère ou propulsées dans l'espace par quelque bolide tombé sur notre sol ? L'hypothèse, un moment envisagée, paraît aujourd'hui bien hasardeuse, et cela pour trois raisons. D'abord, parce que la chute des shergottites qui se sont abattues en Inde et au Nigeria, tout comme l'atterrissage intempestif de l'achondrite de Nakhla, ont été réellement observés, et qu'il n'y avait pas ces jours-là de volcan en activité dans les parages. Ensuite, parce que les neuf météorites litigieuses ont une croûte vitreuse témoignant qu'elles ont traversé l'atmosphère en s'embrasant. Enfin, parce que la présence de certains éléments radioactifs dans les pierres en question indique qu'elles ont été exposées au rayonnement cosmique galactique pendant plusieurs millions d'années. Si, donc, il s'agissait vraiment de roches terrestres, ce serait en vérité de bien drôles de cailloux : projetés dans l'espace par un impact violent, ils seraient demeurés en orbite pendant quelques millions d'années, avant de retraverser l'atmosphère et de s'écraser sur la Terre ! Et même si cela était, un petit détail remettrait tout en question : les basaltes d'origine terrestre contiennent toujours des traces d'eau, alors que les météorites "SNC" sont totalement anhydres.

La solution Terre repoussée, faut-il obligatoirement en revenir à Mars ? Certainement pas. On peut en effet également imaginer qu'à la date fatidique de 1,3 milliard d'années, deux astéroïdes se sont heurtés de front et que, sous l'effet du choc, leurs roches ont entièrement fondu, se recristallisant aussitôt après.

« Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est l'explication que je préfère », avoue M. Pellas, spécialiste français des météorites et adversaire farouche de la thèse martienne. « Bien sûr, ajoutait-il, je reconnais que l'hypothèse du choc frontal soulève aussi quelques questions... »

En effet, si une collision de plein fouet avait eu lieu, le corps des météorites, comme nous l'avons dit, en aurait gardé la marque. Or, les nakhlites ne sont absolument pas "choquées", la chassignite ne l'est que modérément, et si les shergottites portent bien des traces d'impact, celles-ci sont largement postérieures à 1,3 milliard d'années. En fait, le heurt se serait produit il y a environ 200 millions d'années et aurait été suffisamment puissant pour libérer tout l'argon 40 emprisonné dans les cristaux des shergottites et créer de petites inclusions vitreuses dans lesquelles le gaz a été instantanément repris.

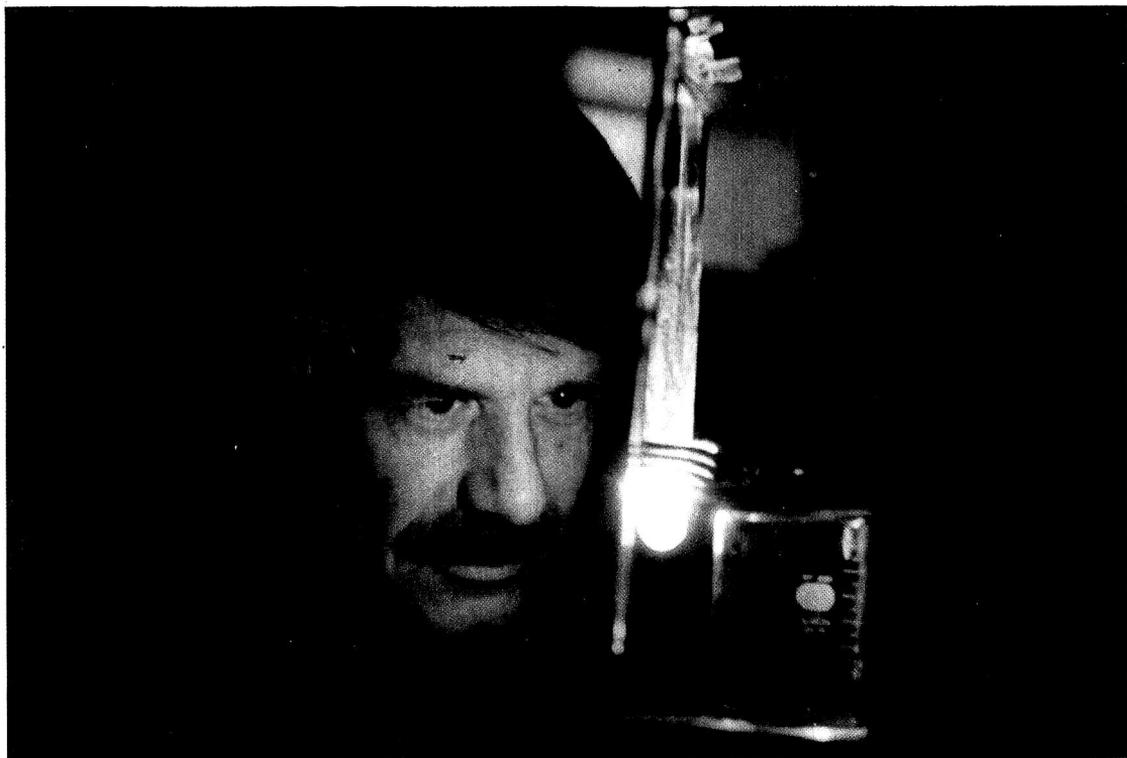
D'autre part, en cas de choc frontal, non seulement les neuf "SNC" présenteraient des structures "bréchifiées", mais on retrouverait entre les brèches des fragments de roches primitives. En effet, dans les cratères creusés sur Terre par des météorites, on observe toujours de telles structures "bréchifiées" au sein desquelles subsistent des inclusions de roches préexistantes qui n'ont pas réussi à fondre sous l'impact. Or, dans aucune des "SNC" on n'a décelé de résidus de

roches antérieures à la cristallisation.

On le voit, la thèse de la collision entre deux astéroïdes n'est guère plus satisfaisante que la solution terrestre. Mais, alors, que reste-t-il ? La Terre éliminée, les astéroïdes exclus, la Lune hors de question, le champ des investigations se rétrécit sérieusement. D'autant que l'on ne peut pas non plus considérer ces météorites comme des fragments de lave originaires d'Io, un satellite de Jupiter sur lequel règne une activité volcanique persistante, révélée par les missions

ou Donald Bogard (du centre spatial Johnson), lesquels, sans plus attendre, ont commencé à étudier le sol de Mars à partir des "SNC" !

« On assiste à une véritable auto-intoxication, constate M. Pellas. Les gens prennent leurs désirs pour des réalités. Moi, je ne crois absolument pas à l'origine martienne. D'ailleurs, un scientifique n'a pas à croire ou à ne pas croire : il doit seulement rechercher si les faits confirment ou non une hypothèse. Or, j'affirme que, dans le cas présent, les faits ne confirment rien du tout ! »



**Pour vérifier qu'EETA 79001 vient bien de Mars, Robert O. Pepin la chauffe pour lui faire cracher ses gaz. Ensuite, il comparera la teneur relative de certains éléments gazeux de la météorite à la teneur de l'atmosphère de la planète rouge en ces mêmes éléments.**

*Voyager* : aucun débris d'Io ne pourrait échapper au formidable champ de gravitation de la plus grosse des planètes.

En fin de compte, n'en est-on pas réduit à l'hypothèse martienne ? Elle est, à vrai dire, bigrement tentante. Car, si les "SNC" provenaient de Mars, les scientifiques auraient entre leurs mains un nouveau matériau extraterrestre, autre que les débris d'astéroïdes, les pierres de Lune et la poussière cosmique (apparemment d'origine cométaire). Ils pourraient tirer de ces échantillons de multiples informations sur la planète rouge, encore très mal connue malgré les missions des sondes spatiales. Ces perspectives sont si alléchantes qu'elles ont proprement tourné le dos des physiciens comme Robert O. Pepin

Résumons donc les faits, et seulement les faits. Il y a 1,3 milliard d'années, un événement s'est produit qui a si bien perturbé les matériaux des météorites "SNC" que celles-ci n'ont conservé aucun souvenir antérieur à cette date. De deux choses l'une : ou bien elles sont devenues amnésiques, ou bien leur naissance remonte justement à 1,3 milliard d'années. En outre, quelques-unes de ces météorites, les shergottites, ont subi un choc violent il y a 200 millions d'années ; mais elles sont les seules, car ni les nakhlites, ni même la chassignite n'en portent la trace. Voilà pour les faits, un point, c'est tout.

Venons-en maintenant aux interprétations. Le scénario martien consiste à admettre que les météorites "SNC" sont des laves cristallisées sur

(suite du texte page 158)

# LES FRACTALES OU LA GÉOMÉTRIE DU PAYSAGE

*Jusqu'à présent, pour représenter les contours d'un nuage, la ramure d'un arbre ou les méandres d'une rivière, on se fiait plus à l'art du peintre qu'à la science du géomètre. Le Pr Benoît Mandelbrot a mis fin à ce partage des rôles. Ses "fractales", bien que rigoureusement mathématiques, font voler en éclats le moule de la géométrie traditionnelle. Et ses paysages dessinés par ordinateur (voir p. 31), pour être le comble de l'artifice, n'en sont pas moins stupéfiants de naturel.*

● « Pourquoi la géométrie est-elle souvent perçue comme une discipline "froide" et "sèche" ? L'une des raisons est son incapacité à décrire la forme d'un nuage, d'une montagne, d'un littoral ou d'un arbre. Les nuages ne sont pas des sphères, les montagnes ne sont pas des cônes, les côtes ne sont pas des cercles, l'écorce d'un arbre n'est pas lisse et la foudre ne se propage pas en ligne droite. » (1)

Dans cette citation, le mathématicien français Benoît Mandelbrot exprime l'idée qui est à la base de toutes ses recherches : la géométrie euclidienne classique, avec ses figures lisses et régulières, est incapable de donner une représentation fidèle du monde qui nous entoure. Beaucoup de structures naturelles sont trop irrégulières, trop rugueuses, trop fragmentées, ou les trois à la fois, pour pouvoir se couler dans le moule géométrique habituel. De sorte que si l'on veut analyser mathématiquement ces structures — au lieu, comme on le faisait jusqu'ici, de les considérer comme amorphes ou trop complexes pour être décrites —, il faut créer une nouvelle géométrie, de nouvelles formes moins idéalisées.

D'une certaine manière, cette nouvelle géométrie existait depuis un siècle : tous les ingrédients nécessaires à sa composition étaient connus de mathématiciens comme Poincaré, Cantor, Peano

ou Dedekind (2). Mais on les avait classés dans le domaine des mathématiques pures, abstraites et dépourvues de toute application réaliste. Grâce à Mandelbrot ces objets que l'on croyait voués aux limbes de l'imaginaire mathématique ont permis de définir et de construire des formes géométriques très proches des formes naturelles. Avec à-propos, notre chercheur a baptisé "fractales" (3) — du latin *fractus*, brisé, fragmenté — ces formes qui brisent le moule de la géométrie classique.

En observant les illustrations de cet article, on ne peut manquer d'être frappé par leur réalisme, à tel point qu'on serait tenté de les confondre avec des photos ou des peintures. Pourtant, ce sont des images entièrement synthétiques (4) réalisées grâce à des programmes d'ordinateur, lesquels à leur tour ne font qu'exécuter quelques recettes de géométrie fractale. Le résultat est d'autant plus étonnant que, jusqu'ici, les images synthétisées par ordinateur, même lorsqu'elles étaient spectaculaires, avaient le plus souvent une apparence schématique et factice.

(suite du texte page 24)

(2) Henri Poincaré (1854-1912), cousin de l'homme d'État, l'un des plus grands mathématiciens de tous les temps, est aussi connu pour ses ouvrages de philosophie des sciences (*La science et l'hypothèse. La Valeur de la science...*) ; Georg Cantor (1845-1918), mathématicien allemand, peut être considéré comme le père de la théorie des ensembles, à laquelle contribua également son ami Richard Dedekind (1831-1916), allemand lui aussi ; le logicien italien Giuseppe Peano (1858-1932), pour sa part, fut le premier à proposer une axiomatique rigoureuse de l'arithmétique.

(3) Voir aussi "Les fractals : des monstres mathématiques" dans *S. & V.* n° 723, décembre 1977, p. 58 ; depuis, Mandelbrot a estimé qu'il était préférable de féminiser le terme "fractal", et de parler plutôt des "fractales", ce qui permet d'éviter le désagréable "fractaux".

(4) Les programmes informatiques qui ont permis de réaliser ces images ont été mis en œuvre par les informaticiens Richard F. Voss et V. Alan Norton.

(1) Ce passage est traduit d'après le dernier ouvrage de Benoît Mandelbrot, *The Fractal Geometry of Nature* (1982), qui n'a été jusqu'ici publié qu'en anglais et dont les dépositaires parisiens sont les librairies Offi-Lib et Lavoisier. Les lecteurs non anglicistes peuvent également consulter le premier livre de Mandelbrot, *Les objets fractals : forme, hasard et dimension* (Flammarion), ou encore son article publié dans la revue *Le Débat* (mars 1983). L'auteur, polytechnicien et docteur en mathématiques, est conseiller scientifique au Centre de recherches T.J. Watson d'IBM à Yorktown Heights, près de New York (USA).



*"Coup de soleil  
sur la cascade".  
de J. Van Ruysdael.*

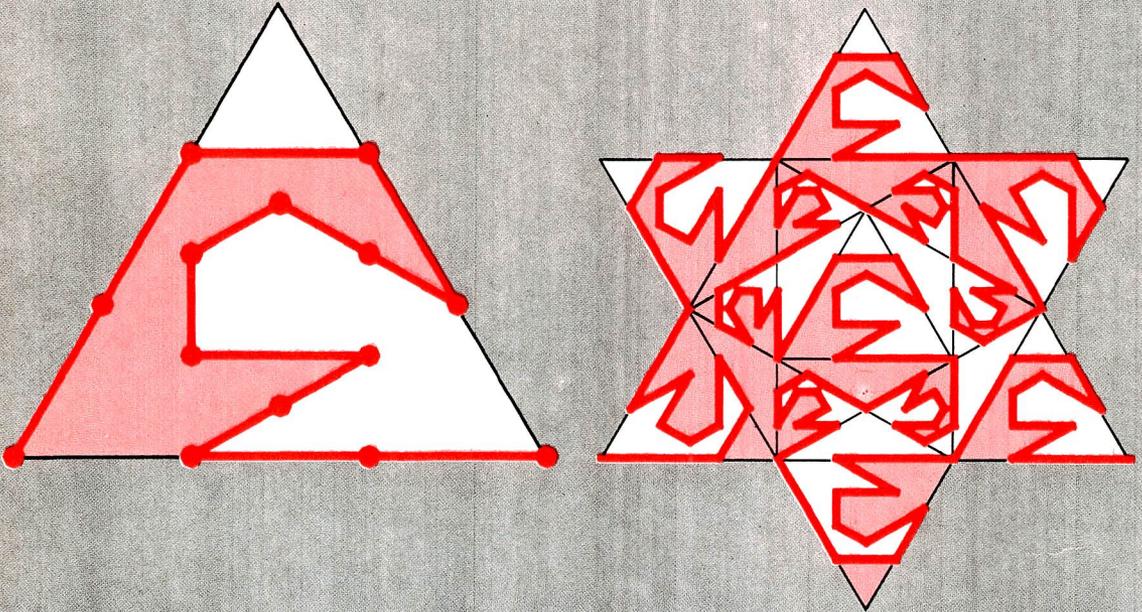
Quel secret permet aux fractales de réussir là où échoue la géométrie ordinaire ? Tout tient en une combinaison — a priori contradictoire, en réalité très féconde — d'extrême irrégularité et de profonde symétrie. L'irrégularité saute aux yeux : rien n'est lisse dans les contours de ces montagnes et de ces archipels fractals ; tout n'est que lignes brisées, surfaces rugueuses et fragmentées, formes disposées dans le plus complet désordre (apparent).

La symétrie est moins évidente, et elle ne doit d'ailleurs pas être comprise dans le sens scolaire habituel (symétrie par rapport à un point, un axe, un plan, etc.), mais dans le sens que lui donnaient les Grecs anciens, à savoir : harmonie

simple que l'arbre. Chaque branche du chou-fleur se sépare en branches plus petites ; si vous cassez ces branches, vous voyez que chacune est pareille à la branche initiale, mais en plus petit. De la même façon, le sommet d'une montagne ressemble à la montagne complète, sauf qu'il est à une échelle plus petite. Ou encore, regardez un grand nuage : ce n'est pas une simple sphère, c'est une sphère de laquelle dépassent des protubérances plus petites, qui elles-mêmes comportent des protubérances encore plus petites, et ainsi de suite. »

Autrement dit, le monde qui nous entoure est entièrement dominé par des structures dont les parties sont harmonieuses au tout. En termes

## LE FLOCON DE NEIGE FRACTAL, BALAYÉ PAR UNE LIGNE QUI EST AUSSI



Ces dessins représentent les premières étapes de la construction de deux lignes fractales aux propriétés étonnantes. La première, appelée "courbe en flocon de neige" à cause de sa forme évocatrice, a été imaginée en 1904 par le mathématicien suédois Helge von Koch. Sur les dessins, cette ligne délimite le fond (gris) du motif (rose, rouge et blanc). La seconde ligne — le trait rouge — a été inventée par B. Mandelbrot. Les deux lignes se construisent en répétant indé-

niment une même recette géométrique, de sorte que l'on ne peut en dessiner que des approximations. A la limite, la ligne de Mandelbrot remplit totalement la surface délimitée par la courbe en flocon de neige, laquelle possède alors une longueur infinie ! Le point de départ est un triangle équilatéral (1) à l'intérieur duquel on trace une ligne brisée, la "génératrice" de la ligne de Mandelbrot. Ensuite, on dispose sur chacun des côtés du triangle initial, et symétri-

des parties par rapport au tout. Cela signifie que si l'on examine les formes fractales sous un grossissement de plus en plus puissant, certains détails changent, mais la structure générale reste la même.

Selon Mandelbrot, il s'agit là d'une propriété fondamentale des structures naturelles : « Si vous observez un arbre, vous constaterez que toute partie de cet arbre ressemble à l'arbre tout entier. C'est encore plus frappant si vous prenez, par exemple, un chou-fleur, qui a une forme plus

scientifiques, on dit que ces structures possèdent une invariance d'échelle — puisqu'elles sont semblables à toutes les échelles — ou encore qu'elles sont "scalantes" (néologisme forgé par Mandelbrot d'après l'anglais *scaling*, qui signifie graduation, échelle).

Bien entendu, cette symétrie profonde confère aux fractales, en dépit de leur irrégularité, une structure très fortement organisée. Mais cette organisation est suffisamment riche et complexe pour ne pas donner l'impression de sécheresse et

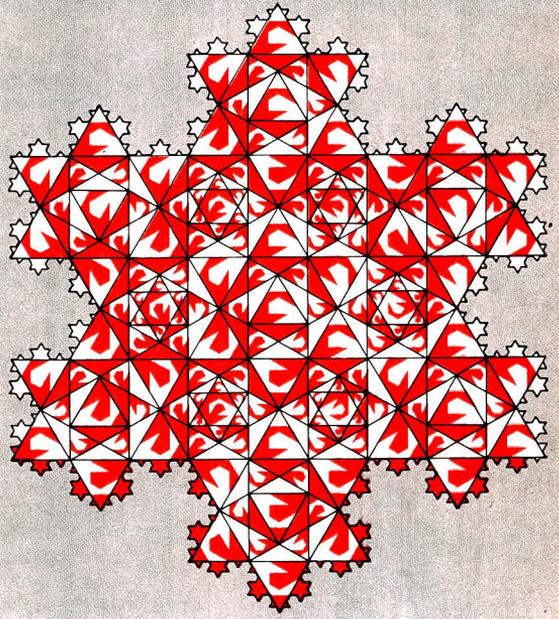
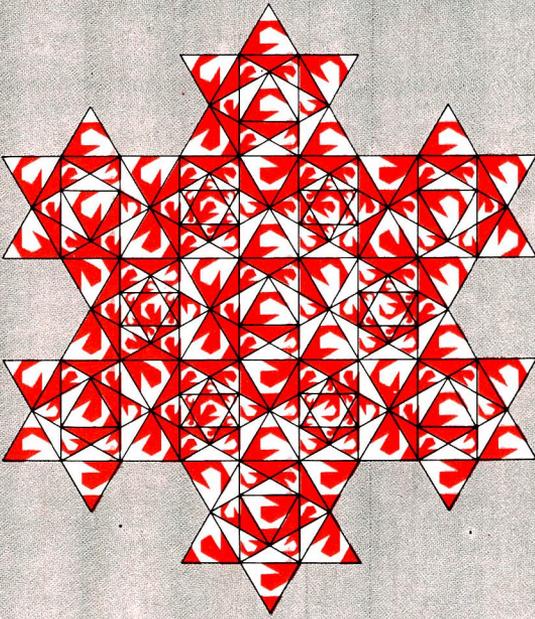
de schématisation que dégagent les constructions géométriques ordinaires. On peut dire que si les fractales imitent si bien la nature, c'est qu'elles nous paraissent tout à la fois étranges et familières.

Sur le plan mathématique, les fractales ont des propriétés assez curieuses. La géométrie classique est construite selon une rigoureuse hiérarchie : le point, la droite, le plan, l'espace. De sorte que les objets géométriques autres que des points appartiennent nécessairement à l'une des catégories suivantes : lignes (droites, brisées, courbes...), surfaces ou volumes. Les fractales se comportent comme si elles n'avaient aucun respect de cette hiérarchie : certaines sont, en un

conviendrait aussi bien). Première question que se pose le géomètre : la côte bretonne est-elle une ligne, une surface, ou un volume ? Le littoral étant défini comme « la zone de contact entre la terre et la mer » (5), la réponse qui semble la plus raisonnable est : une ligne.

Certes, ce n'est pas une ligne simple et régulière, mais le bon sens nous montre que l'on est soit sur la terre ferme, soit dans l'eau, et qu'entre les deux, il n'y a rien d'autre que cette ligne de partage qui définit, précisément, le contour de la côte. Ajoutons que c'est, en toute rigueur, une ligne mouvante, puisque le va-et-vient des marées et, à plus petite échelle, celui des vagues, la modifient sans cesse. Mais, ces réserves formu-

## UNE SURFACE



quement, de nouveaux triangles semblables, mais de longueur trois fois inférieure (2). Le résultat est une étoile de David qui constitue la deuxième étape de la courbe en flocon de neige. A l'intérieur de l'étoile, on dispose d'autres petits triangles, contenant chacun un exemplaire, réduit dans la proportion du tiers, de la génératrice de la ligne de Mandelbrot.

En répétant encore une fois le processus, on voit que la ligne de Mandelbrot commence à prendre une allure

assez compliquée (3) ; pour simplifier le dessin, on n'a pas représenté la ligne, mais tout le domaine intérieur (rouge) ; la ligne est ici la frontière entre le rouge et le blanc. De plus, on observe que le motif en étoile de David se répète, à des échelles de plus en plus petites, ce qui correspond à une propriété fondamentale des formes fractales (voir photo du chou-fleur p. 27).

Au bout de 5 étapes de sa construction, la courbe en flocon de neige commence à mériter son nom (4).

certain sens, intermédiaires entre un point et une ligne, d'autres sont intermédiaires entre une ligne et une surface, d'autres entre une surface et un volume.

Afin de montrer que cette notion de "formes intermédiaires" est tout le contraire d'une abstraction mathématique, illustrons-la sur deux exemples concrets. Le premier est emprunté à la géographie : il s'agit de décrire géométriquement la forme d'un littoral. Pour fixer les idées, considérons la côte de Bretagne (mais toute autre

lées, le géomètre "classique" estimera quand même que la côte bretonne est une ligne, et la représentera comme telle sur une carte géographique.

Pourtant, cette opinion raisonnable est à la merci de la question "toute bête" que pose Mandelbrot(6) : combien mesure la côte bre-

(5) Définition donnée par le Petit Robert.

(6) Le problème avait déjà été posé de manière empirique par le Britannique Lewis Fry Richardson (1881-1953), dont Mandelbrot a en quelque sorte exhumé les travaux.

tonne ? Question superflue, objectera le géomètre classique : n'importe quel manuel de géographie vous apprendra que la réponse est 1 200 kilomètres. Soit, mais comment ce résultat est-il obtenu ? Par une mesure approchée, le degré d'approximation étant le kilomètre. En termes imagés, les choses se passent à peu près comme si l'on avait embauché un géant capable de faire des pas de 1 kilomètre de long, et qu'on lui avait demandé de marcher au bord de la mer, le plus près possible de l'eau.

Dire que la côte bretonne mesure 1 200 kilomètres revient à dire que le géant aurait dû faire, dans ces conditions, 1 200 pas pour se rendre d'un point situé dans la baie du mont St-Michel à un point se trouvant un peu au-dessus du Croisic. Une manière plus géométrique de formuler les choses consisterait à dire que l'on a approché le contour de la côte par une ligne brisée formée de segments rectilignes tous égaux et longs de 1 kilomètre.

Il est clair qu'il s'agit d'une approximation assez grossière : la côte comporte d'innombrables petites baies ou péninsules dont les extrémités sont distantes de moins de 1 kilomètre, de sorte que le géant les a enjambées sans en tenir compte. Un géant de taille plus modeste, faisant des pas de 50 mètres, aurait trouvé une mesure beaucoup plus importante, car il n'aurait pu enjamber que les baies ou péninsules de taille inférieure à ces 50 mètres. Pour un homme faisant des pas de 1 mètre, la mesure aurait été encore plus élevée, car elle aurait dû prendre en compte le moindre rocher. Une fourmi aurait dû contourner chaque galet, chaque petit caillou. Et l'on peut imaginer des échelles encore plus petites, la seule limite physique à cette série de mesures

successivement de plus en plus précises étant celle des particules élémentaires.

Ce raisonnement montre qu'en réalité, on ne peut pas mesurer la longueur de la côte bretonne,

parce que lorsque l'on rend la mesure de plus en plus précise, la longueur tend à devenir infinie ! Ce comportement est tout à fait différent de ce qui se passe lorsque l'on mesure une ligne ordinaire. Par exemple, la longueur d'un cercle peut être mesurée de manière approchée par un polygone régulier formée de cordes de ce cercle (c'est-à-dire de segments de droite joignant deux points de ce cercle). Si l'on augmente le nombre de côtés du polygone ou, ce qui revient au même, si l'on diminue la longueur de chaque corde, la mesure obtenue va certes augmenter, mais modérément, et en tendant vers une limite finie qui est la longueur exacte du cercle donnée par la formule  $2\pi R$  (où  $R$  est le rayon du cercle).

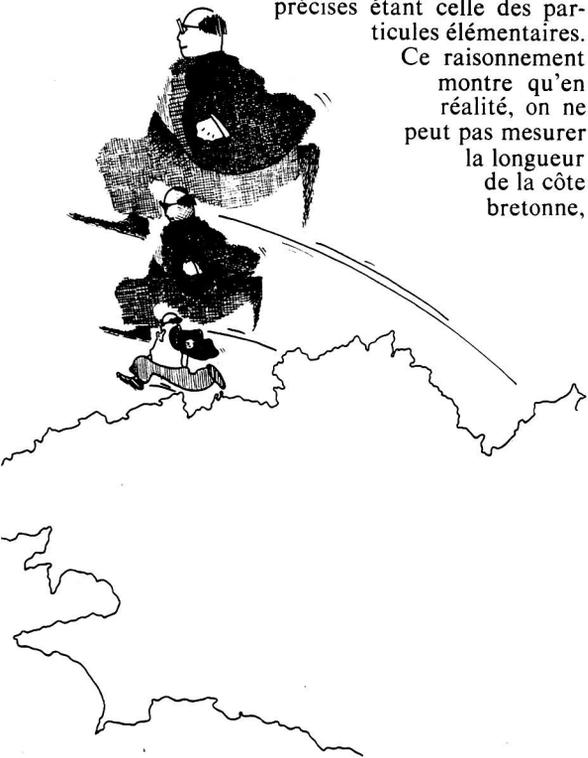
Toute ligne ordinaire se comporterait de la même manière, c'est-à-dire que des mesures approchées de plus en plus précises tendraient vers une limite finie, la longueur exacte de la ligne (à condition, bien sûr, que ladite ligne soit tout entière contenue dans une portion limitée de l'espace : une droite, dont les extrémités sont à l'infini, a bien sûr une longueur infinie, mais tout segment de cette droite a, lui, une longueur finie). La côte bretonne, elle, se comporte comme si elle avait une longueur infinie, bien qu'elle soit limitée quant à son extension spatiale.

En ce sens, on peut affirmer que la côte bretonne est "plus qu'une ligne". Mais elle est aussi "moins qu'une surface", puisqu'elle sépare la terre de la mer. Par conséquent, le contour d'un littoral tel que la côte bretonne est une forme intermédiaire entre une ligne et une surface.

De la même façon, une forme naturelle peut être intermédiaire entre une surface et un volume. Laissons à Mandelbrot lui-même le soin de nous en fournir un exemple : « Considérez le poumon. Cet organe a pour fonction d'établir la surface de contact la plus grande possible entre l'air et le sang. D'autre part, la partie du corps dévolue à cette fonction n'occupe qu'un volume de quelques litres. On a donc une boîte de quelques litres de volume, dans laquelle on voudrait mettre une surface extraordinairement grande. Comment ? En la pliant beaucoup. La paroi interne du poumon est tellement plissée qu'elle a une surface extrêmement grande comparée à la surface externe. »

Même s'il est exagéré de dire que la paroi interne du poumon a une aire infinie, cet exemple illustre bien qu'une surface très plissée peut être "plus qu'une surface", tout en étant "moins qu'un volume", de la même manière que la côte bretonne est intermédiaire entre une ligne et une surface. Exactement comme pour la côte, on peut imaginer qu'une surface soit tellement plissée qu'elle ait une aire infinie, tout en restant contenue à l'intérieur d'un volume fini. De sorte qu'il sera impossible de mesurer cette aire, tout comme il était impossible de mesurer la longueur de la côte.

Que pouvons-nous conclure de nos deux exemples ? D'abord, qu'il y a un lien direct entre l'irrégularité d'une forme fractale, le fait qu'on



ne puisse pas la mesurer et la propriété d'invariance d'échelle décrite au début de cet article. Ainsi, ce qui différencie la côte d'une ligne ordinaire, c'est qu'elle présente des irrégularités à toutes les échelles, et par conséquent en nombre infini. Mais ces irrégularités sont toutes bâties, grosso modo, sur le même modèle : ce sont des baies et des péninsules, à l'intérieur desquelles se trouvent des baies et des péninsules semblables, mais plus petites, qui, elles-mêmes..., etc.

Si cette "cascade" s'arrêtait très rapidement, par exemple au deuxième ou au troisième ordre, la côte pourrait être décrite par une ligne géométrique classique : elle n'aurait qu'un nombre fini d'irrégularités et sa longueur serait clairement

dimension non entière, un nombre compris entre 1 et 2 dans le premier cas, entre 2 et 3 dans le second ?

Nous sommes obligés de donner une "réponse de Normand" : une fractale possède à la fois une dimension entière correspondant à la notion classique, et une dimension non nécessairement entière que nous allons définir plus loin. Mais commençons par expliquer pourquoi cette bonne vieille notion de dimension, qui semblait sans mystère, se scinde tout à coup en deux.

En réalité, les mathématiciens savent depuis un siècle que la dimension n'est pas une notion unique, mais un "faisceau de notions". Pour ce qui nous intéresse ici, il suffira de considérer

## DE L'INVARIANCE D'ÉCHELLE DANS UN CHOU-FLEUR



*Prenez un chou-fleur, ouvrez-le, cassez-en une branche. Vous constaterez que sa forme générale ressemble à celle du chou-fleur entier, en plus petit. Si vous détachez de la branche une des branchettes qui la composent, vous retrouverez la même ressemblance entre l'élément et l'ensemble. L'opération peut être*

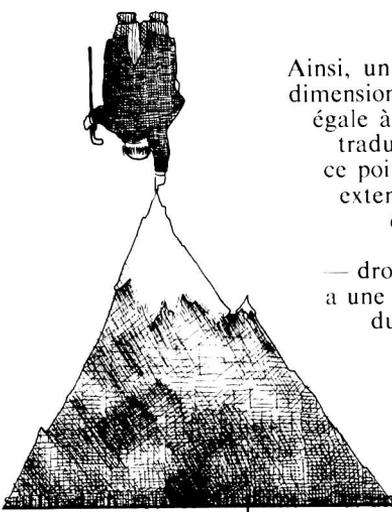
*reproduite (presque) à l'infini, chaque partie à une échelle donnée étant constituée de "sous-parties" qui en sont la réplique miniaturisée. Cette propriété dite "d'invariance d'échelle" est partagée par beaucoup de structures naturelles, et constitue l'une des caractéristiques principales des formes fractales...*

définie. Mais la forme ne serait plus scalante, puisqu'à partir d'une certaine échelle on ne retrouverait plus la structure générale de départ.

Seconde conclusion : les fractales remettent en cause la notion usuelle de dimension. La géométrie classique attribue en effet la dimension 1 à une ligne, la dimension 2 à une surface et la dimension 3 à un volume (7). Mais quelle dimension faut-il attribuer à une forme intermédiaire entre une ligne et une surface ? 1 ou 2 ? Et à une forme intermédiaire entre une surface et un volume ? 2 ou 3 ? Ou bien faut-il introduire ce "monstre mathématique" que serait une

deux aspects, bien qu'il en existe davantage. Le premier aspect est ce que l'on appelle la "dimension topologique". Intuitivement, cette dimension reflète la manière dont les éléments d'une forme sont "connectés" entre eux. En fait, la dimension topologique correspond à la définition rigoureuse de la dimension usuelle, et ne peut donc prendre que des valeurs entières.

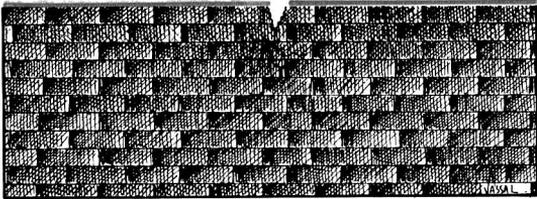
(7) Les mathématiciens et physiciens utilisent des dimensions supérieures, par exemple 4 pour l'espace-temps de la relativité, et éventuellement des nombres beaucoup plus élevés pour les théories concernant les particules élémentaires, mais ces "hyper-espaces" ne nous concernent pas ici.



Ainsi, un point a une dimension topologique égale à zéro, ce qui traduit le fait que ce point n'a aucune extension spatiale, qu'il est isolé.

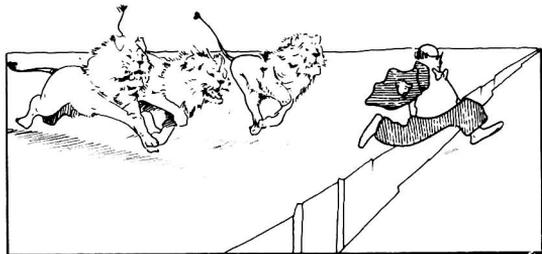
Une ligne — droite ou non — a une dimension 1 : du point de vue topologique, ce qu'il y a de commun entre toutes les lignes, c'est qu'il seul — pour

que la ligne ne soit plus continue, pour qu'elle soit "coupée en deux morceaux". A cause de cette propriété —



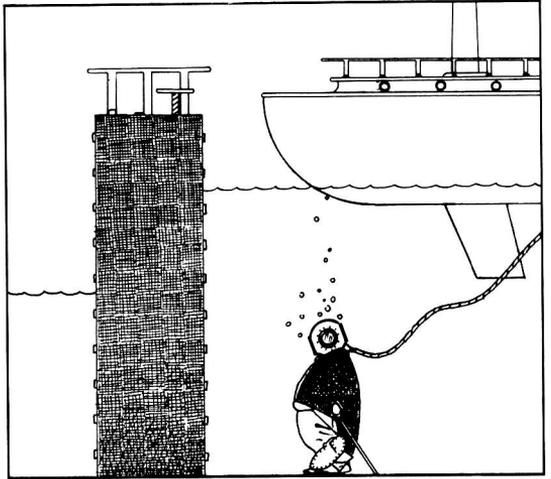
qui vaut même pour les lignes fractales — on peut dire que toute ligne est, du point de vue topologique, équivalente à une droite (les mathématiciens disent "homéomorphe").

Un plan, ou plus généralement une surface, se différencie d'une ligne en ceci que le fait d'en retirer un point isolé n'en brise pas la continuité. Par exemple, si l'on retire le centre d'un disque, cela fait certes un petit trou, mais il n'y a pas besoin de "sauter" pour passer d'un bord à l'autre du trou (il suffit de le contourner),



contrairement à ce qui se passe si l'on retire un point d'une droite. En fait, pour "sectionner" une surface, il faut en retirer un objet de dimension topologique 1, autrement dit une ligne : par exemple, un plan peut être séparé en deux demi-plans si l'on en retire une droite. De sorte que les surfaces se situent un peu dans le même rapport topologique vis-à-vis des lignes que celles-ci vis-à-vis des points, et on attribue donc la dimension 2 aux surfaces.

Un raisonnement analogue s'applique aux volumes, qui ne peuvent être sectionnés que par une surface, et ont donc la dimension 3. Sur le plan strictement mathématique, on peut ainsi construire des espaces topologiques de dimension aussi grande que l'on veut, mais nous pouvons nous limiter ici à la dimension 3.



Insistons sur le fait qu'en ce qui concerne la dimension topologique, les formes fractales ne diffèrent en rien des formes ordinaires. En revanche, c'est le second aspect qui pose problème. Ce second aspect est lié à la notion de "mesure d'un contenu", au sens le plus large. La géométrie traditionnelle ne connaît que trois types de contenus : la longueur, l'aire, le volume. De plus, il y a une correspondance entre ces trois types de contenus et la dimension topologique : un point, de dimension 0, a aussi une longueur, une surface de dimension 1, a aussi une aire et un volume nuls. Une ligne (non fractale), dont la dimension topologique est 1, possède une longueur non nulle (et finie si la ligne est limitée dans l'espace), mais une aire et un volume nuls. Une surface, de la même façon, possède une aire non nulle, mais un volume nul, et une longueur infinie. Enfin, un volume possède... un volume fini (il nous manque ici un terme pour distinguer le contenant du contenu), mais son aire et sa longueur sont infinies. Il ne s'agit pas, bien entendu, de l'aire extérieure qui, elle, est finie, mais de l'aire d'une surface qui remplirait totalement le volume.

Il est ainsi possible d'associer à chaque forme, en plus de la dimension topologique, une "dimension de contenu", que nous déclarerons par définition égale à zéro pour un point, à 1 pour une longueur, à 2 pour une aire, à 3 pour un volume. Ainsi définie, cette dimension de contenu possède une propriété fort agréable, dans le cas des objets géométriques ordinaires : elle s'identifie, manifestement, à la dimension topologique, de sorte que l'on serait même tenté de se dire qu'il n'y a, en fait, qu'une seule dimension.

Les fractales se chargent de nous rappeler à l'ordre, car avec elles, les choses ne se passent plus aussi bien. Nous avons constaté en effet

qu'une ligne fractale, de dimension topologique égale à 1, se comportait comme si sa dimension de contenu était supérieure à 1, puisqu'elle avait une longueur infinie, mais en même temps inférieure à 2, puisqu'elle avait une aire nulle. Et que, de la même façon, une surface fractale, de volume nul, pouvait avoir une aire infinie. Cette situation suggère fortement que les formes fractales pourraient avoir une dimension de contenu qui ne serait pas égale à leur dimension topologique, et qui ne serait pas nécessairement entière.

Cette propriété bizarre est liée à l'irrégularité, ou à la rugosité, des formes en question. Redonnons la parole à Mandelbrot : « Si vous prenez une surface complètement lisse, vous pouvez lui associer la dimension 2. Pour prendre un exemple biologique, la peau, en gros, est lisse. Il y a de petits détails qui ne le sont pas, mais ce sont des détails. Il est légitime de dire que la peau a une dimension égale à 2 jusqu'à des échelles très petites où l'on commence à voir de petites rugosités. Par contre, la surface intérieure du poumon n'est pas lisse, elle est même tellement plissée qu'on pourrait dire qu'elle a une rugosité infinie. Que signifie "infinie" ? Cela veut dire "aussi grand que cela peut être", autrement dit, la surface remplit presque un volume.

» Une surface qui remplit un volume  $a$ , en un certain sens, une dimension égale à celle d'un volume, donc c'est une surface de dimension 3. Une surface lisse a la dimension 2. Maintenant, voyons entre les deux : une surface extrêmement plissée, mais pas au point de remplir tout le volume,  $a$  donc une dimension qui est supérieure à 2, mais inférieure à 3. »

Autrement dit, la dimension de contenu, à l'opposé de la dimension topologique, varie continuellement. Sa valeur reflète le degré d'irrégularité, ou de rugosité, de la forme considérée. Comme les fractales sont plus irrégulières que les formes ordinaires, elles ont une dimension de contenu supérieure à leur dimension topologique. Sur le plan mathématique, on peut d'ailleurs les définir par cette dernière propriété. Ajoutons que plus une fractale est irrégulière, plus sa dimension de contenu — ou dimension fractale, selon la terminologie de Mandelbrot — est élevée. Par exemple, une surface ordinaire, lisse, ou si l'on préfère sans rugosité, a une dimension fractale 2. Une surface fractale "légèrement rugueuse" pourra avoir une dimension fractale de l'ordre de 2,1 ou 2,2, tandis qu'une surface très rugueuse aura plutôt une dimension fractale de 2,8 ou 2,9.

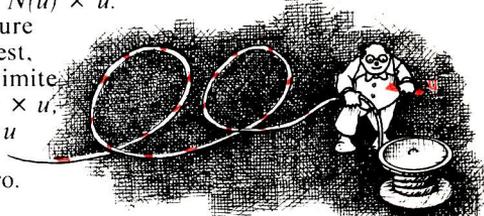
Essayons maintenant de caractériser la dimension de contenu d'une manière un peu plus mathématique. Pour cela, nous pouvons nous appuyer sur ce que nous connaissons déjà de cette dimension, c'est-à-dire sur le cas non fractal où elle possède une valeur entière. Dans ce cas, la dimension indique si ce que l'on peut mesurer est un contenu de type longueur, aire, ou volume. Chose intéressante, cela peut s'exprimer dans une formule mathématique simple et identique pour les trois cas.

Pour établir cette formule, voyons comment on

procède pour mesurer un contenu, qu'il s'agisse d'une longueur, d'une aire ou d'un volume. La méthode la plus générale consiste à procéder selon le schéma appliqué précédemment à la côte de Bretagne : on choisit un contenu unité, et l'on regarde combien de fois l'unité est elle-même contenue dans la grandeur mesurée. Le résultat est une mesure approchée à l'unité près. La mesure exacte est obtenue en faisant décroître la taille de l'unité : si la mesure approchée tend vers une limite finie lorsque la taille de l'unité tend vers zéro, cette limite finie constitue la mesure exacte.

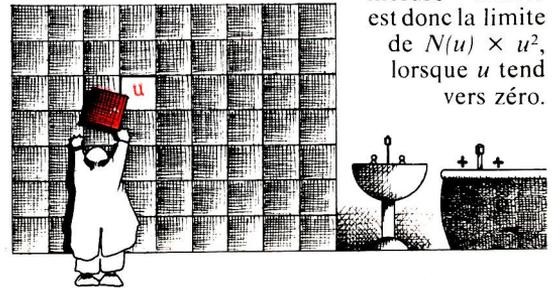
Ainsi, pour mesurer une longueur, on prend comme unité un segment de droite de longueur connue  $u$ , et l'on détermine le nombre de fois que ce segment est contenu dans la longueur à mesurer. Si l'on appelle  $N(u)$  ce nombre, la mesure approchée à l'unité  $u$  près est égale au produit  $N(u) \times u$ .

La mesure exacte est, elle, la limite de  $N(u) \times u$ , lorsque  $u$  tend vers zéro.



On obtient une formule analogue dans le cas d'une surface. L'unité est alors un carré de côté  $u$ , donc d'aire  $u^2$ , et la mesure approchée est  $N(u) \times u^2$ , où  $N(u)$  désigne cette fois le nombre minimum de carrés unités qu'il faudrait utiliser pour recouvrir complètement la surface. La

mesure exacte est donc la limite de  $N(u) \times u^2$ , lorsque  $u$  tend vers zéro.

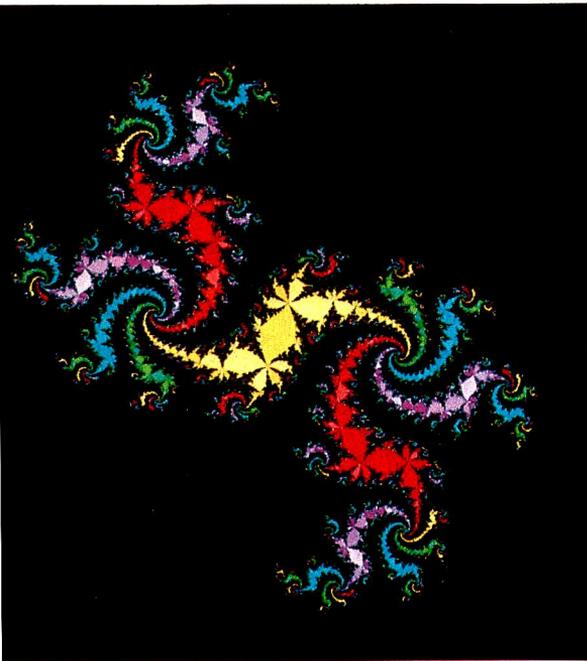


Il est facile de voir que, de la même façon, la mesure exacte d'un volume peut être définie comme la limite de  $N(u) \times u^3$  lorsque  $u$  tend vers zéro et que  $N(u)$  désigne le nombre de fois qu'un cube unité d'arête  $u$  est contenu dans le volume à mesurer.



## LE DRAGON DE JULIA : UNE FORMULE SIMPLE, UNE FORME COMPLEXE

Choisissez un point dans le plan. Appliquez-lui une certaine transformation géométrique dite quadratique (pour les lecteurs mathématiciens, c'est la transformation qui, à  $z$ , fait correspondre  $z^2 - m$  dans le plan complexe). Vous obtenez un nouveau point. Recommencez la même opération sur ce nouveau point, puis sur son transformé, et ainsi de suite indéfiniment. Presque toujours, le point-limite est à l'infini. Mais si le point initial a été choisi dans un certain domaine, les transformés successifs resteront toujours dans le même domaine, et le point-limite ne sera donc pas à l'infini. Ce domaine exceptionnel, représenté sur l'image ci-dessous, a été découvert au début du siècle par le mathématicien Gaston Julia, d'où son nom.



Nous voyons donc que, dans les trois cas, la mesure exacte s'exprime quasiment par la même formule, la seule chose qui change étant l'exposant de l'unité  $u$  : 1 pour une longueur, 2 pour une aire, 3 pour un volume. Si nous appelons  $d$  cet exposant, la formule devient alors identique dans les trois cas : la mesure exacte d'une aire, d'une surface ou d'un volume est la limite de  $N(u) \times u^d$  lorsque  $u$  tend vers zéro,  $d$  valant respectivement 1, 2 ou 3. Cet exposant  $d$  n'est autre que la dimension de contenu de la forme étudiée, telle que nous l'avons définie un peu plus haut.

Remarquons maintenant que du point de vue purement mathématique, l'expression  $N(u) \times u^d$  conserve un sens même si  $d$  n'est pas égal à 1, 2 ou 3, mais a une valeur intermédiaire. En effet, les fonctions exponentielles permettent de définir la valeur de  $u^d$  pour n'importe quelle valeur non entière de  $d$ . Par conséquent, la limite de

$N(u) \times u^d$  peut aussi être calculée même si  $d$  n'est pas un entier.

Revenons alors à notre côte de Bretagne. Ce que nous a appris notre malheureuse tentative de la mesurer s'exprime mathématiquement ainsi : lorsque  $d$  est égal à 1, la limite de  $N(u) \times u^d$ ,  $u$  tendant vers zéro, est pour cette côte égale à l'infini ; mais d'autre part, pour  $d$  égal à 2, la limite est nulle (puisque la côte a une aire nulle). Imaginons alors que l'on calcule la limite pour toutes les valeurs de  $d$  comprises entre 1 et 2. Comme pour 1 elle est infinie et que pour 2 elle est nulle, il y a un espoir raisonnable que, pour une certaine valeur de  $d$  comprise entre 1 et 2, la limite se "comporte bien", autrement dit qu'elle ait une valeur qui soit à la fois finie et différente de zéro.

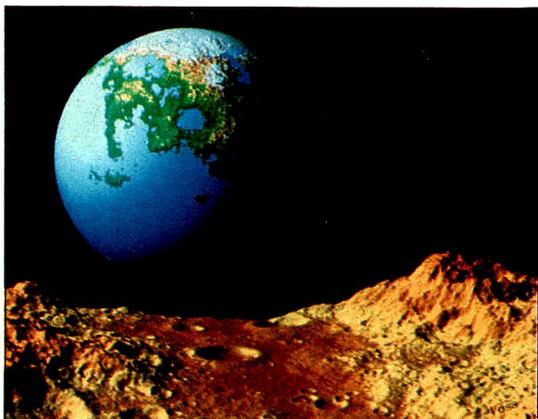
La nature étant grande et généreuse, il se trouve que cette valeur, que nous appellerons  $D$ , existe. On pourrait dire que le "contenu" de la côte de Bretagne est "trop grand" pour pouvoir être mesuré dans la dimension 1, mais "trop petit" pour être mesuré dans la dimension 2. En revanche, dans la dimension  $D$  comprise entre 1 et 2, la mesure est possible.

Ceci est assez analogue à ce qui se passe pour une surface ordinaire : elle a en effet un contenu trop important pour que sa longueur ait une valeur finie, mais trop faible pour avoir un volume non nul.

La dimension de contenu d'une forme quelconque (qu'elle soit fractale ou classique) peut donc se définir, en toute généralité, comme étant la dimension pour laquelle le contenu de cette forme peut être mesuré. En fait, cette dimension avait été définie dès 1919, et de manière plus rigoureuse que nous venons de le faire, par le mathématicien allemand Hausdorff. Le travail de Hausdorff faisait suite à des découvertes de Cantor et de Peano (déjà citées) qui montraient que la définition classique de la dimension était insuffisante.

Plus précisément, on peut dire que Cantor et Peano avaient découvert les premières fractales : des courbes capables de remplir un carré, ou même le plan tout entier ! Dans un premier temps, la plupart des mathématiciens se détournèrent, horrifiés, de ces courbes "monstrueuses" qui étaient à la fois continues et dépourvues de tangente. Mais lorsqu'on se rendit compte que ces monstres remettaient en cause la validité même du concept de dimension, il fallut bien réfléchir au problème. Cela aboutit à la formulation précise de la notion de dimension topologique, ainsi qu'à la définition d'une série d'autres dimensions dont celle de Hausdorff se montra la plus intéressante.

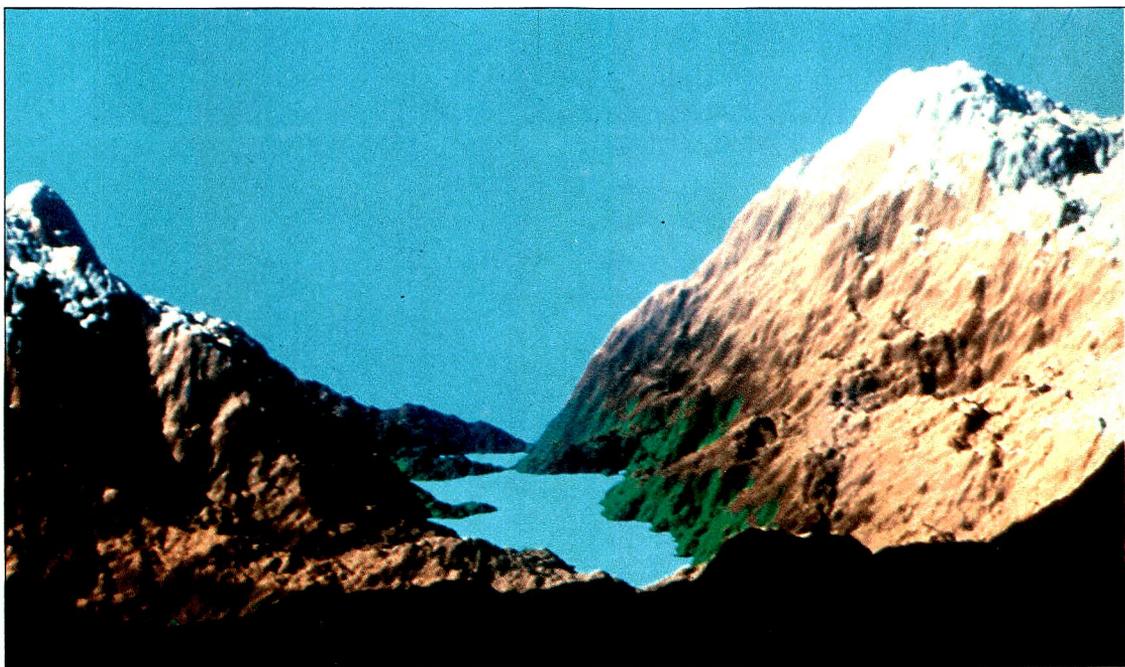
Une fois sauvée la dimension, les mathématiciens rangèrent les monstres de Cantor et Peano au placard des curiosités sans intérêt. Quant aux physiciens, ils continuèrent de s'occuper d'objets plus classiques et au comportement plus "décent". Entre autres choses, ces objets avaient généralement une dimension de contenu égale à leur dimension topologique, de sorte que l'on se



## LEVER DE TERRE SUR UNE LUNE MATHÉMATIQUE ET RELIEFS BROWNIENS

*Ces images sont des équations. Elles n'ont pas été réalisées à partir de photos ou de peintures. Les paysages qu'elles représentent ne sont pas des modifications de paysages réels, ce sont des paysages entièrement synthétiques fabriqués par un programme d'ordinateur, lequel n'a fait, à son tour, qu'appliquer quelques recettes de géométrie fractale.*

*Du point de vue mathématique, les irrégularités des reliefs et crêtes de montagne sont déterminées par une loi probabiliste dérivée de celle du mouvement brownien (le mouvement désordonné de très petites particules en suspension dans un liquide). La distribution des cratères de la Lune a été calculée indépendamment, également selon une loi probabiliste.*



focalisa exclusivement sur la dimension topologique, qui semblait la plus utile et la plus simple à comprendre.

Jusqu'à Mandelbrot, personne ne voyait à quoi pourraient servir les "monstres". On ne les avait considérés que d'un point de vue extrêmement théorique, et, de ce point de vue-là, ils apparaissaient plus comme des curiosités que comme des objets véritablement utiles. L'apport de Mandelbrot dans ce domaine a été double : d'une part, il a découvert que ces objets, obscurs du point de vue théorique, se révélaient très intuitifs et très féconds lorsqu'on les abordait sous l'angle géométrique ; d'autre part, il a appliqué cette découverte à des domaines aussi variés que la physique de la matière condensée, la turbulence, la distribution des galaxies, la météorologie, la métallurgie, etc.

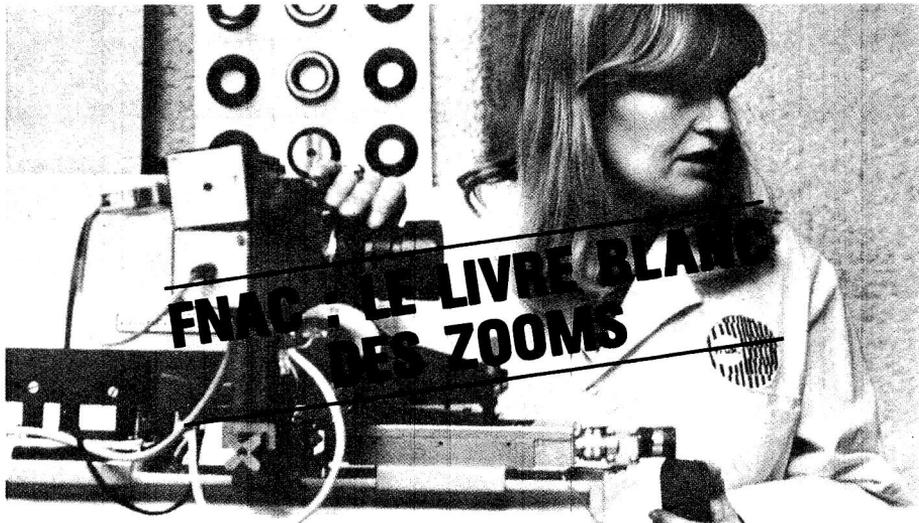
« On ne s'était pas aperçu que les mathématiques d'il y a cent ans avaient un extraordinaire

aspect graphique, explique Mandelbrot. Chez Poincaré ou chez Julia, il y avait sans doute beaucoup de géométrie, mais leurs successeurs ne voyaient pas ce côté géométrique parce qu'ils étaient trop abstraits. Il y a des dessins de Escher que Poincaré aurait pu faire... Pour prendre une comparaison, imaginez que l'étude des partitions des opéras de Verdi soit devenue une science extrêmement développée, mais qu'on se soit interdit de les écouter... Que dirait-on s'il se révélait aujourd'hui que Verdi peut être chanté ? Eh bien, un des rôles de la géométrie fractale a été de faire chanter les mathématiques. »

**Michel de PRACONTAL**

*Propos du Pr Mandelbrot  
recueillis aux États-Unis par*

**Sven ORTOLI ■**



## Edition 1983 Gratuite dans toutes les Fnac

**A**YANT fait leurs années d'apprentissage, les zooms sont résolument entrés en concurrence avec les objectifs à focale fixe. Mais leur nombre, sur le marché, rend le choix difficile.

Et c'est pourquoi, tous ces zooms, la Fnac les a testés. Pour la troisième année consécutive. Et en éditant, à partir des mesures de son Laboratoire, les 80 pages

d'une plaquette qui prend en compte les 73 zooms signés par les marques d'appareils et 51 zooms que proposent les producteurs indépendants.

On découvre ainsi qu'il ne faut pas toujours prendre pour argent comptant ce qu'affirme la publicité. Aussi bien qu'un zoom moins cher n'est pas forcément moins bon.

# L'HOMME AU LASER CASSÉ



*En cassant un cristal en deux, un physicien des laboratoires Bell, Won-tien Tsang, a conçu un nouveau type de laser. Avec son dispositif, en une seconde — à peine davantage que le temps d'un battement de cœur — 420 millions de signaux ont été transmis par une voie unique à 119 km de distance, sans aucun relais en cours de route. La probabilité d'une erreur était pratiquement nulle : un seul signal mal reçu sur un milliard. Tout cela grâce à un cristal cassé en deux.*

● Tel est l'incroyable record de télécommunication par fibre optique réalisé en février dernier aux laboratoires Bell, à New Jersey. Au moment où la France mise sur un grand projet de réseaux câblés, cette percée technologique risque de redistribuer les cartes (1).

Jusqu'ici la meilleure transparence obtenue avec les cheveux de silice pouvait porter le signal lumineux tout au plus à une dizaine de kilomètres. En allant plus loin, le signal est tellement affaibli et déformé qu'il cesse d'être utilisable. Il faut donc intercaler, sur la ligne, des relais qui détectent les signaux, les remettent autant que possible en forme et les réémettent avec leur intensité d'origine. En multipliant par 12 la distance maximale de transmission directe (et ce n'est qu'un premier résultat), l'invention des chercheurs de la Bell (2) rend possible l'établissement de lignes de communication par fibres optiques bien plus longues que celles qui sont actuellement envisagées. A distance égale, elle réduit considérablement les coûts puisqu'il y a moins de stations intermédiaires. En outre, le procédé imaginé élimine presque totalement les erreurs de transmission.

Pour en saisir toute l'ingéniosité, il convient de se rappeler qu'une impulsion lumineuse injectée dans une fibre optique doit, pour être reçue utilement à l'arrivée, être aussi "pure" que possible, autrement dit monochromatique. Pour-

quoi ? Parce que les photons de longueurs d'onde (donc de fréquences) différentes ne voyagent pas exactement à la même vitesse. Ils n'arrivent donc pas tout à fait en même temps, le signal est plus ou moins étalé. Cet élargissement spectral impose une limite au nombre d'informations qu'on peut transmettre dans un temps donné. L'envoi de signaux par fibres optiques exige donc des sources de lumière aussi monochromatique que possible. On utilise pour cela des lasers à semi-conducteurs. Ils se présentent comme des "puces" pas plus grandes qu'un grain de sable, constituées d'un empilement de semi-conducteurs différents.

Les semi-conducteurs se définissent comme des matériaux qui ne conduisent le courant qu'à partir d'une certaine tension minimale. Il en existe de deux sortes. Dans les uns — dits de type  $n$  —, c'est le déplacement des électrons qui constitue le courant. Dans les autres — de type  $p$  —, c'est le déplacement, de proche en proche, de places laissées vides par des électrons. L'absence d'un électron, donc d'une charge négative, dans la couronne électronique d'un atome, équivaut à une charge positive, à un "trou" positif. Prenons une image : une boîte contient onze œufs pour douze places, une place étant laissée vide à une extrémité de la rangée. Il suffit de déplacer les œufs un par un pour obtenir le déplacement d'un "trou" en sens inverse.

Si l'on fabrique un sandwich avec deux semi-conducteurs, l'un de type  $n$ , l'autre de type  $p$ , il suffira d'appliquer une tension de part et d'autre pour que les électrons (négatifs) et les trous (positifs) viennent se recombiner dans la région intermédiaire, dite "active". Or cette recombinaison

(1) Voir *Science & Vie* n° 789, "Réseaux câblés : le mieux est l'ennemi du bien".

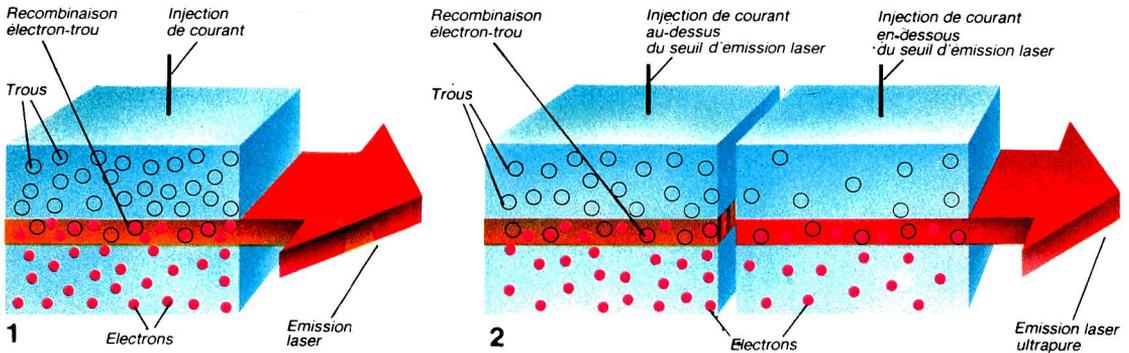
(2) Ils s'appellent Won-tien Tsang, Anders Olsson et Ralph Logan.

raison déclenche l'émission d'un photon dont la longueur d'onde est caractéristique du matériel utilisé. Le dispositif ainsi décrit n'est autre chose qu'une diode électroluminescente. De telles diodes peuvent suffire pour alimenter une communication par fibres optiques, tant qu'on n'exige pas une trop grande puissance ou un débit d'informations trop élevé. En variant l'intensité du courant dans la diode, on module l'amplitude du signal lumineux, et donc sa fréquence.

Une telle source de lumière n'est pas suffisante pour les liaisons par fibres optiques actuellement en cours de réalisation ou en projet. On recourt alors au laser à semi-conducteur. Celui-ci n'est d'ailleurs qu'un développement de la diode électroluminescente. Au lieu de permettre à la lumière émise par la recombinaison électrons-trous de s'échapper librement, on la retient dans la région intermédiaire. Le cristal semi-conducteur est taillé de façon à constituer une cavité résonnante : les deux faces opposées sont clivées selon le même plan cristallin. Elles sont donc parfaitement parallèles, et comme l'indice de

signal dans la fibre, devienne prohibitive. (Il existe d'autres causes possibles d'étalement du signal, dont nous ne parlerons pas ici, notamment selon le type de fibre utilisé.)

La première caractéristique du nouveau laser mis au point par les chercheurs de la Bell est qu'il réduit à presque rien la dispersion spectrale, en fournissant un pinceau de lumière idéalement monochromatique. Ce dispositif a été baptisé le laser à *cleaved coupled cavity*, ou "cavité couplée clivée", en abrégé C<sup>3</sup>. Le cristal semi-conducteur est cassé par clivage en deux morceaux, perpendiculairement à la région intermédiaire active, qui se trouve ainsi elle-même partagée. Cela ne change rien à ses propriétés ; un laser à semi-conducteurs cassé en deux pourrait donner deux lasers. En l'occurrence, seul le premier morceau, long de 135 microns, est utilisé comme cavité résonnante produisant un faisceau laser. L'autre cavité, un peu moins longue (127 microns), est placée à une distance de 5 microns de la première ; cette séparation les isole électriquement tout en maintenant une con-



Un laser semi-conducteur classique (1) émet une lumière cohérente monochromatique ; les variations de couleur de la lumière émise ont été fortement exagérées sur le dessin pour indiquer qu'elle n'est pas aussi pure que dans le cas du C<sup>3</sup> laser (2). Celui-ci a été

obtenu en cassant un laser semi-conducteur en 2 parties pas tout à fait égales. La première partie émet une lumière laser qui est filtrée par la deuxième partie : le résultat est un laser parfaitement monochromatique et accordable en fréquence.

réfraction des semi-conducteurs utilisés est très élevé, elles se comportent comme des miroirs. Les photons produits effectuent des aller-et-retour entre les deux miroirs, et stimulent à chaque fois en cascade l'émission d'autres photons. En même temps on accroît l'intensité du courant électrons-trous. A un moment donné le faisceau de lumière acquiert la puissance suffisante pour déclencher l'effet laser, c'est-à-dire l'émission d'un mince pinceau de lumière cohérente et monochromatique.

Monochromatique ? Oui, si on la compare aux sources de lumière autres que le laser. Ainsi, le spectre de la lumière émise par un tube à néon s'étale sur environ 500 angströms (1 angström = 1 dix-millionième de millimètre), celui d'un laser à semi-conducteurs sur un dixième d'angström seulement. C'est encore assez pour que la dispersion spectrale, après un certain parcours du

tinuité optique.

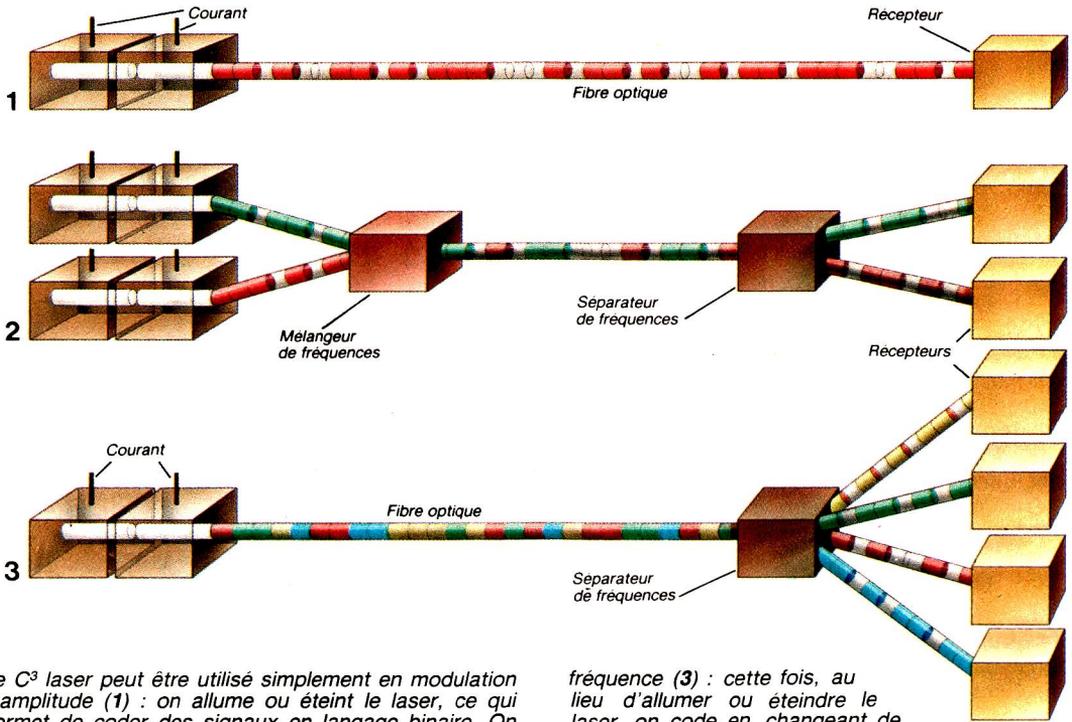
Le C<sup>3</sup> étant ainsi en place, voyons comment il fonctionne. Le courant est injecté dans la première cavité, qui résonne en produisant une lumière de fréquence déterminée, avec ses harmoniques. Quand le faisceau laser atteint une puissance suffisante, il traverse le plan cristallin qui le sépare de la deuxième cavité et pénètre dans celle-ci. Comme sa longueur est légèrement différente, elle est susceptible de produire une lumière dont la gamme de fréquences n'est pas exactement la même. Mais le courant qu'on y injecte reste inférieur au seuil au-delà duquel elle produirait une émission laser. Elle agit seulement comme un filtre. Le courant qui y est injecté est réglé de telle sorte que les fréquences qu'elle produit diffèrent de celles du faisceau laser, sauf pour une seule fréquence. Lorsque le faisceau laser pénètre dans la cavité filtrante, on peut

réglé le courant injecté dans l'une et l'autre cavité de sorte qu'une seule des fréquences du faisceau laser se trouve renforcée, alors que les autres subissent au contraire une interférence destructive. Le faisceau laser est alors émis avec une fréquence ultrapure, jamais obtenue jusqu'ici : il est rigoureusement monochromatique.

Une telle pureté de fréquence n'a pas seulement pour effet de supprimer la dispersion spectrale du signal à l'arrivée. Elle permet de plus de donner au signal exactement les fréquences auxquelles la fibre de silice offre le maximum

densité d'électrons et de trous dans la deuxième cavité pour obtenir des interférences destructives différentes, donc un changement de fréquence.

Actuellement le laser  $C^3$  peut être accordé sur une plage de fréquences large de 150 angströms avec des sauts de 15 angströms, soit 10 fréquences disponibles. La commutation est extrêmement rapide : jusqu'à un milliard de fois par seconde. Une telle souplesse se prête à la transmission de signaux en modulation de fréquence. On pourrait même renoncer au langage binaire pour revenir à la numération décimale dans le



Le  $C^3$  laser peut être utilisé simplement en modulation d'amplitude (1) : on allume ou éteint le laser, ce qui permet de coder des signaux en langage binaire. On peut aussi faire du multiplexage, c'est-à-dire profiter des temps morts entre chaque série de signaux pour envoyer des informations sur une autre longueur d'onde (2) avec un autre laser ; on augmente ainsi le débit d'information. Enfin la possibilité de faire varier la fréquence du laser permet d'émettre en modulation de

fréquence (3) : cette fois, au lieu d'allumer ou éteindre le laser, on code en changeant de fréquence. Il faut dans ce cas, comme dans le cas précédent, avoir différents récepteurs pour démoduler la fréquence à l'arrivée du signal. Avec 4 fréquences, on peut alors envoyer, pour chaque impulsion, 2 bits d'information au lieu d'un.

de transparence. L'atténuation du signal avec la distance est elle-même réduite. Ces deux effets se sont conjugués pour donner le record de distance de transmission directe par fibre optique que se sont adjugé les laboratoires de la Bell.

Mais l'exploration des possibilités offertes par le laser  $C^3$  pourrait n'en être qu'à son début. Les propriétés optiques des deux cavités dépendent à la fois de leur dimension et de la densité d'électrons et de trous dans la région active. C'est pourquoi, en variant l'intensité du courant injecté, on déplace les gammes de fréquences lumineuses obtenues. Il suffirait donc de laisser la première cavité fonctionner comme laser et de moduler la

codage des signaux. La quantité d'informations transmissible dans un temps donné (déjà très élevée) serait encore multipliée. D'autre part, la pureté des fréquences émises facilite le multiplexage, c'est-à-dire l'utilisation simultanée de plusieurs lasers à des fréquences différentes pour envoyer des informations par la même fibre (par exemple, plusieurs communications téléphoniques ou vidéo).

Les rêves des ingénieurs vont encore plus loin. Par sa facilité de commutation, le laser  $C^3$  pourrait constituer un des éléments majeurs des ordinateurs optiques de l'avenir.

**Sven ORTOLI** ■

# LES NEUROLOGUES ESPÈRENT FAIRE REPOUSSER LES NERFS SECTIONNÉS

*Jusqu'ici aucune greffe de nerf, aucune tentative de réparation d'une fibre nerveuse n'a donné de résultat chez l'homme. Est-ce à dire que toute lésion de faisceaux nerveux — en particulier les terribles lésions de la moelle épinière — soit irrémédiable ? Non, car il semble que les neurones puissent, dans certaines conditions, se régénérer.*

● Les lésions de la moelle épinière sont à l'origine d'altérations et de troubles organiques parmi les plus difficiles que la médecine ait à traiter. Selon le site de la lésion, celle-ci peut entraîner, soit la tétraplégie (paralysie des quatre membres), soit la paraplégie (paralysie des membres inférieurs), sans compter d'autres désordres plus ou moins graves. Or, non seulement les nerfs ne peuvent pas être réparés, mais on a longtemps cru qu'ils n'avaient pas la capacité de se régénérer.

C'est cette croyance qui est remise en question aujourd'hui. Avec toute la prudence qui s'impose — car ils ne veulent pas donner de faux espoirs et regretter certains rapports prématurés ou mal interprétés —, les neurologues commencent à penser que les nerfs auraient un certain potentiel de régénération, potentiel que l'on pourrait stimuler de façon à les faire "repousser" et à les rendre de nouveau capables de véhiculer les impulsions sensibles ou motrices.

Deux congrès récents ont apporté des lumières sur cette délicate question : le séminaire de la Société de neurologie, qui s'est tenu à New York, et le Congrès européen de neurologie, qui a eu lieu aux Arcs, en Savoie. Si les participants à l'une et l'autre de ces assemblées ont volontiers reconnu qu'aucune tentative de reconstitution de cellules nerveuses lésées n'avait donné lieu à une guérison ni même à une amélioration, ils n'en ont pas moins admis que certaines expériences de laboratoire, effectuées sur des animaux, avaient montré que les nerfs étaient dotés d'un réel pouvoir de régénération, pouvoir inhibé par différents facteurs que l'on commence seulement à connaître.

Tout neurone, on le sait, est constitué d'un corps cellulaire et de deux sortes de prolonge-

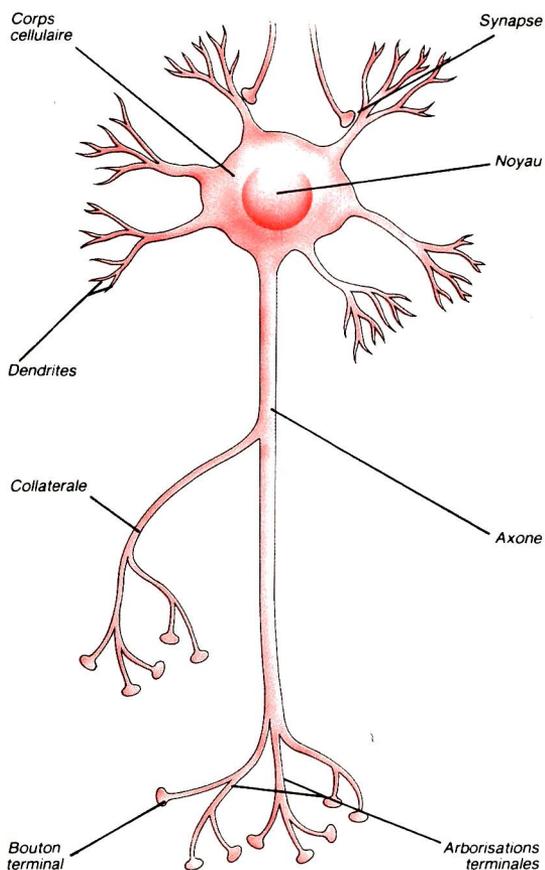
ments : les dendrites et l'axone. Le corps cellulaire, compact, contient le noyau de la cellule, avec tout son matériel génétique, ainsi que des organites, substances qui interviennent dans les métabolismes du neurone. C'est ce corps central qui est responsable de la croissance et de l'entretien de la cellule nerveuse. Les dendrites sont des prolongements très ramifiés du corps cellulaire, dans lesquels la conduction est centripète (l'influx nerveux est acheminé vers le corps cellulaire). L'axone, lui, est un prolongement très individualisé ; unique au départ du corps cellulaire, il peut donner en chemin quelques branches collatérales ; à son extrémité, il se divise en une arborisation de terminaisons axonales, appelées aussi boutons terminaux. Tantôt courts, tantôt très longs — certains peuvent atteindre un mètre —, les axones ont un comportement centrifuge, c'est-à-dire qu'ils conduisent l'influx nerveux depuis le corps cellulaire jusqu'aux boutons terminaux.

Revenons maintenant à la moelle épinière, long cordon blanc d'un centimètre de diamètre composé de faisceaux serrés de neurones. Si, par suite d'un accident par exemple, la moelle est sectionnée, les parties d'axones séparées de leur corps cellulaire respectif vont dégénérer et mourir. En revanche, les parties encore reliées au corps cellulaire vont continuer de vivre et même tenter de se régénérer en développant de petites pousses. Mais ces nouveaux filets, ne trouvant pas de terminaisons axonales auxquelles se raccorder, et se heurtant rapidement à la barrière infranchissable constituée par la masse de nécrose qui s'est formée de part et d'autre de la section, vont à leur tour dégénérer et mourir.

Un chercheur de la faculté de médecine de l'université de Georgetown (Virginie), le Dr Carl

Kao, a essayé de franchir cet obstacle en excisant les parties nécrosées et en interposant dans le vide ainsi créé des fragments de neurones ou des neurones tout entiers. Ayant appliqué cette méthode à des chiens dont la moelle épinière avait été sectionnée, il aurait constaté un rétablissement partiel de la continuité nerveuse, quelques-uns des animaux ayant même recouvré l'usage de leurs pattes arrière. Mais ces résultats ont été vivement contestés : pour certains, la section de la moelle épinière n'était pas complète ; pour d'autres, les mouvements des pattes arrière étaient dus à un arc réflexe, c'est-à-dire à une stimulation ne venant pas du cerveau, mais de la partie située au-dessous de la lésion.

D'autres chercheurs ont préconisé l'utilisation



La cellule nerveuse, ou neurone, se compose d'un corps cellulaire, dans lequel se trouve le noyau, et de deux types de prolongements : les dendrites, très ramifiées, et l'axone, longue fibre généralement unique, mais qui peut parfois donner naissance à quelques branches collatérales. L'extrémité de l'axone se divise en une arborisation de terminaisons axonales, appelées aussi boutons terminaux. Ces boutons, en s'accrochant (synapse) aux dendrites ou au corps cellulaire d'un autre neurone, assurent le passage de l'influx nerveux d'un neurone à l'autre.

d'enzymes (la trypsine, par exemple) pour dissoudre les tissus scarifiés et nécrosés. Il y a quelques années, les professeurs L. A. Matinian et A. S. Andreasian, de l'Académie arménienne des sciences, ont fait état de résultats quasi miraculeux obtenus grâce à cette technique : 50 % des rats sur lesquels avait été pratiquée une résection de la moelle épinière, auraient retrouvé la plénitude de leur motricité. Hélas, aucun autre scientifique n'est jamais parvenu à reproduire ces expériences. Il est probable, là encore, que la moelle épinière n'avait pas été totalement sectionnée, ce qui, on l'a déjà observé, peut amener des rétablissements apparemment miraculeux.

Plus récemment, deux neurologues de l'hôpital Beth Israel à Boston, Thomas Brushart et Marsel Mesulam, ont tenté, sous microscope, de recoller le nerf sciatique sectionné d'un rat. Opération particulièrement délicate, car ce nerf est formé d'un faisceau d'axones, tous plus ou moins semblables, dont il s'agissait de remettre bout à bout les segments correspondants. C'est d'ailleurs sur ce problème de correspondance que les deux neurologues ont buté : certaines des connexions rétablies n'étaient pas appropriées, et les impulsions transmises par les neurones raccommodés n'atteignaient pas leurs cibles désignées. Brushart et Mesulam n'en continuent pas moins de penser qu'une microchirurgie plus précise, sous un plus fort grossissement, pourrait donner des résultats satisfaisants.

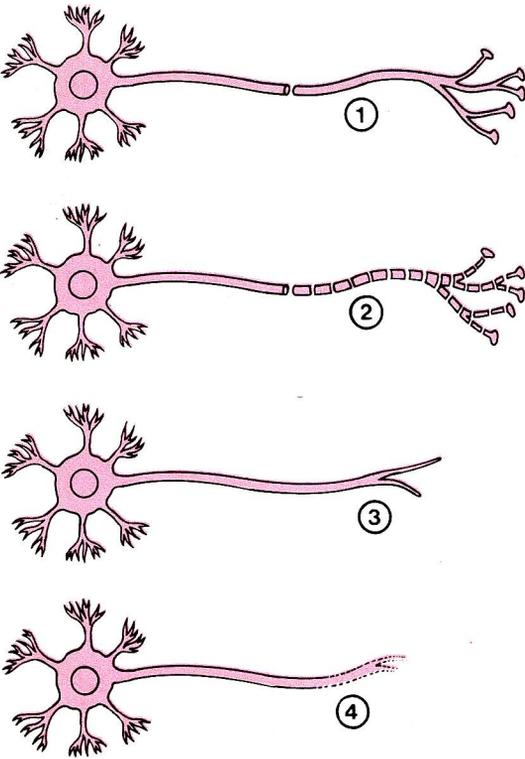
Il semble toutefois que l'on s'oriente aujourd'hui vers de nouvelles voies : on ne s'intéresse plus seulement aux facteurs mécaniques qui favorisent ou défavorisent la repousse des filets nerveux, mais aussi aux facteurs biochimiques. Et notamment à un facteur de croissance des nerfs (NGF = *Nerve Growth Factor*), découvert par le Dr Rita Levi-Montalcini, du Laboratoire de biologie cellulaire de Rome, et à une sorte de colle biologique baptisée N-CAM (*Neural Cellules Adhesion Molecule* = molécule d'adhérence des cellules nerveuses), découverte par les docteurs Gerald M. Edelman et Cheng-Ming Chuong, de la célèbre Rockefeller University de New York.

Le NGF est une protéine qui contribue au développement et au fonctionnement des cellules nerveuses. Pas de toutes, car certains neurones ne réagissent pas à sa présence. Aussi pense-t-on que le NGF n'est qu'une des substances capables de favoriser la croissance des nerfs. D'ailleurs, depuis sa découverte, on a identifié deux autres facteurs, sécrétés par le système nerveux du cœur : l'un intervient dans le métabolisme des neurones, l'autre dans la formation des projections axonales.

Néanmoins, le rôle joué par le NGF demeure primordial, ainsi que le confirme une récente et peu banale observation faite par trois chercheurs des laboratoires pharmaceutiques Hoffmann-La

Roche et de l'université de Bâle. Étudiant les effets d'une substance qui se trouve dans les piments rouges, la capsaïne (c'est elle qui provoque la sensation de bouche en feu qui accompagne l'ingestion de ces piments), les docteurs Uwe Otten, H.-P. Lorenz et F. Businger ont constaté que, si on l'injecte sous la peau de rats nouveau-nés, les fibres nerveuses de ces jeunes animaux dépérissent, mais que, si l'on injecte en même temps du NGF, les dommages sont beaucoup moins étendus. D'où l'hypothèse que la capsaïne détruit les cellules nerveuses en les privant de NGF.

Un neurologue de réputation mondiale, le Pr Albert J. Aguayo, qui dirige le département de neurologie de l'hôpital général de Montréal, pense, lui, que, plus encore que le NGF, l'environnement de la cellule nerveuse a une influence



Lorsque l'axone d'un neurone est sectionné (1), la partie qui n'est plus reliée au corps cellulaire dégénère et meurt (2). En revanche, la partie qui est toujours rattachée au corps cellulaire tend à se régénérer en produisant de petites pousses (3). Si celles-ci ne rencontrent pas de cible appropriée — autre neurone, ou terminaison axonale valide — elles dégèrent à leur tour (4).

capitale sur sa régénération. Si la moelle épinière ne parvient pas d'elle-même à se restaurer, c'est parce que les tissus qui l'entourent s'y opposent. D'autres nerfs, en revanche, comme ceux du système périphérique (par opposition au système

central cérébro-spinal), trouvent dans leur environnement un milieu propice à leur régénération.

Lors du séminaire de la Société de neurologie, à New York, le Pr Aguayo a rappelé que le système nerveux est constitué de deux catégories principales de cellules : les neurones et les cellules de soutien. Mais, si les neurones du cerveau et de la moelle épinière (c'est-à-dire ceux du système central) sont "emballés" dans des cellules dites gliales, les fibres du système périphérique, qui véhiculent l'influx depuis le système central jusqu'aux différentes parties du corps, et vice-versa, sont entourées, elles, d'un autre type de cellules de soutien : on les appelle cellules de Schwann.

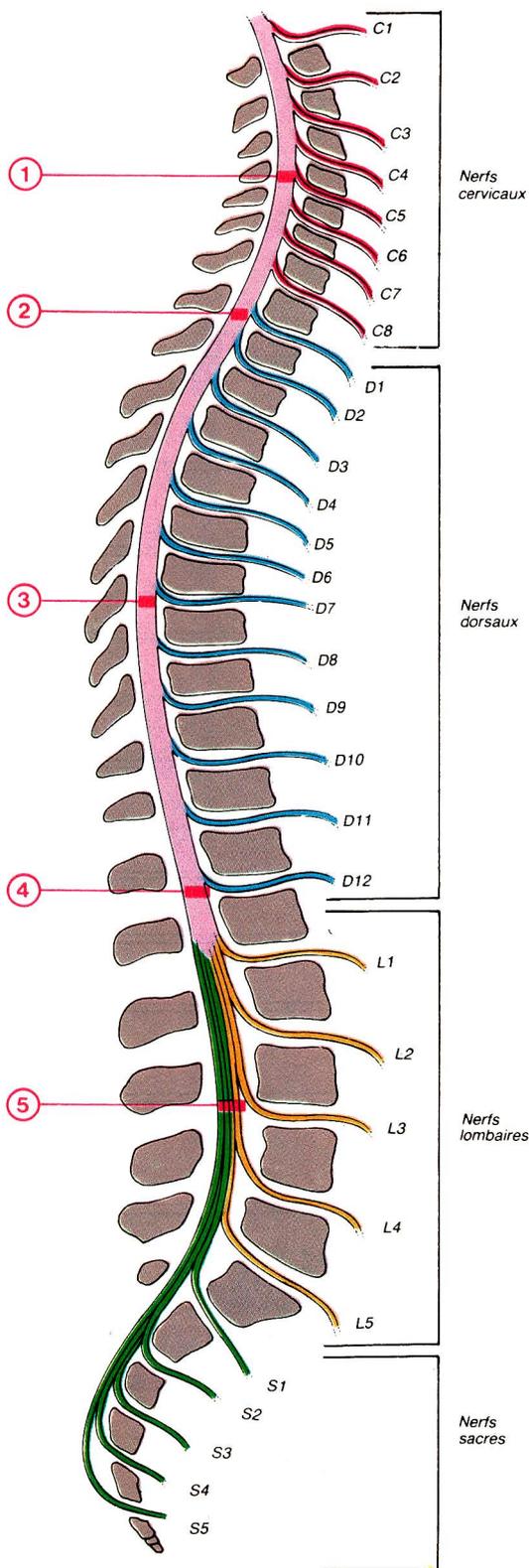
Or, selon le Pr Aguayo, lorsque survient une lésion, les cellules gliales ont tendance à proliférer dans la zone lésée, formant une masse qui s'oppose à la régénération des axones. C'est ce qui se produit lorsque la moelle épinière est sectionnée. Les cellules de Schwann, au contraire, tendent plutôt à se ressouder et à reformer une gaine protectrice à l'intérieur de laquelle la partie de l'axone encore reliée au corps cellulaire va se mettre à repousser. Il est même possible que cette repousse soit favorisée par des substances sécrétées par lesdites cellules de Schwann.

Ce sont ces différents phénomènes, propices ou hostiles, que le Pr Aguayo désigne sous le terme d'environnement. Pour lui, si les neurones de la moelle épinière n'arrivent pas à recréer leur axone mutilé, ce n'est pas parce que ces cellules nerveuses ne sont pas dotées d'un potentiel de régénération, mais parce que leur environnement ne permet pas à ce potentiel de se manifester.

En conclusion, le célèbre neurologue suggère que, chaque fois que le milieu est défavorable, on expérimente des stratégies de substitution, consistant par exemple à "reconnecter des groupes de neurones par des conduits qui contournent les tissus lésés". Il propose en quelque sorte de faire des pontages nerveux, comme on fait des pontages vasculaires. L'idée est excellente à condition que, d'une part, de telles jonctions soient possibles entre cellules nerveuses du système central, et que, d'autre part, ces jonctions soient fonctionnelles, c'est-à-dire qu'elles conduisent l'influx vers des cibles appropriées.

De ce double point de vue, l'expérience qui vient d'être réalisée à Chicago par Daniel Graupé, professeur d'électronique à l'Illinois Institute of Technology, et le Dr Kate H. Kohn, directrice du service de réadaptation au Michael Reese Medical Center, est particulièrement intéressante. Nous en avons d'ailleurs rendu compte dans notre précédent numéro (*Science & Vie*, n° 789). Il s'agit d'une première tentative de pontage, non pas biologique, mais électronique, dont le principe est le suivant : les signaux myoélectriques, c'est-à-dire les influx nerveux véhiculés par les neurones de la moelle épinière, sont captés au-dessus de la lésion, puis, après avoir été amplifiés, sont retransmis aux muscles frappés de paralysie du fait de cette lésion.

# TÉTAPLÉGIE OU PARAPLÉGIE SELON LE NIVEAU DE LA LÉSION



La moelle épinière est un volumineux faisceau de cellules nerveuses qui prolonge le bulbe rachidien. Logée dans le canal rachidien, à l'intérieur de la colonne vertébrale, elle est reliée à 30 paires de nerfs rachidiens, sensitifs ou moteurs (8 paires de nerfs cervicaux, 12 paires de nerfs dorsaux, 5 paires de nerfs lombaires, 5 paires de nerfs sacrés).

Les lésions de la moelle épinière se traduisent par des troubles sensitifs et moteurs dont l'extension est fonction du niveau de la lésion responsable. En cas de lésion dorsale basse, ils se limitent aux membres inférieurs et à la partie basse de l'abdomen ; en cas de lésion cervicale haute, s'y ajoute une atteinte des membres supérieurs et des muscles respiratoires. Les exemples qui suivent résument les principales conséquences de quelques lésions de différent niveau :

1. Lésion au niveau du nerf cervical C5 : tétraplégie ; capacité respiratoire réduite ; dépendance totale.
2. Lésion au niveau du nerf dorsal D1 : paraplégie ; capacité respiratoire diminuée ; dépendance partielle ; déplacements possibles avec gaine pelvique, supports des membres inférieurs et béquilles.
3. Lésion au niveau du nerf dorsal D7 : paraplégie ; indépendance possible avec béquilles et supports des membres inférieurs.
4. Lésion au niveau du nerf dorsal D12 : paraplégie ; indépendance complète avec fauteuil roulant ; marche avec béquilles et supports des membres inférieurs.
5. Lésion au niveau du nerf lombaire L4 : paraplégie ; le fauteuil roulant n'est plus indispensable ; marche avec chaussures spéciales et béquilles.

Dans la pratique, des électrodes placées sur les tronçons d'axones situés avant la lésion recueillent les courants myoélectriques ; ceux-ci sont déchiffrés par un petit ordinateur et envoyés à un stimulateur (de la taille d'un livre, et qui peut être porté par le patient) qui les amplifie et les répercute sur les muscles concernés.

Cet ingénieux système a été testé sur des patients paraplégiés qui ont pu se lever et esquisser quelques pas en s'appuyant sur des barres parallèles. Le résultat peut paraître modeste, il est pourtant du plus haut intérêt, car il démontre qu'il est possible d'intervenir au niveau du système nerveux central et de rétablir de façon fonctionnelle des circuits interrompus.

D'autres chercheurs dans le monde explorent cette voie. A Montpellier, le Pr Pierre Rabischong, qui anime l'unité de recherches en biomécanique dépendant de l'INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale), a mis au point avec son équipe une "machine à marcher" qui permet de décomposer tous les mouvements de la déambulation, d'analyser le comportement de tous les muscles intéressés, et de traduire ces données en langage informatique. Le but de ces travaux est d'élaborer une programmation rigoureuse à partir de laquelle seront développées des procédures de marche par stimulations externes, un peu comme, dans un orgue de Barbarie, la bande de carton perforée sert à

(suite du texte page 148)

# ETUDES – METIERS – AVENIR

**APPRENDRE RAPIDEMENT - EFFICACEMENT - A SON RYTHME**

Liste des brochures et enseignements de l'Ecole Universelle

## Enseignement du 1<sup>er</sup> degré

Classes de 11<sup>e</sup> - 10<sup>e</sup> - 9<sup>e</sup> - 8<sup>e</sup> - 7<sup>e</sup>.

## Enseignement secondaire

Classes de 6<sup>e</sup> - 5<sup>e</sup> - 4<sup>e</sup> - 3<sup>e</sup> - Secondes - Premières - Terminales A.B.C.D. - Baccalauréat.

## Enseignement technique

Baccalauréat de Technicien F1.F3. G1. G2. G3.

## Capacité en droit (accès sans le Bac)-D.E.U.G.

Adm. en fac des non bacheliers - entrée Inst. d'Etudes Politiques.

## Etudes sup. de lettres

Adm. des non bacheliers - D.E.U.G. CAPES.

## Etudes sup. de sciences

Adm. des non bacheliers - D.E.U.G. Maths Sup. - P.C.E.M.. - CAPES.

## Ecoles vétérinaires

## Ecoles normales

## Langues étrangères

Anglais - Allemand - Espagnol sur Cassettes - Italien - Arabe - Russe - Examens chambres commerce étrangères.

## Perfectionnement culturel

Culture générale - conversation - lecture rapide.

## Secrétariat

Dactylo - Sténodactylo - Secrétaire - Secrétaire juridique, comptable, commerciale, réceptionniste, de médecin, de direction - CAP Sténodactylo - BEP - BTn G1 - BTS Direction et Trilingue -

## Comptabilité

CAP Employé de comptabilité - BEP - BP - BTn G2 - BTS - DECS - Magasinier - Comptable - Cours de comptabilité commerciale - Techniques comptables - Initiation au nouveau plan comptable.

**Possibilité de bénéficier des dispositions sur la formation continue**

## Commerce

Représentant - Directeur Commercial - Gérant Succursale - Hôtesse - Gestion des entreprises Marketing - CAP Employé de Bureau, Banque, Assurances - BP Banque - BTn G3.

## Fonctionnaire

Agent d'exploitation PTT - Contrôleur - Inspecteur PTT - Secrétaire Comptable à la Banque de France - Inspecteur Police nationale - Contrôleur des Impôts - Commis services extérieurs - Secrét. Adm. Scolaire Universitaire - Rédaction Administrative - **Emplois réservés.**

## Etudes musicales

Solfège - Ecriture musicale - Etude instrumentale.

## Orthographe - rédaction

Orthographe cassettes - Calcul - Maths modernes - Rédaction littéraire - Rédaction du journal - Synthèse - Résumé de texte.

## Formation continue

Etude gratuite pour les bénéficiaires de la loi du 16.7.71 après accord de l'employeur.

## Sociales et paramédicales

Secrétaire de Médecin - Assistante dentaire - Connaissances médicales élémentaires - Examens d'entrée écoles - Infirmière - Educateur de jeunes enfants - Sage-Femme - Auxiliaire de Puériculture - Aide Soignante - Masseur - Kinésithérapeute, Ergothérapeute - Assistante Sociale - BTn F8 : classe Terminale

## Esthéticienne

Préparation au CAP avec stages pratiques gratuits à Paris - Coiffure CAP mixte.

## Couture

Coupe - Cours complet couture - CAP Couture.

## Hôtellerie

Maître d'hôtel - Directeur gérant d'hôtel - **Secrétaire Réceptionniste**

## Informatique

Initiation-Basic y compris micro ordinateur individuel - Programmeur de Gestion - Cobol -

## Industrie

Dessinateur industriel en Mécanique (CAP, BP) - Electricité - Mécanique Auto (CAP) - BTn F1, F3.

## Métre

Métreur - Bâtiment.

## Radio-télévision

Monteur dépanneur radio, télé, hifi.

## Photographie

Cours de photographie - CAP photo.

## Dessin - Peinture

Cours élémentaire, universel, supérieur - Antiquaire - **Décorateur d'intérieurs et d'ameublement.**

### Bon pour une documentation gratuite

Nom, prénom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Niveau d'études \_\_\_\_\_ Age \_\_\_\_\_ Diplômes \_\_\_\_\_

Brochure demandée  Profession envisagée

**ECOLE UNIVERSELLE - IFOR**  
28 rue Pasteur 92551 Saint-Cloud Cedex.  
Tél. 771. 91.19

# ECOLE UNIVERSELLE

Etablissement privé d'enseignement à distance

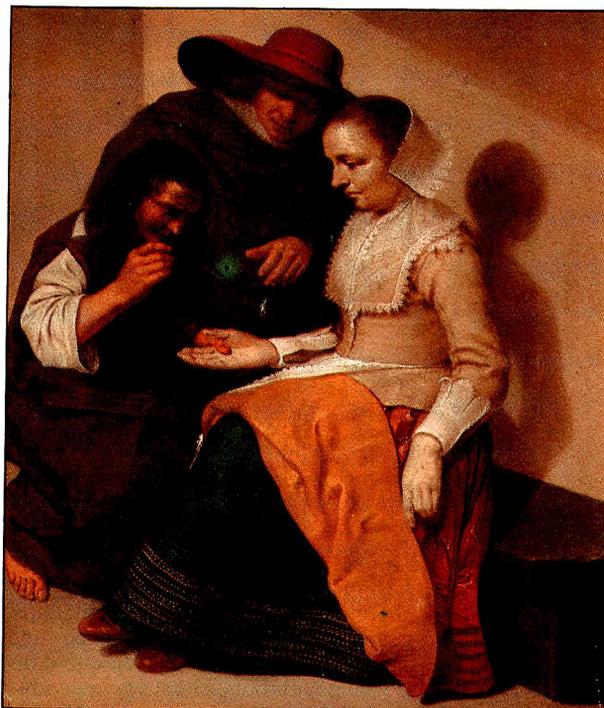
28, rue Pasteur, 92551 Saint-Cloud Cedex  
institut de formation et d'ouverture aux réalités

# CONNAISSEZ-VOUS LES VRAIES LIGNES DE LA MAIN ?

*Les diseuses de bonne aventure affirment lire les traits de notre caractère et "prévoir" les aléas de notre destinée dans les lignes de la main. En fait, cela n'a pas plus de sens ici que dans le marc de café, les cartes, ou la boule de cristal. Mais une science moderne, la dermatoglyphie, admet qu'il y ait des relations entre certaines lignes (différentes d'ailleurs de celles définies par les chiromanciens) et des caractères génétiques qui, eux, sont bien réels.*

● L'art de lire dans les lignes de la main est probablement né dans l'Inde ancienne, d'où il a gagné d'un côté le monde méditerranéen, de l'autre la Chine. Les sceptiques le tiennent pour illusoire, au même titre que la cartomancie, le marc de café ou la boule de cristal. Il y a cependant quelques différences. L'idée que des caractéristiques individuelles puissent marquer une partie de notre personne aussi importante que la main n'est pas irrationnelle en soi. De plus on peut, dans une large mesure, la soumettre à l'expérimentation scientifique. C'est ce qu'a entrepris de faire l'anthropologue américain Michael Allan Park, qui vient de dresser un premier bilan de ses recherches (1).

Les chiromanciens, comme nous les nommons en France, se disent en mesure d'établir le profil psychologique de la personne qui leur ouvre sa main, avec ses possibilités intellectuelles, ses tendances affectives, ses qualités et ses défauts. Et aussi, en général, de lui prédire les principaux événements de sa vie. En toute rigueur, c'est à cette divination du futur que devrait être réservé le terme de "chiromancie" (2), l'analyse de la personnalité relevant plutôt de la "chirognomonie".



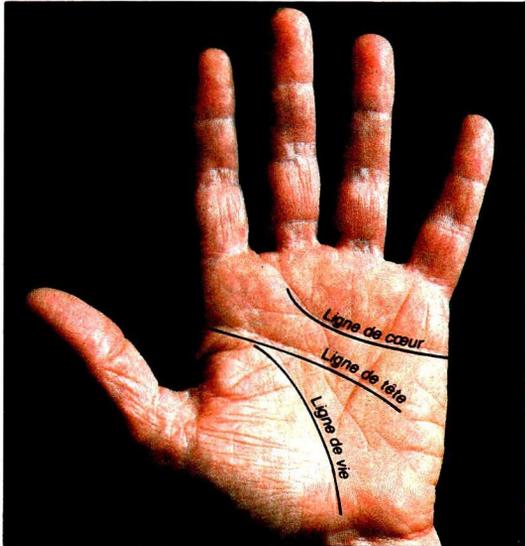
Il est vrai que les deux objectifs se rejoignent dans la mesure où la connaissance approfondie de particularités individuelles aide à prévoir ce qui risque d'arriver par la suite à ceux qui les possèdent.

Qu'on les tienne ou non pour valables, les prophéties se prêtent mal à un contrôle objectif. Pour savoir si les événements prédits par les chiromanciens se réalisent avec un taux supérieur à la probabilité, il faudrait suivre leurs clients tout au long de leur vie. Par contre, les traits de la personnalité existent bien au moment où on cherche à les découvrir dans l'aspect de la main, la forme des doigts, les rides de la paume. En principe il doit être possible de vérifier si, comme le veulent les chiromanciens, les individus chez qui la "ligne de tête" est très proche de la "ligne de cœur" sont d'un naturel timide et prédisposés à devenir asthmatiques. Dans la pratique, ce genre de correspondances, qui emplissent les ouvrages spécialisés, se dérobent à un examen

(1) Dans le numéro d'hiver 1982-83 de la revue *The Skeptical Inquirer*.

(2) Du grec *χείρ* : main, et *μαντεία* : divination.

rigoureux. Tel employé tremblant devant son chef de service se comporte chez lui en tyran. Tel père de famille qui, avec les siens, fait preuve d'un sens de l'économie poussé jusqu'à l'avarice jettera l'argent par les fenêtres en meilleure compagnie.



Les trois lignes principales de la chiromancie traditionnelle (renforcées en noir ici) : lignes de cœur, de tête et de vie.

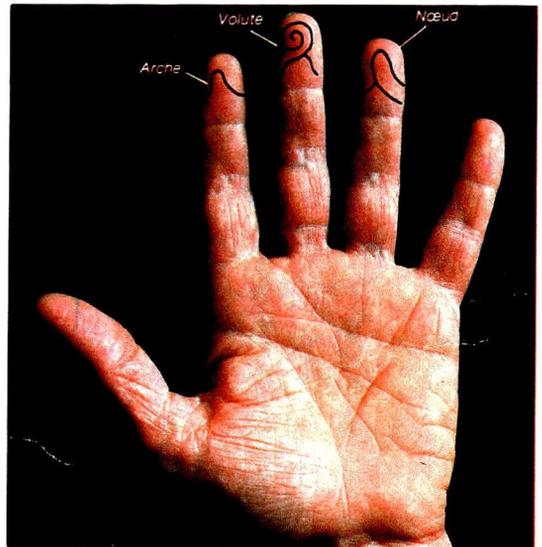
Le professeur Park propose donc une autre démarche vis-à-vis de ce phénomène. Elle consiste à chercher si certaines caractéristiques de la main se rencontrent parfois, avec une fréquence significativement plus élevée que dans l'ensemble de la population, chez des individus porteurs d'une particularité physique ou mentale bien définie, apparemment sans rapport direct avec l'épiderme de leurs mains. Les caractéristiques à considérer peuvent être celles qui occupent les chiromanciens. On peut aussi leur en ajouter d'autres, pourvu qu'elles soient nettes et autant que possible mesurables. Il s'agit d'établir si, oui ou non, il existe des corrélations statistiques entre telle caractéristique "épidermique" et tel trait individuel (concernant bien entendu le comportement ou l'état de santé).

Or la réponse de Michael Park est : oui. Il la fonde sur une branche de la recherche qu'il a lui-même contribué à développer : la dermatoglyphie, ou étude des dermatoglyphes, qui sont les variations de relief de l'épiderme des mains ou des pieds. Une classe importante de dermatoglyphes s'inscrit dans les empreintes digitales, comme celles qu'utilise la police. Mais tandis que cette dernière a pour but d'identifier un individu unique, les anthropologues cherchent au contraire dans ces empreintes des types de figures communs à un grand nombre d'êtres humains. Ils ont été ainsi amenés à définir trois grands types dans les dessins formés par les crêtes et les sillons de l'épiderme (voir notre photo ci-contre sur laquelle nous avons reporté ces signes) :

1. les tracés en forme d'arche ou de voûte ;
2. les boucles ou nœuds ;
3. les volutes ou tours de spirale.

Bien entendu on rencontre des types intermédiaires, et la prise en compte de détails annexes conduit à définir des sous-types. Il n'en demeure pas moins que chez tout être humain, les empreintes des doigts de la main et du pied se rapprochent d'un seul de ces types, qu'on retrouve également sur quelques parties de la paume de la main et de la plante du pied. Outre les types de dessins, la dermatoglyphie prend en considération la dimension de chaque dessin, évaluée en comptant le nombre de crêtes (ou de sillons) à partir du milieu du dessin jusqu'à sa limite, à l'endroit où les lignes qui le bordent cessent d'être parallèles.

Des études minutieuses ont montré que les types des figures et leurs dimensions sont dans une certaine mesure sous dépendance génétique : ils se transmettent dans une famille. Cette constatation permet d'utiliser les données dermatoglyphiques dans deux branches de la recherche scientifique. D'une part, tout comme d'autres caractères à dépendance génétique (couleurs des yeux, groupes sanguins, sensibilité gustative ou absence de sensibilité à certaines substances),



Les trois types principaux de dessins reconnus par l'étude scientifique des dermatoglyphes (dans la réalité, un seul de ces types prédomine chez un individu donné) : l'arche (ou voûte), la volute (ou tour de spirale) et le nœud (ou boucle).

elles peuvent servir de marqueurs pour suivre les mécanismes d'évolution des groupes humains. D'autre part — et c'est ici que la dermatoglyphie confine à la chiromancie traditionnelle — on a trouvé des corrélations précises entre des caractéristiques dermatoglyphiques et des troubles pathologiques (certains affectant le comporte-

ment) considérés comme d'origine génétique.

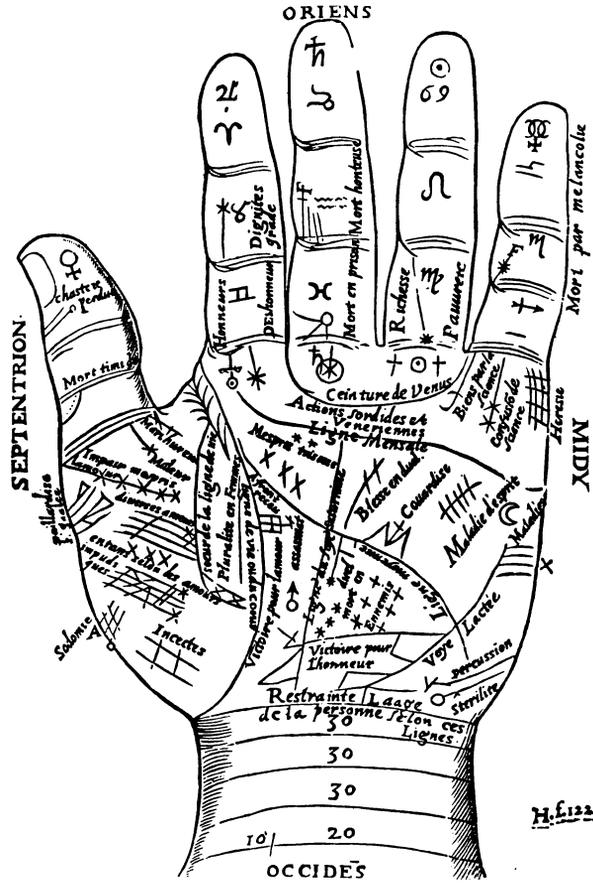
Les mécanismes par lesquels l'ADN de nos chromosomes détermine les caractères individuels apparaissent bien plus complexes qu'on ne les imaginait dans les débuts de la science génétique. Un même caractère, par exemple, peut dépendre de tout un système de gènes. Ou encore un gène peut, soit s'exprimer (c'est-à-dire commander la synthèse de la protéine correspondante), soit rester muet, selon des conditions qui ne sont pas toujours élucidées. On admet donc qu'un trait dermatoglyphique est de nature génétique lorsqu'il apparaît très souvent, dans une lignée familiale, chez les individus porteurs par ailleurs d'une anomalie qu'on sait avec certitude être d'origine génétique.

Mais attention : cela ne veut pas dire que tous les individus porteurs de cette particularité dermatoglyphique le sont nécessairement de l'anomalie en question. Ils peuvent à cet égard être parfaitement normaux. Mais si l'on étudie un échantillonnage de porteurs de l'anomalie, on trouve que la particularité dermatoglyphique concernée est beaucoup plus fréquente dans ce groupe que dans l'ensemble de la population.

**Le nœud (ou boucle).** Un certain nombre de maladies d'origine génétique sont liées à des aberrations chromosomiques bien visibles. Une des plus connues est la trisomie 21, communément appelée mongolisme. Au lieu des deux chromosomes normaux de la 21<sup>e</sup> paire, les mongoliens en ont trois, ce qui détermine une débilité mentale plus ou moins prononcée et un aspect physique caractéristique. Or dans un échantillonnage d'enfants mongoliens on trouve des porteurs de dermatoglyphes du type 2, en boucles, beaucoup plus nombreux (proportionnellement) que dans une population normale. Ce type 2 est aussi très fréquent chez les porteurs de certaines maladies cardiaques congénitales.

**L'arche (ou vouûte).** La trisomie de la 18<sup>e</sup> paire, qui condamne d'ordinaire le nouveau-né à une mort précoce, est associée à une fréquence élevée d'empreintes de type 1, en arche. On relève aussi une fréquence très forte de ce type d'empreintes chez les porteurs du syndrome de Klinefelter, dont la cause est une trisomie de la 23<sup>e</sup> paire. Chez la femme, comme on sait, les deux chromosomes de cette paire sont semblables ; on les symbolise par la formule XX (cette lettre rappelant leur forme). Chez l'homme, un seul de ces chromosomes sexuels est un X ; l'autre, plus court, est symbolisé par un Y. La formule de la 23<sup>e</sup> paire est XY. Mais certains individus ont trois chromosomes sexuels au lieu de deux, avec la formule XXY. Leurs glandes génitales sont peu développées ; la poitrine est quelque peu féminine, les jambes longues. Souvent on note un retard mental. En dehors des porteurs de ce syndrome de Klinefelter, quelques autres catégories de malades présentent une proportion élevée d'empreinte de type 1 : porteurs de certaines insuffisances cardiaques congénitales, arriérés mentaux, peut-être aussi les schizophrènes.

**La volute.** Les empreintes du type 3 — en volute ou en élément de spirale — sont particulièrement fréquentes chez les sujets atteints d'une autre anomalie de la 23<sup>e</sup> paire : au lieu des deux chromosomes sexuels ils n'en ont qu'un : leur formule est XO. La plupart des fœtus porteurs



*Main astrologique, d'après le Traité de chiromancie de Jean Belot (Rouen, 1647). En se référant à notre photo ci-contre donnant les 3 principales lignes de la chiromancie traditionnelle, on constate que, contrairement à l'usage courant, une même ligne est attribuée ici au cœur et à la vie. On remarque aussi l'abondance des préoccupations sexuelles : sur le côté droit de l'extrémité du pouce, sous le signe de Vénus, la "chasteté perdue", plus bas, les "diverses amours", les "amours impudiques", etc. Aujourd'hui encore, la masse charnue à la base du pouce est pour les liseuses de lignes de la main le "mont de Vénus". Dans tout ce fatras une seule idée rationnelle : le rapport entre l'âge et les rides du poignet...*

de cette carence sont éliminés par avortement spontané. Ceux qui parviennent à terme grandiront normalement et pourront devenir adultes, mais ils seront marqués du syndrome de Turner : taille réduite, poitrine large avec seins peu apparents, utérus petit, ovaires absents ou à peine ébauchés. L'intelligence est normale. Parmi les

autres catégories pathologiques associées à une prédominance d'empreintes de type 3, on mentionne la chorée de Huntigton, affection neurologique héréditaire qui se manifeste à l'âge adulte par des mouvements involontaires désordonnés et souvent un certain retard mental.



Les plis de flexion de la face interne des doigts sont normalement multiples, comme cela apparaît sur l'index et l'auriculaire de la main ci-dessus. La présence d'un pli unique (figuré ici en noir sur le majeur et l'annulaire) accompagne fréquemment des anomalies génétiques.

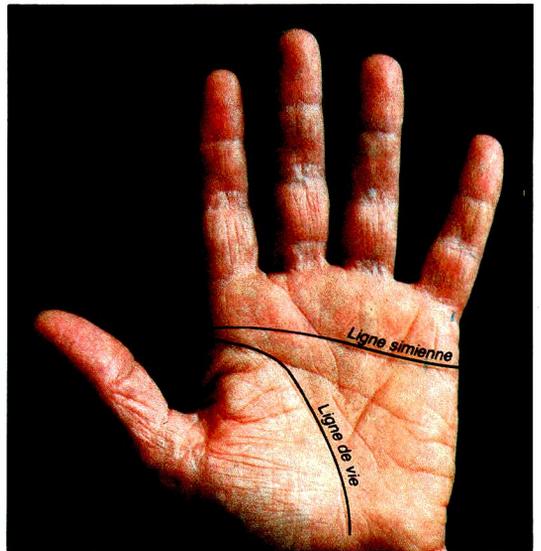
Les corrélations établies par la dermatoglyphie pour les empreintes ne rappellent guère celles que les chiromanciens, de leur côté, cherchent sur l'épiderme des doigts. Au lieu des types définis par les dermatoglyphistes, ils ne voient que des "signes" — croix, étoiles, rayons — auxquels ils attribuent des significations très diverses d'après le doigt ou la phalange qui les portent et d'après leur emplacement respectif. Par exemple, dans un traité récent (2) on lit qu'une étoile sur la dernière phalange du "doigt de Jupiter" (l'index) annonce, quand elle est proche de l'extrémité du doigt, « le danger ou la fatalité » ; placée vers le milieu du doigt, elle dénote « des aptitudes à la diplomatie ». Le même signe, sur la deuxième phalange, révèle, s'il est assorti de lignes ascendantes, « une chasteté dictée par la pudeur ou la timidité » ; entouré d'un demi-cercle, il dénonce « un caractère effronté et enclin à la méchanceté ». Ces interprétations varient beaucoup selon les auteurs. Comme elles font surtout référence à la tradition ou à des notions empruntées à l'astrologie, il est vraiment difficile de les départager d'un point de vue scientifique.

Le réseau formé par les plis de la paume et des doigts de la main constitue, comme chacun

sait, le matériel principal auquel s'attachent les chiromanciens. Mais s'ils s'accordent sur son importance, son interprétation les divise dans la plupart des domaines pour lesquels ils sont généralement consultés : la personnalité, les particularités physiques ou intellectuelles, la prédiction de l'avenir. De sorte qu'un client qui rend successivement visite à plusieurs spécialistes risque d'avoir à choisir entre des informations discordantes. Les dermatoglyphistes, quant à eux, ne s'intéressent guère qu'aux données d'ordre médical que pourraient leur fournir les lignes rendues apparentes par la flexion de la main ou des doigts.

A cet égard, deux caractères seulement ont été corrélés avec des anomalies d'origine génétique :

- L'un d'eux est la présence d'un seul pli de flexion, au lieu de deux (ou davantage) sur la face interne d'un ou de plusieurs doigts (photo ci-contre). Cette particularité semble liée à un défaut de mobilité de l'articulation correspondante. On a montré qu'elle est associée à des désordres graves du développement physique de l'individu, dont deux, déjà cités, sont d'origine génétique : la trisomie 18 (presque toujours incompatible avec la vie) et la trisomie 21 (mongolisme). Une autre anomalie, connue sous le nom de syndrome oral-facial-digital, pourrait



La ligne "simienne" résulte de la fusion entre la "ligne de tête" et la "ligne de cœur", qui sont généralement dissociées (voir photo p. 42). Elle correspond très souvent à de graves anomalies génétiques, mais on la rencontre aussi chez des individus normaux.

être liée à une trisomie de la première paire ; mais on n'en a pas encore une preuve absolue. Elle se manifeste par des difformités dans les parties du corps qui lui valent son appellation.

- Le second pli de flexion important aux yeux des dermatoglyphistes est la ligne simienne (photo ci-dessus), ainsi nommé parce qu'elle est nor-

(2) Karmadharaya, *La Chiromancie*, éd. De Vecchi.

## A QUEL MOMENT SE FORMENT LES LIGNES DE LA MAIN ?

Certains théoriciens modernes de la chiromancie, comme aux États-Unis Fred Gettings, tendent à se rapprocher d'une vision scientifique en renonçant à toute prédiction de l'avenir pour se consacrer uniquement à la description de la personnalité. D'autres, comme Lyall Watson, cherchent un appui dans les données de l'embryologie. L'épiderme se forme en effet à partir du même feuillet embryonnaire (l'ectoderme) que le système nerveux central. Il n'y aurait donc rien d'étonnant à ce qu'il reflète des particularités psychologiques.

Comme preuve, Watson cite le fait que les lignes de la main s'effaceraient au moment de la mort, lorsque le cerveau cesse toute activité. Mais cette affirmation, qui

représent une croyance assez répandue, n'est pas conforme à la réalité : les lignes de la main persistent chez le mort. De son côté, l'anthropologue Michael Park rappelle que les lignes de la main se développent chez le fœtus humain entre la sixième et la vingt-et-unième semaine de la gestation. Leurs particularités dépendent de facteurs génétiques mais aussi, éventuellement, des incidents survenus pendant la grossesse. Ce qui est parfaitement en accord avec le fait qu'elles peuvent être corrélées avec des anomalies, soit d'origine génétique, comme le mongolisme, soit non génétiques, comme les malformations causées par une rubéole maternelle ou par une substance tératogène (thalidomide, de sinistre mémoire).

malement présente chez certains primates autres que l'homme. Elle apparaît comme la fusion en un pli transversal unique des deux lignes "de tête" et "de cœur". Dans l'espèce humaine elle s'observe chez 2 % des individus, avec une fréquence spécialement élevée chez les porteurs de trisomie 18 ou 21, du syndrome de Turner, du syndrome de Lange (anomalies diverses des mains et des pieds), du syndrome d'Ellis-van Crefeld (nanisme et polydactylie), du psoriasis (plaques blanchâtres de la peau) héréditaire, du syndrome de Rubenstein-Taybi (pouce et gros orteil épais) et de troubles résultant non des gènes, mais de nuisances subies durant la grossesse (thalidomide, rubéole).

Cette énumération suffit à prouver l'intérêt de la dermatoglyphie pour le diagnostic médical. Elle montre aussi, comme le souligne Michael Park, que l'étude méthodique des particularités de l'épiderme ne fortifie guère la crédibilité de la chiromancie. Même quand ils prennent en considération les mêmes données que les dermatoglyphistes, les liseurs de lignes dans la main prétendent y trouver des informations sur des traits de personnalité (créativité artistique, tendance au crime, paresse ou désir d'activité, égoïsme, religiosité, etc.) que les sciences de l'homme rattachent bien plus à des facteurs d'ordre culturel ou d'environnement social qu'à des corrélations corporelles. Quant aux influences astrales, qui tiennent une grande place dans la chiromancie traditionnelle, elles se situent dans le domaine de la croyance non scientifique.

Michael Park n'espère pas que ses travaux puissent détourner de leurs chimères les croyants de la chiromancie. Trop de gens trouvent plus confortable de croire que leur personnalité et leur destin son immuablement gravés dans leur main, que d'affronter les résultats toujours remis en question de la recherche scientifique. Les prédictions des voyantes, les extraterrestres bâtisseurs de pyramides, les médiums qui font repartir les montres rouillées, tout cela offre le double attrait du mystère et de la simplicité. Il appartient aux chercheurs scientifiques, conclut-il, non seulement de passer au crible de la critique les phénomènes « occultes » ou « paranormaux », mais aussi de faire partager à tous leur propre curiosité et leur émerveillement devant tout le réel qui reste à

explorer : le mystère fascinant des trous noirs, la disparition des dinosaures, les particules subatomiques, et même la détermination génétique des empreintes digitales...

Faut-il pour autant dresser une barrière définitive entre ces deux modes de quête de la connaissance, tenir l'un pour seul authentique, rejeter l'autre comme pur charlatanisme ou illusion ? Michael Park émet un jugement plus balancé. Si les liseurs actuels de lignes dans la main ne méritent à ses yeux aucun crédit, il est fort possible, dit-il, qu'historiquement leur pra-



Une main d'homme et une main de gorille : juste un gène déplacé dans un chromosome...

tique soit jadis née de l'observation objective de quelques correspondances aujourd'hui retrouvées par la dermatoglyphie. Les extrapolations abusives, le goût naturel pour l'irrationnel et le fantastique, le besoin irrépressible de deviner l'avenir auraient fait le reste. La science n'a donc pas davantage à traiter la chiromancie par le simple mépris. Après tout, l'astronomie n'a-t-elle pas commencé elle-même par l'astrologie, et la chimie n'est-elle pas née de l'alchimie ?

**Michel ROUZÉ** ■

# LE SYSTÈME IMMUNITAIRE DES INSECTES MEILLEUR QUE LE NÔTRE

*Si nous avions le système immunitaire d'une mouche, par exemple, nous nous défendrions mieux contre les microbes et nous accepterions cependant les greffes sans problèmes. C'est que leur système, étant beaucoup plus simple que le nôtre, ne se détraque donc pas si facilement. Et peut-être y a-t-il là profit à en tirer.*

● Quand on « opère » un insecte, on ne prend pas de précautions d'asepsie. Mais il ne s'infecte jamais. On n'a jamais vu de septicémie du cafard. L'insecte a pourtant un système immunitaire beaucoup plus simple que celui de l'homme.

Prenez les insectes les plus primitifs, les hétérométaboles ; chez eux, la larve se métamorphose sans changer complètement de forme ; c'est le cas de la cigale, de la libellule, du puceron, du termite. Leur système immunitaire ne comprend que trois types de cellules, comme le montrent des travaux américains récents : des coagulocytes, des plasmocytes et des granulocytes. Survivent des microbes : les coagulocytes accourent pour colmater la brèche dans la cuticule, ou "peau" de l'insecte, par où sont entrés les microbes.

Ces coagulocytes possèdent des enzymes qui activent la cicatrisation. Les germes sont enfermés dans l'insecte ; ils gagnent le courant sanguin et ils affrontent alors les plasmocytes, qui les avalent, comme font les macrophages humains, puis, mission terminée, meurent. Là entrent en action les granulocytes qui s'organisent en couches successives autour des cadavres de plasmocytes et forment des capsules qui se fixent sur le tube digestif, où elles sont lentement dégradées.

Prenez ensuite des holométaboles, plus « perfectionnés », chez qui la larve se métamorphose complètement : c'est le cas du papillon, du hanneton, de la guêpe. En plus des trois cellules citées plus haut, ils possèdent des enzymes et des anticorps. Les enzymes ont été mis

en évidence par l'équipe du Pr Hans Boman, à l'université de Stockholm (où l'on compte une Française, le Dr Danièle Hoffmann, actuellement attachée à l'institut de zoologie et de biologie de Strasbourg). Ce sont le lysozyme, les cécropines et les attacines, de formules simples (elles ne contiennent au maximum que 37 acides aminés). Ils attaquent les microbes parallèlement aux plasmocytes. De plus, les holométaboles possèdent des cellules qui émettent des substances comparables aux anticorps humains, ce qui laisserait supposer que, peut-être, ces insectes-là auraient une sorte de système HLA. La découverte est signée du Pr Abraham Shalev, de l'université Ben Gourion, en Israël.

Ces deux systèmes sont suffisants pour protéger l'insecte contre les microbes. L'organisme de l'insecte se contente de distinguer ce qui est lui de ce qui ne l'est pas, et ce qui ne l'est pas est sacrifié sans merci. Si nous avions ce système-là, pas de grippe, pas de rougeole, peut-être pas de cancer.

Le plus curieux, et c'est là qu'apparaît encore mieux la supériorité de la simplicité, est que les insectes tolèrent pourtant les greffes, celles de toutes sortes d'organes et même d'espèces éloignées. Des fragments d'une sorte de chenille, la teigne des ruches, greffés à d'autres espèces de chenilles, continuent à vivre et à muer. Plus extraordinaire, des fragments de muscle de bœuf greffés à un criquet sont acceptés sans problèmes. On a multiplié ce genre de greffes jusqu'à l'absurde, transplantant ici des tissus nerveux, là des organes génitaux : la certitude est impar-

ble, l'insecte tolère toutes les greffes. Comble de souplesse biologique : il tolère même des tissus inertes (Téflon, Nylon, latex). Si nous disposions, nous humains, de cette faculté-là, nous pourrions doubler ou tripler notre durée de vie, en remplaçant indéfiniment des organes.

Cette singularité s'expliquerait, selon le Pr Ann Lackie, de l'université de Glasgow, par le fait que les membranes des microbes auraient des propriétés spécifiques qui permettraient au système immunitaire des insectes de les différencier à coup sûr des membranes de cellules non bactériennes, telles que celles des organes greffés ; ces propriétés seraient une capacité mouillante et une distribution des charges électriques typiques des microbes (ce qui reste à approfondir).

Notre système humain comporte bien l'équivalent des plasmocytes, on l'a vu : ce sont les macrophages. Mais il est constitué en plus de quantités de corpuscules et de substances régis par des mécanismes d'action, d'interaction et de rétroaction qui ont nécessité des dizaines d'années d'études et toute une science, l'immunologie, pour qu'on les comprenne. A savoir, les lymphocytes T, qui naissent dans la moelle osseuse, mais se différencient sous l'action d'une hormone du thymus ; les lymphocytes T auxiliaires ou *helpers*, qui ont pour fonction de stimuler d'autres lymphocytes ; les lymphocytes T tueurs ou *killers*, qui ont pour fonction d'attaquer les cellules étrangères et celles qui sont infestées par des virus ; les lymphocytes T suppresseurs, qui ont enfin pour fonction d'empêcher l'action des précédents... En plus de cela, les macrophages ne servent pas seulement à détruire les germes, mais aussi à stimuler, soit les lymphocytes T tueurs, soit les lymphocytes B, qui prennent eux aussi naissance dans la moelle et ont à leur tour pour fonction de synthétiser des anticorps spécifiques.

N'oublions pas enfin les lymphocytes « tueurs naturels » ou *natural killers*, dits NK, qui auraient pour fonction spécifique de s'attaquer aux cellules cancéreuses avant qu'elles soient trop nombreuses. Ajoutons le système HLA, pour *Human Leucocyte Antigen* (il a d'abord été identifié sur des leucocytes, ou globules blancs, mais il englobe toutes les cellules d'un organisme), constitué de « marqueurs » protéiniques disposés sur toutes les cellules d'un même organisme, afin de pouvoir les recon-

naître et rejeter les autres, et l'on aura une des mécaniques biologiques les plus compliquées de la nature, capable de se détraquer dès qu'un de ses éléments est défaillant, capable même de se retourner contre l'organisme même dans le cas des maladies auto-immunes.

Mais où se situent les insectes dans la classification zoologique ? Pour le comprendre, quelques explications sont nécessaires. Les invertébrés constituent la première grande sous-division du règne animal. Apparus à l'aube de l'humana-

les poissons, les batraciens, les reptiles, les oiseaux et enfin les mammifères, dont l'homme.

Le système immunitaire des mammifères en général, et de l'homme en particulier, représente évidemment le nec plus ultra de la sophistication : il est à celui des insectes ce que la fusée Ariane est à une brouette. Une fois de plus, la leçon du darwinisme revient à l'esprit : à partir d'un niveau trop élevé de spécialisation, l'individu et l'espèce deviennent plus vulnérables. Mais on peut supposer, et l'on aura

secte serait efficace contre tous germes, bactéries et virus. Ce pourrait être un super-antibiotique, d'autant plus séduisant, il semble, que les structures moléculaires des trois enzymes découverts à Stockholm sont d'une belle simplicité : à peine quatre dizaines d'acides aminés. C'est la leçon que l'on a quelque chose à tirer des mouches, des moustiques, des cafards et des autres. Il y a finalement du profit à tirer de presque tout...

Certes, les insectes ont quand même leurs maladies ! Ce sont



**Tout insecte est un piège à bactéries.** Le prouve une expérience faite sur des insectes auxquels on a injecté des bactéries. Or, quelque six heures après, une observation au microscope électronique (photo ci-contre) d'un plasmocyte a montré que les bactéries (taches noires) avaient déjà été "digérées". Sans doute est-ce une telle efficacité de leur système immunitaire, pourtant simple dans sa structure, qui permet aux mouches vertes (ci-dessus) de "trainer" en ces bouillons de culture bactériens que sont les viandes pourries.

nit, ils regroupent entre autres les échinodermes (oursins, étoiles de mer), les éponges, les vers, les mollusques, les crustacés et... les insectes. Dans l'échelle de l'évolution, les insectes sont les derniers invertébrés apparus. Leur système immunitaire a donc subi davantage d'étapes évolutives que celui des autres invertébrés. Moins cependant que celui des vertébrés, deuxième grande division du règne animal, qui, apparus après les invertébrés, ont engendré successivement

raison, que ce n'est pas aux seules fins de se lamenter sur les erreurs de la nature que les biologistes cités plus haut ont étudié les mécanismes immunitaires des insectes.

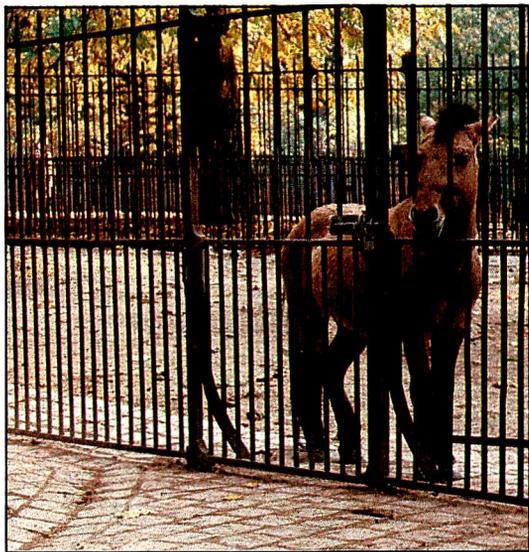
Peut-être y a-t-il quelque profit humain à en tirer. Peut-être sera-t-il intéressant de copier les particules de ces systèmes, voire d'étudier la possibilité de faire fabriquer par des gènes humains certains enzymes immunitaires des insectes.

L'intérêt de ces enzymes serait leur universalité : du lysozyme d'in-

essentiellement des mycoses et des parasitoses, comme la maladie du ver à soie sur laquelle Pasteur exerça sa sagacité. Et puis, les insectes ne vivent pas très longtemps. Mais avec un million d'espèces (plus des trois quarts du nombre des espèces vivantes ou fossiles connues) et une population d'un milliard de milliards d'individus, les insectes font tout de même preuve d'une belle vitalité.

**Pierre ROSSION ■**

# LE DERNIER CHEVAL SAUVAGE



*Mobilisation générale pour sauver la seule espèce de chevaux qui n'ait jamais été domestiquée : celle de Prjewalski, qui fut contemporaine de l'homme de Cro-Magnon. Les quelques centaines d'individus qui en restent sont, en effet, en train de dégénérer dans les zoos.*

● A la fin du siècle dernier galopèrent dans la steppe sibéro-mongole des hordes de chevaux sauvages, dits de Prjewalski, du nom du voyageur russe qui les découvrit en 1879 sur les versants des monts Altaï. Les hordes ne sont plus : au fil du temps les chevaux ont été tués par les flèches des cavaliers et les fusils des caravaniers (1). Aujourd'hui, il n'en subsiste plus de par le monde que 400 exemplaires.

Tous sont dans des zoos et tous proviennent de

(1) Une expédition chinoise prétend en avoir vu récemment dans le désert de Gobi : faute de photos, l'information demande à être vérifiée.



Photos J. Marquis - C. Feh - P. Rossion

la descendance des 28 échantillons importés en Europe en 1908. La souche la plus pure se trouve à Munich ; elle semble être une "copie" au naturel des dessins de chevaux des grottes de Lascaux. Sauvage, l'animal de cette souche a une tête ramassée, une crinière en brosse et une robe brun foncé. Les deux autres souches, plus pacifiques, moins frustes et au pelage plus clair, se trouvent à Hambourg et à Prague. Les 9 échantillons que possède la France (5 au Jardin zoologique de Montpellier, 3 au Jardin des plantes à Paris et 1 au parc du Thot à Thonac (Dordogne) sont issus de ces deux dernières souches. Les échantillons anglais, enfin, pro-

(suite du texte page 50)



La conservation en zoo des chevaux de Prjewalski, comme celui des trois actuellement "hébergés" au Jardin des plantes à Paris (photo en haut à gauche), posait des problèmes. Du fait d'un taux de reproduction faible et d'une forte consanguinité, cette espèce dégénérait. On a donc envisagé de rendre leur liberté aux chevaux, mais on ignorait tout du comportement qu'ils pourraient adopter en pareille situation. C'est grâce à l'étude, effectuée par Claudia Feh à la station de la Tour du Valat (ci-contre), du comportement "social" de chevaux de Camargue rendus expérimentalement sauvages, qu'il a été possible de prévoir ces réactions. Cela a permis d'ouvrir alors des réserves (ci-dessus), où les chevaux de Prjewalski retrouvent rapidement les habitudes et le comportement social de leurs ancêtres, formant des couples par affinité (et non plus consanguins).

viennent de la souche de Prague, la plus répandue.

Du fait de la vie en captivité, les animaux ont un faible taux de reproduction et une forte consanguinité. En outre, faute d'espace, les mâles tuent parfois une progéniture qui leur dispute cet espace. Et un sol trop mou affecte aussi les sabots, qui poussent plus vite qu'ils ne s'usent. Ils finissent par prendre la forme de "chaussons persans" qui gênent la marche de l'animal. A plus ou moins longue échéance, l'espèce court donc le risque de dégénérer et de disparaître.

Les zoologistes en sont conscients et les organismes qui s'occupent de la défense de la nature aussi. Un projet international visant à sauver l'espèce a donc été mis en place. Il est le fait de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et de la World Wildlife Fund (WWF), dont le sigle est un panda. Ces deux organismes travaillent en symbiose, la WWF étant surtout chargée de recueillir les fonds pour l'UICN.

Le but du projet à très long terme est de réintroduire le cheval de Prjewalski en liberté dans son espace naturel d'autrefois, à savoir la steppe septentrionale (nord de la Sibérie, Alaska et nord de l'Europe).

Plusieurs étapes, dont certaines ont déjà pris forme, seront nécessaires. La première consiste à développer les échanges d'étalons entre zoos du monde entier afin de limiter autant que faire se peut la consanguinité. La seconde consiste à étudier le comportement des chevaux en liberté. Comme il n'existe plus de chevaux de Prjewalski à l'état sauvage, l'étude, actuellement en cours en Camargue à la station biologique de la Tour du Valat, est réalisée sur des chevaux de Camargue. La troisième consiste à réunir les chevaux les moins consanguins provenant des zoos dans des réserves, comme il en existe déjà trois en Hollande et une depuis juin dernier en France, dans les Cévennes. L'étape ultime consistera à relâcher dans le Grand Nord les chevaux provenant de ces réserves.

Pourquoi s'acharner à sauver une espèce dont la destinée semble être de disparaître ? Il n'y a plus de dinosaures sur la surface de la terre, et l'on s'en accommode bien... L'intérêt est d'abord historique. A la fin des grandes glaciations du quaternaire, c'est-à-dire au paléolithique supérieur (vers -11 500 av. J.-C.), l'animal vivait en France où il était contemporain de l'homme de Cro-Magnon. Ensuite, le Prjewalski représente un capital génétique qui pourrait être utilisé pour la sélection de caractères héréditaires bénéfiques. Enfin, dernière raison, la nature a toujours favorisé la diversité des espèces. Une espèce qui disparaît est donc une perte irréparable.

Pour situer l'animal, il faut recourir à la classification, en l'occurrence la classification des équidés de G. G. Simpson, la plus simple, qui respecte la règle d'antériorité. Tous les équidés actuels sont rassemblés dans le genre unique *Equus*. Celui-ci comporte six espèces, elles-mêmes divisées en sous-espèces.

● La totalité des chevaux actuels appartient à

l'espèce *Equus caballus*. Elle comprend un grand nombre de sous-espèces toutes domestiquées, la seule réellement sauvage étant celle de Prjewalski. On ignore son origine. Pour certains auteurs, il s'agirait d'un animal qui aurait toujours vécu à l'état sauvage. (La plupart des chevaux dits "sauvages", le cheval de Galice, le cheval de Sable, en Nouvelle-Écosse, le mustang d'Amérique du Nord, le criollo d'Amérique du Sud ou le cheval de Bulco, en Australie, descendent en fait d'espèces domestiques lâchées en liberté, puis ensauvagées.)

● La deuxième espèce, *Equus hemionus*, est composée de formes intermédiaires entre le cheval et l'âne, désignées par les noms d'hémippes, d'hémiones et d'onagres. Rarissimes aujourd'hui, ces animaux peuplaient steppes et déserts de la Syrie à la Mongolie.

● La troisième espèce d'équidés est représentée par l'âne *Equus asinus*, qui est sûrement l'ancêtre des ânes domestiques. On ne la trouve plus à l'état pur qu'occasionnellement en certains points du Soudan, de l'Éthiopie et de la Somalie.

Enfin les trois dernières espèces d'équidés sont les zèbres d'Afrique.

● L'espèce *Equus quagga*, dont la robe a pour motif des raies obliques qui dessinent une selle sur la partie médiane du dos.

● L'espèce *Equus zebra*, facile à distinguer par les bandes noires transversales formant une grille sur la croupe.

● Enfin, l'espèce *Equus grevyi* (ou zèbre de Grévy), très reconnaissable par les fines rayures de sa robe.

Tous dérivent du genre *Hyracotherium*, apparu il y a environ 55 millions d'années au début de l'ère tertiaire, et dont la taille était celle d'un lévrier : ses pattes postérieures étaient munies de trois doigts et les antérieures de quatre ; sa denture était peu évoluée (moulinettes à couronne basse avec tubercules arrondis) et son encéphale aussi. Puis l'animal s'adapta à la steppe, son milieu naturel. Cette adaptation sera marquée par l'élévation de la couronne des moulinettes (autorisant leur usure due à la consommation de graminées siliceuses) et par la réduction des doigts latéraux qui n'atteignent plus le sol, facilitant ainsi la course. C'est au cours du troisième millénaire avant J.-C. qu'apparaît la domestication, à peu près simultanément en Mésopotamie et en Chine. Seul le cheval de Prjewalski y échappera.

Le projet de sauvetage vise d'abord, comme nous l'avons vu, à créer des échanges d'étalons entre zoos du monde entier. Actuellement les Prjewalski sont répartis dans 70 zoos ou élevages privés situés en Europe, en Union soviétique et aux États-Unis. Le plus grand troupeau, celui d'Askania Nova (URSS), se compose de 8 mâles et 19 femelles. Les chevaux s'y reproduisent entre eux (d'où forte consanguinité et appauvrissement génétique) alors que, naturellement, ils ne le font pas. L'échange d'étalons apportera du sang frais. Il devra respecter certaines règles. C'est entre 8 et 12 ans que les mâles sont

sexuellement les plus vigoureux. Rappelons que la vie moyenne d'un cheval est de 25 ans.

Le second point concerne la création de réserves. L'échange d'étalons y sera poursuivi, mais le plus gros problème à résoudre reste celui du comportement "social" des animaux en liberté. Le Prjewalski est agressif et l'on peut craindre que les animaux s'entretuent. Aussi une étude préliminaire a dû être faite sur des chevaux redevenus artificiellement sauvages. Comme il était impératif d'épargner les quelques Prjewalski qui nous restent, l'étude (initiée par le Pr Beat Tschanz, de l'université de Berne) a porté sur des chevaux de Camargue. Fin 1973, 14 chevaux (9 juments, 5 étalons) étaient lâchés en Camargue sur un domaine de 300 hectares, propriété de M. Hoffmann (l'associé de La Roche). En quelques années, les animaux sont redevenus sauvages. D'instinct, ils ont retrouvé le comportement qu'ils avaient probablement avant leur domestication.

D'emblée, on note une disparition des saillies consanguines : sur 63 poulains, 2 seulement sont nés d'une saillie père-fille et aucun d'une saillie mère-fils. C'est d'autant plus remarquable que les chevaux passent la plupart de leur temps réunis en un seul grand troupeau. Mais sur un grand espace.

Au sein de ce troupeau, qui pour un non-initié pourrait paraître uniforme, Claudia Feh, qui observe les chevaux de Camargue depuis 1975, a réussi à démêler des groupes sociaux avec au sein de chacun une hiérarchie propre. Elle y a distingué d'une part des groupes dits de reproduction (ou harems), constitués d'un ou de deux étalons, de trois juments et éventuellement de la progéniture, et de l'autre, des groupes de jeunes étalons âgés de 1 à 2 ans.

Voici comment ces groupes se constituent. A l'âge de 2 ans, les jeunes mâles quittent le harem familial ; ils se réunissent et forment un groupe d'étalons. Ce groupe n'a qu'une durée temporaire, chaque étalon ayant pour but de créer à son tour un nouveau harem. Si ce sont des femelles, elles restent d'abord "en famille" et rejoignent ensuite, soit un harem déjà établi, soit un harem nouvellement créé. L'intégration commence quand, à ses premières chaleurs, la jeune jument se place à la périphérie (de 2 à 50 m) du harem familial, où elle se fait remarquer par un étalon qui cherche à former un harem. Autre possibilité, plus rare, elle se fait saillir par un étalon de passage au sein de son harem familial où elle restera jusqu'à la naissance de son poulain. A ce moment-là, elle le quitte pour être intégrée dans un harem déjà établi ou pour constituer le noyau d'un nouveau.

Au sein des harems, la hiérarchie est très stricte et les juments y sont d'une fidélité à toute épreuve. Deux cas se présentent en fonction du nombre d'étalons. Avec un étalon, on observe une hiérarchie à l'ancienneté entre juments. La "dominante", c'est-à-dire celle qui fut choisie la première, menace (le ressort étant la jalousie) ses rivales s'approchant trop près du mâle. Celui-ci, par contre, ne fait pas de détail : il choisit en

fonction de ses préférences. Mais si un étalon étranger essaie de s'immiscer dans le harem, les juments, toute jalousie éteinte, font corps pour se liguer contre lui. L'étalon est chassé à coups de sabots. Les "scènes de ménage" durent jusqu'à la mort du chef du harem. Mais elles reprennent vite, car le mâle ne tarde pas à être remplacé par un autre étalon.

Si le harem comporte 2 étalons (exceptionnellement il peut y en avoir 3), la jalousie devient le fait des mâles. Le dominant surveille continuellement son ou ses subordonnés et n'hésite pas le cas échéant à attaquer à coups de sabots et de dents celui qui s'approche un peu trop près de "ses" juments. Ces mâles "en second" sont aisément reconnaissables à leur robe blanche lacérée de blessures profondes.

Depuis maintenant dix ans que ces chevaux de Camargue ont été débarrassés de leur harnais et de la présence d'un maître, ils sont redevenus plus farouches et moins "respectueux" vis-à-vis de l'homme. C'est avec une très grande prudence qu'il faut les approcher, sinon, pour un geste mal interprété, ils foncent sur vous.

Armés de ces constatations, les Hollandais ont récemment mis en place des réserves pour chevaux de Prjewalski. Il en existe actuellement 3 en Hollande, toutes situées sur des polders. La première, de 12 hectares, près de Nimègue, comprend 4 étalons destinés, dans un premier temps, à être échangés avec des étalons de zoos afin de régénérer la race. La seconde, actuellement de 4 ha, mais qui s'étendra prochainement à 30, est située au nord d'Amsterdam. Elle comprend 1 étalon et 4 juments. La dernière enfin, la plus grande (230 ha) est située au centre de la Hollande, à Veluwe. Vide actuellement, elle recevra très prochainement 4 chevaux. Les seuls ennuis rencontrés dans ces réserves proviennent de l'herbe de polder (trop riche en protéines) et du sol trop mou (les sabots poussent plus vite qu'ils ne s'usent). Chaque année on doit les retailer en endormant l'animal. Pour ce qui concerne la France, le parc national des Cévennes a mis à la disposition du cheval de Prjewalski un espace de 125 ha qui vient de recevoir, dans un premier temps, 2 étalons provenant du zoo de Berne. Ces deux chevaux sont destinés à tester le terrain très rocailleux et présentant une dénivellation de 500 m ; il est recouvert d'assez d'herbe pour assurer la nourriture de l'animal en été. L'inconnue reste l'hiver : au-delà de 60 cm de neige, le cheval ne peut plus atteindre l'herbe sous-jacente. Si l'expérience est concluante, l'effectif de chevaux sera augmenté.

Ces réserves ne sont pas encore tout à fait l'idéal. Faute de place, les chevaux ne peuvent pas créer plusieurs harems. On attend donc le jour où ces chevaux seront relâchés dans la steppe du Grand Nord. Mais encore faudra-t-il qu'un accord intervienne entre Russes, Européens, Américains et Canadiens pour interdire toute chasse. Ce jour-là, le cheval de Prjewalski sera sauvé.

Pierre ROSSION ■

**DONNEZ UN COUP DE  
POUCE A VOTRE RASAGE**

- ★ Deux lames pour raser de très près en douceur.
- ★ Un Bouton Rince-Lames pour éjecter les poils du rasoir.

Seules à bénéficier du Bouton Rince-Lames, les lames SCHICK SUPER II PLUS s'adaptent à tous les rasoirs standard à 2 lames.



**LE BOUTON RINCE-LAMES: PARCE QU'UN  
RASOIR TOUJOURS PROPRE RASE TOUJOURS MIEUX.**

# RECHERCHE

## ENVIRONNEMENT

### L'ÉLECTRICITÉ DONNE-T-ELLE LA LEUCÉMIE ?

● La question semble presque absurde, mais trois chercheurs britanniques viennent de communiquer au *Lancet* les résultats d'une enquête épidémiologique sur les taux de leucémie parmi les électriciens. Et les résultats sont troublants : pour l'ensemble de 10 spécialités électriques, les taux de leucémie sont de 17 % supérieurs à ceux de l'ensemble de la population.

Pour les installateurs, ils sont supérieurs de 89 %, ce qui est extraordinaire ; pour les opérateurs télégraphiques, ils sont supérieurs de 149 %, ce qui est deux fois plus extraordinaire ; et pour les spécialistes de radio et d'installations radar, ils sont, en revanche, inférieurs à la moyenne de 0,07 %.

Nos trois chercheurs se sont demandés s'il n'y avait pas un facteur social qui expliquerait ces anomalies épidémiologiques, mais la leucémie n'est pas influencée par les gradients sociaux ou le niveau de vie, à cette exception près que ses taux seraient, au contraire, légèrement inférieurs dans les professions manuelles.

Une fois de plus, il faudra se pencher sur les effets possibles des champs électromagnétiques induits par les courants électriques, sujet vaste, diffus, malaisé, mais dont quelques observations récentes donnent à penser qu'il est important pour la santé. Il n'existe pas à ce jour de somme cohérente sur ses effets, mis à part quelques ouvrages tels que *Le champ géomagnétique et la vie*, d'A.-P. Dubrov, dans lequel on trouve un certain nombre d'observations sur les effets que les champs magnétiques induisent sur la physiologie des animaux et des hommes, mais qui contient aussi un certain nombre de données discutables.

On eût pu supposer que ce sont les émanations de certains produits utilisés dans l'appareillage électrique, par exemple des isolants, qui seraient responsables des taux de leucémie observés en Grande-Bretagne ; mais on ne voit guère pourquoi les opérateurs télégraphiques y seraient plus exposés que les opérateurs radio et radar.

## BIOLOGIE

### CUISINE DES ANGES À LA JAPONAISE

● Jusqu'à présent, les méthodes permettant de choisir le sexe de son enfant (régimes alimentaires ou positions dans l'accouplement par exemple) ne donnaient certes pas de résultats fiables. Plus sûre pourrait être la méthode mise au point au Japon, à condition d'avoir recours à la fécondation artificielle. Elle repose sur les différences de réactions aux champs électriques entre les spermatozoïdes porteurs du chromosome Y (qui donnent des garçons) et les spermatozoïdes X (qui donnent des filles).

Lorsqu'on soumet le sperme à un champ électrique, les spermatozoïdes porteurs du chromosome Y se concentrent autour de l'électrode négative, tandis que les spermatozoïdes porteurs du chromosome X se dirigent vers l'électrode positive. Les "erreurs d'aiguillage" seraient très faibles. Si l'on féconde des ovules avec des spermatozoïdes Y, on n'obtiendra que des garçons, alors que si la fécondation a lieu avec des spermatozoïdes X, on n'obtiendra que des filles.

De telles fécondations n'ont pas encore été réalisées. Il n'est pourtant pas sûr qu'elles réussissent.

En effet, la méthode exige que les spermatozoïdes soient au préalable débarrassés de leurs protéines de surface. Or, ces protéines pourraient jouer un rôle dans le processus de "capacitation" des spermatozoïdes, c'est-à-dire dans leur pouvoir fécondant. On attend des chercheurs japonais de plus amples explications.

Il faut rappeler, à propos du choix du sexe des enfants, que l'on avait déjà essayé de séparer les garçons des filles, il y a de nombreuses années, par centrifugation du sperme, les spermatozoïdes X, plus lourds, se séparant naturellement des autres. La méthode n'était apparemment fiable qu'à 60 %.

## GÉNÉTIQUE BOTANIQUE

### PÉTUNIAS ET PATATES "LABO" EN VUE

● Les manipulations génétiques ont déjà fait leurs preuves sur les cellules bactériennes et les embryons d'animaux. 1983 sera l'année de l'entrée de ces techniques chez les végétaux. Plusieurs équipes dans le monde ont en effet réussi le transfert et, surtout, l'expression de gènes étrangers dans les cellules végétales et dans les plantes régénérées à partir d'une culture de ces cellules (voir S & V n° 784, p. 38). Des universités (University of Pennsylvania, Washington University à St Louis, aux États-Unis, et Université de Gand, en Belgique...) et des sociétés privées américaines (Monsanto, Cetus Corporation...) ont surmonté l'obstacle qui empêchait l'expression des gènes étrangers dans une cellule de plante.

Le transfert, lui, est assuré par des bactéries du genre *Agrobacterium*, qui colonisent certaines plantes (les

dicotylédones) en injectant dans le génome des cellules où elles pénètrent un fragment de leur propre ADN : le T-ADN (*transferred DNA*). Les chercheurs sont parvenus à identifier les séquences des extrémités de ce T-ADN, "reconnues" et intégrées par le chromosome végétal, ainsi que les gènes qu'elles bordent.

Parmi ceux-ci, les uns ordonnent la production de substances nouvelles, les opines, dont se nourrissent les bactéries parasites, d'autres ordonnent une prolifération cellulaire qui prend, selon la bactérie à l'origine de l'infection, l'aspect d'une tumeur (*Agrobacterium tumefaciens*) ou celui d'un chevelu de racines (*Agrobacterium rhizogenes*).

Dès que les chercheurs ont connu le mécanisme du T-ADN, ils ont cherché à l'utiliser comme vecteur de gènes. Mais jusqu'à la fin de l'année dernière, les gènes introduits, non manipulés, ne s'exprimaient pas chez leur hôte d'accueil, contrairement aux gènes originels du T-ADN qui produisent les opines. Ainsi le gène de la phaséoline, une protéine du haricot, transféré aux cellules du tournesol, était resté lettre morte et le "tournicot" n'a jamais vu le jour.

Pourquoi cet échec ? Dans un gène, le segment qui code pour la synthèse d'une protéine est précédé d'un segment d'ADN, le promoteur, qui bloque ou lance l'ordre d'exécuter la transcription de la partie codante. Un gène étranger restera silencieux dans la cellule où il a été introduit, si son promoteur ne sait pas y fonctionner. Pour obtenir son expression, il faut identifier la partie codante de ce gène et l'"accrocher" derrière un promoteur éprouvé, c'est-à-dire celui d'un gène connu pour être effectivement traduit dans la plante.

Les premières réussites d'expression de gènes étrangers dans les cellules végétales, annoncées au congrès de Miami en janvier 1983, ont été obtenues en fusionnant la partie codante d'un gène de résistance à un antibiotique (kanamycine, néomycine, méthotrexate, chloramphénicol...) avec le promoteur d'un gène de synthèse d'une opine. En d'autres termes, on a remplacé sur le T-ADN la partie codante de l'opine par celle d'une résistance à l'antibiotique à l'insu du promoteur qui continue à donner ses ordres d'exécution. Les cellules transformées par le T-ADN sont facilement repérables puisqu'elles survivent sur un milieu de culture contenant l'antibiotique auquel elles sont devenues résistantes. Et puisque l'on sait régénérer des plantes

à partir de quelques cellules chez de nombreuses espèces, on a pu obtenir les premières plantes véritablement transformées par manipulation génétique. Les gènes bactériens de résistance ont déjà été transférés à des pétunias, des tournesols, des tabacs, des carottes... Demain, d'autres gènes augmenteront le taux de protéines des plantes ou les rendront résistantes à un parasite ou à un herbicide.

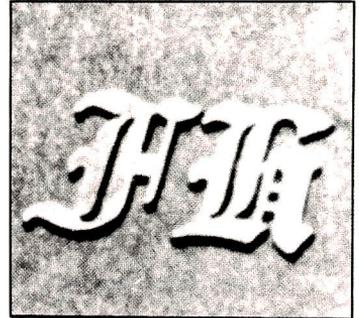
On songe aussi à élargir la gamme des plantes pouvant recevoir, par le biais du T-ADN, des gènes étrangers. Ainsi, pour les monocotylédones (céréales, palmiers, tulipes, etc.) qui n'intègrent pas le T-ADN, n'étant pas infestés par les *Agrobacterium*, la jeune société californienne de génie génétique, Phytogen, explore une autre voie :

le T-ADN manipulé est inséré dans un plasmide (boucle d'ADN) très utilisé en génie génétique, le PBR 322. Le plasmide est encapsulé dans des globules de lipides, les liposomes, que l'on fait pénétrer dans les cellules végétales débarrassées de leur paroi, les protoplastes. Certains d'entre eux sont alors transformés par le T-ADN libéré par le plasmide. L'expression du gène de résistance à la kanamycine, introduit dans des protoplastes de tabac, a été annoncée par Phytogen et a confirmé l'intérêt de cette méthode, également travaillée au Japon. Le T-ADN manipulé, qu'il soit véhiculé par des bactéries du genre *Agrobacterium* ou par des liposomes, fonde donc de grands espoirs pour la manipulation génétique des végétaux.

POLICE SCIENTIFIQUE

F, COMME... FRIDOLIN ?

● Papier contenant du polyester, qui ne fut découvert qu'après la guerre, colle contenant des matières plastiques, tels ont été les deux points principaux invoqués par des experts du gouvernement fédéral allemand dans leurs conclusions sur l'authenticité des "mémoires de Hitler", conclusions énergiquement négatives comme on sait. Un point singulier, et même déroutant, de l'affaire, c'est l'erreur assez grossière qui eût dû sauter aux yeux des historiens, germanologues et hommes politiques divers appelés à se prononcer d'emblée sur



Les initiales des "carnets" et l'alphabet gothique. Trouvez l'erreur...



les fameux journaux : les initiales de métal doré qui garnissaient au moins une reliure et qui ont été amplement reproduites par nos confrères *Stern* et *Paris-Match*. Elles étaient présumées être les initiales d'Adolf Hitler, et eussent donc dû être A H ; or, c'est un F et non un A qui figure sur l'une des reliures. Le faussaire n'est peut-être même pas allemand, puisqu'il était si peu

familiarisé avec l'alphabet gothique, ou bien c'est un distrait... F ? Comme Fridolin ?... ou Falsch ?

●● La streptokinase, meilleure que l'héparine dans le traitement des infarctus : cet enzyme stimule la production de plasmine, qui désagrège les caillots, selon des recherches de l'université d'État de l'Ohio.

## NOUS AVONS UN AIMANT DANS LE NEZ

● Pour savoir s'il y a des particules aimantées dans un tissu vivant, on le soumet à un champ magnétique assez fort, puis on le mesure au magnétomètre ; toutes les particules qui y seraient présentes prendraient un alignement commun et la rémanence magnétique induite, ou RMI, indiquera leur quantité.

Trois zoologistes de l'université de Manchester ont fait subir ce traitement à des morceaux de sinus humains prélevés sur des sujets morts dans les 48 heures qui précédaient et ils y trouvaient, en effet, des particules ferro-magnétiques. Nous avons tous du fer dans le corps, mais ce qui est intéressant c'est que des prélèvements effectués sur d'autres os (côtes, crâne, fosses nasales) et sur des tissus mous (cerveau, lobe olfactif, chiasma optique, dure-mère, glande pinéale) ont indiqué des quantités considérablement moindres de particules ferro-magnétiques : contre 16,110 noyaux magnétiques pour  $10^{-6}$  grammes des parois du sinus sphénoïde, nos chercheurs n'en ont trouvé que 1,150 dans les mêmes taux d'os du crâne, et 2,360 dans la glande pinéale.

Il y a donc bien des concentrations particulièrement élevées de fer dans les parois des sinus sphénoïdes (et sans doute aussi ethmoïdes). A quoi sert ce fer, s'il sert à quelque chose ? Si l'on exclut que les sinus servent de "dépotoir" au fer du corps entier, ce qui semble peu probable, il faut supposer, ou bien que ce fer a une fonction d'aimant naturel, ce que des expériences relativement récentes donnent en effet à penser, ou bien qu'il exerce une fonction qui activerait les reconstitutions osseuses, mais on ne voit alors pas pourquoi il y en aurait tellement dans les parois des sinus, une fois de plus.

Conseil pratique : pour ne pas perdre le Nord, il ne faut donc pas mettre le nez sur un aimant !

●● **Ce sont les économies d'énergie aux États-Unis qui ont déclenché la première épidémie de la maladie des légionnaires.** Les réservoirs d'eau chaude, qui étaient maintenus avant le premier choc pétrolier à quelque 55 °C, furent abaissés à 43 °C. Or, les bactéries de la maladie en question, forme de pneumonie très grave, pullulent à cette dernière température.

## POUR DÉTERMINER L'ÂGE D'UN POISSON, COMPTEZ LE NOMBRE D'ANNEAUX DANS SES OTOLITHES

● On détermine l'âge d'un arbre par les anneaux visibles sur la coupe. Edward Brothers, ichtyologue de l'université Cornell, dans l'État de New York, a trouvé que les otolithes, les os qui flottent sur un liquide dans l'oreille interne et contribuent à l'équilibre de l'animal,

comportent aussi des anneaux ; toutefois, ces anneaux-là indiquent le nombre de jours vécus par le poisson, car il s'en forme un quotidiennement. Brothers est arrivé à cette conclusion après avoir analysé les otolithes de milliers de poissons de 500 espèces.



Voici les anneaux de l'otolithe d'un poisson...



... Et ceux d'un tronc d'arbre : une frappante ressemblance.

## SIDA : PEUT-ÊTRE UNE LEUCÉMIE D'UN TYPE RARE

● Le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), qui alarme de plus en plus le monde médical international (plus de 400 morts aux États-Unis, et plusieurs dizaines de cas en Europe), va peut-être pouvoir être expliqué dans les mois à venir. Trois hypothèses sont en présence.

Ce syndrome, qui entraîne une vulnérabilité particulière aux infections à cytomégalovirus et à un type de cancer jusqu'alors très rare, le sarcome de Kaposi, pourrait d'abord être causé par un rare virus de la leucémie, l'HTLV (pour *Human T-Cell Leukemia Virus*) ; il a été en effet détecté à l'université Harvard dans 25 à 35 % des spécimens de malades du SIDA, selon le Center for Disease Control d'Atlanta.

Qui plus est, les anticorps qui témoignent que l'organisme a déjà été en contact avec l'HTLV ont été aussi retrouvés en plus grandes quantités dans les sangs des malades du SIDA de New York que de ceux de Californie, deux régions où l'activité homosexuelle est particulièrement élevée (le SIDA atteint essentiellement des homosexuels, des Haïtiens, des Zairois, mais il a été également inoculé à des enfants hémophiles et à des gens qui ont subi des transfusions sanguines). Cette différence dérouta les médecins, qui ne comprennent pas pourquoi les New-Yorkais seraient plus atteints que les autres. Mais, s'il s'agit bien d'une infection virale, l'existence de foyers géographiques expliquerait cette différence.

Deuxième hypothèse : une communication de microbiologistes belges, dans un récent numéro du *Lancet*, suggère que le SIDA pourrait être dû à une infection d'origine africaine, la cryptococcose, une mycose rare et susceptible d'être mortelle.

Enfin, une chercheuse américaine rappelle, dans le même numéro du *Lancet*, que les premiers cas de SIDA sont apparus en même temps que des épidémies de fièvre virale du "cochon africain". Elle suggère que le foyer de cette fièvre est bien Haïti et que des touristes ont pu la contracter dans cette île et l'importer ensuite aux États-Unis. Toutefois, l'anticorps spécifique de cette maladie n'a pas été retrouvé dans le sang des victimes du SIDA.

Leucémie rare ou mycose, le SIDA serait de toute façon une maladie contagieuse et l'on en saura enfin

plus quand ces trois pistes auront été explorées, dans les mois à venir. A ce moment-là, il ne restera plus qu'à chercher un vaccin contre ce syndrome.

## ARCHÉOLOGIE

### LES PHILISTINS N'ÉTAIENT PAS DES PHILISTINS

● Un préjugé s'effondre : les Philistins n'étaient pas les "barbares" qu'on a cru ; ils avaient créé une grande civilisation, qui dura du XIII<sup>e</sup> au IX<sup>e</sup> siècle avant notre ère. Le directeur du Département d'études hébraïques à l'université Rutgers s'est prononcé pour leur réhabilitation, sur la base des récentes découvertes de tombes, de poteries et d'objets d'art exhumés en Israël.

De toute manière, ces premiers occupants de la Palestine, à laquelle ils ont donné leur nom (*Philistines*, en arabe, dérive de "Philistin"), étaient presque certainement des Crétois ; la tradition biblique, qui leur a valu leur mauvaise réputation, rapporte qu'ils étaient de l'île de Caphtor, c'est-à-dire de Crète. Or, la civilisation crétoise n'avait rien à envier aux autres grandes civilisations de l'époque. Et c'est en souvenir de leur patrie qu'ils avaient appelé "Minoa" l'actuelle Gaza, en référence au légendaire roi Minos. Leurs poteries témoignent de leur fidélité aux traditions qu'ils avaient importées en Canaan. Ce fut le pharaon Ramsès III qui les autorisa à s'installer en Canaan, où ils durent bientôt en découdre avec les Israélites. La victoire de David, au X<sup>e</sup> siècle avant notre ère, marqua leur déclin, qui fut consommé par l'établissement du premier royaume israélite.

● ● **Aggravation de la dénatalité en France** : baisse de 5 % en janvier et février et de 11 % en mars par rapport à 1982. Les régions les plus touchées sont Châtelleraut (avec - 21 %), l'Auvergne (avec - 14 %) et le Nord (avec - 10 %).

● ● **Nouvelle entérotoxine découverte** : celle que produit le *staphylocoque doré* qui contamine des conserves et des surgelés mal préparés.

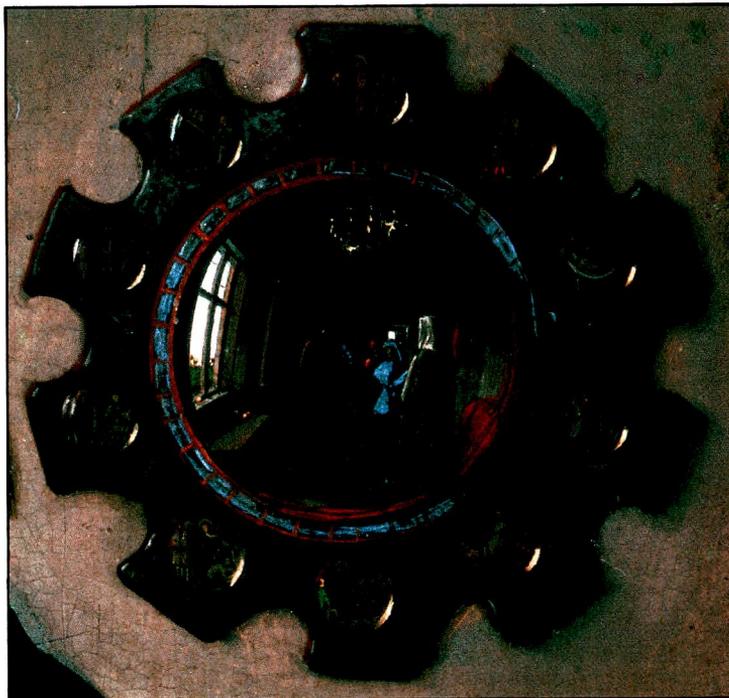
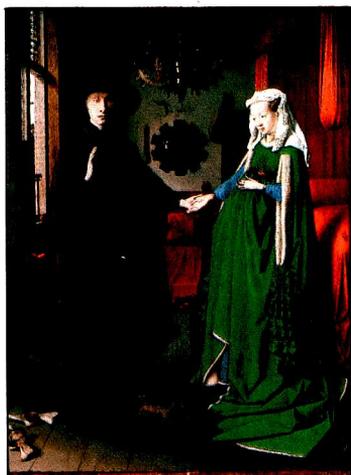
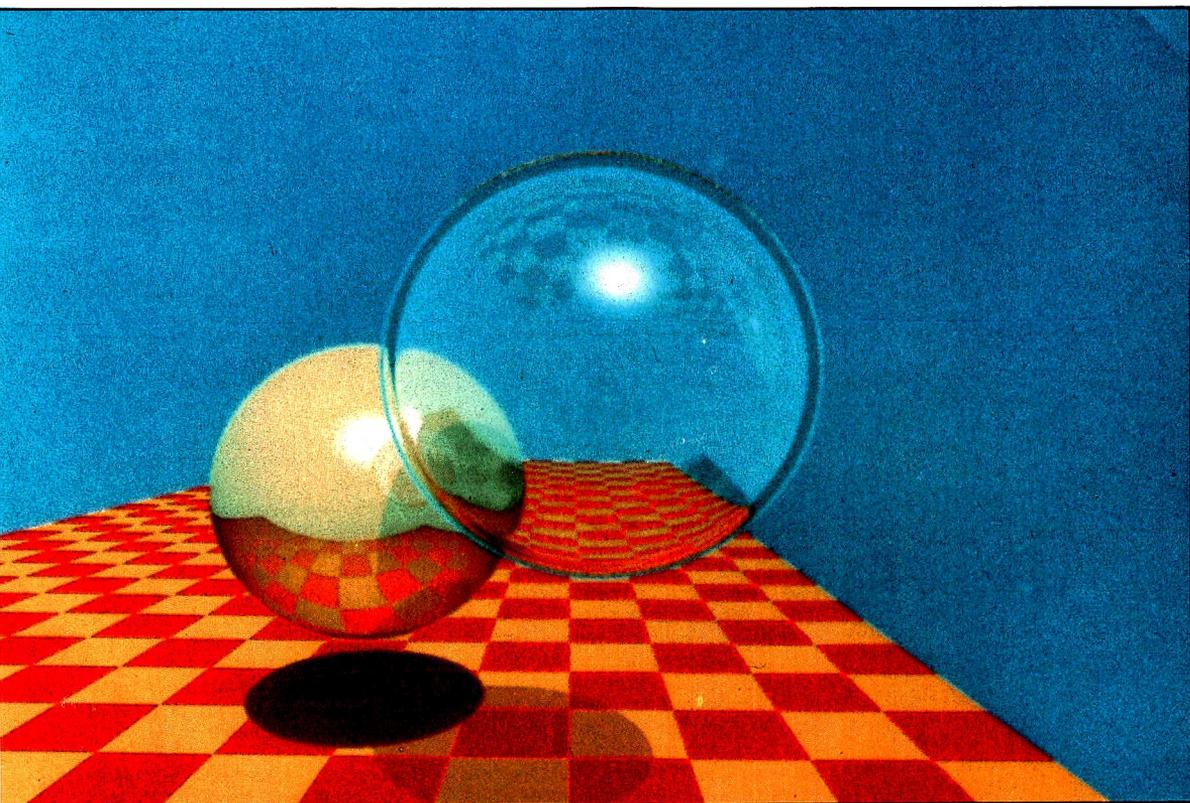
## VAN EYCK, LES LABORATOIRES

● On ne sait combien de temps passa Van Eyck pour reproduire dans le miroir convexe, ou "sorcière", qui se trouve au centre de son tableau, *Le mariage des Arnolfini*, la même scène vue de dos. S'il eût vécu de nos jours, son labeur eût pu être abrégé grâce aux scientifiques des laboratoires Bell.

Ceux-ci ont, en effet, mis au point un terminal haute résolution qui permet l'utilisation simultanée sur un même écran de plusieurs programmes d'ordinateur. Ces programmes sont interactifs, ce qui permet, par exemple, de représenter un circuit intégré sur l'écran et, simultanément, de modifier son tracé. L'image à droite montre le degré de finesse auquel ce nouveau système permet d'atteindre : un programme a permis de représenter une boule jaune brillante et le reflet du damier rouge et jaune qui se trouve dessous ; et un autre programme a permis de reconstituer, d'une part l'altération de l'image de cette boule par une sphère transparente qui l'occulte partiellement et, d'autre part, les reflets du damier sur cette même sphère... soit trois programmes différents.

On imagine la complexité des équations qui ont permis de calculer les déformations optiques représentées, et encore plus la difficulté de création des algorithmes nécessaires pour instruire la machine à recréer les effets et reflets de courbures... Mais peut-être la touche des artistes de chez Bell est-elle quand même un peu froide !

D'autres programmes interactifs ont été élaborés aux laboratoires Bell. Citons pour exemple celui du nouveau centre EPCOT, créé par la Walt Disney en Floride. Il s'agit d'un système baptisé ARIEL (*Automatic Retrieval of Information Electronically*) : sur un écran de télévision, le visiteur voit défiler des vues du centre ; en touchant avec le doigt une partie de l'écran, il reçoit alors des informations (visuelles et sonores) sur l'endroit désigné. Le principe du système repose sur l'utilisation de vidéodisques : le doigt, en touchant l'écran, génère un signal lumineux qui, guidé par fibres optiques, va communiquer avec une banque centrale de vidéodisques, chacun de ceux-ci contenant les informations audiovisuelles sur les attractions du parc.



*S'il avait réalisé son chef-d'œuvre de nos jours, Van Eyck eût pu, pour reconstituer la scène du Mariage des Arnolfini reflétée dans le miroir convexe, ou "sorcière" (ci-contre), photographier ses personnages de dos et soumettre le document aux laboratoires Bell, qui l'auraient fait interpréter en y incluant les déformations optiques, comme ils ont pu le réaliser pour le damier ci-dessus.*

## AU PIC DU MIDI : UNE COUPOLE À LA DISPOSITION DES ASTRONOMES AMATEURS

● La réputation de qualité du ciel au Pic du Midi, dans les Pyrénées, n'est plus à faire. Même si, d'après les astronomes vétérans, ce ciel n'est plus ce qu'il était autrefois. C'est là que des astronomes de la NASA sont venus, en 1960, prendre des séries de clichés pour établir de nouvelles cartes de la Lune dans le cadre du programme Apollo. C'est là aussi que des observateurs de renom comme Henri Camichel, Audouin Dollfus, Pierre Guérin et Charles Boyer, pour ne citer qu'eux, ont pris les meilleures photographies lunaires et planétaires au monde. C'est enfin là que Bernard Lyot réussit pour la première fois, avec le coronographe de son invention, à photographier des éclipses totales artificielles de soleil.

À 2 877 m d'altitude, cet observatoire bénéficie d'une très faible turbulence (0"1, ce qui permet de voir des détails de moins de 200 m sur la Lune), d'un grand nombre de nuits claires et d'une bonne transparence pour l'observation dans l'infrarouge, vu la faible teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère à cette altitude.

L'observatoire du Pic du Midi a fête son centenaire en 1978, mais c'est surtout à partir de 1902, avec l'installation par Baillaud d'une modeste lunette de 21 cm d'ouverture, qu'a débuté la carrière astronomique de cet établissement. Les instruments les plus importants sont une table équatoriale supportant deux coronographes de 20 et 26 cm, un ccelostat horizontal à miroir de 40 cm pour l'observation du Soleil, une lunette de 50 cm également affectée à l'étude du Soleil, un petit télescope de 30 cm pour étudier la lumière zodiacale, et surtout deux puissants télescopes, de 106 cm et 2 m d'ouverture. Le dernier, mis en service en 1976, est le plus gros de France, puisqu'il a détrôné le "193" de l'observatoire de Haute-Provence.

Mais il faut signaler aussi l'existence d'un télescope de 60 cm, dit "télescope de Gentili", du nom de son donateur, qui était affecté à l'observation des nébuleuses en raison de sa grande luminosité (f/3.5). C'est ce télescope que Jean-Paul Zahn, l'actuel directeur de l'observatoire, met à la disposition des astronomes amateurs depuis le 1<sup>er</sup> février dernier. M. Zahn encourage depuis longtemps le développement de l'astronomie d'amateur. Mettons cependant en garde les

acharnés d'observations célestes qui souhaiteraient partir sur l'heure pour le Pic du Midi. D'abord, parce que ce télescope n'est pas en "libre-service", ensuite parce qu'il existe de nombreuses contraintes matérielles et physiques, inhérentes à tout observatoire de haute montagne : difficultés d'accès en hiver, montée ou descente limitées à cer-

peut même dépasser un an...

En dépit de ces quelques contraintes, ce télescope est déjà très demandé, car c'est pour beaucoup d'amateurs chevronnés l'occasion d'aller au-delà de ce qu'ils peuvent faire avec leur propre instrument, dont ils ont parfois épuisé toutes les possibilités. Pour les promoteurs de l'opération, l'objectif est

### FICHE TECHNIQUE

*Compte tenu de sa relative grande ouverture, le "télescope de Gentili" T 60 se prête mal à l'observation de la Lune et des planètes. Il est surtout adapté à la photographie d'astres peu lumineux.*

- Diamètre : 60 cm
- Focale : 210 cm
- Ouverture relative : f/3.5
- Grossissement pratique : 300 fois
- Lunette guide : 13 cm (champ 30°)
- Chercheur : 7 cm (champ 1,5°)

tains jours, difficultés respiratoires (certificat médical exigé), autonomie technique limitée, vie communautaire, etc.

Ce télescope ne peut donc pas être utilisé pour faire du "tourisme" céleste. L'envie de mettre l'œil à l'oculaire d'un grand instrument — qui plus est dans un site particulièrement impressionnant — est tout à fait légitime, et l'on peut regretter qu'il n'y ait pas dans l'un des dix autres observatoires français une lunette ou un télescope accessibles de nuit au public ; d'autant que plusieurs instruments, nous le savons, sont inutilisés.

Le télescope de 60 cm du Pic du Midi, quant à lui, ne peut être utilisé que par des astronomes amateurs confirmés, compte tenu de sa situation et de l'absence d'encadrement. Une certaine expérience, on le comprend, est donc indispensable. Cela dit, il n'est pas indispensable de faire partie d'un club ou d'une association pour solliciter son utilisation, mais il est recommandé de venir au moins à deux, sans toutefois dépasser quatre pour des raisons d'hébergement.

Si vous avez une idée originale d'observation, il faut la soumettre à un comité de 7 astronomes amateurs et 2 astronomes professionnels, qui se réunit quatre fois par an pour répartir le temps d'utilisation du télescope suivant l'intérêt scientifique des programmes proposés, et la compétence de la personne qui fait la demande. Remarquons que l'attribution du temps d'observation sur de grands télescopes, pour des astronomes professionnels, se fait suivant une procédure comparable ; pour les instruments les plus importants, l'attente

d'inciter des équipes d'astronomes amateurs, ou des clubs déjà constitués, à développer de véritables programmes scientifiques, complémentaires de ceux des professionnels. Ces derniers, en effet, ne peuvent pas tout faire, et il y a encore bien des domaines de l'astronomie dans lesquels les amateurs peuvent apporter une contribution non négligeable.

**Contact :** Si vous souhaitez utiliser le télescope de 60 cm du Pic du Midi, demandez un dossier d'inscription au Comité des programmes du T 60 (14, av. Édouard-Belin, 31400 Toulouse) en joignant 6 timbres à 1,80 F pour le retour. Si votre demande est retenue, vous devrez, à la date fixée (elle pourra différer de quelques jours de la date souhaitée) vous rendre par vos propres moyens à la gare-téléphérique de la Mongie (station de ski connue), d'où l'on peut accéder à l'observatoire (frais de séjour à prévoir : 80 F par jour).

### INFORMATION

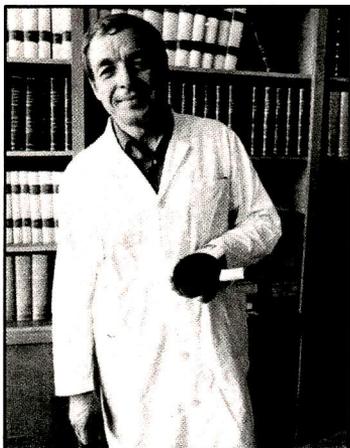
#### « L'A.D.N. ? DU POISON ! »

● Un sondage effectué dans 48 États américains pour savoir ce que le public a finalement compris de la génétique, a abouti à des résultats singuliers : pour 2 % des gens interrogés, c'est du poison. 63 % des autres ne savent tout simplement pas ce que c'est. 37 % en ont une idée vague et seulement 2 % en ont une idée exacte... Informons, informons, il en restera toujours quelque chose !

## CŒUR ARTIFICIEL : LE MODÈLE MARSEILLAIS

● Il est probable, et l'on peut espérer aussi, qu'il n'y aura pas d'autre Barney Clarke, l'Américain à qui on avait implanté un cœur mécanique et qui est mort quelques semaines plus tard. Du moins pas avec une prothèse aussi rudimentaire que celle qui permet à cet homme de survivre quelques semaines, attaché à une machine, au prix de souffrances et d'angoisses qu'il n'est pas difficile de deviner. Le chemin des prothèses est ailleurs et il part peut-être de Marseille. C'est dans cette ville, à l'hôpital Salvador, que le Pr Jean-Raoul Montiès étudie un cœur artificiel nettement plus en avance que le modèle américain.

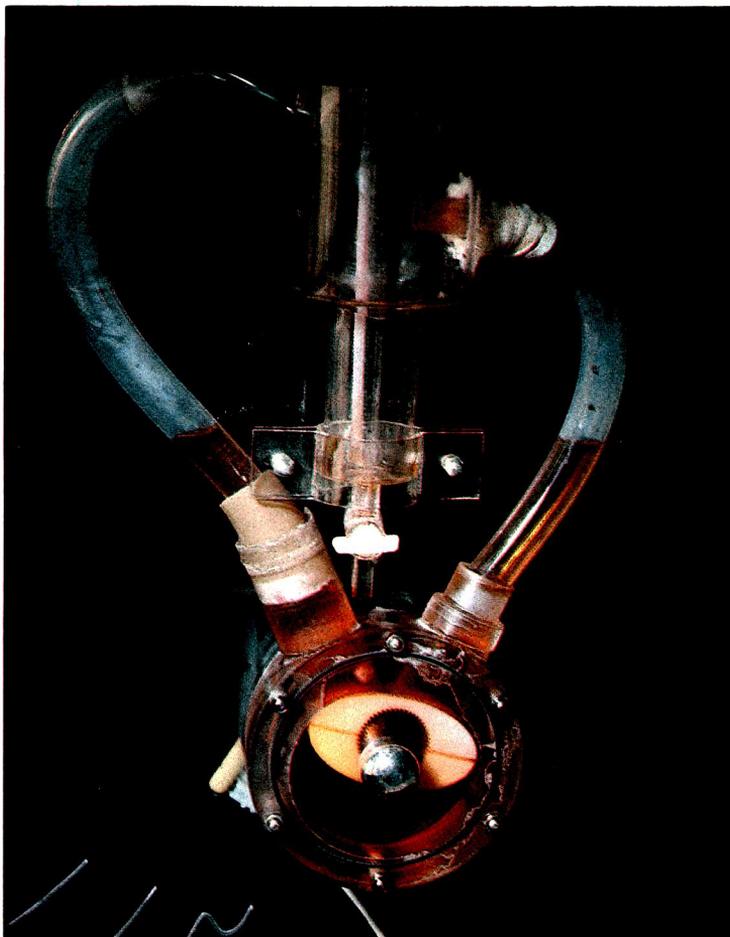
C'est, en gros, une pompe à rotor elliptique inspirée du moteur Wan-



Le Pr Jean-Raoul Montiès...

kel, réalisée en composite carboné ; elle présente déjà deux avantages importants sur le Jarvik-7 (voir S & V n° 785, « Le cœur artificiel a encore 150 kg en trop ») : le moteur est incorporé dans le cœur lui-même et, théoriquement, il permet donc une véritable autonomie de mouvement.

Dans une interview accordée à notre confrère *Panorama du Médecin*, le Pr Montiès précise qu'« il y aura d'une part une batterie implantable, à peine plus importante du point de vue du volume qu'un pacemaker, chargée en permanence par induction, à partir d'une batterie portée en bandoulière ou à la ceinture ». Par ailleurs, « la batterie implantée répondra aux à-coups de consommation (effort physique, par exemple), tout comme une batterie de voiture, avant de se recharger par induction ».



... Et son modèle de cœur artificiel.

Le second avantage est que le composé carboné utilisé est, selon le Pr Montiès, « remarquablement toléré par l'organisme ; on peut même dire que l'organisme ignore totalement ce matériau ».

Pour le moment, ce cœur n'a été mis à l'essai que sur l'animal (chèvre) et les premiers essais sur l'homme n'auront lieu que dans deux ans, au titre d'assistance temporaire. Ce n'est que lorsque la Société européenne de propulsion aura mis au point un moteur miniaturisé et que celui-ci aura été dûment testé que l'on pourra envisager l'implantation sur l'homme : vers 1989 ou 90.

Supériorité supplémentaire : le sang qui coagule à l'intérieur du cœur se transforme en quelques semaines en tissu vivant ; la surface de la prothèse est colonisée par du tissu endothélial.

C'est, d'ailleurs, l'une des voies royales de la recherche en matière de prothèses : la construction de structures qui seraient, soit en laboratoire, soit à l'intérieur même du corps, progressivement recouvertes de tissu vivant correspondant à celui de l'organe. En quelque sorte, cela revient à donner au corps un modèle qu'il n'a plus qu'à compléter, ce qui réduit considérablement les problèmes de tolérance qui représentent actuellement la principale pierre d'achoppement des greffes de tissus vivants et des implantations de prothèses.

Un tel principe permettrait même de réaliser des poumons artificiels qui seraient recouverts de tissu bronchique capables de fixer l'oxygène mieux que des prothèses ne pourraient le faire avant de nombreuses décennies, à supposer qu'elles y parviennent jamais. ■

# Innovations : l'enfer est pavé de bonnes intentions

*Entre la théorie et la pratique de l'innovation, entre les déclarations politiques et l'action sur le terrain, jamais le fossé n'a été aussi grand. C'est ce que vient de nous démontrer le ministre de l'Industrie et de la Recherche à la Semaine internationale de l'invention.*

■ Toutes nos inventions, nos histoires de créateurs, nos modèles d'hier destinés à susciter les vocations d'aujourd'hui, ont été rappelés à l'occasion de la remarquable exposition "Eurêka, un siècle d'inventions françaises", qui s'est tenue à Paris pendant deux mois au centre Georges-Pompidou. On y citait, entre tant d'autres :

● Louis Renault, qui a déposé son premier brevet à 21 ans, en 1899, pour son mécanisme de transmission et de changement de vitesse à prise directe pour voiture automobile.

● Édouard Michelin, qui a déposé en 1891 trois brevets permettant de fabriquer « un pneumatique démontable par le premier venu en moins d'un quart d'heure » : une jante, recouverte d'une chambre à air, elle-même recouverte d'une enveloppe, et prévoyant déjà la possibilité de supprimer la chambre à air — ce qui deviendra beaucoup plus tard le "tubeless".

● Georges Claude, qui a créé la société l'Air liquide dès 1902, 6 ans après avoir breveté, à l'âge de 26 ans, la première de ses inventions : le stockage et le transport de l'acétylène en toute sécurité par la dissolution de ce gaz dans de l'acétone fixée par une matière poreuse, une technique utilisée aujourd'hui dans le monde entier.

Dans la longue liste des hommes qui, souvent dans l'indifférence générale, ont su mettre sur pied techniques, produits ou entreprises aujourd'hui mondialement connus, citons encore le cas du Dr Gaston Roussel : en 1920, il considère que les thérapeutiques classiques ne suffisent plus et s'oriente vers la chi-

miothérapie ; aujourd'hui, Roussel-Uclaf, qui emploie 17 000 personnes, est à la tête d'un portefeuille de 9 000 brevets.

L'ambition de l'exposition Eurêka était très claire : utiliser l'exemple d'un passé prestigieux pour réveiller la créativité d'aujourd'hui et pousser inventeurs et innovateurs à protéger les résultats de leurs recherches, c'est-à-dire à les breveter, le brevet d'invention étant officiellement présenté comme « l'instrument du développement économique et social d'une nation ».

Le ministre de l'Industrie et de la Recherche, préfaçant le catalogue de cette exposition, était très éloquent : « La capacité inventive d'une nation porte témoignage de sa vitalité. Elle contribue à l'enrichissement culturel, scientifique et économique de la collectivité. » Eurêka comporte un message : « L'exhortation pour nos contemporains à continuer dans la voie de leurs prédécesseurs. » Et un espoir : « La capacité des Français à imaginer les technologies de demain, à les développer, à les maîtriser (...) constitue (...) un de nos atouts majeurs dans une époque caractérisée par une lutte économique et commerciale très vive... » Car si « (...) le progrès social est indispensable, il repose sur une bonne santé économique, il passe par la modernisation permanente de notre appareil productif, et suppose l'innovation. » Et le ministre d'affirmer : « Aucun secteur ne doit rester à l'écart de l'effort de recherche et de développement technologique. La participation de tous est néces-

saire : chefs d'entreprises, cadres, salariés, travailleurs indépendants. »

De fait, depuis quelques années, la créativité française — si on la mesure au nombre des dépôts de brevets d'invention — est en chute libre. Le directeur adjoint de l'Institut national de la propriété industrielle (INPI), M. J.-C. Combal-dieu, constate : « Si, année après année, il continue à se déposer en France quelque 47 000 demandes de protection, soit par le brevet national, soit par les voies européennes et internationales, à peine 10 600 concernent des Français, soit 23 %. Ce pourcentage est nettement supérieur chez nos principaux concurrents : 33,5 % en Grande-Bretagne, 45 % en RFA, 57 % aux USA, 87 % au Japon. Sans compter que RFA, USA et Japon déposent chacun environ trois fois plus de brevets sur notre territoire que nous n'en déposons chez eux. »

Ce qui est à rapprocher de deux faits :

1. Ces trois pays interviennent à eux seuls pour plus de 50 % du déficit global de notre commerce extérieur.

2. La majorité des secteurs à forte densité technologique dans lesquels le taux de pénétration du marché intérieur est égal ou supérieur à 50 % connaît un très fort pourcentage de brevets étrangers — parfois supérieur à 80 %.

D'où cette conclusion-exhortation du directeur adjoint de l'INPI : « Assurant une exclusivité territoriale de 20 ans, le brevet est une arme considérable, à la fois défensive (protection d'un marché) et offensive (conquête de nouveaux marchés extérieurs). Il faut que les jeunes créateurs d'entreprises sachent que cette arme est décisive pour l'émergence de leur société. »

Du 23 au 27 mai, l'occasion était belle, pour les pouvoirs publics et les professionnels qui gravitent autour des inventeurs, de mettre en pratique ces nobles et justes idées. Deux manifestations importantes se tenaient en effet simultanément à Paris, dans les mêmes locaux du Palais des congrès de la porte Maillot, faisant ainsi pour quelques jours de Paris la capitale mondiale de l'invention. Seulement un étage, un escalator à franchir pour passer de l'une à l'autre.

D'abord le congrès de l'AIPPI — l'Association internationale pour la protection de la propriété industrielle —, qui ne se tient que tous les trois ans et chaque fois dans une ville différente. L'AIPPI est implantée dans 92 pays et regroupe

plus de 6 000 membres (3 500 à 4 000 étaient présents à Paris) : universitaires, conseils en brevets, juristes, avocats, industriels, soit, à l'échelle mondiale, la quasi-totalité des spécialistes et praticiens de la propriété industrielle.

Ce congrès a été une réunion de notables, nous aurions tendance à dire de nantis, qui ont parlé "boutique". On s'est félicité de ce que la protection industrielle ait trouvé un cadre juridique mondialement accepté, avec des règles cohérentes d'un État à l'autre. On a aussi beaucoup discuté. Des problèmes

treprendre et de se lancer, de prouver le mouvement en marchant et, finalement, d'agir en prenant tous les risques que cela suppose, suivant ainsi ce que les autorités gouvernementales les exhortent hautement à faire.

Dans le programme de l'AIPPI, on relevait les noms de M. Claude Cheysson, ministre des Relations extérieures, de M. Laurent Fabius, ministre de l'Industrie et de la Recherche, de M. Robert Badinter, garde des Sceaux, ministre de la Justice, de M<sup>me</sup> Édith Cresson, ministre du Commerce extérieur,

faire quelque chose, sinon en montrant à tous ce que ces jeunes lauréats ont été capables d'imaginer et de réaliser? Questions sans réponse.

TF1 suivait l'événement, ou plutôt la personnalité du ministre : l'équipe de reportage est repartie avec M. Fabius, sitôt la remise des prix effectuée.

La Semaine internationale de l'invention offrait pourtant un cadre idéal pour faire passer dans les faits toutes les déclarations officielles dont on est bien obligé de constater qu'elles constituent davantage une opération politique qu'une volonté réelle, celle-ci supposant de traiter les créatifs avec moins de désinvolture, sinon de mépris.

C'est en effet la première fois qu'une manifestation sérieuse de ce type était organisée à Paris. A part le concours Lépine, dans le cadre de la Foire de Paris, où les inventeurs sont là pour distraire le grand public, et le salon INOVA, organisé par le ministre de l'Industrie et de la Recherche, qui a lieu tous les deux ans et qui réunit une majorité d'exposants obligés et institutionnels (organismes officiels, centres de recherche publics, banques, etc.), inventeurs, artisans, petits et moyens industriels français n'avaient jusqu'ici qu'un lieu d'accueil efficace, leur permettant de trouver les partenaires dont ils ont besoin : le Salon international des inventions et des techniques nouvelles de Genève. Paradoxe : 150 créatifs français sont ainsi contraints, chaque année, à se rendre en Suisse pour être pris au sérieux, pour pouvoir démarrer.

Si les exposants de la Semaine internationale de l'invention à Paris ont eu de nombreux contacts avec des industriels, distributeurs, agents de vente, financiers, les pouvoirs publics ont, eux, manqué le coche.

Il est vrai que l'on peut avoir quelques doutes sur la pensée réelle du ministre de l'Industrie et de la Recherche, qui déclarait récemment (inauguration du salon INOVA, placé sous sa tutelle) : « L'effort principal en termes de création d'emplois, d'innovation, de rythme de développement, d'aménagement régional *devrait* (conditionnel) venir *sans doute* (il n'en est pas sûr) *d'avantage* (sans précision supplémentaire) *dans le futur* (surtout pas maintenant!) des moyennes entreprises et *même* (voyez-vous ça!) des petites. »

**Gérard MORICE** ■



des inventeurs? Et en particulier du non-respect de ce titre de propriété qu'est en théorie un brevet? De la lenteur de la procédure et du coût exorbitant — hors de portée d'un créateur indépendant ou d'un petit industriel — des procès en contrefaçon?

Non pas. Plutôt de problèmes professionnels, de ces professionnels dont les clients sont les créatifs : importance juridique de la protection des dessins et modèles, protection des découvertes scientifiques, protection du consommateur, protection des substances chimiques, etc.

Entre deux débats : fêtes au château de Versailles, garden party dans le parc de Bagatelle, soirées à la Conciergerie, au Moulin Rouge et au Lido (smoking et robe du soir exigés, s'il vous plaît). Aucune visite, par contre, à l'autre manifestation de taille, la Semaine internationale de l'invention (1), qui, à quelques mètres, réunissait 300 créateurs venus d'une vingtaine de pays — inventeurs indépendants, artisans, petites et moyennes entreprises — à ces gens qui ont eu le courage — l'inconscience? — d'en-

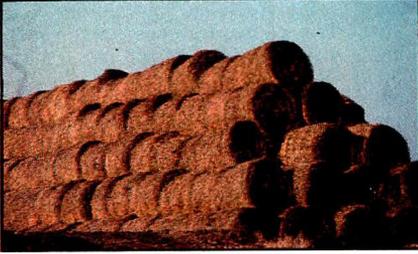
l'ensemble du Congrès étant placé « sous le haut patronage d'honneur de M. le président de la République française ».

Aucune de ces personnalités n'a jugé bon de rendre visite à la Semaine internationale de l'invention, qui se trouvait à l'étage au-dessous. Sauf M. Laurent Fabius, qui y a passé quelques minutes, mais sans un regard pour un seul exposant, et exclusivement pour effectuer une opération de relations publiques : la remise de leurs prix aux lauréats du concours jeunes inventeurs (15-22 ans), organisé conjointement par TF1 et la MIDIST - Mission interministérielle pour le développement de l'information scientifique et technique. Des jeunes inventeurs convoqués d'ailleurs à la dernière minute et dont les créations n'ont pas été exposées au public. L'objet officiel de ce concours était pourtant de « contribuer à la faculté créatrice des jeunes Français ».

Or, comment susciter la créativité et l'esprit d'entreprise chez d'autres, comment prouver que l'invention n'est pas réservée au voisin, que soi-même on peut et doit oser

(1) Nous présenterons dans un prochain numéro une sélection de certaines inventions exposées dans ce Salon.

# Le ramassage de la paille dans une agriculture sans hommes



*Peut-être avez-vous été étonnés, en parcourant la campagne à l'époque de la fenaison ou de la moisson, de découvrir que les traditionnelles balles de foin ou de paille s'étaient arrondies, prenant l'aspect de gigantesques rouleaux. Et sans doute vous êtes-vous interrogés sur les motifs de ce changement de forme et de taille. Science & Vie a mené son enquête et vous explique comment l'évolution des techniques de ramassage de la paille reflète la prodigieuse évolution de l'agriculture.*

■ Ouvrons le Larousse agricole au mot "balle". Nous y lisons : « Volumes aux formes régulières, parallélépipédiques ou cylindriques, obtenus à partir d'un produit végétal fibreux en vrac, par pressage à plus ou moins forte densité, puis par liage au moyen d'une ficelle spéciale ou d'un fil de fer. » Il y a une dizaine d'années, l'adjectif "cylindrique" n'eût certainement pas figuré dans cette définition, car les agriculteurs français en étaient encore aux balles traditionnelles, sortes de paquets rectangulaires qu'ils entassaient en piles vertigineuses sur leurs chariots avant de les amonceler en gigantesques cubes sous leurs hangars.

Cette évolution dans la technique du ramassage de la paille et des fourrages mérite que l'on s'y arrête : en effet, non seulement elle représente un progrès important par rapport aux méthodes en usage, mais elle est aussi le signe tangible du changement de comportement de l'agriculteur face aux contraintes de sa profession.

Autrefois, c'est-à-dire jusqu'à l'aube de ce siècle, les femmes et les enfants ramassaient les épis couchés par la lame des faucheurs et les disposaient en javelles (en brassées) sur le sol tous les trois ou quatre pas. Ensuite, ces javelles étaient réunies en gerbes, que les hommes liaient à la main avec une touffe de tiges de seigle, plus souples que les autres pailles. Enfin, les gerbes étaient assemblées en meules avant d'être rentrées à la ferme.

L'apparition à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle des premières moissonneuses ne changea rien au cycle du ramassage. Seule la rapidité de la coupe fut

modifiée, la machine étant plus performante que la faux. La véritable révolution ne se produisit qu'au début de notre siècle, avec l'arrivée des premières moissonneuses-lieuses. Celles-ci ficelaient les épis en gerbes plus petites que celles qui étaient faites auparavant à la main, mais elles avaient l'énorme avantage d'effectuer en une journée le travail d'une douzaine d'ouvriers. Restait cependant à rassembler ces gerbes de 7 ou 8 kilos en meules, tâche fastidieuse entre toutes si l'on songe qu'à l'époque un hectare produisait environ 10 tonnes de céréales, soit plus de 1 200 gerbes à réunir, et autant d'allées et venues de la gerbe à la meule et vice versa.

Lors du battage, effectué dans la cour de la ferme avec un matériel fixe, la paille, qui représentait alors les deux tiers du poids de la moisson (contre la moitié aujourd'hui — voir encadré, page 64), était reprise à la sortie de la batteuse par une presse, et comprimée en balles, plus commodes à manier et à stocker que les chaumes bruts. Ces presses étaient dites "à basse densité" lorsqu'elles faisaient des balles d'une douzaine de kilos, et "à haute densité" lorsqu'elles sortaient des balles de 40 à 50 kilos.

C'est de l'entre-deux-guerres que date l'introduction en France des moissonneuses-batteuses. Ces engins, aujourd'hui automoteurs, coupent les céréales, en battent les épis et "recrachent" la paille derrière eux en lignes régulières, appelées andains. Pour recueillir ces andains de paille (ou de foin, après la fenaison), des machines spécialisées ont été créées : les ramasseuses-presses. Les premières, de conception européenne, faisaient

(suite du texte page 64)



des balles peu tassées, de 6 à 10 kilos pour la paille et de 12 à 15 kilos pour le foin. Si l'on considère que la paille des andains a une densité de 0,03, soit 30 kilos au mètre cube, ce pressage, bien que de basse densité, permettait déjà une sérieuse réduction d'encombrement.

Les presses suivantes, venues des États-Unis, avaient un pouvoir de compression supérieur, qualifié de "moyenne densité". Elles subsistent encore aujourd'hui et constituent même la plus grande partie de notre parc actuel, qui s'est stabilisé autour de 400 000 machines. Les balles parallélépipédiques qui en sortent pèsent de 12 à 15 kilos pour la paille (soit une densité de 80 à 100 kilos au mètre cube) et de 20 à 25 kilos pour le foin (soit une densité de 100 à 125 kilos au mètre cube, explicable par le fait que le foin est plus fin et plus lourd que la paille).

Aujourd'hui, des presses haute densité compriment la paille à 150-160 kg par mètre cube, et le foin à environ 200 kg par mètre cube, formant des balles lourdes (25 kg pour la paille, 40 kg pour le foin) qui exigent une manutention mécanique et qui sont plus spécialement destinées à la commercialisation, parce que, à volume égal, elles renferment une plus grande quantité de matière végétale et sont donc plus économiques à transporter.

D'une manière générale, la taille des balles est déterminée par celle de la chambre de compression de la presse, organe principal de la machine. Il n'existe pas de dimensions normalisées, chaque constructeur adoptant les mensurations qui lui paraissent les plus pratiques. Disons simplement que les balles produites par les presses basse densité ont une hauteur comprise entre 30 et 40 cm, et une largeur comprise entre 60 et 90 cm. La longueur, elle, est réglable et se situe habituellement entre 0,80 m et 1 mètre. Avec les presses à moyenne et haute densité, la hauteur oscille entre 30 et 40 cm, et la largeur entre 40 et 60 cm, la longueur étant, là encore, fixée par l'utilisateur.

L'avantage des presses basse densité est de faire des balles légères, facilement maniables par la femme et les enfants du paysan. De plus, lorsqu'il s'agit de foin, un faible tassement permet une meilleure aération, facteur qui a son importance dans les régions humides, où le fourrage ramassé peut encore contenir 30 à 35 % d'eau (dans les régions méditerranéennes, le fourrage, bien séché par le soleil, s'accorde mieux d'un pressage haute densité). En revanche, les balles peu comprimées conservent difficilement leur rigidité, se prêtent mal aux manipulations mécaniques et ne supportent pas les transports sur grandes distances. Tous ces inconvénients, ajoutés au fait que la main-d'œuvre familiale devient de plus en plus rare, ont relégué les presses basse densité au second plan, au profit des presses moyenne et haute densité.

Cela dit, il n'y a pas que la main-d'œuvre familiale qui fasse défaut ; les ouvriers agricoles, eux aussi, sont de moins en moins nombreux et coûtent de plus en plus cher. D'autre part, il n'est

## DE LA LITIÈRE À LA CHAUDIÈRE OU

*En 1982, nos exportations de blé nous ont rapporté 10,5 milliards de francs, soit plus que les voitures particulières que nous avons vendues à l'étranger. C'est dire la place que le commerce du grain a pris dans notre économie. Des régions entières se sont spécialisées dans la culture du blé, abandonnant l'élevage au profit exclusif de cette céréale, dont l'écoulement est garanti à un prix nettement supérieur au cours mondial. En Eure-et-Loir, par exemple, les surfaces consacrées au blé sont passées de 135 000 hectares en 1971 à 250 000 ha en 1981 (alors que, dans le même temps, sur l'ensemble du territoire français, les surfaces emblavées augmentaient légèrement pour atteindre 4,5 millions d'hectares cette année).*

*Cette spécialisation à outrance fait que, pour les gros céréaliers, qui n'ont plus ni animaux ni étables, la paille est un sous-produit sans intérêt. Certes, elle supporte les épis, mais elle bourre les moissonneuses-batteuses, gaspille de l'énergie et encombre les champs. De plus, ces tiges capricieuses ont le mauvais goût de plier lorsque, pour accroître les rendements, les agriculteurs forcent un peu sur les engrais azotés. Pour combattre ce penchant à la "verse", les chercheurs ont mis au point, par sélection génétique, des variétés de blé à tiges plus courtes. Cependant les possibilités de raccourcissement ne sont pas illimitées : la hauteur de la tige est en effet liée au développement racinaire, et celui-ci, clef du rendement, ne peut pas être freiné à l'excès. Aussi utilise-t-on, en complément de la sélection génétique, des agents chimiques appelés des "raccourcisseurs de paille" : ce sont des substances qui épaississent la base des tiges et retardent leur élancement, réduisant leur hauteur de 10 à 20 %.*

*Au total, grâce à la fois aux manipulations génétiques et aux traitements chimiques, la hauteur des blés a diminué de quelque 40 cm en un siècle. Résultat : le rapport entre le poids de la paille et celui du grain récolté s'est inversé. Autrefois, la paille représentait les deux tiers de la moisson ; aujourd'hui, elle n'en constitue plus que la moitié, voire le tiers (2 à 3 tonnes par hectare).*

*Non seulement la quantité de paille produite a baissé, mais sa valeur elle-même s'est dépréciée. Dans les régions céréalières, les agriculteurs se préoccupent de moins en moins de la récolter. Souvent, ils coupent les tiges à mi-hauteur, laissant des chaumes de 40 cm ; de plus, leurs moissonneuses-batteuses sont équipées de broyeurs qui hachent menu le reste des tiges et répandent sur le sol une paille déchiquetée, impropre à être ramassée et pressée.*

*Dans ces régions, plus de 50 % de la paille (80 % même en Ile-de-France et 85 % en Eure-et-Loir) est enfouie dans la terre par un simple labour. Agronomiquement parlant, c'est une solution satisfaisante, car environ 10 % de cette paille restituée au sol va se transformer en humus. Unique source d'engrais organique, elle remplace peu ou prou le fumier dans des zones où, faute d'élevage, il n'y en a plus.*

plus vrai aujourd'hui que le cultivateur ne compte ni son temps ni sa sueur. Il veut, comme tout bon gestionnaire, économiser sa peine et ses deniers en rationalisant ses méthodes. Plus question de mobiliser une armée de porte-fourches pour rassembler des centaines de balles, les charger et les ranger sur une remorque, puis les décharger et les stocker dans une grange ou un hangar, tout cela sous une chaleur caniculaire et avec l'angoisse de ne pas avoir terminé avant

## LES DIFFÉRENTES UTILISATIONS DE LA PAILLE

Parfois, les agriculteurs ne prennent même pas la peine de retourner leurs chaumes, ou ils n'en ont pas la possibilité, soit que le sol soit trop sec, soit que les semis suivants soient trop rapprochés<sup>(1)</sup>. Alors, ils les brûlent. Cette pratique, qui concerne 33 % des pailles dans un département comme le Cher, n'est pas totalement négative : d'une part, elle a une action prophylactique en détruisant les parasites et les abris à limaces ; d'autre part, elle apporte au sol des sels minéraux, en particulier du potassium et du phosphore. Toutefois nombre d'agriculteurs pensent que la paille mérite mieux que d'être réduite en cendres et en fumée. Adeptes du vieux dicton « Qui brûle sa paille s'appauvrit », ils le complètent volontiers en assurant que « qui la conserve s'enrichit ». Ce point de vue semble largement partagé puisque, sur un potentiel de paille estimé à environ 26 millions de tonnes, (toutes céréales confondues), 5 à 6 millions de tonnes sont enfouies, 2 à 3 millions brûlées, tout le reste étant ramassé et utilisé sur place ou vendu.

Hélas, le marché de la paille souffre d'un manque flagrant d'organisation. La plupart des transactions

L'élevage reste en effet le principal débouché de la paille pressée : 14 à 16 millions de tonnes pour les bovins ; 1 à 1,5 pour les chevaux ; 1 à 1,5 pour les moutons, les chèvres, etc. Elle sert avant tout de litière, mais peut aussi constituer un bon fourrage d'appoint après avoir été traitée à l'ammoniaque ou à la soude (qui la rendent plus digestible). Pour en augmenter la valeur nutritive, on peut y ajouter des sels minéraux et l'ensemencer avec un champignon, le *Trichoderma album*, que M. Staron, chercheur de l'INRA (Institut national de la recherche agronomique), a créé par modification génétique d'un autre champignon. Ce *Trichoderma*, en se nourrissant de la paille, apporte à celle-ci un supplément appréciable de protéines (de 4 à 25 %). Mais les souches de ces avantageuses moisissures ne sont pas encore commercialisées. Loin derrière l'élevage, les autres débouchés de la paille sont :

- L'exportation : environ 400 000 tonnes franchissent chaque année nos frontières, principalement en direction de la Belgique et de la Suisse.
- Les champignonnières : la paille y est utilisée comme substrat de culture, soit à l'état brut (environ 150 000 tonnes), soit associée à du fumier de cheval (environ 250 000 tonnes).
- Les séchoirs à maïs : environ 5 000 tonnes de paille y sont brûlées pour ramener l'humidité des grains, qui est de 40 % à la récolte, à 15 ou 16 %, taux convenable pour le stockage.
- Certaines usines de déshydratation de fourrages (luzerne ou pulpes de betteraves) : ces usines, équipées de fours à paille, consomment environ 50 000 tonnes pour leurs opérations de dessiccation.
- La granulation : dans les usines précitées ou dans des usines spécialisées, quelque 60 000 tonnes de paille sont broyées, puis agglomérées en petits bouchons. Environ 10 % de ces granulés sont vendus comme combustible pour chaudières (2,5 kg de granulés = 1 litre de fuel) ; le reste est incorporé dans des aliments pour bétail ou lapins.
- Le chauffage ou la vapeur : certaines chaudières, spécialement aménagées, sont capables de brûler de la paille brute. Au total, elles consomment entre 10 et 20 000 tonnes de paille<sup>(2)</sup>.

Ainsi, la paille, qui n'a sur son sol natal que sa seule valeur fertilisante (50 à 100 francs par tonne), peut acquérir dans ses différents emplois une plus-value notable. Cependant les fluctuations et les flambées de ses cours ont déjà découragé certains utilisateurs comme les papeteries et les cartonneries. Mais l'accord de cette année, s'il est reconduit, permettra peut-être un renouveau de l'utilisation de la paille.

(1) Avant de se transformer en humus, la paille enfouie commence par appauvrir le sol en azote. En effet les micro-organismes qui vont la dégrader ont besoin d'azote pour assimiler le carbone de la paille. A terme, l'humus restituera l'azote "emprunté", mais, en attendant, une terre ainsi "diminuée" est peu propice aux semis.

(2) Chiffre estime par M. Requillard, de l'INRA.



Ces mastodontes (presse et balle) sont nés pour le transport et l'utilisation industrielle de la paille.

s'opèrent entre agriculteurs, les négociants devant se contenter de la portion congrue. Aussi les cours sont-ils extrêmement fluctuants. Dès qu'il y a pénurie de la production fourragère, comme en 1976, l'année de la sécheresse, les prix de la paille, devenue aliment de substitution, s'envolent. Mais, inquiets des cours élevés atteints ces derniers mois et du printemps catastrophique, les différents intéressés se sont enfin mis d'accord sur les prix de la paille pressée, départ exploitation (200 à 230 F/t, à la récolte 1983).

qu'un orage ne mette à mal la paille ou le foin. Voilà pourquoi sont apparues, en aval des presses, toutes sortes de machines ingénieuses destinées à seconder l'agriculteur et à remplacer la main-d'œuvre défaillante. Citons en vrac : la machine à ramasser et à charger les balles, la machine à grouper les balles, la machine à ramasser les balles groupées, la remorque autochargeuse de balles rangées (qui peut aussi, dans certains cas, déposer son chargement en meules toutes faites,

par simple basculement du plateau), la rampe fixée derrière la presse et qui charge automatiquement la balle dans des remorques suiveuses ; bref, autant d'appareils qui rendent le travail moins pénible et permettent à l'agriculteur de l'effectuer seul ou avec un personnel réduit.

Hélas, ces matériels complémentaires sont chers : le coût d'une chaîne de ramassage et de chargement, presse comprise, dépasse facilement les 150 000 francs. Si une telle dépense est

inévitables avec les balles haute densité, trop lourdes pour être maniées à la fourche, elle paraît souvent bien sévère aux petits exploitants déjà accablés de dettes. D'autant plus que ces machines ne changent rien à l'obligation de travailler vite et sans désespérer dès que le ciel se couvre, de façon que la paille ou le foin soient à l'abri avant que ne surviennent les premières gouttes de pluie.

Aussi les presses conventionnelles et leurs équipements annexes sont-ils en passe d'être supplantés par un autre type de presses : les *roundballers*, c'est-à-dire, en bon français, les presses à balles rondes. Introduites en France en 1974, elles ont d'abord eu du mal à s'imposer, puis, le succès venant, elles ont connu un essor foudroyant. Avec des ventes en progression de 55 % en 1981 et de 20 % en 1982, elles ont, pour la première fois l'an dernier, dépassé les presses classiques (7 134 unités vendues contre 5 951), tandis que, dans le même temps, ces dernières enregistraient une baisse de 35 % (1). D'après les industriels du machinisme agricole, le développement des *roundballers* devrait se poursuivre, puisqu'ils escomptent un marché annuel de 10 à 12 000 unités d'ici à quatre ans.



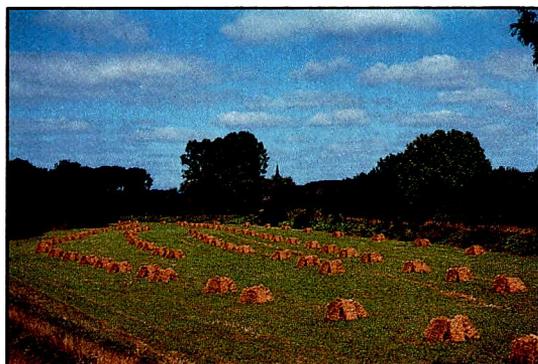
Les « moyettes » sont des poignées de paille rassemblées et liées à la main.

Le principe de la presse à balles rondes est le suivant : un cylindre denté et tournant (pick-up) ramasse la paille (ou le foin) et l'envoie dans une chambre de compression où un jeu de courroies l'enroule sur elle-même comme un rouleau de papier. La largeur de la balle est conditionnée par la largeur de la chambre de compression ; quant à son diamètre, il est fixe ou réglable (entre 0,80 et 1,80 m) selon que le volume de ladite chambre est variable ou non.

Si, comme nous le disions plus haut, l'engouement pour les presses à balles rondes n'a pas été immédiat (en 1974, il s'en est vendu à peine une centaine), cela tenait justement au fait que les premières *roundballers*, venues des États-Unis, faisaient des cylindres de 1,80 m de diamètre et de 1,60 m de large, monstrueux

rouleaux de 300 kilos pour la paille et de 5 à 600 kilos pour le foin. Bien sûr, la possibilité de rassembler toute la récolte d'un hectare en une dizaine de balles avait de quoi séduire nombre d'agriculteurs lassés de devoir ramasser des centaines de petits ballots aux quatre coins de leurs champs ; mais, en même temps, beaucoup craignaient d'avoir à contracter des dettes aussi colossales que ces balles pour acquérir l'équipement complémentaire nécessaire à leur manutention. Les premiers qui se montrèrent intéressés furent les gros céréaliers, qui, ne pratiquant pas l'élevage, n'avaient pas besoin de leur paille, mais la récoltaient tout de même ou la faisaient récolter pour la vendre, soit à des éleveurs, soit à des industries de transformation (voir encadré, page 64 sur les différentes utilisations de la paille). Pour eux, la taille des balles ne constitue pas un obstacle ; au contraire, plus elles sont volumineuses, plus leur nombre est réduit : d'où des économies de manutention et une plus grande rapidité de chargement et de déchargement.

Les agriculteurs-éleveurs, en revanche, demeurèrent longtemps réticents : le maniement de charges aussi pesantes leur faisait peur. Impression toute subjective, d'ailleurs, car, en y regardant



Les presses classiques laissent sur le champ d'innombrables petites bottes qu'il faut rentrer au sec...

dant de plus près, ils auraient vu qu'une fourche hydraulique placée à l'avant de leur tracteur pouvait très bien faire l'affaire, et, qui plus est, sans entraîner aucune dépense : en effet une telle fourche fait partie du matériel de base de la plupart des fermes, ne serait-ce que pour le transport du fumier. Ils redoutaient aussi que leurs tracteurs ne fussent pas assez puissants pour tirer et actionner des presses de cette importance (il est vrai que les premiers modèles de presse demandaient une puissance minimale de traction de 80 chevaux).

Pour attirer cette clientèle hésitante, les constructeurs ont réduit les dimensions de leurs presses, et par conséquent le volume des balles. Celles-ci ne mesurent plus que 1,20 m de large pour un diamètre maximal de 1,50 m. La dernière génération de *roundballers*, mise sur le marché il y a un peu plus de deux ans, fait même des balles de 0,80 m à 1 mètre de large, et de

(1) Source CEMAGREF (Centre du machinisme agricole, du Génie rural, des Eaux et Forêts).

0,40 m à 1,35 m de diamètre <sup>(2)</sup>. Du coup, la technique des balles cylindriques est devenue accessible aux agriculteurs possédant des bâtiments anciens, aux ouvertures étroites, et des tracteurs de moyenne puissance (de 50 à 70 ch).

On pourra peut-être s'étonner que des machines qui ont été conçues pour faire les plus grosses balles possible, n'aient connu le succès chez nous qu'en limitant leurs performances. L'explication est simple : aux États-Unis, leur pays d'origine, les grosses balles rondes servent

hectare est de 25 à 30, et de 40 à 50 avec les presses de 0,90 m. Comme une balle ronde de 1,20 m équivaut à 15-18 balles classiques, et une balle ronde de 0,90 m à 10-12 balles classiques, l'économie de temps est considérable, et intéresse au premier chef les agriculteurs qui veulent libérer rapidement leurs champs pour d'autres travaux.

L'économie de main-d'œuvre est également notable, puisque, à la limite, toutes les opérations de ramassage peuvent être effectuées par une



*Avec les presses à balles rondes, les balles sont moins nombreuses, ce qui accélère le ramassage, et peuvent rester dehors quelques jours sans subir aucun dommage.*

à nourrir les animaux qui restent dehors dans les grands élevages extensifs. Elles enroulent n'importe quel résidu de culture, et les bêtes viennent s'y restaurer directement, pour ainsi dire en libre service. Dans ces conditions, plus elles sont massives, plus la réserve de nourriture qu'elles constituent est importante. De surcroît, leur volume, équivalent à celui d'une petite meule, leur permet de supporter la pluie sans trop de dommages.

En France, la finalité et les motivations sont tout autres. Le principal intérêt des presses à balles rondes est que le ramassage de ce type de balles demande moins de temps et moins de main-d'œuvre. En effet, avec les *roundballers* de 1,20 m, le nombre de balles à ramasser par

seule personne. Il suffit que cette personne adapte à l'avant de son tracteur une ou plusieurs fourches hydrauliques, ou un pince-balles, avec lesquels elle ira "piquer" ou "cueillir" les rouleaux pour les déposer sur une plate-forme mobile placée au milieu du champ. Un bon tracteur équipé de trois fourches frontales peut ainsi en 6 voyages charger une plate-forme de 18 balles, soit approximativement la quantité de foin ou de paille récoltée sur un hectare. Une fois la plate-forme pleine, elle sera attelée au tracteur et, toujours avec la même et unique personne, les balles seront rentrées à la ferme.

Toutefois porter plus de 300 kilos à bout de fourche n'est pas sans risques : le tracteur en effet, au cours de ses pérégrinations dans le champ, est obligé de franchir de nombreuses "rades", c'est-à-dire des ornières creusées par ses roues lors de précédents passages, au moment du labour, des semis, des traitements, etc. Or, le pas-

(2) Ces "petites" rondes pèsent de 100 à 250 kilos pour la paille, et de 150 à 300 kg pour le foin, selon leur largeur et leur diamètre.

# ECORS

## palpera cet été la France profonde

*La terre tremblera ces jours-ci entre Cambrai et Évreux : ce sera la première tranche d'une série de séismes artificiels qui doivent permettre de prévoir ce qui se passerait dans le cas des vrais, de trouver du pétrole, du charbon, du fer. Ainsi démarrera le programme ECORS, bien nommé.*

● ECORS, fils de COCORP, va palper la croûte du territoire français. ECORS est l'acronyme de "Étude continentale et océanique par réflexion et réfraction sismique", et COCORP, c'est l'acronyme des mots anglais qui veulent dire la même chose et le nom du programme américain similaire, mais antérieur.

La "palpation" se fera par l'intermédiaire de mini-tremblements de terre artificiels qui déclencheront des ondes sismiques ; ces ondes seront renvoyées à la surface et analysées. Profondeur de la palpation : 30 km. C'est-à-dire qu'on atteindra le manteau qui se trouve au-dessous de la croûte, à 25 km de profondeur par endroits (à 50 en d'autres endroits).

ECORS devrait orienter l'exploitation de nos ressources énergétiques (pétrole, gaz, charbon, géothermie) et minières. Dès le début des années 70, de nombreux pays se sont lancés dans l'étude de leur sous-sol profond : l'URSS, la RFA, la Grande-Bretagne et les États-Unis avec COCORP. Mais en France, la géophysique a toujours été le parent pauvre de la recherche, et les instituts universitaires n'ont jamais eu les moyens de mettre sur pied un programme d'étude de grande envergure. Il leur fallait des subventions ; on les a trouvées : l'Institut français du pétrole (IFP) et Elf-Aquitaine ont aidé l'Institut national d'astronomie et d'astrophysique à financer le programme ECORS. Pour ausculter le sous-sol, il existe plusieurs méthodes : une méthode directe, le forage, et des méthodes indirectes comme la gravimétrie, la magnétométrie, ou la sismique.

La méthode directe coûte très cher et elle est trop ponctuelle. Les forages industriels, en France, ne dépassent guère 5 km de profondeur.

Les méthodes indirectes, elles, permettent de travailler sur une large échelle et de repérer, à partir d'études de surface, des anomalies du

sous-sol profond : différences de la pesanteur, dues à des variations de la densité ou de l'épaisseur de la croûte ; anomalies du champ magnétique terrestre, dues à des inclusions en profondeur de matériaux magnétiques, laves, etc. ; ou encore anomalies thermiques, décelées par les techniques de géothermie.

Mais ces méthodes n'informent pas sur la cause de l'anomalie, sur sa structure, sa géométrie. Pour établir cette cause, il faut utiliser la sismique, qui permet de trancher, de "voir" dans le sous-sol ; c'est cette méthode qui a été utilisée aux États-Unis avec COCORP, et qui sera utilisée en France avec ECORS.

Dans son principe, la sismique s'apparente aux radars, aux échos-sondeurs ou aux scanners : on émet des signaux, puis on capte leurs échos sur les obstacles qu'ils rencontrent. Ensuite, on les enregistre et on étudie leurs temps d'arrivée pour retracer le trajet parcouru et reconstituer ainsi la géométrie du milieu étudié.

Dès les années vingt, on s'est servi de ce principe pour prospecter du pétrole, puisqu'on pouvait obtenir une coupe des premiers kilomètres de l'écorce terrestre. Depuis, cet outil s'est perfectionné et l'originalité du programme ECORS tient à l'application simultanée de trois types de sismique : la sismique réflexion, la sismique réfraction et la sismique grand-angle. Pour comprendre ces trois méthodes, voyons comment se propagent les ondes sismiques dans le sous-sol.

Produite par de puissants vibrateurs ou par des explosions, l'onde pénètre le sous-sol verticalement ou en oblique. Mais le milieu n'est pas homogène et quand sa nature change, une partie de l'onde est réfléchi à la surface tandis qu'une autre partie se réfracte, c'est-à-dire poursuit son chemin dans la croûte terrestre, mais avec une nouvelle direction. Cette direction dépendra à la fois de l'angle d'incidence de l'onde et de l'indice

de réfraction du milieu dans lequel elle se propage. Mais cette règle a ses exceptions :

- Quand l'angle d'incidence est égal à une certaine valeur, appelée "angle critique", l'onde ne descend pas à travers le nouveau milieu qu'elle rencontre : une partie se réfléchit, une autre se propage en suivant la surface de séparation des milieux.

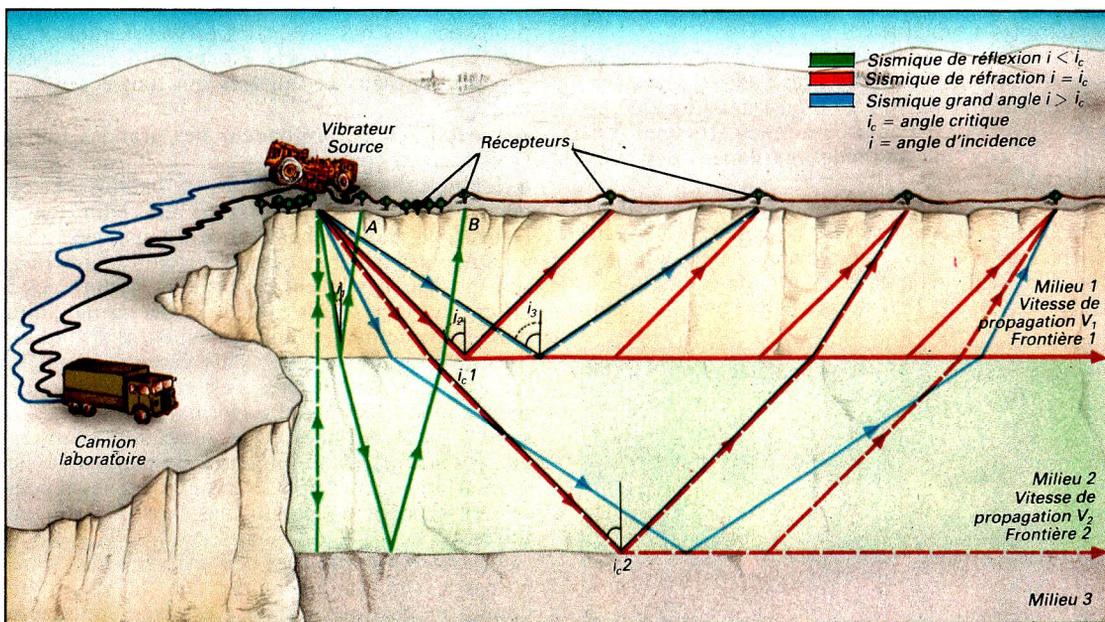
- Quand l'angle d'incidence, par contre, est supérieur à cet angle critique, l'onde est totalement réfléchie vers le sol.

C'est d'après l'étude de ces types d'échos (réfléchis ou réfractés) que les géologues distinguent trois méthodes de sismique (voir dessin ci-dessous).

**La sismique réflexion** (tracés verts sur le dessin).

capter les nombreux échos, on disposera sur le sol un grand nombre de récepteurs, alignés dans l'axe de la source sur une douzaine de kilomètres environ. Les résultats permettront de "voir" ce qui se passe à peu près à la verticale de la source et seront semblables à une véritable coupe géologique du terrain.

**La sismique réfraction.** Dans ce cas, les ondes sont émises sous un angle incident égal à l'angle critique (*ic 1*) (trajets en rouge sur le dessin). Comme nous l'avons vu, une partie de l'onde se réfléchit à la surface, tandis qu'une autre se propage sub-horizontalement en suivant la surface de séparation des milieux. Ce second rayon comporte une infinité de points-sources qui envoient des rayons réfractés, parallèles au pre-



**Trois méthodes pour voir le bas d'en haut.** Ce dessin illustre les trois méthodes sismiques qu'utilisent les géophysiciens pour ausculter notre sous-sol (voir texte ci-dessus). Les ondes sont produites par de puissants vibrateurs ou par des explosions de dynamite enfouie dans le sol à quelques dizaines de mètres de profondeur. Des géophones enregistrent les échos, sur une douzaine de kilomètres de part et d'autre de chaque source pour la sismique réflexion, et sur près de 70 km pour la sismique réfraction et la sismique grand angle.

Les données sont ensuite transmises par câbles à des camions laboratoires qui analysent les temps d'arrivée des différents échos. Ces derniers dépendent d'une part de la nature du milieu (vitesse de propagation de 1,5 à 4 km/s dans les sédiments ; de 6 à 7 km/s dans les granits et les basalts par exemple), d'autre part de sa géométrie. Au mieux, ECORS nous permettra de trouver du pétrole ; au pire il nous renseignera sur la nature et l'histoire de notre sous-sol profond depuis des centaines de millions d'années.

On s'intéresse ici aux échos réfléchis des ondes sismiques, émises sous une incidence bien inférieure à l'incidence critique (*ic 1* pour le milieu 1 ; *ic 2* pour le milieu 2). Comme l'angle d'incidence (*i 1*) est très petit, le rayon est réfléchi sur la surface en un point (A) peu éloigné de la source. De même, le rayon vert (réfracté à la surface du milieu 2) va être réfléchi à la surface du milieu 3, se réfracter à nouveau à la surface du milieu 2 avant de venir frapper un capteur en un point (B) encore proche de la source. Pour

mier rayon réfléchi (principe de réciprocité). Les récepteurs, espacés de plusieurs kilomètres, capteront ces ondes réfractées provenant de la frontière des milieux 1 et 2. Mais ils capteront aussi ceux qui sont réfractés à la surface du milieu 3, avec une incidence égale à l'angle critique *ic 2* (pointillés en rouge).

**La sismique grand angle.** Les géologues étudient alors les trajets des ondes, dont l'angle d'incidence est supérieur à l'angle critique (*ic 1*). Là, plus rien ne traverse la frontière entre les milieux 1 et

2, le signal est réfléchi dans sa totalité (pointillés bleus sur le dessin page 69). Plus l'angle d'incidence sera grand, plus l'écho réfléchi sera loin de la source. Les ondes réfléchies sur la frontière 2 (c'est-à-dire dont l'angle d'incidence sera supérieur à *ic* 2 et inférieur à *ic* 1, trajet bleu) seront également captés par des géophones, largement espacés sur 70 km environ.

Le dessin qui illustre ces trois types de sismique représente, bien sûr, une situation idéale où les surfaces de séparation des milieux sont planes. Dans la pratique, les cassures et les pentes du terrain sont fréquentes. Le traitement des échos par ordinateurs, les études comparées des mesures permettront justement de délimiter les obstacles, les poches de terrains, les inclusions de matériaux qui forment notre sous-sol. Donc, de déterminer, on le voit, bien plus la morphologie que la nature de ce sous-sol.

Comparé aux programmes étrangers, ECORS a plusieurs originalités :

- les trois méthodes sismiques seront employées simultanément. Leurs mesures vont se compléter et permettront parfois d'obtenir une "image" en trois dimensions. Les programmes étrangers privilégient eux une méthode aux dépens des deux autres ;
- pour les mesures de sismique réflexion, deux rangées de géophones seront employées. Avantages : on disposera pour chaque explosion non pas d'un seul, mais de deux groupes de données. Ceci permettra d'affiner l'analyse en éliminant



*Pour faire trembler le sol, on utilise de puissants vibrateurs. Ici, l'un d'entre eux en action.*

tous les échos non significatifs, qui ne proviendraient pas de la surface de séparation entre deux types de milieux ;

- reste à fondre les données avec les connaissances topographiques déjà disponibles et les analyses des couches superficielles du terrain.

Les résultats devraient donc être plus précis que ceux obtenus dans les pays étrangers.

Finalement, pourquoi tant de science ? D'abord, pour mieux connaître notre continent.

La croûte en France s'est constituée il y a quelque 300 ou 400 millions d'années, lors de la formation de l'ancienne chaîne hercynienne. Petit

à petit, cette chaîne a été arasée et recouverte au début de l'ère secondaire (il y a 180 millions d'années) par des dépôts marins. L'épaisseur des bassins sédimentaires en France (bassins aquitain et du Sud-Est) peut atteindre 10 km. A la fin du secondaire, les régions du Sud et de l'Est ont subi les effets de la déformation alpine qui a donné naissance aux Alpes et aux Pyrénées. On mesure mal les effets de ces bouleversements géologiques (inclusions, chevauchements de terrains), et les problèmes posés sont relatifs d'une part à la structure profonde des bassins sédimentaires, et d'autre part à celle des massifs montagneux. En ce qui concerne les bassins, ECORS devrait permettre de déterminer :

- La géométrie des couches profondes, enfouies à une dizaine de kilomètres, et l'allure de la croûte terrestre à l'endroit où elle s'appuie sur le socle hercynien. Les forages réalisés jusqu'aujourd'hui n'ont que rarement atteint les parties profondes des bassins, et les profils sismiques de réflexion conventionnels n'ont pu dépasser les niveaux marneux et salifères qui font écran aux ondes.

- L'extension en profondeur des grandes failles (voir carte ci-contre).

- L'allure du socle situé sous les bassins, car on ne sait toujours pas quel type de chaîne on y trouve. Or, cette connaissance est indispensable à l'étude des bassins avant et pendant leur affaissement. On hésite entre plusieurs hypothèses : la croûte terrestre s'est-elle enflée à la suite d'un échauffement, d'un bombement thermique ? S'est-elle ensuite érodée, puis écroulée, lors du refroidissement ? Ou bien s'est-elle brisée lors de mouvements tectoniques (formation par extension) ? Enfin, a-t-elle été le siège d'une érosion en profondeur, d'une remontée de magma suivie d'un affaissement ? ECORS aiguillera les réponses, en sondant un par un nos bassins sédimentaires.

Un autre mystère sera peut-être éclairci : dans la partie sud du bassin parisien, la valeur du champ magnétique terrestre est bien supérieure à sa valeur moyenne dans le reste de la région. Pourquoi ? ECORS le dira.

On comprendra également mieux les montagnes : on ne sait pas pourquoi la croûte terrestre s'épaissit sous les chaînes. A cause d'un gonflement d'ensemble de l'écorce de notre planète ? Ou bien encore d'un grand chevauchement de terrains ?

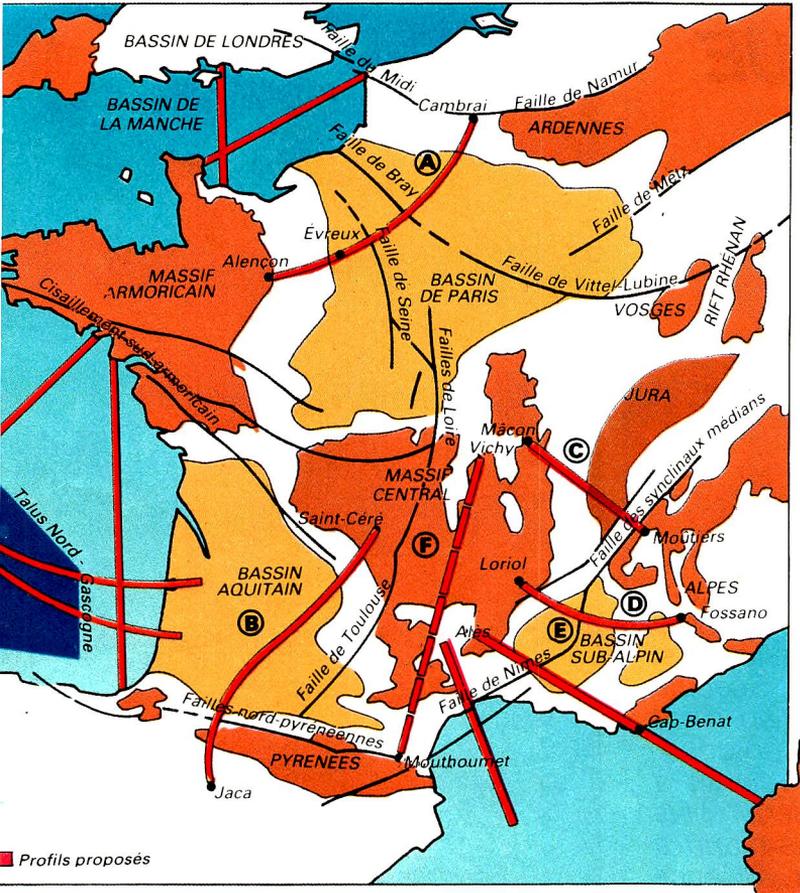
Enfin, toujours en géologie, ECORS permettra de calculer l'épaisseur de la croûte région par région, d'atteindre la discontinuité de Mohorovic, cette frontière qui sépare l'écorce de la partie supérieure du manteau, qui, lui, s'étend jusqu'au noyau de notre planète.

Bien sûr, quand on en saura plus, on pourra plus. La mauvaise connaissance du sous-sol de la planète entraîne des estimations très imparfaites de nos ressources minières et énergétiques. On ignore encore tout de la possibilité de trouver du pétrole à très grande profondeur. Ce qu'on sait, cependant, c'est qu'il existe des sédiments qui offrent des conditions idéales de température et

# LA FRANCE ÉBRANLÉE PAR AMOUR DE LA SCIENCE

Ce sont 1 700 km de notre territoire qui vont être auscultés par le programme ECORS, soit six expériences qui suivront les six "profils" tracés sur la carte. Les premières mesures seront collectées cet été en suivant le tracé Cambrai-Evreux-Alençon ; des essais entre Mâcon et Moutiers suivront.

L'ordre proposé (de A à F) pourra changer avec les résultats obtenus, la dernière expérience (Vichy-Mouthoumet) ne sera faite que si les succès antérieurs le justifient. Les intérêts scientifiques et géologiques des diverses opérations sont précisés sur la carte, ainsi que la nature du terrain. Neuf profils marins complètent les travaux continentaux et il faudra cinq années pour mener à terme l'ensemble du programme.



## Expérience A

(Bassin de Paris)

Cambrai-Evreux-Alençon (290 km)

**Structure régionale :** bassin de l'ère secondaire récente et de l'ère tertiaire, sur terrains sédimentaires de l'ère primaire et/ou socle.

**Intérêt scientifique :** formation du bassin de Paris ; structure du socle ; cause de l'anomalie magnétique ; grands accidents régionaux (faille du Midi).

**Intérêt économique :** hydrocarbures ; charbon ; géothermie.

## Expérience B

(Aquitaine-Pyrénées)

Saint-Céré/Jaca (350 km)

**Structure régionale :** bassin de l'ère secondaire récente et de l'ère tertiaire, sur terrains sédimentaires de l'ère primaire et/ou socle.

**Intérêt scientifique :** terrain sédimentaire de l'ère primaire ; structure et géométrie du socle ; grands accidents régionaux ; variation d'épaisseur de la croûte.

**Intérêt économique :** hydrocarbures ; géothermie ; risque sismique.

## Expériences C, D, E

(Sud-Est-Jura-Alpes-Provence)

C = Mâcon-Moutiers (160 km)

D = Ardèche-Plaine du Po (320 km)

E = Alès/Aix/Cap-Bénat (230 km)

**Structure régionale :** bassin de l'ère secondaire récente et bassins de l'ère tertiaire, sur terrains sédimentaires de l'ère primaire et/ou socle. Zones fortement déformées (Jura, Alpes, Provence, bordure du Massif-Central).

**Intérêt scientifique :** terrains sédimentaires de l'ère primaire ; structure et géométrie du socle ; grands accidents régionaux ; variation de l'épaisseur de la croûte.

**Intérêt économique :** hydrocarbures ; charbon ; géothermie ; risque sismique.

## Expérience F

(Massif-Central)

Vichy-Mouthoumet (350 km)

**Structure régionale :** socle de l'ère primaire ; zone fortement déformée et métamorphisée.

**Intérêt scientifique :** grands chevauchements régionaux ; couche granulitique ; corps basaltiques ; bassin carbonifère.

**Intérêt économique :** géothermie.

de pression pour contenir des poches d'hydrocarbures.

En France, le bassin aquitain et le bassin du Sud-Est sont très profonds et l'on ne sait rien de leurs couches (inférieures), de leur nature comme de leur géométrie. Dans le bassin parisien, dont la profondeur ne doit pas dépasser 3 000 m, les chercheurs ne sont même pas parvenus à "voir" le socle. Peut-être découvrira-t-on, comme ce fut le cas aux États-Unis, des sédiments provenant de bassins antérieurs enfouis sous les bassins actuels. Les mesures effectuées dans le bassin du Michigan, par exemple, ont montré qu'il existait, sous 4,5 km de sédiments de l'ère primaire, un fossé large de 60 km, lui-même rempli de sédi-

ments sur une épaisseur de 4 à 3 km. A défaut de savoir s'il y a du pétrole, les Américains vont commencer à forer pour en chercher.

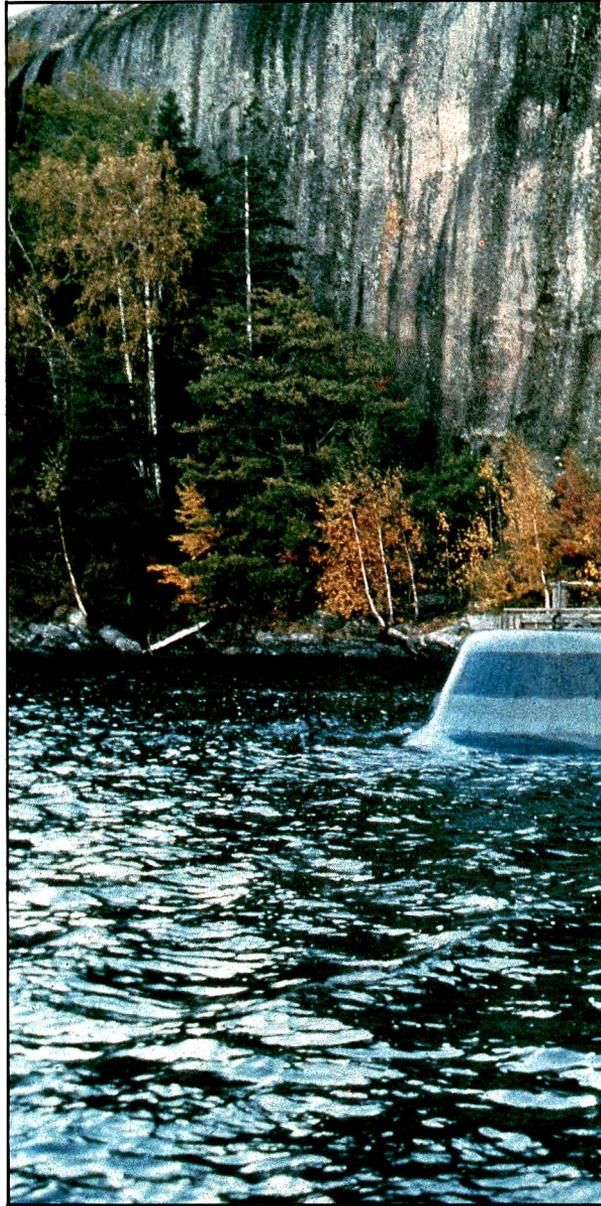
Il est également possible que l'on trouve des volumes sédimentaires prisonniers entre deux épaisseurs de socle hercynien, ou encore que l'on découvre des zones sédimentaires qui se poursuivent sous les massifs cristallins. Sans aller jusqu'à prévoir qu'on trouvera du pétrole sous le Mont-Blanc, on pourra imaginer la présence d'hydrocarbures chaque fois qu'une zone sédimentaire aura été mise en évidence. Là aussi, pour en avoir le cœur net, il faudra forer. Aujourd'hui, c'est encore impossible pour des raisons techniques et financières.

(suite du texte page 152)

# SOUS-MARINS DE LA BALTIQUE : L'ART DE LA FUGUE

*Les incursions répétées de sous-marins inconnus dans les eaux scandinaves ont fait couler plus d'encre que de navires. C'est tout juste si l'on n'a pas accusé les Suédois d'incompétence. Pourtant rien n'est plus aléatoire que la détection sous-marine. Une mouche qui volerait à 10 000 mètres d'altitude serait plus facile à repérer qu'un sous-marin à 100 mètres de profondeur. Science & Vie vous explique pourquoi.*

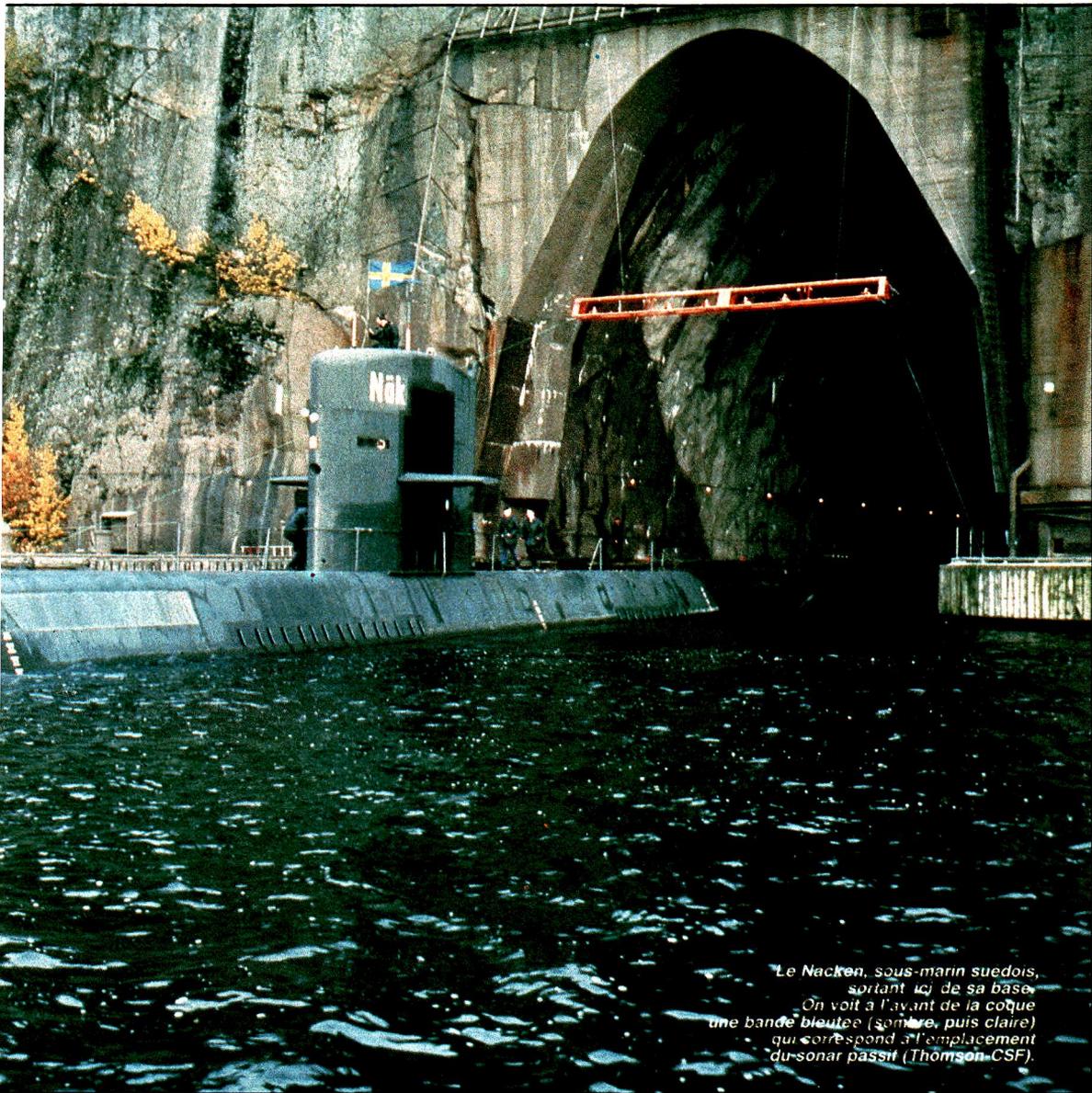
● 4 mai 1983. Tandis que la nuit tombe sur le golfe de Botnie, la marine suédoise fait exploser deux mines au large de Sundsvall, un port situé à 300 km au nord de Stockholm. Depuis une heure environ, les opérateurs sonar des bâtiments suédois ont détecté, dans un chenal serpentant au milieu d'un chapelet d'îles, un signal qui semble indiquer la présence d'un petit sous-marin inconnu. Le grenadage a pour but d'obliger l'intrus à faire surface. L'opération se poursuivra en vain une partie de la nuit. Après une ultime salve, les chasseurs de sous-marins rentreront à leur base, déçus et bredouilles. Pas tout à fait cependant, car, le lendemain matin, quelques taches d'huile seront aperçues à la



surface des eaux, témoignant apparemment du bien-fondé des soupçons et justifiant après coup les recherches entreprises.

A peine une semaine auparavant, c'était la marine norvégienne qui était en état d'alerte : dans le fjord de Hardanger, près de Bergen, des frégates et des hélicoptères de lutte anti-sous-marine (ASM) pourchassaient à coups de grenades et de missiles *Terne* un sous-marin non identifié et trop curieux, qui finalement disparut aussi discrètement qu'il était venu. Là aussi, malgré divers témoignages mentionnant l'apparition fugitive d'un périscope, il n'a pu être établi de façon certaine qu'il s'agissait d'un sous-marin.

Cela dit, il ne fait pas de doute que, depuis plu-



*Le Nacken, sous-marin suédois, sortant ici de sa base. On voit à l'avant de la coque une bande bleutée (sombre, puis claire) qui correspond à l'emplacement du sonar passif (Thomson-CSF).*

siieurs mois, des sous-marins soviétiques s'aventurent sans complexe dans les eaux territoriales norvégiennes et suédoises. L'un d'entre eux s'est même fait prendre en flagrant délit de pénétration clandestine en s'échouant, le 27 octobre 1981, sur un haut-fond de la Baltique, à moins de 15 km de la base navale de Karlskrona, au sud de la Suède. Appartenant à la classe *Whisky* (selon la nomenclature de l'OTAN) et portant le numéro 137, il venait de Leningrad et transportait probablement des armes nucléaires. Après une bataille diplomatique qui dura 11 jours, il fut déséchoué par la marine suédoise et remorqué hors des eaux territoriales (1).

A la suite de cet incident, les spécialistes scan-

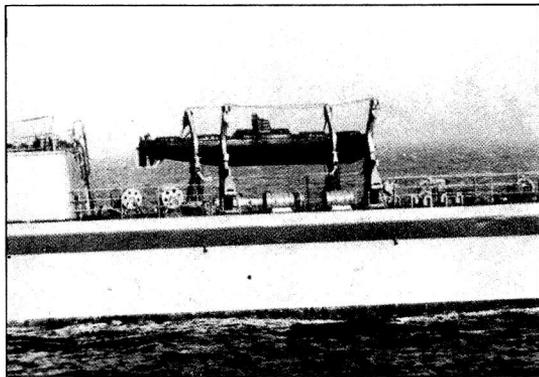
dinaves de détection sous-marine redoublèrent de vigilance. Si bien que les alertes se multiplièrent, pas toujours à bon escient. Octobre 1982 fut, à ce égard, un mois particulièrement "chaud" : devant la base secrète de Muskoe, à 30 km au sud de Stockholm, la marine suédoise se livra, pendant une dizaine de jours, à une véritable chasse aux sous-marins fantômes, sans autre résultat que la découverte, par une équipe de plongeurs, de traces de chenille sur le fond de la mer (voir photo page 75), traces laissées, selon

(1) Selon certaines informations, le commandant du sous-marin purgerait actuellement son "erreur de navigation" dans un camp de travail.

toute vraisemblance, par un nouveau type de submersible de poche. Ainsi, l'infiltration était prouvée. Les Suédois n'avaient pas été victimes d'hallucinations, et les échos repérés par leurs détecteurs correspondaient bel et bien à des visiteurs incongrus.

Qui étaient ces visiteurs et que venaient-ils faire ? Une commission fut spécialement nommée en Suède pour répondre à ces questions. Dans son rapport, rendu public le 26 avril 1983, elle confirme que, dans le courant du mois d'octobre 1982, des sous-marins étrangers ont bel et bien pénétré dans la passe d'Haarsjärden et dans d'autres goulets de l'archipel de Stockholm. Il s'agissait apparemment d'une opération de grande envergure dans laquelle étaient engagés au moins six submersibles, dont trois sous-marins de poche (avec équipage). Dans la passe d'Haarsjärden plus précisément, un sous-marin de taille conventionnelle s'est échappé aussitôt après avoir été détecté, le 1<sup>er</sup> octobre à 12 h 50. Quelques jours plus tard, un sous-marin de poche est parvenu à son tour à prendre la fuite et à se réfugier auprès d'un submersible de plus grande taille au large de l'archipel. Un autre mini-sous-marin, équipé de chenilles, est resté beaucoup plus longtemps dans la passe ; c'est sans doute lui qui est responsable de la plupart des signaux détectés par la marine suédoise.

Le rapport de la commission ajoute que d'autres preuves de la présence de sous-marins de poche ont été recueillies en novembre 1982, et conclut en substance que les fonds de la Baltique, côté suédois, sont devenus de véritables boulevards pour submersibles soviétiques. Eh



En 1981, la mer Baltique a été le théâtre de grandes manœuvres soviétiques. Parmi les navires qui y ont participé, la marine suédoise a photographié ce bâtiment de la classe "Polocny", équipé d'un mini-submersible vraisemblablement destiné au minage.

oui ! bien que l'identité des intrus n'ait jamais pu être établie de manière indiscutable, la commission affirme qu'il y a tout lieu de penser que l'on a affaire à des sous-marins du Pacte de Varsovie, et plus spécialement à des unités soviétiques ; la Pologne, en effet, ne dispose que de 4 submersibles démodés, et l'Allemagne de l'Est, en principe, n'en possède pas, alors que l'Union soviétique a 45 sous-marins conventionnels (lan-

ceurs d'engins ou d'attaque) en mer Baltique, sans compter divers sous-marins de poche.

Sur les raisons de ces raids intempestifs, la commission a également son idée. Pour elle, de nombreux signes indiquent que la Baltique est en train de prendre une importance stratégique croissante. Les Soviétiques augmentent d'ailleurs la capacité du port de Liepaïa en Lettonie. Ce port serait susceptible de recevoir 40 à 50 navires, y compris des sous-marins du type *Typhon*, les derniers-nés en matière de sous-marins nucléaires lanceurs d'engins. D'où quatre hypothèses :

- les Soviétiques pourraient s'entraîner à déposer des commandos sur la côte suédoise, en vue de se rendre maîtres de tout le pourtour de la Baltique en cas de conflit ;

- ces mêmes Soviétiques pourraient, dans cette éventualité, tester les moyens de détection et de défense des Suédois ;

- les Soviétiques pourraient aussi éprouver leurs propres techniques de guerre sous-marine dans des conditions quasi réelles, en allant " chatouiller " les forces navales suédoises (2) ;

- enfin, les Soviétiques pourraient effectuer des missions de reconnaissance dans le but de découvrir des sites susceptibles d'accueillir leurs sous-marins lance-missiles, car, contrairement aux eaux suédoises, les rivages russes de la Baltique sont très sablonneux et offrent peu d'abris pour les submersibles.

Le rapport de la commission ajoute que si, en dernière analyse, tout semble accuser les Soviétiques, elle n'en a pas moins examiné d'autres possibilités. Ont été évoquées, en particulier, des manœuvres d'une puissance étrangère « en vue de renforcer les capacités suédoises de lutte anti-sous-marine ». En clair, les membres de la commission se sont demandé si les sous-marins fantômes n'étaient pas des unités de la marine américaine ou d'un pays de l'OTAN venues provoquer les Suédois pour stimuler leur vigilance. Certes, cela signifierait que ces bâtiments sont entrés en fraude dans la Baltique, car, pour passer le détroit du Skagerrat, entre le Danemark et la Suède, tout sous-marin, de quelque nationalité qu'il soit, doit obligatoirement faire surface. Mais cette règle internationale est loin d'être appliquée à la lettre, d'autant qu'il est relativement aisé de la tourner. En effet un sous-marin piloté par un équipage expérimenté peut passer le détroit sans se montrer et sans être repéré par les nombreux réseaux de détection qui jalonnent l'endroit : il lui suffit de naviguer pendant quelques heures tout près des flancs ou dans le sillage d'un cargo coopératif, son " bruit " sonar se confondant alors avec celui du navire paravent.

Sans remettre en cause les conclusions de la commission, on peut toutefois s'interroger sur les bénéfices qu'ont tirés les Soviétiques de ces affaires, et se demander si, pour eux, le jeu en valait vraiment la chandelle. Car, du point de

(2) Il est peu probable cependant que, s'ils ont utilisé des moyens de contre-mesure acoustique, il se soit agi de leurs moyens les plus sophistiqués. Ce serait en effet donner des renseignements sur leur état d'avancement.

vue des intérêts de l'URSS, le bilan n'est guère brillant. En effet ces incidents ont non seulement discrédité les Soviétiques auprès des mouvements pacifiques, très influents dans tous les pays scandinaves, mais ils ont effectivement poussé les Suédois à renforcer leurs moyens de détection et de lutte anti-sous-marine. Si le Kremlin a pris sciemment de tels risques, c'est qu'il en escomptait des avantages encore plus grands. Or, quels sont ces avantages ? En plus des quatre objectifs évoqués par la commission, on peut imaginer trois autres missions :

- une mission classique d'espionnage consistant à photographier des ports, à recenser les mouve-

de systèmes de détection près des côtes suédoises.

Ces diverses raisons pourraient certes justifier quelques raids discrets dans les eaux suédoises, mais certainement pas des incursions aussi répétées que tapageuses. C'est pourquoi l'on a envisagé des intentions plus politiques. Comme, par exemple, celle de rappeler à la Suède que sa neutralité ne devait pas s'infléchir du côté de l'OTAN, mais plutôt en direction du Pacte de Varsovie. Si tel était réellement l'objectif poursuivi, le coup est manqué, car c'est exactement le contraire qui s'est produit : loin de pencher vers l'Est, les Suédois se sont encore un peu plus cabrés contre leur envahissant voisin. On a

## DES TRACES DE CHENILLES SUR LE SABLE DU FOND



*En octobre 1982, des sous-marins de poche, vraisemblablement soviétiques, ont évolué dans les eaux proches de la base navale suédoise de Muskoe. Aucun d'entre eux n'a pu être repéré autrement que par sonar ou par les traces laissées sur le fond. On voit ici une trace de chenille qui indiquerait que les Soviétiques possèdent un nouveau type de mini-submersible, capable de se déplacer sur le fond de la mer. L'idéal pour la guerre des mines ou pour les opérations de commando et d'espionnage.*

ments des bateaux, à dresser la topographie des fonds marins, etc. ;

- une mission d'écoute ayant pour but d'intercepter les communications de manière plus discrète qu'avec les habituels chalutiers (il est en effet possible à un sous-marin en immersion de sortir une ou plusieurs antennes pour capter des émissions radar ou radio) ;
- une mission de prévention comportant la pose

également parlé d'opérations montées par un lobby militaire soviétique dans le but de faire échouer les négociations de Genève sur le désarmement. Outre que cette hypothèse n'a pas reçu l'ombre d'une confirmation, elle apparaît pour le moins hasardeuse, car si les " faucons " de l'armée Rouge avaient voulu saboter les difficiles tractations genevoises, ils s'en seraient sans doute pris à une nation plus engagée que la Suède.

Finalement, on se perd en conjectures, et personne ne peut se prévaloir de posséder la clé de l'énigme. En fait, tout serait plus clair si les Suédois étaient parvenus à identifier ou, mieux, à faire remonter à la surface leurs visiteurs clandestins.

Il ne serait pas juste cependant d'accuser la marine suédoise d'incompétence. Certes, ses appareils de détection ne sont pas des plus modernes, ses hommes ne sont pas spécialement entraînés à la lutte anti-sous-marine. Mais il n'est pas certain que d'autres, mieux équipés, mieux aguerris, eussent triomphé là où ils ont échoué. En effet l'eau, et surtout l'eau de mer, est un des milieux les plus ingrats qui soient pour ceux qui tentent de découvrir ce qui s'y passe. Une anecdote récente démontre que même les meilleurs ne réussissent pas à percer ses secrets.

Lors de la guerre des Malouines, un sous-marin argentin de type Diesel, presque une pièce de musée, parvint à s'approcher à bout portant de la flotte britannique sans éveiller aucun soupçon. Armé de torpilles allemandes filoguidées (c'est-à-dire téléguidées par un fil les reliant au submersible), il tira l'un après l'autre ses six engins sans porter un seul coup au but, soit que les fils aient cassé, soit que les charges n'aient pas explosé. La salve lâchée, il regagna le fond, coupa ses machines et fit le mort. Pendant trois jours, son équipage vécut au ralenti, évitant de faire le moindre bruit, osant à peine respirer. A la surface, les navires anglais, alertés par les tirs, patrouillaient en tous sens, essayant de déceler le plus petit frôlement, de recueillir le plus mince écho. Malgré leurs sonars ultra-perfectionnés, ils ne trouvèrent rien et, au bout de 72 heures, abandonnèrent la chasse...

Il est temps maintenant d'examiner les problèmes posés par la détection sous-marine. Les ondes sonores sont, et resteront encore longtemps, le moyen le plus efficace pour radiographier les entrailles de la mer. Les ondes électromagnétiques, en effet, sont très vite absorbées par le conducteur salin qu'est l'eau de mer, et ne sont pas utilisées en détection, sauf dans des cas très particuliers (3).

La propagation du son — ou plus précisément d'une onde de pression — dans l'eau est sujette à de nombreuses variations. Trois causes principales peuvent modifier sa vitesse : la température, la pression et la salinité. Fondamentalement, la propagation d'une onde sonore s'apparente à celle d'une onde lumineuse : les changements de milieux, ou plutôt les changements d'indice de réfraction d'un milieu à un autre,

gouvernent son mouvement. Dans un milieu homogène (même pression, même température, même salinité), l'onde sonore se propagera toujours à la même vitesse, sans être déviée. En revanche, si elle passe d'une couche d'eau à température "x" à une autre couche à température "y", elle subira une réfraction (une déviation) ou une réflexion (un changement de direction) obéissant aux lois d'optique générale de Descartes.

Les premières expériences concernant la propagation des ondes de pression dans l'eau remontent au début du siècle dernier. En 1827, deux physiciens, Collodon et Sturm, mesurèrent la vitesse du son dans le lac de Genève : tandis que l'un frappait avec un marteau une cloche immergée et actionnait en même temps un flash lumineux, l'autre, placé à 13,5 km de la cloche, repérait l'éclair et, grâce à un cornet acoustique plongé dans l'eau et relié par un flexible à son oreille, calculait l'intervalle de temps séparant la vision du flash de l'arrivée du signal sonore. Ils obtinrent ainsi une très bonne valeur : 1 440 mètres par seconde. Un siècle plus tard, en 1923, un physicien américain, Stephenson, bénéficiant des progrès accomplis dans le domaine du captage des sons, entreprit d'affiner cette valeur : il installa une ligne d'hydrophones dans le canal de Long Island et, faisant exploser une bombe à 15,5 km de là, évalua le temps mis par le son pour parvenir jusqu'à ses micros sous-marins. Il en déduisit une vitesse de 1 453 mètres par seconde (4).

Dès cette époque, on constata un phénomène curieux : l'après-midi, les échos reçus par les capteurs immergés étaient nettement moins nombreux, surtout si le soleil brillait et si la mer était calme. Ce phénomène, baptisé tout naturellement *Afternoon Effect* (l'effet de l'après-midi), fut d'abord attribué au manque d'attention des opérateurs : gagnés par une douce somnolence due à la fois à la température et à la digestion, ils étaient suspectés de laisser échapper nombre de signaux. Finalement, ils furent lavés de tout soupçon lorsque l'on s'aperçut que la surface de l'eau était plus chaude de quelques dixièmes de degré l'après-midi, et que cette variation de température était suffisante pour dévier les ondes sonores vers le fond, loin des hydrophones placés en surface.

C'est à la suite de cette observation que tous les appareils de détection sous-marine furent équipés de bathythermographes, c'est-à-dire d'analyseurs de température profonde. Installés durant la Deuxième Guerre mondiale sur tous les destroyers US, ces analyseurs permettaient aux opérateurs sonar de mieux appréhender les conditions de propagation du son sous la surface et de rectifier au besoin les trajets des signaux sonores en fonction de la température de l'eau.

Depuis cette époque, de nouvelles découvertes sont venues enrichir les connaissances sur l'acous-

(3) En revanche, elles sont utilisées pour les communications avec les sous-marins, à condition que ceux-ci ne naviguent pas à trop grande profondeur. Car même les ondes très longues (ELF) ne pénètrent pas à plus de 40 mètres sous la surface. On fonde toutefois quelques espoirs sur la détection par laser : ainsi, il y a quelques années, un satellite américain aurait réussi à repérer un sous-marin US se déplaçant à vive allure en eau peu profonde. D'autre part, certains satellites *Cosmos* soviétiques seraient capables de déceler les sous-marins par le rayonnement infrarouge, le passage d'un submersible modifiant localement la température de l'eau.

(4) Rappelons que, dans l'air, la vitesse du son est de l'ordre de 343 mètres par seconde.

tique sous-marine. Aujourd'hui, le problème de la transmission et de la réception des sons en milieu marin est devenu si compliqué qu'une mise au point s'impose. Voici donc, grosso modo, ce que l'on sait actuellement de la propagation des sons dans la mer.

**Absorption du son.** De même que la lumière décline en traversant l'atmosphère, le son s'affaiblit en traversant l'eau. Cette diminution d'intensité a deux causes principales : les pertes par atténuation (absorption par le milieu, c'est-à-dire conversion en chaleur des compressions et dilata-tions successives de l'onde sonore) et les pertes par dissémination.

Ces pertes sont fonction de la fréquence utilisée, autrement dit les processus d'absorption ne sont pas les mêmes dans toutes les fréquences. Pour tenir compte de ces différences, on a pris l'habitude de diviser le "spectre" sonore en quatre régions :

- dans la région IV (entre 10 mégahertz et 500 kilohertz), c'est la viscosité du milieu qui est essentiellement responsable de l'absorption ;

- dans la région III (entre 500 kHz et 5 kHz), un autre phénomène prédomine : au passage des ondes sonores, les ions  $MgSO_4$  (sulfate de magnésium) liés aux molécules d'eau se séparent en ions Mg, OH, H et  $SO_4$ . Cette dissociation exige de l'énergie, et celle-ci est prise aux ondes sonores ;

- dans la région II (entre 5 kHz et 50 Hz), c'est aussi un processus de dissociation chimique qui intervient, mais il concerne cette fois l'acide borique  $B(OH)_3$  ;

- dans la région I (au-dessous de 50 Hz), on ne connaît pas exactement la cause majeure de l'absorption, qui, de toute manière, est très faible. Mais, d'une manière générale, et pour toutes les régions du "spectre", l'absorption diminue avec l'augmentation de la température.

**Propagation du son.** Elle subit, nous l'avons dit, l'influence de divers facteurs (pression, température, salinité) qui dépendent de la situation géographique des lieux, et qui, pour un lieu donné, sont sujets à des changements saisonniers, voire journaliers. La température étant le paramètre le plus important en acoustique sous-marine, c'est à partir de ses variations que l'on a établi une classification des zones de propagation des sons. Empressons-nous toutefois d'ajouter qu'il n'y a pas de règle absolue ni de comportement général, mais un ensemble de cas particuliers. Cette restriction posée, voyons comment se répartissent les différentes zones.

- Une première zone peut se constituer lorsqu'apparaissent des chenaux de surface. A la suite d'une tempête ou d'un vent fort, de l'énergie est transformée en vagues et en turbulences plus profondes. La couche d'eau superficielle, généralement plus chaude, est alors mélangée aux couches sous-jacentes, et il se forme sur quelques dizaines de mètres une zone isotherme. Un autre processus peut conduire au même résultat : lorsque l'eau se refroidit, soit parce que l'atmosphère est à basse température, soit au contraire

parce que l'évaporation est intense, il se produit des phénomènes de convection qui brassent les eaux de surface et créent des chenaux isothermes.

L'apparition ou la disparition de cette zone peut être très rapide : une simple variation de température de quelques dixièmes de degré (un après-midi ensoleillé sur une mer calme) suffit à la détruire. Dans l'Atlantique Nord, sous nos latitudes, la profondeur moyenne du chenal de surface est de 70 mètres en hiver et de 20 mètres en été.

L'intérêt de cette zone est qu'elle se comporte comme un piège acoustique. La température étant constante, la propagation du son dépend essentiellement de la pression. Plus la profondeur augmente, plus la pression (donc la densité de l'eau) s'accroît. Comme la vitesse du son s'élève avec la pression, la trajectoire du "rayon" sonore sera infléchiée vers le haut. Dans le chenal de surface, les ondes sonores suivent donc un parcours cyclique fait d'une succession de réflexions sur la surface et de réfractions (courbures résultant de la variation de la vitesse de propagation).

- Au-dessous du chenal de surface, se trouve une zone baptisée "thermocline saisonnier". Le mot "thermocline" indique que la température s'abaisse progressivement du haut en bas de cette couche, et l'adjectif "saisonnier" précise que la température maximale du haut de la couche varie avec les saisons. Dans cette zone, la vitesse de propagation du son diminue à mesure que la température descend.

- Plus bas encore, se trouve le thermocline principal, une zone où la température continue de s'abaisser, mais ne varie pas en fonction des saisons. Dans l'Atlantique, le thermocline principal se situe approximativement entre 100 mètres et 1 000 mètres, et la température s'y échelonne de 12 °C à 4 °C. En revanche, en Méditerranée, il n'y a pas de thermocline principal : en hiver, l'eau est pratiquement à 13 °C de la surface jusqu'au fond ; en été, elle reste à 13 °C depuis le fond jusqu'à environ - 100 mètres, puis monte ensuite graduellement jusqu'à la surface.

- Enfin, sous le thermocline principal, s'étend une dernière zone dans laquelle la température est uniformément de 4 °C. A la limite supérieure de cette zone, il existe une tranche particulièrement intéressante : c'est celle où la vitesse du son, après avoir décréu en même temps que la température, recommence à croître avec la pression. Une onde sonore émise dans cette tranche — baptisée "axe principal du canal acoustique profond" — se propage extrêmement loin, car elle décrit une sinusoïde approximative tout le long de cet axe.

Venons-en aux appareils qui servent à la détection sous-marine. On peut les classer en deux catégories : les hydrophones et les transducteurs. Un hydrophone est, comme nous l'avons déjà dit, un microphone immergé qui capte les sons dans toutes les directions. Employé seul, il ne fait que signaler la présence d'un bruit. Utilisés en série dans certaines configurations, les hydrophones donnent en plus des indications sur

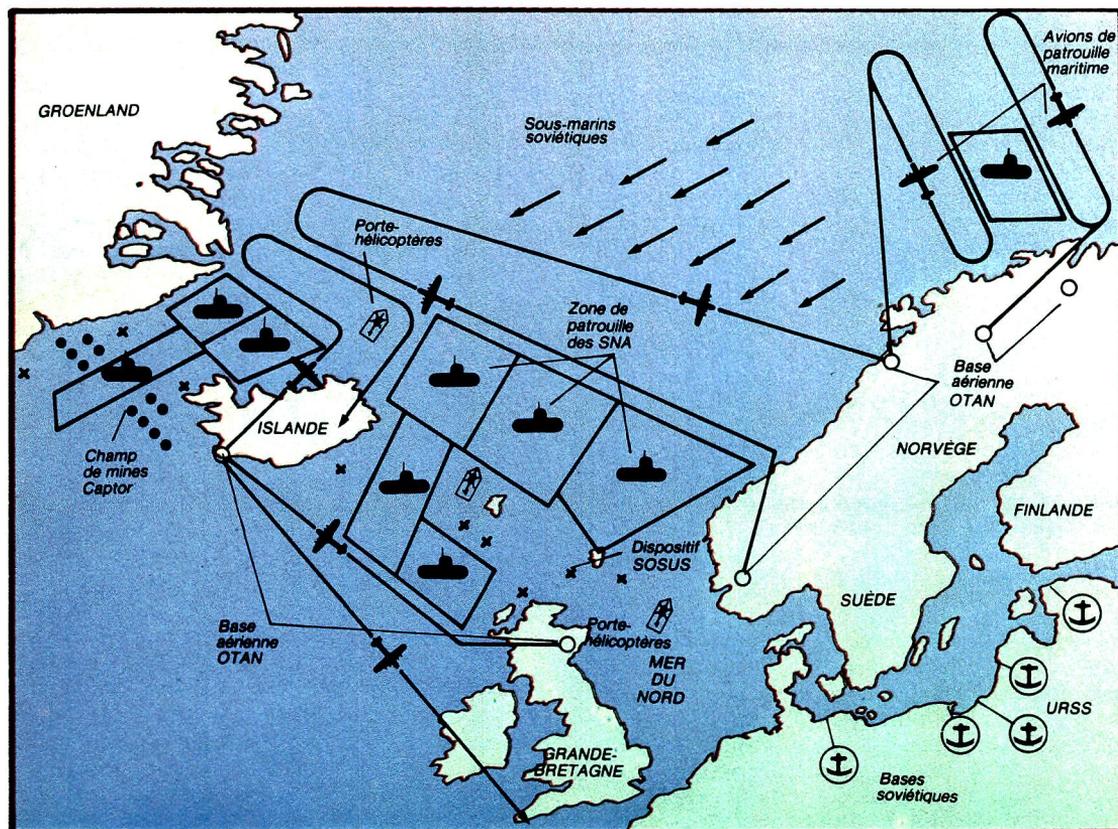
la position de la source sonore (par comparaison des temps d'arrivée du bruit sur les différents micros).

Les transducteurs, eux, sont en quelque sorte des haut-parleurs sous-marins doublés de micros ; ils sont donc capables à la fois d'émettre et de recevoir. Activés par un courant électrique, ils envoient des ondes sonores. Lorsqu'une de ces ondes frappe une cible, elle est réfléchiée et revient sous forme d'écho vers le transducteur, qui peut alors évaluer la distance à laquelle se trouve ladite cible. Là encore, avec un réseau de transducteurs, on peut déterminer la position de l'objet touché.

Hydrophones et transducteurs sont les éléments de base des sonars (contraction de *Sound Navigation Ranging*), équivalents sous-marins des radars aériens. Disons tout de suite qu'il y a deux types de sonars : les sonars actifs, qui envoient un signal et analysent l'écho de retour, et les sonars passifs, qui se contentent d'écouter.

Jusqu'en 1960, les sonars actifs étaient directionnels : ils émettaient des signaux dans une direction donnée, attendaient l'éventuel retour d'un écho, et recommençaient l'opération dans une autre direction. Vu la faible vitesse de propagation du son (à 1 500 mètres par seconde, il faut compter 10 secondes pour qu'un signal

## LES PORTES DE L'ARCTIQUE TRUFFÉES DE MICROS



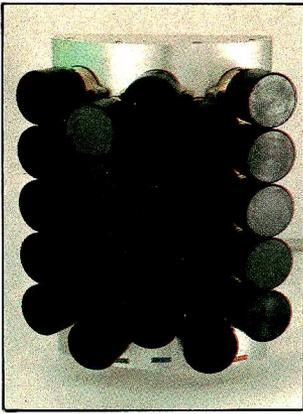
Pour se rendre dans l'Atlantique Nord, les sous-marins soviétiques, qu'ils proviennent de Mourmansk ou de Kaliningrad, devraient se frayer un passage à travers un barrage anti-sous-marin reliant le Groenland à la Grande-Bretagne. Ce barrage utiliserait les capacités de détection du réseau SOSUS : les croix sur le dessin représentent l'emplacement supposé des hydrophones permettant la détection acoustique de tout sous-marin désireux de passer en Atlantique Nord.

Les informations recueillies par le réseau sont transmises à un centre de traitement qui réinformera alors les diverses unités de lutte ASM (avions, hélicoptères, sous-marins nucléaires d'attaque), éventuellement par le biais d'un satellite.

Un sous-marin rentrant dans la zone couverte par le réseau SOSUS a une probabilité d'être détecté de l'ordre de 1 % en une heure. Cette probabilité passe à

21 % en une journée et 82 % en une semaine. Entre le Groenland et l'Islande, s'étendrait un champ de mines du type "Captor", avec, à l'intérieur, une zone de passage où patrouille un SNA.

Ces mines, immobiles sur le fond, sont formées d'une torpille à l'intérieur d'une capsule équipée elle-même d'un sonar passif qui reste à l'écoute suffisamment longtemps pour distinguer un sous-marin d'un navire de surface ou d'une baleine. Une fois un sous-marin repéré, un sonar actif se met en marche, et un calculateur détermine le moment où la cible est suffisamment proche pour libérer la torpille. Celle-ci se met alors en chasse avec ses propres moyens. Ce système n'étant pas prévu pour faire de l'"IFF" (autrement dit pour distinguer un sous-marin ami d'un ennemi), les sous-marins de l'OTAN n'ont pas intérêt à se perdre dans la zone.



*Ci-contre, une partie des hydrophones du sonar actif Diodon (de Thomson-CSF), qui comporte 24 colonnes. Ce sonar est remorqué à une profondeur variable (50-300 m) à l'arrière des bateaux (en particulier de certains avisos de la Marine nationale). Il a une portée de l'ordre de 10 km.*

(dans cette région, il y a un bruit de fond important, mais la "signature" (5) d'un navire s'y repère aisément ; par conséquent, l'écoute se fait sur des bandes de fréquence très étroites), et ceux qui écoutent au-dessus de 1 000 Hz (au contraire, l'écoute se fait sur des bandes de fréquence larges).

Les bandes de fréquence dont nous venons de parler concernent surtout les sonars à longue portée. Mais les appareils chargés de détecter les mines sont à portée beaucoup plus courte (environ 1 km), afin d'avoir le maximum de définition. Ils utilisent couramment des fréquences supérieures à 100 kHz. De même, les sonars

fasse l'aller-retour entre le sonar et une cible située à 7,5 km), il leur fallait environ 6 minutes pour faire le tour complet de l'horizon — en admettant que chaque émission couvrit une zone de 10 degrés d'ouverture.

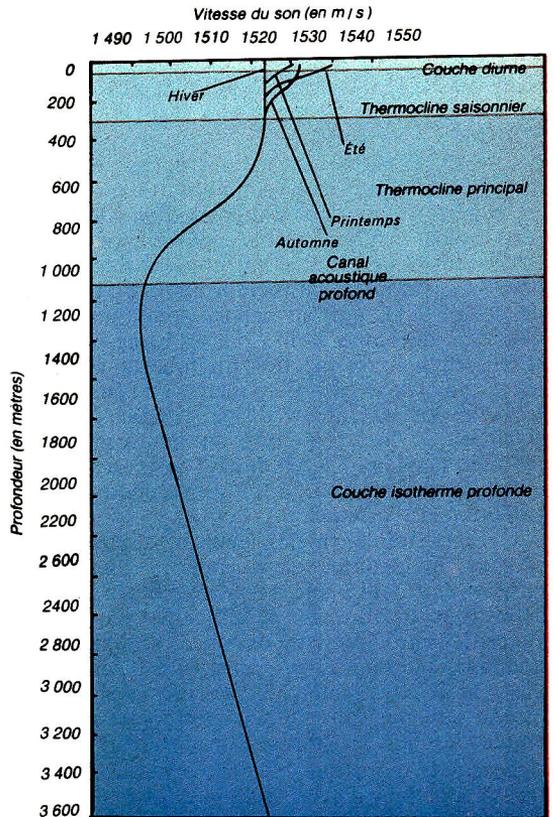
Pour remédier à cette lenteur, inconciliable avec une détection efficace, on a construit des sonars omnidirectionnels, c'est-à-dire émettant simultanément dans toutes les directions. Ainsi un sonar moderne ressemble à un cylindre composé de plusieurs colonnes, chaque colonne contenant plusieurs transducteurs. Tous ces transducteurs fonctionnent pour leur propre compte, et envoient leurs informations à un ordinateur central.

Afin d'améliorer la précision de la détection et d'éliminer les bruits de fond, les ondes sonores émises par les transducteurs sont modulées, soit en amplitude, soit en fréquence. Si elles sont modulées en amplitude, on commence par choisir la fréquence adaptée aux recherches que l'on veut entreprendre. En effet, plus la fréquence est élevée, meilleure est la définition, mais plus faible la portée ; au contraire, avec de basses fréquences, on aura une portée beaucoup plus grande, mais une définition nettement moins bonne. La modulation d'amplitude est surtout utilisée pour détecter des cibles en déplacement (par mesure de l'effet Doppler).

La modulation de fréquence, elle, convient mieux à la détection des cibles immobiles. Elle permet en effet de diminuer la durée du signal et donc de s'affranchir des problèmes de réverbération (sur les roches, sur la surface, etc.). En contrepartie, elle est moins fiable pour la détection des cibles mobiles. Pratiquement, les fréquences employées par les sonars actifs se situent entre 2 kHz et 15 kHz.

Les sonars passifs sont tactiquement plus intéressants, parce que, n'émettant aucun signal, ils ne sont pas repérables. Les fréquences qu'ils sont susceptibles d'entendre vont de 10 Hz à 2 kHz. Grosso modo, on distingue deux types de sonars passifs : ceux qui écoutent au-dessous de 1 000 Hz

## LES 4 SAISONS SOUS-MARINES



*Il n'existe pas de comportement acoustique commun à toutes les mers du globe. On retrouve cependant un certain nombre de zones caractéristiques dans ce dessin représentant la variation de la vitesse du son avec la profondeur, à quelques miles des Bermudes.*

*Entre 0 et 50 m, il y a une première couche (couche diurne), dans laquelle la température varie suivant les conditions météo et en passant de la nuit au jour. Jusqu'à 250 m, on trouve ensuite un "thermocline" (variation de température) saisonnier, dans lequel la température dépend fortement de la saison ; puis, de 250 m à 1 000 m s'étend le thermocline principal dans lequel la température décroît fortement, jusqu'à 4 °C, où elle devient constante. Alors c'est la pression qui prédomine comme le montre la courbe de variation de la vitesse du son : celle-ci passe par un minimum vers 1 000 m et augmente ensuite avec la profondeur.*

(5) Par "signature" d'un navire, on entend le bruit fait par ses moteurs et ses hélices.

placés dans le nez des torpilles pour les guider sur leur cible travaillent dans une bande allant de 15 kHz à 100 kHz, car ils doivent, eux aussi, se montrer capables d'une très grande précision.

A propos des torpilles, disons qu'on les classe habituellement en deux groupes : les légères et les lourdes :

- Les torpilles légères (250 à 300 kg) ont une portée qui ne dépasse pas 8 km. Pourvues de charges creuses, elles sont destinées à la chasse aux sous-marins. Elles attaquent ces derniers perpendiculairement à leur trajectoire, de façon à percer leur coque et leurs ballasts. Il s'agit le plus souvent de torpilles à autodirecteur actif, c'est-à-dire qui se guident sur l'écho renvoyé par la cible. C'est le cas, par exemple, de la MK 46 américaine, qui sera bientôt remplacée par l'ALWT (*Advanced Lightweight Torpedo* = nouvelle torpille ultra-légère), encore plus performante. En France, il existe aussi un programme NTL (nouvelle torpille légère) qui doit aboutir à la production d'une torpille baptisée *Murène*.

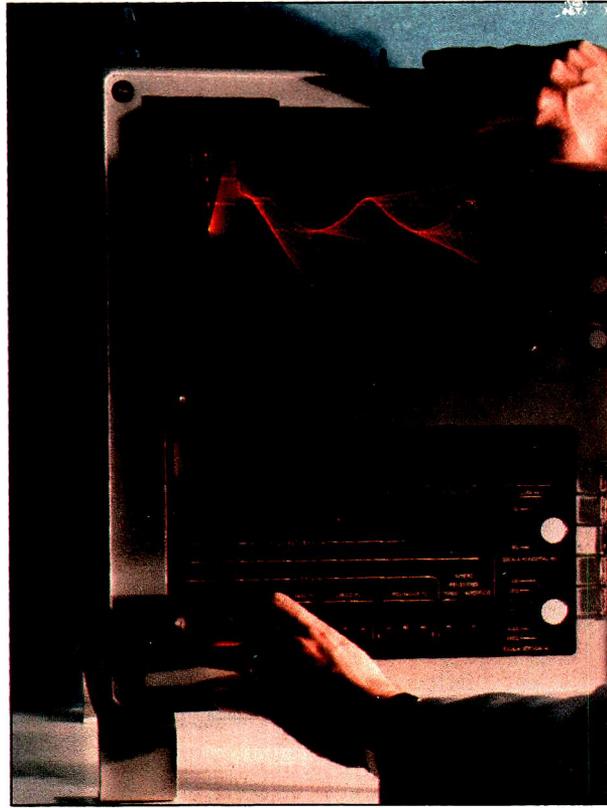
- Les torpilles lourdes, d'une portée de 20 à 40 km, sont plutôt réservées à la lutte antisurface et, comme telles, sont équipées d'un autodirecteur passif. Mais, afin de pouvoir les utiliser également dans la lutte anti-sous-marine, on les dote en sus d'un autodirecteur actif. Le parcours de ces torpilles qui, au départ, sont filoguidées, peut être décomposé en 3 phases : une phase de stabilisation après éjection du tube lance-torpilles ; une phase de filoguidage, au cours de laquelle un opérateur dirige l'engin jusqu'au voisinage de la cible; enfin, une phase d'autodirection, pendant laquelle le "cerveau" de la torpille prend en charge toutes les opérations de détection et d'attaque.

Cela dit, toute arme engendrant sa parade, les progrès de la détection sous-marine ont donné naissance à toute une série de contre-mesures acoustiques destinées à brouiller les sonars et à égarer les autodirecteurs de torpilles. Bien que ce domaine soit soumis au secret, il est néanmoins possible de se faire une idée des procédés utilisés, qui ne sont pas sans rappeler les contre-mesures employées dans les combats de surface (6).

Disons d'abord que les contre-mesures acoustiques sont loin d'avoir atteint la diversité et le degré de perfectionnement des contre-mesures électromagnétiques. La raison en est simple : comme les sous-marins sont encore aujourd'hui difficilement détectables, ils ont tout intérêt à ne pas se faire remarquer par l'emploi de contre-mesures bruyantes (puisque'il s'agit de leurrer les sonars adverses). Aussi les techniques actuelles de brouillage s'appliquent-elles essentiellement à la lutte antitorpille, car, dans ce cas, peu importe le bruit : lorsqu'un engin est à ses trousses, le sous-marin doit tout faire pour l'éviter.

Avant de passer en revue les contre-mesures les plus couramment utilisées, il nous faut évo-

(suite du texte page 82)



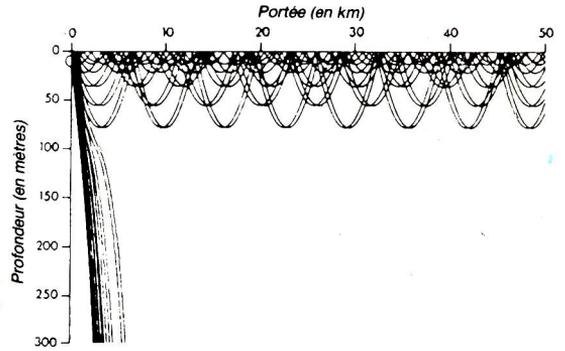
La détection des sous-marins est un sport particulièrement compliqué ; la mer est constamment changeante, et l'heure du jour, la saison, la position géographique peuvent radicalement changer les chemins de propagation d'une onde sonore. A cela se rajoutent les bruits créés par la faune sous-marine, l'impact des gouttes de pluie à la surface, la nature du fond marin, etc. ; bref, toutes sortes de perturbations qui font des signaux recus dans un détecteur un véritable puzzle. Les principaux facteurs agissant sur la propagation du son tiennent aux variations de pression, de température ou de salinité de la mer. En effet, dans la plupart des cas les ondes sonores vont traverser des gradients (des variations), par exemple lorsque la température sera plus élevée en surface.

Comment "réagit" l'onde dans un gradient : on démontrera mathématiquement, en utilisant les lois de Descartes sur le chemin suivi par une onde à travers différents milieux, qu'une onde sonore dans un gradient linéaire (c'est-à-dire dont la variation peut être représentée par une droite), suit une trajectoire circulaire. Si le gradient est positif (par exemple lorsque la pression augmente avec la profondeur) ou négatif (température décroissant avec la profondeur), la courbure sera dans un sens ou dans l'autre. On peut comprendre ce phénomène par analogie avec l'optique, en imaginant un empilement de plaques de verre ayant chacune un indice de réfraction différent et progressif : au fur et à mesure des changements, le rayon lumineux sera de plus en plus incurvé jusqu'à devenir quasiment horizontal, subir une réflexion totale et refaire un chemin symétrique.

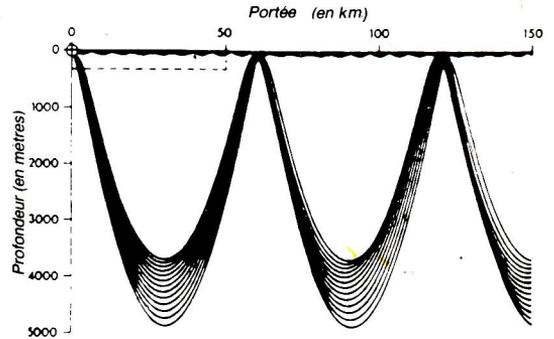
Sur le **dessin 1**, on voit que les ondes sonores émises par un sonar situé en surface (à l'origine des courbes), plongent immédiatement dans les profondeurs (pour

(6) Voir *Science & Vie* n° 778 : « La leçon d'électronique des Malouines. »

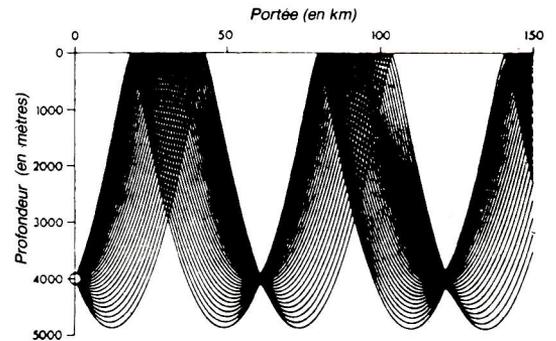
# L'ÉTAT DE LA MER



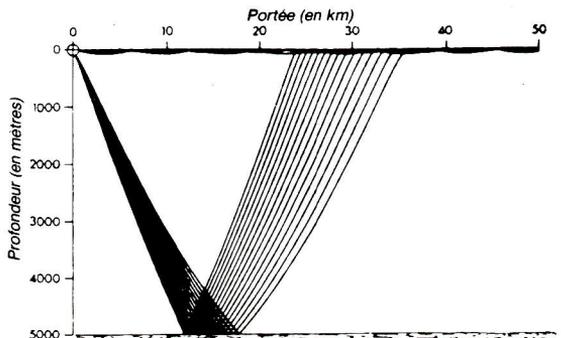
1. Sonar de coque avec chenal de surface.



2. Sonar à zone de convergence.



3. Sonar profond.



4. Sonar à réflexion sur le fond.

celles qui sont émises presque verticalement), ou bien elles sont piégées dans un chenal de surface. Dans ce chenal, la température est constante, donc l'onde, qui n'est soumise qu'à un gradient de pression, va se propager en arcs de cercle avec une concavité tournée vers le haut. La transmission peut se faire assez bien à l'intérieur du chenal mais par contre aucune détection ne pourra être faite en dessous de ce chenal.

Sur le **dessin 2**, les ondes sonores émises ont traversé un gradient de température appelé "thermocline", puis, en pénétrant dans la zone profonde isotherme, sont ramenées vers le haut sous l'effet de la pression. L'intérêt de ce mode de propagation tient à ce que des ondes sonores, ayant suivi un chemin différent, viennent converger près de la surface, donc redonnent au signal son intensité (lignes plus serrées ici).

Sur le **dessin 3**, les ondes sonores doivent être émises à grande profondeur, ce qui implique de "trempier" le sonar à quelques milliers de mètres. On voit qu'on a ainsi les zones d'ombre (où les ondes ne passent pas) ; malheureusement, il est assez difficile de naviguer en traînant un engin à 3 000 ou 4 000 mètres de profondeur.

Sur le **dessin 4**, les ondes se réfléchissent directement sur le fond (la profondeur n'étant pas suffisante pour que la réflexion ait lieu avant). Dans ce cas le signal est sensiblement atténué.

L'écran sur la photo montre la propagation des ondes sonores autour de l'axe du canal acoustique profond, limite entre la zone profonde isotherme et le thermocline principal. En dessous de l'axe, les ondes sont incurvées vers le haut sous l'effet du gradient de pression puis, au-dessus de l'axe, incurvées vers le bas sous l'effet du gradient de température.

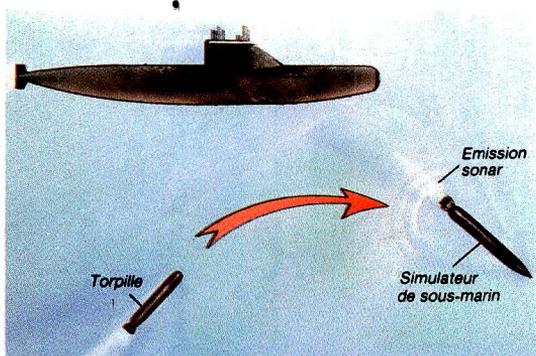
quer quelques procédés qui s'y apparentent. Ainsi on peut rendre un sous-marin plus silencieux en améliorant le profil de sa coque, en isolant mieux ses moteurs et en augmentant le nombre de pales et la taille de l'hélice (celle-ci, en tournant moins vite, fait moins de bruit). Notons à ce propos que les sous-marins soviétiques sont sensiblement plus bruyants que leurs homologues de l'OTAN, au point que l'on se demande parfois s'ils n'en "rajoutent" pas, de façon à pouvoir, en cas de conflit, tromper l'adversaire par une soudaine discrétion.

Une autre manière de rendre un sous-marin moins repérable consiste à recouvrir sa coque de matériaux anéchoïdes (qui ne renvoient pas d'échos, parce qu'ils absorbent le son). Ces matériaux doivent avoir une résistance acoustique proche de celle de l'eau et une épaisseur au moins égale au quart de la longueur d'onde que l'on souhaite voir absorbée. On utilise à cet effet des substances d'une consistance proche de celle du liège : résines alvéolées, ou mousses à base de caoutchouc et de liège. Cette méthode, qui donne de bons résultats, comporte néanmoins deux points faibles : d'une part, les matériaux en question tiennent difficilement à grande vitesse ; d'autre part, ils n'absorbent pas les émissions sonar à basse fréquence (ou alors il faudrait en plaquer une couche très épaisse, ce qui est difficilement réalisable). On pourrait cependant mettre l'absorbant à l'intérieur de la coque, puisque le métal est pratiquement transparent aux ondes acoustiques basse fréquence et que, seule l'interface métal-air est importante pour

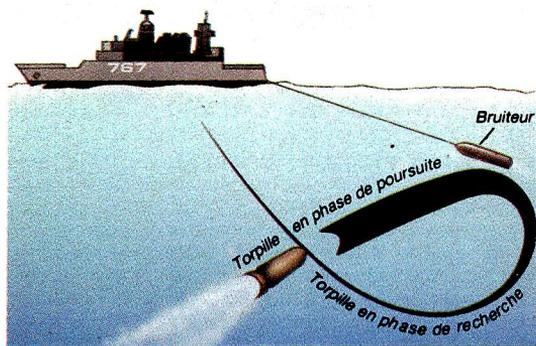
torpille (à moins que celui-ci ne soit capable de déjouer l'artifice). Une autre façon de tromper le sonar d'une torpille consiste à utiliser un bruiteur remorqué au bout d'un long câble. L'appareil émet des ondes acoustiques de mêmes fréquences que celles produites par le bâtiment remorqueur, mais beaucoup plus puissantes. Attirée par ce vacarme, la torpille manquera sa cible. La France, par exemple, utilise le bruiteur américain *Nixie* ; mais il convient d'ajouter que les torpilles "intelligentes" ne tomberont pas dans le piège : elles se dirigeront peut-être vers le bruiteur, mais, arrivées à proximité, elles le reconnaîtront et se remettront en poursuite.

C'est pourquoi les nouvelles contre-mesures, notamment celles qui sont employées par les sous-marins, sont nettement plus sophistiquées. Il peut s'agir, par exemple, de petits cylindres de 80 cm de long, pesant environ 45 kg, et équipés de transducteurs : éjectés du sous-marin en cas de menace, ils dérivent sous l'eau en émettant divers bruits. Dans la gamme supérieure, on trouve des engins en forme de torpille, de 2,50 m de long et de plus de 100 kg : lâchés par le sous-marin, ils évoluent à une vitesse de 6 ou 7 nœuds durant une quinzaine de minutes, selon des trajectoires préétablies, attirant sur eux l'attention du poursuivant.

Enfin, le *nec plus ultra* en la matière est représenté par des leurres véritablement "intelligents" : se déplaçant suivant des itinéraires complexes, ils sont capables non seulement de reproduire les bruits internes d'un sous-marin, mais aussi d'imiter les sons provoqués par un



Le sous-marin a éjecté un simulateur sur lequel s'est accroché l'autodirecteur de la torpille.



La torpille s'est dirigée vers le bruiteur, puis, l'ayant identifié comme tel, s'est remise en chasse.

renvoyer un écho. Il existe par ailleurs des projets dont le principe serait d'utiliser une couche d'hydrophones pour absorber le son.

Venons-en maintenant aux mesures actives et aux contre-mesures proprement dites. En cas d'attaque, un sous-marin peut lâcher une nuée de bulles d'air : celles-ci se comporteront comme des *chaff* (7) et aveugleront l'autodirecteur de la

sillage. Certains d'entre eux, pour simuler le champ magnétique du sous-marin, traînent derrière eux un câble d'une trentaine de mètres et parcourent par un courant. Ce câble porte aussi une antenne acoustique destinée à attirer sur elle les torpilles à autodirecteur et, par la même occasion, à éviter les coups directs sur le leurre (qui peut ainsi resservir plusieurs fois).

Parallèlement à l'utilisation de ces appareils extérieurs, le sous-marin lui-même peut tenter de renvoyer l'émission sonar en opposition de phase, annihilant ainsi tout écho, ou même de faire du

(7) Mot anglais signifiant paille hâchée. Les *chaff* sont de petits confettis de papier argenté que les avions ou les navires de surface projettent en nuages pour brouiller les radars de détection ou de poursuite.

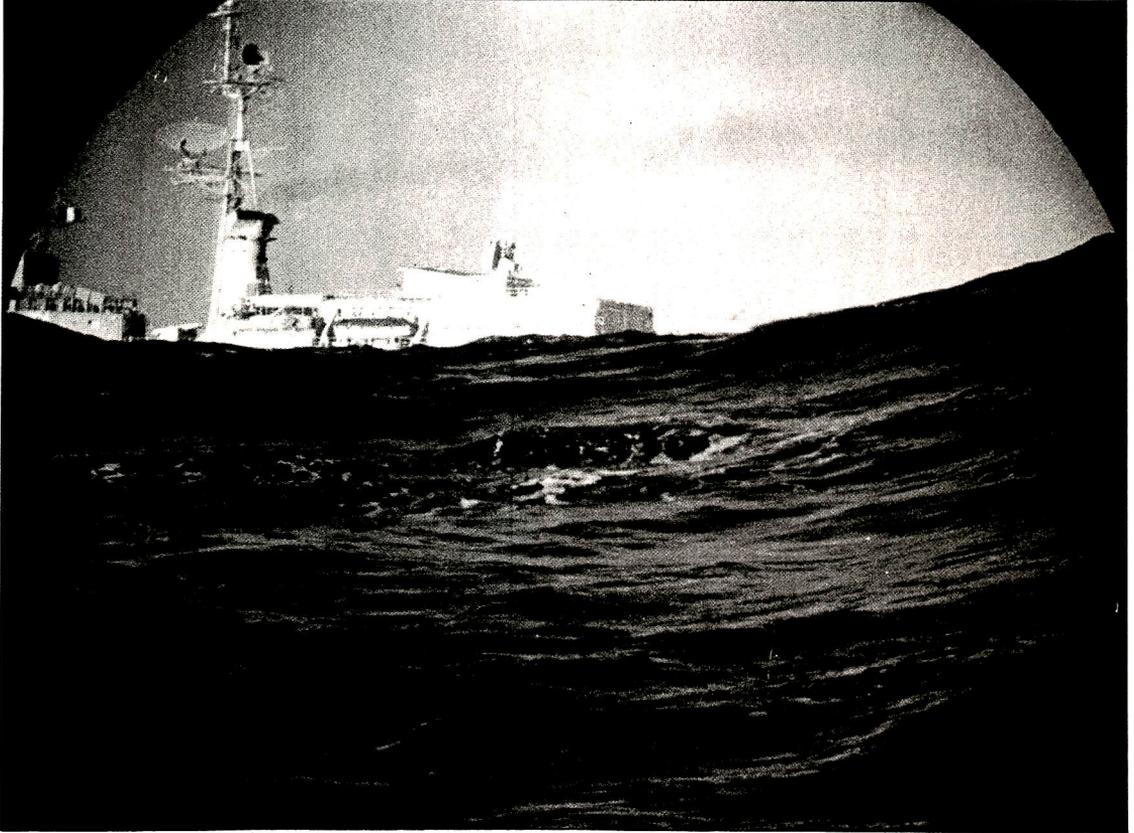
vol de "fenêtre", c'est-à-dire d'envoyer un écho supplémentaire, d'abord parfaitement aligné, puis légèrement décalé, qui trompera le sonar de l'autodirecteur sur la position exacte de la cible.

Mais laissons les torpilles s'égarer, et revenons aux sonars. Où les trouve-t-on? Sur tous les navires de guerre, évidemment, et sur les sous-marins, mais aussi suspendus sous la cabine de certains hélicoptères, accrochés à des bouées, ou, comme nous venons de le voir, dans le nez des engins autoguidés. Il existe aussi des sonars civils : embarqués sur des chalutiers, ils servent à détecter les bancs de poissons.

En général, sur les navires de surface, les sonars sont placés à la proue ou sous la coque ; ils sont rétractables (sur les bâtiments appelés à

d'ombre sont moins importantes ; mais cela exige une parfaite connaissance de la topographie sous-marine et de la nature du fond.

L'idéal serait de pouvoir se servir du canal acoustique profond en immergeant un sonar au niveau adéquat (vers 1 500 m en méditerranée, et 3 000 m dans l'Atlantique) : la propagation des ondes serait alors affranchie des variations thermiques de surface, et les zones d'ombre réduites au minimum. La France, conjointement avec les États-Unis, a étudié cette solution, mais le projet (baptisé *Cormoran*) a été provisoirement abandonné, pour des raisons financières d'ailleurs, car, malgré sa difficulté (il n'est pas facile de tirer derrière soi un engin plongé à 3 000 m de fond !), le problème technique a été résolu.



*Un sous-marin en immersion périscopique est très vulnérable (son périscope est détectable à 3 km par radar). Mais le commandant peut voir de ses yeux à quel navire il a affaire. Ici le sous-marin Onyx (Grande-Bretagne) a pris cette photo d'une frégate française à travers son périscope. Il était alors en route vers les îles Malouines.*

faire de la vitesse) ou à dôme fixe, panoramiques ou directionnels. Malheureusement, ainsi disposés, ces appareils ne travaillent pas dans des conditions idéales, d'abord à cause du bruit fait par le bâtiment sur lequel ils sont montés, ensuite à cause des variations de température fréquentes dans les eaux superficielles. S'il se crée un chenal de surface, ils ont une portée de 15 à 30 km, mais sont limités en profondeur. Certes, on peut augmenter la puissance du sonar et envoyer des ondes qui se réfléchissent sur le fond de la mer : la portée passe alors à 35 km, et les zones

Cela dit, la solution du remorquage, mais à moindre profondeur, est déjà largement utilisée de nos jours. D'abord avec les sonars remorqués "classiques" : à l'arrière du bateau, on trempe le sonar actif à la profondeur voulue, entre 50 et 300 mètres. Pour la détection passive, l'un des meilleurs instruments actuellement exploités est l'antenne tractée : au bout d'un filin de quelques centaines de mètres de longueur est fixé un câble de plastique rempli d'huile, d'environ 100 mètres, sur lequel ont été disposés une série d'hydrophones ; le câble est maintenu à une trentaine de

mètres de profondeur par la vitesse du navire remorqueur. Ce système a l'avantage d'éliminer une grande partie des bruits produits par le bâtiment qui tire l'antenne, et d'avoir une portée supérieure à 100 km quand les circonstances sont favorables. On peut aussi combiner ces deux types de sonars en trempant un sonar actif sur l'arrière, lui-même remorquant une antenne.

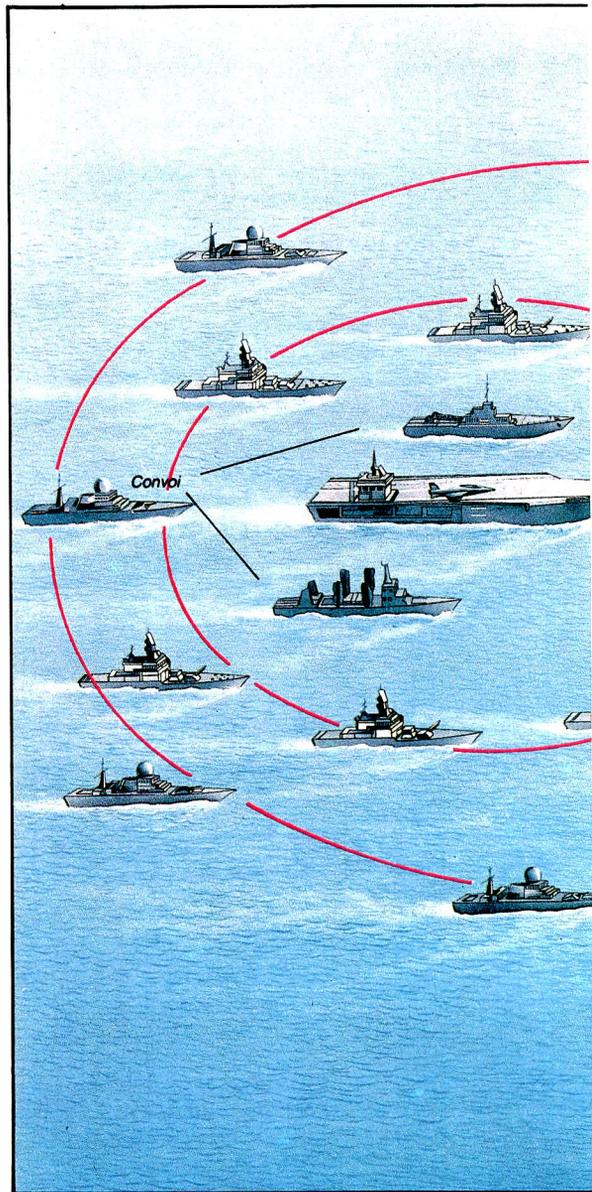
Sur les hélicoptères de détection sous-marine, les sonars sont attachés au bout d'un câble qu'un opérateur plonge ça et là à diverses profondeurs dès qu'une présence suspecte lui a été signalée. Mais les hélicoptères, tout comme les avions, peuvent aussi larguer des bouées de différents types. Les premières servent à évaluer le niveau acoustique local (le bruit de fond) et la bathythermie (les variations de température). Une fois ces renseignements transmis (par un émetteur VHF installé sur la bouée), l'avion ou l'hélicoptère lâchera des bouées actives ou passives.

Au moment de l'impact avec la mer, chacune d'entre elles libérera un sonar qui, relié à elle par un câble, ira se placer à la profondeur la plus favorable à la propagation du son, telle qu'elle a été définie par le relevé bathythermique. D'une durée de fonctionnement choisie au départ (entre 1 et 8 heures), le sonar émettra des ondes acoustiques (mode actif, portée de l'ordre de 10 km) ou se contentera d'écouter (mode passif, portée d'environ 30 km), et les informations recueillies seront transmises en VHF à l'avion ou l'hélicoptère. En général, ces bouées sont larguées en plusieurs exemplaires, afin de permettre une détection plus précise par corrélation<sup>(8)</sup> et couvrir une plus grande zone.

À côté des sonars mobiles, installés sur des navires, etc., il existe des sonars "en poste" établis à demeure dans les mers et les océans, et qui surveillent de façon continue de vastes secteurs considérés comme stratégiques. C'est le cas du réseau SOSUS (*Sound Surveillance System*), longue chaîne d'hydrophones fixes amarrés aux rebords du plateau continental, tant dans l'Atlantique que dans le Pacifique (voir carte p. 78). Les Américains ont mis vingt-cinq ans à construire ce lacs d'oreilles sous-marines reliées par câbles à des bases terrestres, mais qui peuvent aussi transmettre leurs informations, via un satellite, aux avions de patrouille maritimes.

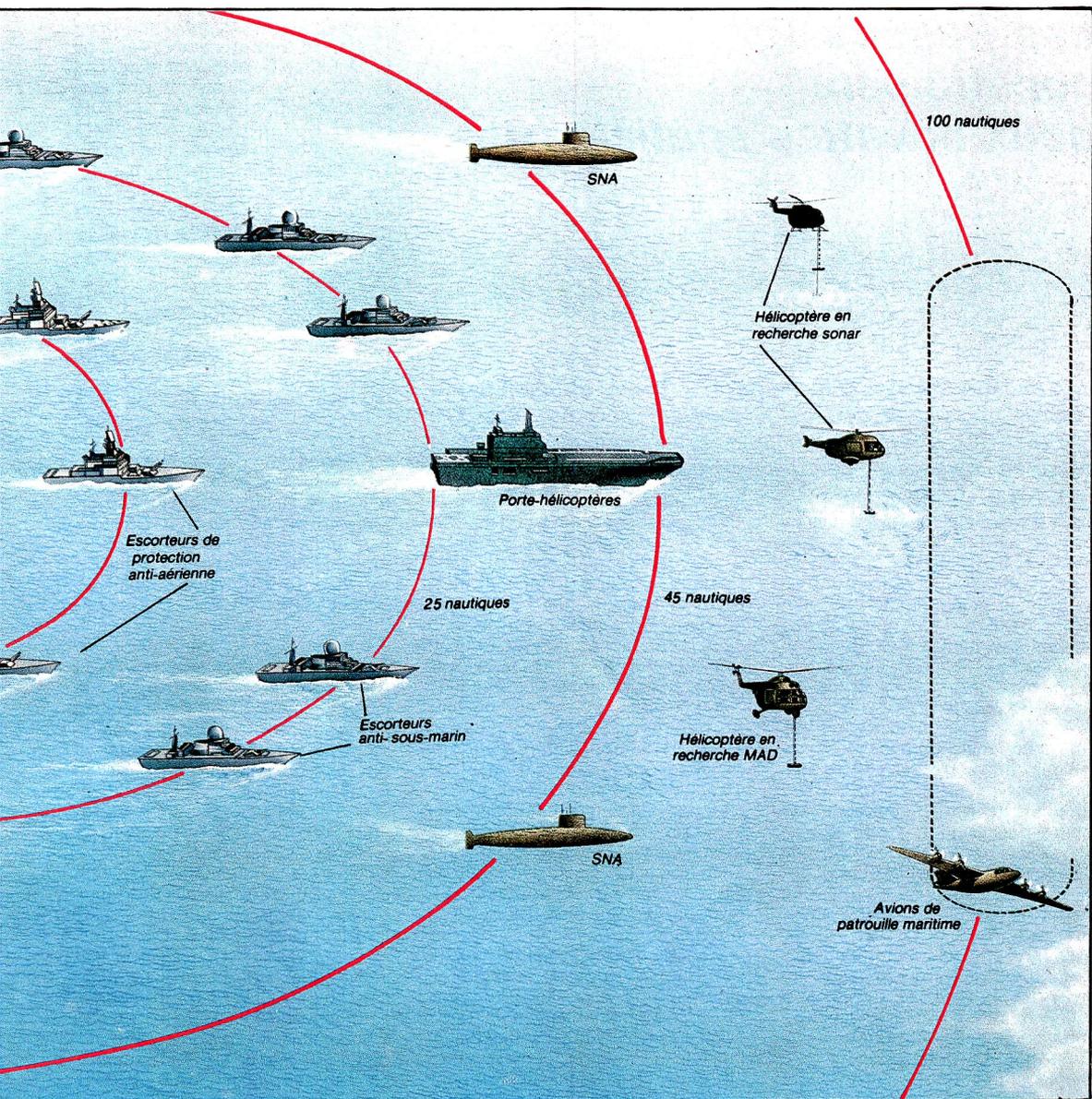
Le système SOSUS est capable non seulement de repérer un sous-marin ou un navire parmi les bruits ambiants (vagues, baleines, etc.), mais aussi de distinguer une "signature" d'une autre. Cependant, étant uniquement passif, il ne donne qu'une localisation approximative, rendue encore plus imprécise par le temps que met le signal à parvenir jusqu'aux hydrophones (temps pendant lequel la source sonore s'est déplacée). Il n'en reste pas moins que l'utilité de ce réseau a été démontrée en maintes occasions.

(8) Signalons au passage que les avions et les hélicoptères utilisent aussi des radars spécialement conçus pour la détection des périscoopes, des schnorkels (tubes servant à l'évacuation des gaz d'échappement et l'alimentation en air frais des sous-marins à moteurs Diesel), des appareils détectant les gaz d'échappement et des détecteurs d'anomalie magnétique.



La marche d'un convoi, dans une zone où des attaques sous-marines seraient probables, obéit à des tactiques particulières. On a représenté ici une tactique utilisée par les marines de l'OTAN : d'abord l'ensemble de la force déguisera sa route en naviguant en zigzags : tout autour du convoi à protéger seront rassemblés une

En 1968, par exemple. Cette année-là, le 21 mai très exactement, un sous-marin nucléaire américain, le *Scorpion*, disparut corps et biens en quittant la Méditerranée. Pendant plusieurs semaines, avions et navires tentèrent de retrouver l'épave ou d'éventuels débris susceptibles d'indiquer la nature de la catastrophe. En vain. Ce n'est qu'au mois de juillet suivant que les enquêteurs pensèrent au réseau SOSUS : toutes les



première série d'escorteurs en protection anti-aérienne. Un peu plus loin, c'est-à-dire à quelque 20 ou 30 nautiques (1 nautique vaut 1,8 kilomètre), il y aura un deuxième cercle d'escorteurs plus spécialement réservés à la lutte anti-sous-marine. En avant du convoi, il y a un porte-hélicoptères d'où partiront des hélicoptères de

lutte anti-sous-marine et, sur les côtés, deux sous-marins nucléaires d'attaque. Enfin, loin à l'avant de la force navale, un avion de patrouille maritime fait de la recherche sur zone et avertit, dès qu'une présence suspecte est repérée, les hélicoptères ou les escorteurs ASM.

écoutes sont enregistrées, et les bandes sont conservées en archives. La bande correspondant à la période fatale fut recherchée et analysée : une impulsion y fut retrouvée, vraisemblablement provoquée par l'explosion de la coque sous la pression des profondeurs. Grâce à cette information, les Américains purent finalement découvrir l'endroit où avait coulé le *Scorpion*.

Cette même année, un sous-marin soviétique

de la classe *Golf* sombra avec ses missiles dans le Pacifique, à 750 milles au nord-ouest des Hawaii. Là encore, l'enregistrement de l'explosion par le réseau SOSUS permit de repérer la position de l'épave dans un carré de 10 milles de côté. Les Américains, vivement intéressés par le submersible, construisirent alors le *Glomar Explorer*, qui, en 1974, retrouva une partie de la coque à 4 870 mètres de profondeur.

(suite du texte page 153)

# Les Russes construisent deux navettes spatiales

*Une navette "légère" lancée par une fusée et une navette "lourde" propulsée comme "Columbia" seront prêtes d'ici quatre à six ans pour effectuer avant tout des missions militaires soviétiques, ce qui inquiète les Américains.*

■ Depuis le début de 1983, les techniciens soviétiques de l'espace mettent les bouchées doubles pour ne pas laisser aux Américains la maîtrise de l'orbite terrestre. Le 13 mars dernier, ils lancèrent *Cosmos 1443*, qui s'arrima automatiquement à la station orbitale *Saliout 7* pour en doubler le volume. Deux jours après, ils procédaient, sous le sigle de *Cosmos 1445*, à un essai de rentrée atmosphérique d'un planeur hypersonique, maquette de navette spatiale (voir photos ci-contre). Cette mini-navette avait été lancée le jour même, du cosmodrome de Kapoustine Yar, sur la Volga, à l'est de Volgograd (ex-Stalingrad), par une fusée *SL-8*, version modifiée du missile balistique de portée intermédiaire *SS-5*.

D'une masse approximative d'une tonne, cette mini-navette fut récupérée dans l'océan Indien à 550 km au sud des îles Cocos, après avoir parcouru autour de la Terre une révolution et demie à une altitude comprise entre 158 et 208 km, sur une orbite inclinée à 50,7° sur l'équateur. Ce vol était en tout point identique à l'essai d'une maquette de navette testée le 3 juin 1982 lors de la mission de *Cosmos 1374*. Les photos ci-contre, prises lors de la récupération, depuis un hélicoptère d'observation de la marine australienne, donnent une idée de la technologie utilisée par les spécialistes soviétiques pour réaliser un engin qui doit supporter par endroits des températures de 1 800-2 000 °C lorsqu'il passe en une dizaine de minutes de la vitesse de satellisation (28 000 km/h) à l'immobilisation totale. Elle évoque les formules retenues par les Américains il y a une vingtaine d'années

lorsqu'ils exploraient le vol hypersonique avec des engins du type *Dyna-soar X-20* développé par Boeing.

Si on les compare aux vaisseaux spatiaux couramment utilisés jusqu'ici (capsule *Apollo*, vaisseau *Soyouz T*), les planeurs hypersoniques présentent l'avantage de pouvoir manœuvrer lors de la rentrée atmosphérique dans une zone de 2 000 à 3 000 km autour de leur trajectoire théorique, ce qui présente un intérêt militaire certain. La maquette testée au mois de mars doit permettre aux ingénieurs soviétiques de mettre au point d'ici à la fin de l'année une navette spatiale plus grosse d'une quinzaine de tonnes pour effectuer les liaisons entre la Terre et les stations orbitales *Saliout*, ou bien des missions autonomes.

Comme dans le projet de navette française *Hermès* (1), l'engin en question doit être lancé par une fusée (vraisemblablement la fusée "lance-Proton" qui est actuellement fabriquée en série et sert entre autres au lancement des stations *Saliout*. Cette navette n'est autre que le *Raketoplan*, imaginé par le grand constructeur des vaisseaux et fusées *Vostok*, Serguei Pavlovitch Korolev.

Même si les Soviétiques n'ont jamais été très diserts sur l'avancement de ce programme, les Occidentaux le connaissaient depuis plusieurs années. La vraie surprise vient plutôt des Américains, qui ont annoncé récemment que le *Raketoplan* n'était pas le seul type de navette actuellement en cours de développement en Union soviétique.

Dans son dernier rapport annuel

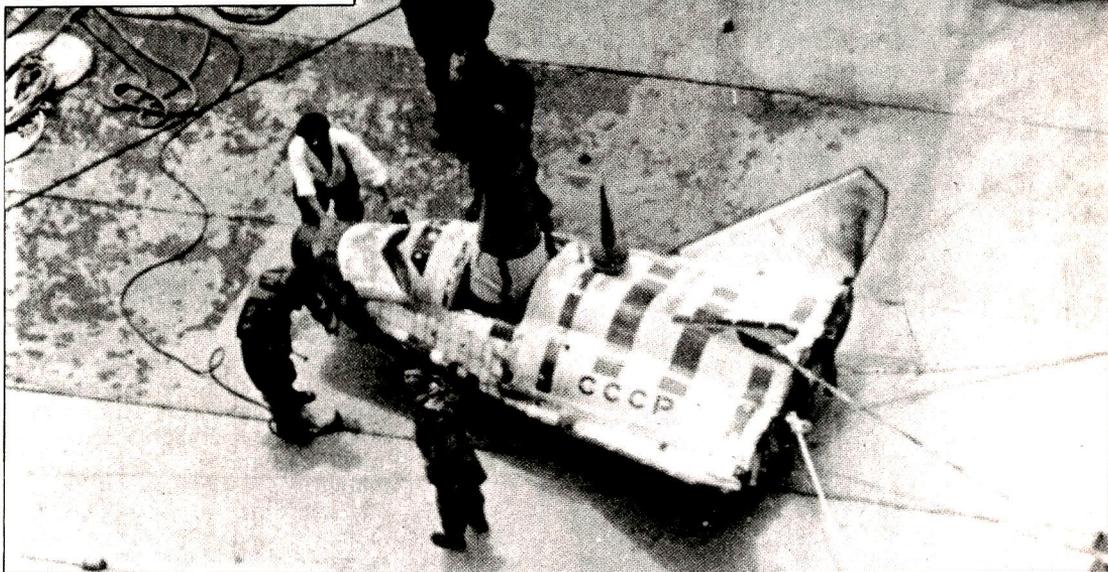
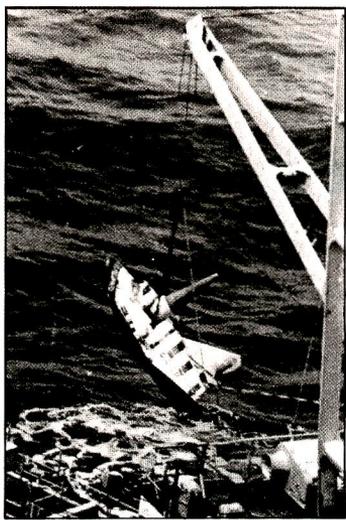
sur l'état des forces militaires soviétiques, le ministre américain de la Défense, Caspar Weinberger, a révélé sur la foi des informations fournies par les services spéciaux que l'Union soviétique travaillait à un projet de navette spatiale lourde. Des photographies prises par les satellites d'observation *KH-11* au-dessus du terrain d'expériences de l'armée de l'air soviétique à Ramenskoye, dans les environs de Moscou, indiquent que les Soviétiques développaient une navette spatiale de conception identique à la navette américaine : un "orbiter" en forme d'aile delta inclinée à 80°, auquel est ajouté un gros réservoir central de 50 m de long entouré de deux puissants accélérateurs.

Comme sa sœur américaine, cette navette est propulsée par trois moteurs principaux à haute pression actuellement en cours de développement, alimentés par de l'hydrogène et de l'oxygène liquides. Les deux accélérateurs seraient également alimentés par des ergols liquides. Les analystes américains estiment qu'avec une masse de 1 500 t au décollage (contre 2 221 t pour la navette américaine), la navette lourde soviétique pourra placer sur orbite basse à 180 kilomètres d'altitude, 60 t de matériel, soit exactement le double de sa rivale américaine.

Ces informations sont confirmées par des observations effectuées par satellite du cosmodrome de Tyuratam-Baïkonour : on a bâti là une piste d'atterrissage de dimensions semblables à celle utilisée par la navette américaine. De même, les observateurs français qui ont assisté il y a un an au lancement, dans un *Soyouz T-6*, du cosmonaute français Jean-Loup Chrétien à Baïkonour ont signalé la construction d'une grande structure semblable aux bâtiments VAB de Cap Kennedy et qui pourrait bien être le hall d'assemblage de la navette lourde.

Les analystes américains estiment que cette grosse navette sera prête au début de la prochaine décennie ; les voilà inquiets. C'est en effet vers la même époque que devrait être prête la grosse fusée semblable à la *Saturn V* des programmes *Apollo* aujourd'hui abandonnés. Les Soviétiques avaient arrêté de travailler sur cette fusée dans les années 60 (lors de la course à la Lune avec les Américains) à la suite d'une explosion formidable causant la mort de nombreux ingénieurs spatiaux et officiers généraux soviétiques dont

(1) Voir *Science & Vie* n° 745 octobre 1979.



Photographée par l'aviation australienne lors de sa récupération dans l'océan Indien, la maquette de la navette soviétique a l'aspect d'un planeur hypersonique avec ses deux ailerons et un stabilisateur central. Comme la navette américaine, elle est recouverte de tuiles de protection thermique. Le pare-brise suggère la présence d'une cabine de pilotage. Les deux cônes abritent les antennes, balises et dispositifs lumineux pour la récupération.

le général Nedenin, alors commandant en chef des forces stratégiques. Mais ce programme semble avoir été repris depuis deux ans environ.

Avec une poussée de 19 millions de kgp, contre 16 millions pour la *Saturn V*, ce nouveau lanceur pourra emporter sur orbite basse un chargement de 130-150 t, soit plus de deux fois et demie la charge, déjà grosse, de la navette lourde. D'après les analystes américains, la configuration initiale (des modules assemblés en faisceaux comme une botte d'asperges) a été abandonnée au profit d'une formule plus classique : un corps central de grand

diamètre supportant un ou deux étages, le premier étage étant entouré de deux à trois accélérateurs. D'après Caspar Weinberger, cette nouvelle grosse fusée pourrait être essayée en vol entre 1984 et 1987. Elle pourrait être à la base de toute une nouvelle famille d'engins pour satelliser des modules de station orbitale d'une masse supérieure à 100 t, des éléments de vaisseaux spatiaux à assembler en orbite pour effectuer une mission vers la planète Mars.

A titre de comparaison, la plus grande charge que les Soviétiques

ter dans l'espace des stations orbitales ou des modules construits sur Terre, d'une masse supérieure à la centaine de tonnes.

Ce n'est pas l'hypothétique mission vers Mars qui inquiète Caspar Wienberger ; c'est bien plutôt la capacité d'installation dans l'espace qu'auront les Soviétiques dès le début de la prochaine décennie. Il estime qu'avec le gros lanceur et la navette lourde, ils pourront maintenant autour de la Terre une présence militaire permanente sous la forme de toutes sortes de vaisseaux spatiaux pilotés pouvant abriter des

ques puissent lancer avec la fusée lance-*Proton* est la station orbitale *Saliout*, soit une masse de 20 t.

Si la rencontre et l'arrimage automatique permettent d'envoyer des cargos automatiques (les *Progress*) ou d'agrandir la station orbitale (les modules du type *Cosmos 1443* actuellement arrimés à *Saliout 7*), et si l'on peut envisager l'assemblage de 3 à 4 *Saliout* autour d'un noyau central, les techniques de l'assemblage en orbite de modules par des cosmonautes monteurs n'en restent pas moins au stade des balbutiements. D'où l'intérêt d'avoir des grosses fusées ou des navettes lourdes pour empor-

stations laser ou même des systèmes expérimentaux de faisceaux de particules susceptibles de servir d'armes anti-missiles.

Cette argumentation a sans doute été retenue par le président des États-Unis lorsqu'il a proposé dernièrement son programme de militarisation de l'espace, au grand mécontentement des Soviétiques. Qu'on le veuille ou non, la militarisation de l'espace engagée par les deux grandes puissances dès le début de la conquête spatiale est devenue une réalité que l'on ne peut plus ignorer.

Jean-René GERMAIN ■

# Seul le rayonnement synchrotron peut éclairer les atomes

*En physique, en chimie, en biologie, pour analyser il faut observer, et pour observer il faut éclairer. Avec la lumière visible, on peut déceler des détails microscopiques, mais on ne peut aller en dessous, au niveau des molécules ou des atomes : il faut une lumière plus fine, en l'occurrence les rayons X émis par des électrons relativistes dans les accélérateurs de particules.*

■ Au commencement était la lumière : des étoiles roses, des étoiles jaunes, des étoiles blanches, des étoiles rouges ; plus tard est venue une planète bleue, la Terre, avec des hommes dessus qui devaient attendre le lever du Soleil pour avoir la lumière. Le soir, et selon les époques, on alluma des torches, puis des lampes à huile, des chandelles, des bougies, puis des lampes à gaz, des ampoules électriques, des tubes au néon ou des écrans luminescents.

Encore quelques années, et des hommes plus avisés que la moyenne découvrirent des lumières invisibles : les infrarouges qui chauffent, les ultraviolets qui bronzent les baigneurs, les rayons X qui dessinent des squelettes sur les écrans et les ondes radio qui permettent d'écouter des flots de paroles brutes. C'est Maxwell, il y a tout juste un peu plus d'un siècle, qui découvrit que les rayons X, les rayons colorés des feux rouges ou les ondes radio étaient tous de même nature.

La lumière était donc moins simple, et surtout beaucoup plus vaste qu'on ne l'avait imaginé. Son domaine relève des radiations électromagnétiques, c'est-à-dire de la propagation par ondes d'un champ électrique et d'un champ magnétique ayant tous deux la fréquence du rayonnement considéré. En fait, la lumière n'est qu'une toute petite frange de ce rayonnement, tout comme les notes que couvre une seule main sur un piano ne sont qu'une petite fraction des sons qu'on peut tirer de l'instrument, du très grave au très aigu.

Dans les radiations électromagnétiques, le très grave correspond aux ondes radio, le très aigu aux rayons  $\gamma$  ; les radiations visibles de la lumière sont au milieu de la gamme, un peu comme le La 3 sur le clavier sonore. Mais en réalité l'éventail est beaucoup plus large : le domaine des longueurs d'onde visibles s'étend de 0,4 à 0,8  $\mu$  (du violet extrême au rouge le plus

sombre) alors que les ondes électromagnétiques dans leur ensemble commencent à  $10^{-13}$  mètres (rayons  $\gamma$ ) pour finir à  $10^3$  m, soit le kilomètre. Ces limites ne sont d'ailleurs que des ordres de grandeur : il existe des ondes radio dépassant les 1 000 m (Paris-Inter : 1 829 m) et des rayons cosmiques inférieurs à  $10^{-13}$  m.

Aux premiers temps de l'humanité, on ne connaissait pas les rayons X, ni la radio, et la lumière ne provenait que de trois sources : le Soleil (et les autres étoiles), les flammes et les éclairs d'orage. Aujourd'hui, la physique sait produire toutes les fréquences des radiations électromagnétiques et leur étude ne dépend plus des seules sources naturelles.

Dans le domaine de la lumière visible, on a les lampes à incandescence, les tubes à décharge, les solides phosphorescents, thermoluminescents ou électroluminescents, les lasers, les éclairs, etc. Pour les ondes radio, toutes sortes de circuits oscillants et de montages électroniques permettent de couvrir la gamme des fréquences voulues avec l'intensité désirée ; les rayons  $\gamma$  sont émis lors des collisions entre particules dans les accélérateurs nucléaires ou par certaines substances radioactives.

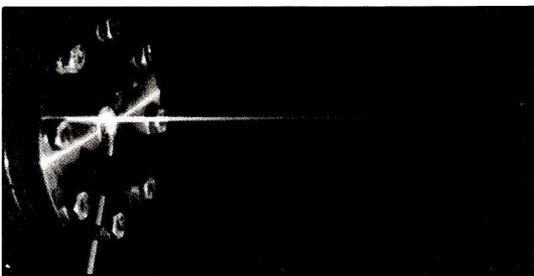
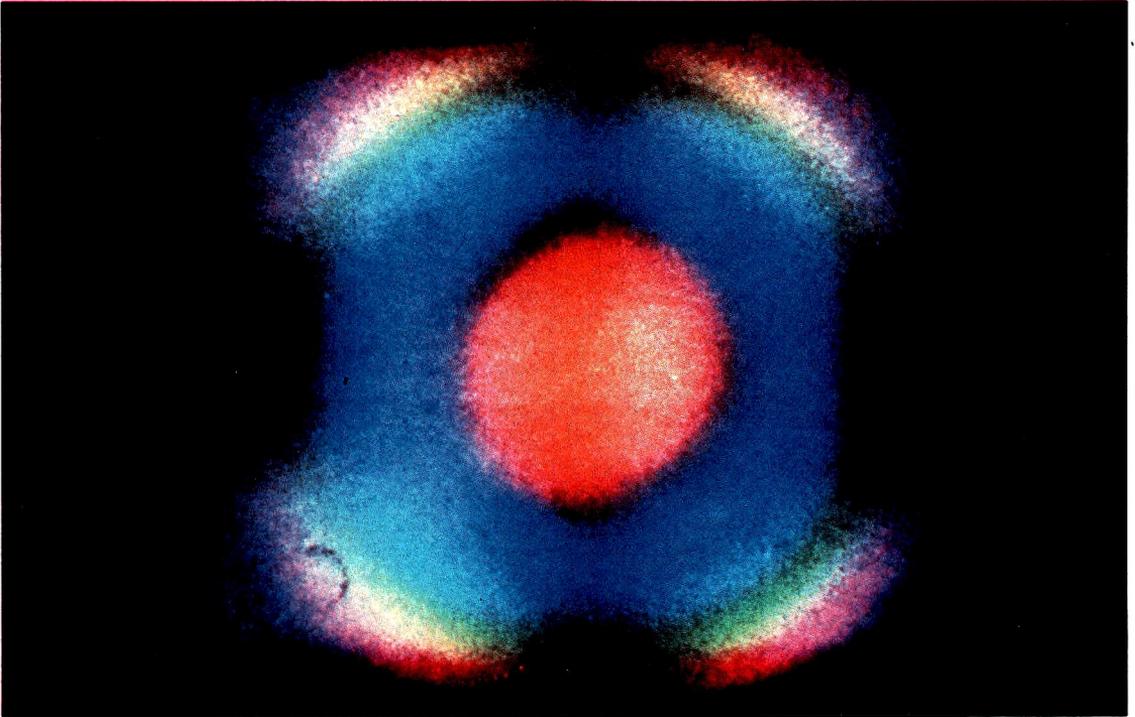
Un seul domaine échappait au contrôle total de l'émission : les rayons X. La chose peut sembler curieuse lorsqu'on sait le très large usage qui en est fait en radiographie, qu'il s'agisse de médecine ou de métallurgie. A vrai dire, la radiographie ne recherche pas une extrême finesse de rayonnement : du moment que l'émission est assez intense pour traverser une certaine épaisseur de matière et impressionner le film, on n'en demande pas plus.

Par contre, l'expérimentation en physique est beaucoup plus exigeante : elle réclame une source de rayons X qui émette sur un spectre

étendu et continu, et dont l'intensité soit facilement réglable. Ce n'était pas le cas du tube cathodique dont on se sert en radiographie, et pendant des dizaines d'années on a pourtant dû s'en contenter. Par chance, et grâce aux accélérateurs de particules, on a maintenant une source de rayons X dont les fréquences s'étalent sur une large plage, et qui est parfaitement au point. Largement utilisée depuis des années, elle permet

tivistes un faisceau de particules élémentaires.

Il peut paraître singulier d'obtenir de la lumière en lançant des corpuscules à toute vitesse dans un anneau, et pourtant on retrouve là le principe de toute émission d'un rayonnement électromagnétique. Car il y a émission chaque fois qu'une particule chargée subit une accélération ; pour comprendre la lumière, il faut descendre au niveau atomique, et se rappeler que



*De face, la lueur engendrée par la giration des particules est clairement visible avec sa dominante dans la zone du bleu et du violet (ci-dessus) ; pour la physique, c'est la lumière née de la force centrifuge, et elle est tout aussi nette vue de profil (ci-contre). La trace du rayonnement synchrotron illumine l'air sur une courte distance, mais la plus grosse partie de ce rayonnement, qui est la partie la plus utile, n'est pas visible : elle comprend un spectre continu, allant de l'ultraviolet aux rayons X de haute fréquence, qui est du plus haut intérêt pour l'analyse de la matière au niveau des atomes et des molécules.*

des expériences très diverses qui commencent à être bien exploitées.

Mais cette nouvelle source de lumière invisible, qui s'ajoute aux lampes, aux tubes ou aux lasers, constitue un véritable montage de laboratoire atomique dont elle a les dimensions : plusieurs mètres au moins ; on est loin des ampoules habituelles. Qui plus est, et c'est le point le plus intéressant, il n'y a plus besoin ni de filament, ni de tube à vide, ni de décharge électrique : on obtient le rayonnement directement en faisant tourner en rond à des vitesses rela-

chaque atome est fait d'un noyau de particules lourdes entouré de particules légères, les électrons. Plus ceux-là tournent loin du noyau, et plus ils portent d'énergie potentielle.

Quand on chauffe un gaz, ce qui est le cas de toute combustion, l'agitation thermique amène les électrons à sauter d'une orbite à une autre : quand ils montent, ils empruntent de l'énergie à cette agitation, mais quand ils retombent ils recèdent cette énergie sous une autre forme, en l'occurrence un photon, qui est la particule hypothétique associée aux ondes électromagnétiques. Autre-

ment dit, quand l'électron retombe sur une orbite inférieure, il envoie un rayonnement qui peut être de la lumière visible, de l'infrarouge ou des rayons X.

L'étude de ce phénomène a montré que la fréquence du rayonnement était liée au niveau d'énergie des électrons déplacés. On peut aussi considérer, conformément au principe énoncé plus haut, que l'électron qui retombe à un niveau inférieur reçoit une accélération vers le bas, d'où l'émission du rayonnement. Ce rayonnement comprend toujours un grand nombre de fréquences, du moins dans le cas des combustions ; en effet, il y a des atomes de substances différentes, portés à des niveaux d'énergie différents, d'où la variété des fréquences. Toutefois, dans le cas d'un gaz très pur porté à une certaine température, il n'y a que certaines fréquences d'émission ou, si l'on veut, certaines couleurs : le spectre n'est pas continu. On connaît ainsi le jaune de la vapeur de sodium, ou le rouge du néon.

Avec les solides portés à incandescence, c'est l'inverse qui se produit : les atomes étant proches les uns des autres, il y a interaction entre les électrons voisins et les fréquences s'étalent de manière continue sur une très large bande. Il y a sans doute des différences d'intensité d'une couleur à une autre mais, en pratique, le spectre étalé par un prisme montre une succession de teintes continue, alors qu'avec les gaz ce spectre se compose de raies brillantes séparées par des intervalles obscurs.

Pour toutes les expériences mettant en jeu la lumière visible, les rayons X ou les infra-rouges, un spectre continu est toujours préférable à un spectre discontinu dont on ne peut utiliser que quelques raies brillantes. Il suffirait donc en théorie de prendre un solide quelconque et de le chauffer de plus en plus pour avoir un spectre allant vers l'ultraviolet, puis les rayons X. On sait que, quand on chauffe un métal, la lumière émise commence par le rouge sombre, puis se déplace vers le jaune, et enfin le blanc incandescent qui contient beaucoup de bleu.

Aller bien au-delà, c'est-à-dire vers l'ultraviolet et les rayons X, est en réalité impossible : il faudrait monter à 10 000 °C pour atteindre le proche ultraviolet, et tous les solides sont gazeux à cette température (même le tungstène, qui bout à 5 700 °C). On est donc obligé de se rabattre sur les tubes à décharge, mais on retombe sur l'inconvénient du spectre discontinu.

Les fréquences plus élevées, celles des rayons X, sont obtenues avec des tubes cathodiques : les électrons émis par une cathode dans un tube à vide sont accélérés par des champs électriques avant de frapper une électrode métallique. Là, ils se trouvent soumis au champ intense dû aux noyaux électriques, ce qui les ralentit, ou même les arrête totalement sur de très courtes distances. Ils subissent un violent freinage, donc une accélération négative. Or, comme nous l'avons dit, toute particule chargée émet des radiations électromagnétiques dès qu'elle subit une accélération. Ici il s'agit d'une

accélération négative mais le principe reste valable : toute modification de la vitesse entraîne l'apparition d'un rayonnement dont la fréquence est d'autant plus élevée que cette variation est brutale. En étant brusquement freinés par les atomes du métal qui fait la cible, les électrons émettent des radiations de haute fréquence, en l'occurrence des rayons X. Ce processus d'émission a reçu le nom de *bremsstrahlung*, en français rayonnement de freinage.

Pour des raisons qu'il serait trop long d'expliquer ici, ce rayonnement n'est pas réellement continu : il y a bien un fond assez lisse, mais de nombreuses fréquences très intenses et très étroites viennent dessiner des raies brillantes sur ce fond. En pratique, le tube à rayons X ne donne que quelques fréquences, et non une bande continue sur un intervalle assez large. Or, pour l'analyse, il faut justement un spectre continu, en particulier dans le domaine des rayons X.

En effet, les rayonnements qui vont de l'ultraviolet intense jusqu'aux proches rayons  $\gamma$  de basse énergie, en passant donc par toute la gamme des X, sont spécialement importants pour l'étude de la matière : leurs longueurs d'onde possèdent des dimensions qui sont du même ordre que celles des structures atomiques, des arrangements modulaires, des alignements cristallins ou, d'une manière plus générale, des distances entre particules, entre atomes et entre molécules.

Il en résulte que l'interaction entre des rayonnements et des assemblages matériels ayant des dimensions communes est exceptionnellement puissante. Cette interaction permet alors une analyse extrêmement fine des structures atomiques ou moléculaires, d'où son immense intérêt pour la physique. Mais pour faire une analyse valable, il faut pouvoir balayer la matière sur toute une gamme de fréquences, d'où la nécessité de disposer d'une source de rayons X émettant sur un spectre continu et facilement contrôlable. Cette source nouvelle est constituée par les anneaux de stockage des accélérateurs de particules.

Dans son principe, l'appareil est simple : une cathode émettrice libre des électrons, lesquels sont tout d'abord regroupés en paquets, puis accélérés par des électrodes portées à un potentiel très élevé et de signe opposé. Les forces mises en jeu ne sont autres que les forces d'attraction électrostatiques. Ce premier travail, qui s'effectue en ligne droite, amène les particules (électrons négatifs ou positrons positifs) à des vitesses très voisines de celle de la lumière.

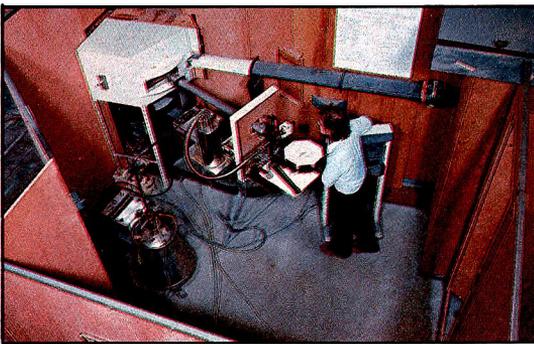
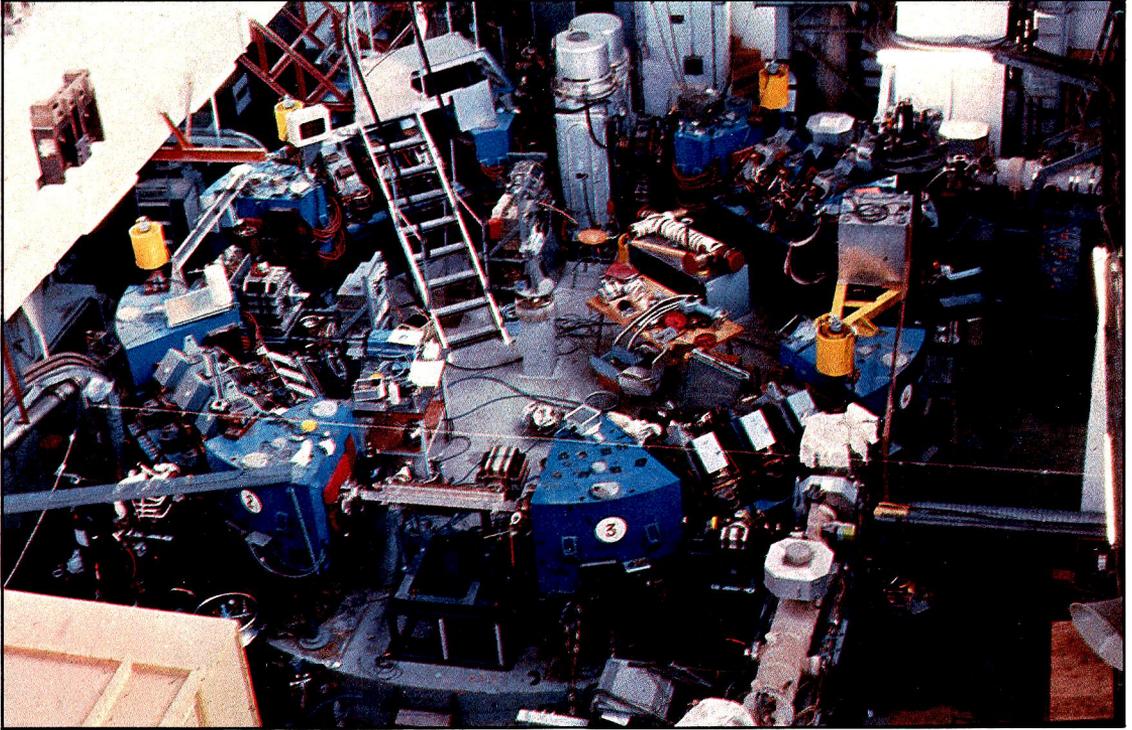
La seconde opération consiste à les faire tourner en rond, et pour cela on utilise des électroaimants dont le champ réagit avec celui engendré par les particules. Précisons tout de suite que les particules atomiques ne sont pas magnétiques par elles-mêmes, comme le fer ou le nickel, et au repos elles ne sont pas plus attirées par un aimant qu'une cacahuète. Par contre, toute particule électriquement chargée en mouvement — et à vrai dire elles le sont toujours — engendre un

champ magnétique qu'on peut modifier par la présence d'un autre champ, ce qui change alors la trajectoire suivie par la particule.

De ce fait, les électro-aimants placés à la sortie de l'accélérateur linéaire dévient les électrons de leur chemin initial et les font changer de direction d'un certain angle. L'intensité du champ est réglée de façon à obtenir une déviation de 45°, ou de 30°, et en disposant 8 ou 12 aimants aux sommets d'un octogone ou d'un dodécagone, on

tion. Ici, on ne change pas la valeur numérique, et les électrons font toujours le même trajet dans le même temps, mais on change la direction.

Conformément au principe de l'inertie, tout corps en mouvement tend à suivre une ligne droite ; il faut donc le pousser en permanence vers un centre pour lui faire suivre une courbe, et la réaction du mobile à cette poussée n'est autre que la force centrifuge. L'accélération qui le ramène sans cesse vers le centre est l'accéléra-



*Cette vue générale de l'anneau de collision d'Orsay (ci-dessus) permet de voir les 8 électro-aimants de courbure, peints en bleu et séparés par de courtes lignes droites. Les particules circulent dans un tube où règne un vide poussé — on le voit apparaître entre les blocs colorés — et c'est à chaque virage entre les aimants qu'elles émettent un puissant faisceau de rayons X et d'ultraviolets. Il faut en effet apporter de l'énergie pour maintenir les particules en rond et vaincre la force centrifuge ; cette énergie se retrouve sous forme de radiations. Celles-ci sont essentielles pour de nombreuses formes d'expériences, comme celle ci-contre où l'on voit un chercheur installé devant un tube de sortie issu d'un point de courbure ; il mène ici une expérience d'analyse sur la cristallographie des protéines.*

oblige les électrons à faire 360°, donc un tour complet.

Tout cela relève d'une technologie maintenant classique et ce qui est beaucoup plus intéressant, c'est que pour faire tourner un électron, il faut lui communiquer une accélération qui compense la force centrifuge. Il faut rappeler ici qu'une accélération est par définition une modification de la vitesse, mais que cette vitesse est elle-même définie par sa valeur numérique et par sa direc-

tion centripète, et elle est fonction de la vitesse angulaire et du rayon de la courbe parcourue.

De tout cela, il découle que toute particule chargée émet un rayonnement dès qu'elle circule en rond, ou plus exactement dès qu'elle suit une courbe quelconque au lieu d'une ligne droite. Quand elle tourne en rond, l'accélération dépend, comme nous l'avons vu, du nombre de tours par seconde et du rayon ; et la fréquence dépendant à son tour de l'accélération, il en découle qu'elle

*(suite du texte page 149)*

ROYALE



■ HAWAS CONBEE

**FILTRE**

## INDUSTRIE

### CONSERVATION

#### **Vous avez dit "capatainer" ?**

■ La "capatainerisation" est un mot barbare qu'il nous faudra bien adopter si la technique qu'il désigne est aussi révolutionnaire que ses promoteurs l'annoncent : il s'agit d'un procédé d'ensachage sous vide pouvant assurer la conservation à long terme d'un grand nombre de produits périssables tels que le café, le riz, le blé, le cacao, le manioc, les arachides, les engrais, etc.

Les "capatainers" sont des récipients cubiques en matière plastique souple (polyéthylène basse densité) d'un millimètre d'épaisseur, dont la capacité peut aller jusqu'à 1 200 litres. La société Vacuum Capatainer International (VCI), française comme son nom ne l'indique pas (Tour Neptune, Cedex 20, 92086 Paris La Défense), livre à l'Indonésie ses deux premiers complexes intégrés : appareils de stockage, manutention et séchage des produits destinés à être capatainés ; machine à fabriquer les poches de polyéthylène ; machine à ensacher sous vide qui sort les capatainers scellés.

VCI a déjà donné des preuves de son dynamisme technique : livraison, en 1976, d'un ciment spécial destiné aux parois des puits du centre atomique de Mururoa et, en 1979, de deux unités de conservation sous-vide et de stockage du cacao à la Côte-d'Ivoire, destinées à aider le pays à échapper aux fluctuations des cours mondiaux sur cette denrée jusque-là difficile à conserver. Récemment, la Côte-d'Ivoire s'est dotée du maillon manquant : la machine à faire les capatainers. Jusqu'ici, elle importait ses sacs et leur transport coûtait 50 % de leur prix.

Aucun industriel français ne pouvait assurer à VCI la construction de la machine à fabriquer ses poches. La société s'est donc tournée vers l'Al-

lemagne fédérale pour sous-traiter avec Kautex, une filiale de Krupp, spécialisée dans la technologie des contenants en matière plastique de 10 à 5 000 litres ; cette société s'est équipée d'une machine d'"extrusion-soufflage" dotée d'un moule pour capatainer de 1 200 litres. L'ensemble pèse la bagatelle de 60 tonnes (7 tonnes pour le moule seul).

La fabrication (25 poches à l'heure) est impressionnante : la matière première, des grains de polyéthylène basse densité, est fondue et soufflée dans le moule. Il s'y forme la poche qui garde une ouverture à col large, empreinte du cylindre qui a insufflé l'air destiné à refroidir la matière. La poche est ensuite compressée et pliée à l'intérieur même du moule avant d'en être sortie automatiquement à plat. 15 kg de matières plastiques sont nécessaires à la fabrication des capatainers qui, eux, pèsent 10 kg, les 5 kg de chutes étant broyés et recyclés.

Cette machine représente 25 % du coût d'un complexe intégré. Le procédé de mise sous vide, cœur du système, consiste à sceller les capatainers, après l'introduction du volume de marchandise, à l'intérieur d'une chambre où le vide est adapté à la denrée conservée. Ce mode d'ensachage supprime des pertes après récolte, qui atteignent en moyenne 10 % dans les pays en voie de développement. Les moisissures, responsables de mycotoxines, les charançons, les mites, les teignes et autres insectes, les rongeurs, le climat tropical, sont en effet responsables de pertes allant de 5 % pour le café à 11 % pour le riz<sup>(1)</sup>. Et le riz est la principale céréale vivrière pour de nombreux pays.

L'Indonésie, premier client de VCI pour la capatainerisation de son riz, projette de doubler son stock en le

portant à 5 millions de tonnes. Un complexe intégré permet d'ensacher 108 000 tonnes de riz par an, les mettant à l'abri, sans intervention de produits chimiques, de la chaleur, de la pluie, des rongeurs et des larves d'insectes. L'économie attendue est appréciable lorsqu'on sait, par exemple, que la Malaisie a pu perdre 40 % de sa récolte à cause de la mousson et de divers prédateurs.

Les capatainers, faciles à stocker et à manier (par des moyens mécaniques puisque leur poids atteint la tonne) diminueront de l'ordre de 50 % le coût des assurances sur les transports... mais mettront sans doute au chômage les innombrables manutentionnaires des traditionnels sacs de jute, les artisans des silos en vannerie tissés avec de la paille de riz, etc. Mais les directeurs de la société, Guy Aubert et Charles Six, ont une caution de taille : le directeur général de la FAO, É. Saouma, leur a confié que « si on arrivait à réduire les pertes sur céréales dans les pays en développement au niveau des pertes constatées dans les pays industrialisés, on pourrait, sans ensemercer un hectare de plus, résoudre le problème de la faim dans le monde ».

L'achat de ces complexes (42 millions de francs) ne peut se traiter qu'à un niveau gouvernemental, pour des denrées dont la récolte est centralisée et passe par un circuit marchand. Ce qui n'est souvent pas le cas des cultures vivrières des paysans vivant en autarcie, mais concerne les cultures d'exportation et les stocks de sécurité des États.

(1) Sur l'ampleur des pertes après récoltes, 50 experts viennent de publier un ouvrage de synthèse : *Conservation et stockage des grains, graines et produits dérivés* (Éditions Lavoisier, 11, rue Lavoisier, 75008 Paris. Prix : 650 F).

## Un radiotéléphone à imprimante

■ Avec son radiotéléphone à imprimante Infoprint, Bosch va certainement intéresser tous les professionnels dont l'outil de travail est la voiture avec liaison radio : dépanneurs, médecins de campagne, services de secours, coursiers, etc. Le nouveau système permet en effet d'envoyer à un véhicule des messages imprimés de 90 signes, que



le destinataire retrouve lorsqu'il regagne son véhicule.

Le conducteur est équipé d'un récepteur de poche qui l'avertit par signal sonore, où qu'il se trouve, qu'un message est en cours de transmission sur son radiotéléphone. Conçu avant tout pour des flottes de véhicules, ce système comporte de nombreux avantages : transmission du message sans risque d'erreur ; trace écrite permettant d'arbitrer tout conflit éventuel (aussi bien au central émetteur que dans le véhicule) ; occupation très brève de la fréquence (1 seconde par message) ; possibilité de coder les mes-

sages pour éviter toute écoute indésirable ; capacité de gestion de plus de 50 véhicules pour le central émetteur.

Ce central est équipé d'un ordinateur qui accumule les messages à émettre et les transmet dès que les fréquences sont disponibles (capacité de stockage : 80 ou 450 messages suivant la version). A tout moment, l'opérateur peut contrôler le déroulement de la transmission sur écran, tandis que l'ordinateur enregistre la date et l'heure d'émission et de réception de chaque message.

A la réception, une mémoire-tampon peut également stocker un message pendant que le précédent s'imprime.

Par ailleurs, chaque récepteur fait office de radiotéléphone classique et permet aux conducteurs de parler entre eux ou avec le central. Le système Infoprint peut s'adapter à un réseau de radiotéléphones existant : il suffit de le relier, avec une interface, au central informatique, si l'entreprise en possède déjà un. Prix : 100 000 F HT environ pour le central et 17 000 F par poste mobile.

(Robert Bosh France, 32, avenue Michelet, 93404 Saint-Ouen Cedex. Tél. : 251-91-11.)

## Casque anti-bruit "intelligent"

■ Originalité fondamentale de ce nouveau casque : il ne filtre les bruits que lorsque ceux-ci deviennent insupportables à l'oreille. Lorsque le niveau sonore extérieur est normal, il restitue intégralement le son. Ce n'est que lorsque le nombre de décibels devient trop élevé que la fonction de compresseur est mise en route, et automatiquement réglée pour un confort optimum. Cela grâce à la présence dans chaque coquille d'un module électronique "intelligent", qui réagit instantanément. Or dans nombre d'activités (ateliers d'emboutissage, chantiers utilisant les explosifs, stands de tir, terrains d'aviation) le niveau sonore est fluctuant.

Ce nouveau dispositif, mis au point par la firme Ergonomie Diffusion (BP 38, 77201 Marne-la-Vallée. Tél. (6) 006.26.75), évite ainsi à l'utilisateur d'être totalement coupé du monde extérieur, ce qui est une sensation désagréable, et qui est à l'origine de nombreux accidents. A force de ne plus en entendre sa manifestation, on finit en effet par ignorer et oublier un danger latent. Ce phénomène est classique, par exemple pour tous les techniciens qui travaillent à portée d'hélices d'avions.



## BATIMENT

### Des composants totalement polyvalents

■ A la différence de la préfabrication classique, ces nouveaux composants de structure (murs et planchers), produits industriellement par démoulage immédiat, sont fabriqués sans tenir compte de leur fonction future dans le bâtiment : ils sont suffisamment banalisés pour être utilisés comme murs, cloisons ou planchers.

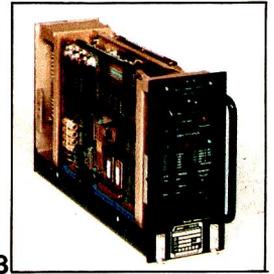
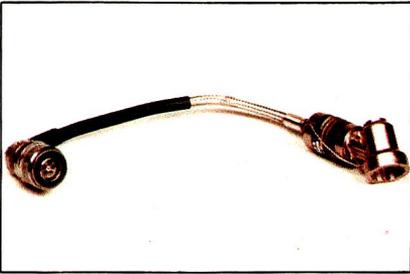
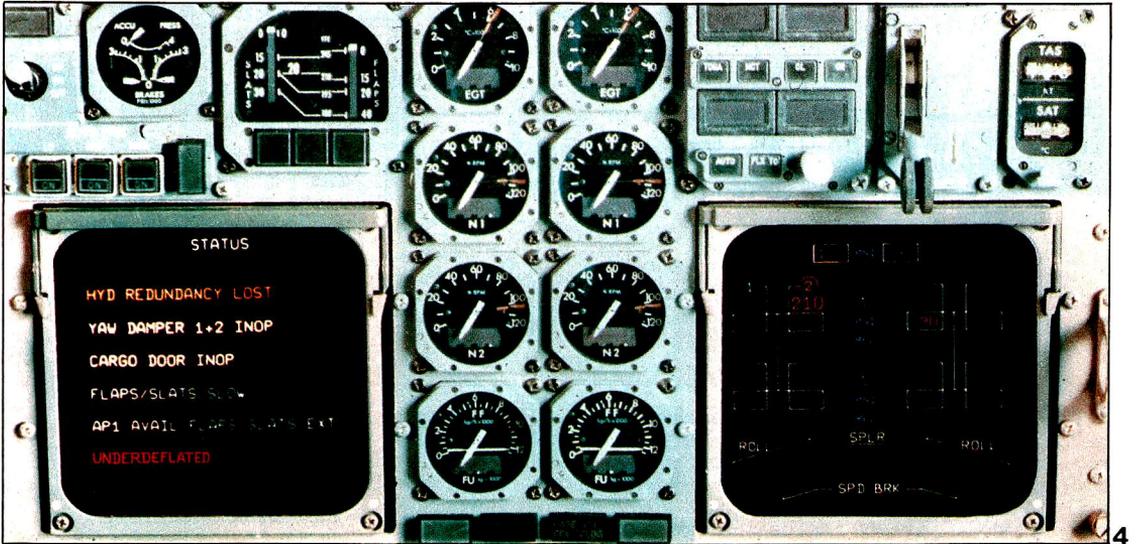
Le principe de ce système dit "GC3" (mis au point par la société Costamagna, chemin du Travail, 06800 Cagnes-sur-Mer) repose sur l'utili-

sation d'une résille en béton habillée sur ses deux faces par des plaques de plâtre pour former des cloisons intérieures. Il suffit de changer une face plâtre par un revêtement béton pour réaliser les planchers, les cloisons mitoyennes et les parties pleines des façades.

Signalons qu'une machine-outil, conçue en même temps que le produit, permet la production automatisée de 24 résilles par jour, c'est-à-dire les éléments nécessaires à la réalisation d'un logement.

■ ■ **Mini-centrales hydrauliques concoues aux Pays-Bas.** Elles pourront tourner avec une faible différence de niveau, de l'ordre de 1 m, et auront un débit variant de quelques kW à une centaine de kW. Enjeu : fournir de l'énergie aux régions éloignées des réseaux. L'entreprise responsable du projet a déjà développé, en collaboration avec l'université, une turbine fournissant du courant avec une chute d'eau de ... 20 cm pour la commande de valves de retenue.

## Un système qui surveille la pression des pneus



■ Selon une étude récemment menée sur trois types d'avions gros porteurs, sur 417 incidents, 45, soit près de 11 %, ont pour origine une défaillance des pneumatiques : éclatements (généralement en série), incendies de pneus anormalement échauffés, décapages de pneus rechapés.

Cause principale de ces incidents-accidents : le sous-gonflage, qui provoque un échauffement de la carcasse du pneumatique, et qui est aggravé par les distances importantes, assorties de virages, que les avions doivent parcourir à pleine charge avant le décollage ; ce qui explique que la très grande majorité des défaillances interviennent au décollage.

Un système mis au point par une société française (Précision Mécanique Labinal, 5 av. Newton, BP 64, Parc d'activités, 78390 Bois d'Arcy), déjà appliqué sur l'Airbus A310 et en cours d'adaptation pour d'autres appareils, règle ce problème. Il se compose d'un capteur et d'un module électronique montés sur la roue, qui traduisent la pression en une fréquence électrique (photos 1

et 2) ; d'un transformateur tournant qui permet la transmission de cette information entre la partie mobile (roue), la partie fixe (essieu) et un calculateur central (3) qui recueille les valeurs en provenance de chaque roue et les traite successivement en moins de 0,5 seconde pour les 10 pneumatiques de l'Airbus A310. Ce calculateur fournit la valeur des pressions des roues à un système d'affichage situé dans le cockpit (4), que les pilotes peuvent consulter à tout moment.

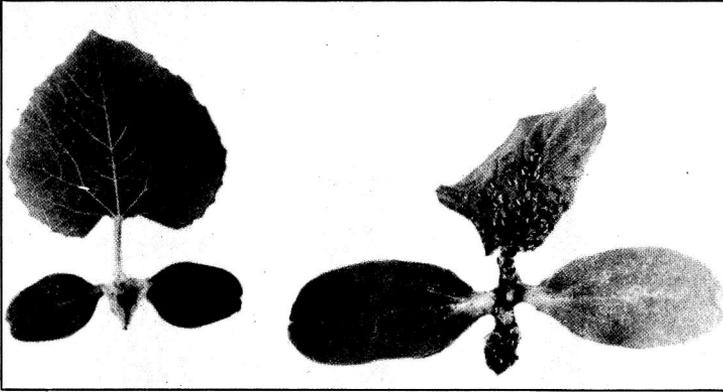
Le système décèle toutes les anomalies : sous-gonflage des pneus, différence de pression entre deux pneus d'un même essieu, panne d'un élément du système. Différents dispositifs ont été prévus pour éviter toute alarme intempestive. Par exemple, il n'y a pas alarme, mais seulement une mémorisation, si la vitesse de décollage est dépassée, afin d'éviter tout réflexe malencontreux de la part des pilotes. Il n'y a pas non plus d'alarme si les moteurs sont arrêtés — sauf pour les pannes détectées dans le calculateur qui sont toujours signalées — afin de permettre la maintenance

des pneumatiques des roues et du système. Enfin l'émission de tout signal d'alarme est subordonnée à un "auto-test" du système qui vérifie son bon fonctionnement.

Le nouveau système fournit une valeur absolue de la pression avec une grande précision ( $\pm 2\%$ ), ce qui permet d'effectuer la maintenance des pneumatiques en un temps très court. Il ne consomme que 50 watts pour 10 roues et est extrêmement léger : sa masse totale est de 11 kg. Avantage complémentaire : il est économique (suppression des frais d'immobilisation et de remise en état du train d'atterrissage après incident, réduction des temps de maintenance au sol, tâche des mécaniciens facilitée).

■ ■ **Un autocar d'avant-garde commence son service aux Pays-Bas : il présente une valeur CX de 0,48, c'est-à-dire que sa résistance à l'air est pratiquement celle d'une automobile, alors que sa surface frontale est quatre fois plus grande. D'où une économie de carburant de plus de 20 %.**

## Plus d'insecticides sur les melons



■ Les pucerons sont les ennemis des melons. Conséquences pour les plantes colonisées : un enroulement des feuilles (comme ci-dessus à droite ; la feuille saine [à gauche], elle, est plate), un arrêt de la croissance, voire une mort prématurée. Seule arme, jusqu'ici, des agriculteurs : les insecticides. Or les chercheurs de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) viennent de découvrir que

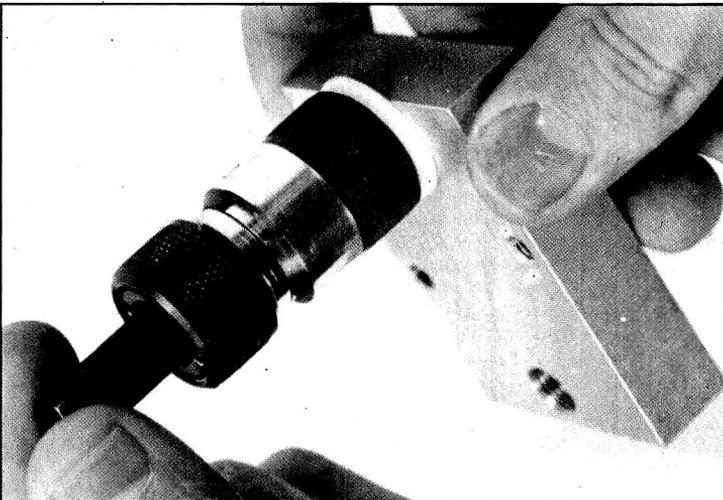
certaines variétés de melon originaires d'Inde et d'Extrême-Orient, sont résistantes aux pucerons. Ces chercheurs travaillent actuellement à créer de nouvelles variétés satisfaisant à la fois agriculteurs et consommateurs en cumulant dans les mêmes plantes résistance aux pucerons et qualités agronomiques des variétés déjà commercialisées. Les semences en seront disponibles dans 2 ou 3 ans.

## MÉCANIQUE

### L'appareil qui mesure les trous

■ Cet appareil original, le Veripro, permet de contrôler la profondeur utile d'un taraudage et donc de gagner du temps lors du réglage des machines outils. Il se monte sur une jauge filetée classique, qu'elle qu'en soit la marque. L'ensemble se visse dans le trou taraudé à contrôler. La mesure de l'écart par rapport à la longueur utile du taraudage à atteindre est indiquée, directement et sans risque d'erreur, par la distance entre le curseur et le repère gravé sur le corps de l'appareil. Une gamme de 6 appareils permet le contrôle des taraudages de diamètres de 1 à 50 mm. (Société Chauquet, 81 av. du Mont-Blanc, BP 11, Scionzier, 74305 Cluses.)

dage à atteindre est indiquée, directement et sans risque d'erreur, par la distance entre le curseur et le repère gravé sur le corps de l'appareil. Une gamme de 6 appareils permet le contrôle des taraudages de diamètres de 1 à 50 mm. (Société Chauquet, 81 av. du Mont-Blanc, BP 11, Scionzier, 74305 Cluses.)



## Vers des fruits frais de "longue conservation"

■ Une nouvelle technique, actuellement à l'essai en Grande-Bretagne, pourrait permettre de conserver sur une longue durée les primeurs (pommes, bananes, avocats, etc.) tout en préservant leur qualité et leur fraîcheur et sans aucune adjonction de produits chimiques.

Après 11 mois de stockage, selon ce procédé, 20 tonnes de pommes sont restées fermes, dépourvues de taches et ont conservé leur bel aspect d'origine. Le principe est d'empêcher le processus de maturation en éliminant l'éthylène produit par les pommes, qui favorise ce processus. Celui-ci est supprimé en faisant circuler l'atmosphère de l'entrepôt dans un convertisseur catalytique oxydant le gaz par combustion à basse température.

Un entrepôt d'une capacité de stockage de 100 tonnes est actuellement en construction afin d'effectuer une expérimentation complémentaire sur des primeurs dégageant davantage d'éthylène que les pommes.

Un atout de taille pour la nouvelle technique : la rétence croissante à l'égard des traitements classiques aux antioxydants.

## PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

### Des progiciels impossibles à pirater

■ Une société britannique a trouvé le moyen de supprimer toute possibilité de piratage des progiciels confiés en location, ce qui est, on le sait, le grand problème qui se pose actuellement aux concepteurs de programmes informatiques, les utilisateurs-locataires étant de plus en plus nombreux à être "tentés" de recopier ces programmes.

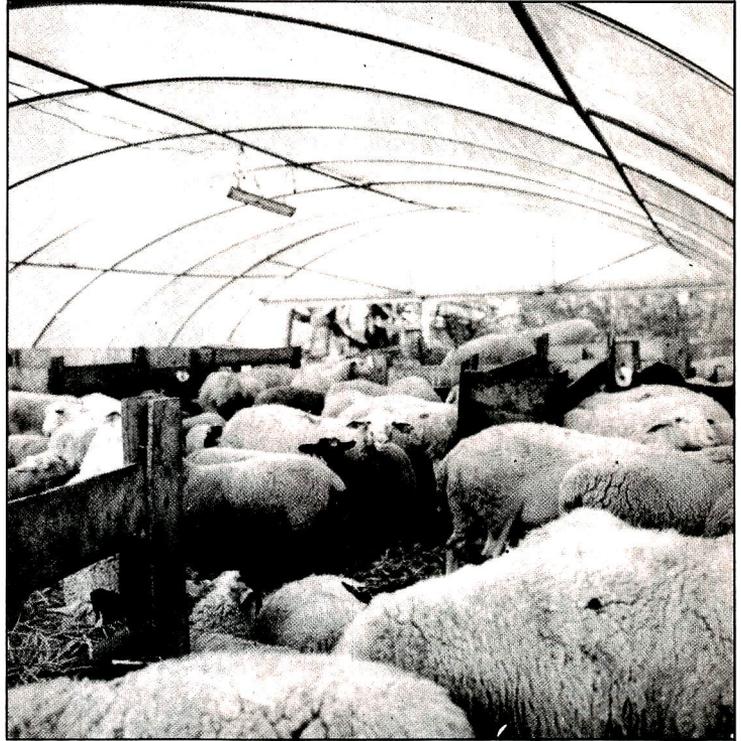
L'astuce mise au point par la société Parwest (18 Saint Mary Street, Chippenham, Wilts-hire, SN 15 3JN, Grande-Bretagne) consiste à incorporer un code de protection aux programmes : pour continuer à exploiter les programmes au-delà des limites prévues, il faut se procurer les numéros de code suivants auprès de la société de location. En l'absence de ces codes supplémentaires, le programme se bloque et devient inutilisable.

## Des abris pour brebis

■ Les éleveurs de moutons n'échappent pas à la crise économique. Coincés entre la faible progression du prix de l'agneau et le renchérissement des charges d'exploitation, ils recherchent toute solution permettant de limiter les dépenses d'investissements. Une bergerie traditionnelle coûte 600 à 700 F par brebis logée (ce qu'elle rapportera en moyenne en un an). Après les bâtiments en kit, dont le prix se situe entre 250 et 300 F par brebis, une nouvelle technique de logement, sous abri plastique, vient d'être conçue pour les ovins, abaissant encore le coût du bâtiment à 50/120 F le m<sup>2</sup> (les normes attribuent un espace de 1 m<sup>2</sup> à une brebis seule, 1,50 m<sup>2</sup> à une brebis et son agneau).

Déjà utilisé pour sécher le tabac, élever des poules pondeuses et des canards, le nouveau produit est une structure légère en bois ou en tubes d'acier galvanisé, sur laquelle est fixé un film plastique. Mobile, cet abri peut intéresser les éleveurs de plein air ou semi-plein air, afin d'héberger les brebis au moment de l'agnelage.

Un inconvénient : l'effet de serre qui peut s'y produire. Il n'est donc pas conseillé d'y loger des agneaux à l'engraissement ou des lots de plus de 200 brebis. Les différentes questions posées par l'adaptation de ces abris aux brebis sont étudiées dans un document de



165 pages, disponible à l'Institut technique de l'élevage ovin et caprin (ITOVIC, 149, rue de Bercy, 75012 Paris. Tél. : 346-12-20). Quarante éleveurs y témoignent de leur expérience de cette technique.

L'expérimentation étant récente (2 ans au plus), certains points restent encore obscurs, en particulier la durée de vie du film plastique qui est pour l'instant estimée à quatre ou cinq ans.

## BANQUES DE DONNÉES

### LABINFO : tous les laboratoires et tous les domaines scientifiques

■ Ouverture de LABINFO, une banque de données qui fournit des informations sur plus de 3 000 laboratoires de recherche publics et privés et couvre tous les domaines scientifiques et techniques. A terre, LABINFO s'étendra à l'ensemble de la recherche et des laboratoires français.

LABINFO, qui est produite par l'ANVAR et le CNRS, est l'extension de CNRS-Lab, qui décrit les activités des 1 500 unités de recherche financées par le CNRS. Elle fournit des informations comme : titre et adresse du laboratoire, noms des responsables, thèmes de recherche, équipements spécifiques, applications, et elle indique en outre les prestations offertes aux tiers : analyses, mesures, contrôles, essais, formation, etc.

Elle offre ainsi aux industriels, chercheurs ou décideurs la possibilité de trouver un partenaire scientifique pouvant leur communiquer leur savoir-faire, mettant à leur disposition un appareil, les informant sur les plus récents résultats de leurs recherches, en vue de l'analyse ou du contrôle d'un produit.

LABINFO peut être interrogée en s'adressant, soit au service Télé-systèmes, soit à la Banque des connaissances et des techniques du CNRS (15, quai Anatole-France, 75007 Paris. Tél. : 555-92-25).

■ ■ **Espace vital.** Par arrêté du ministère de l'Agriculture, les poules pondeuses élevées industriellement ont désormais droit à un espace minimal de... 400 cm<sup>2</sup> chacune.

■ ■ **Taxis muets.** Ce système, qui a été mis au point au Canada, évite aux passagers d'être agressés par les messages, bruits et craquements émis par les répartiteurs dans les taxis équipés de radiotéléphone. La solution passe par l'informatique : ce sont des ordinateurs à affichage numérique qui effectuent la répartition des taxis et calculent le prix de chaque course. En appuyant sur un bouton, le chauffeur fait apparaître sur un petit écran vidéo la liste des zones de taxis et le nombre de voitures libres dans chacune. Ce qui lui permet de décider et d'indiquer à l'ordinateur central vers quelle zone il se dirige. Dès que le chauffeur reçoit un appel, le système émet un signal avertisseur et affiche sur l'écran l'adresse du client. Aucun autre chauffeur ne reçoit le message. Le système est par surcroît économique : il peut prendre en charge 6 500 taxis par canal au lieu de 150.

## DES MARCHÉS À SAISIR

Les innovations et les techniques et procédés nouveaux présentés dans cette rubrique ne sont pas encore exploités sur le marché français. Il s'agit d'opportunités d'affaires, qui semblent « bonnes à saisir » pour les entreprises industrielles et commerciales françaises. Comme l'ensemble des articles de Science & Vie, les informations que nous sélectionnons ici sont évidemment libres de toute publicité. Les sociétés intéressées sont priées d'écrire à « Des marchés à saisir » c/o Science & Vie, 5, rue de la Baume, 75008 Paris, qui transmettra aux firmes, organismes ou inventeurs concernés. Aucun appel téléphonique ne pourra être pris en considération.

### RÉCUPÉRATION DE CHALEUR SUR LES FUMÉES DE COMBUSTION

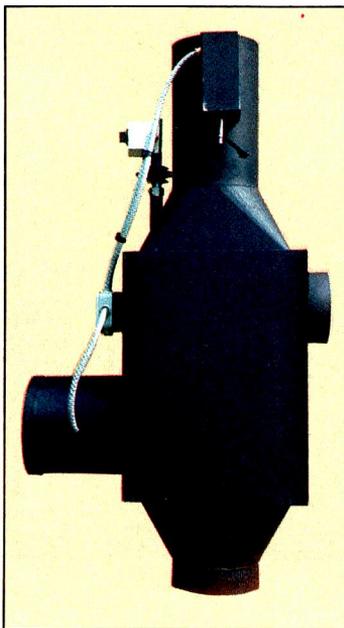
#### Quoi

Selon les cinq installations pilotes qui fonctionnent déjà, ce récupérateur de la chaleur contenue dans les fumées des chaudières permet une économie d'énergie d'environ 1/3. Conçu pour les petites installations de chauffage (maisons individuelles ou petits collectifs), il pourrait aussi être adapté à des installations industrielles.

#### Comment

La fumée s'échappe des chaudières à 250/300 °C sur lesquels 100 à 150 °C sont gaspillés. Le nouveau dispositif les récupère (on ne peut abaisser davantage la température d'évacuation des fumées lorsque les conduits d'évacuation sont en maçonnerie, sous peine de voir se former de l'acide sulfurique dans la cheminée).

D'un encombrement très réduit (20 x 45 x 35 cm), le récupérateur s'intercale sans problème entre la chaudière et le mur. L'air chaud entre par le bas de l'appareil et



celui à chauffer par le conduit de gauche : le ressort, après avoir été filtré, par le conduit de droite et il est amené par une tuyauterie dans les pièces à chauffer. En haut de l'appareil, un clapet se ferme lorsque les brûleurs s'arrêtent, obstruant ainsi l'évacuation de l'air chaud pour sa récupération, alors qu'actuellement, lorsque la chaudière s'arrête, toute sa chaleur est perdue. Dès que les brûleurs fonctionnent, le clapet s'ouvre. Il joue donc un rôle de régulateur du fonctionnement.

L'économie d'énergie s'explique ainsi à la fois par la récupération de chaleur, la remise en route retardée de la chaudière et l'absence de refroidissement de celle-ci entre deux mises en route.

#### Pour qui

Le responsable de ce nouveau produit a déjà trouvé un fabricant. Il recherche maintenant des réseaux de commercialisation (installateurs sanitaires régionaux).

### TÉLÉCOMMANDE ADAPTABLE SUR TOUT TÉLÉVISEUR



#### Quoi

Ce dispositif permet d'offrir une télécommande infrarouge à tout téléviseur qui n'en est pas équipé à l'origine. Cette télécommande présente cinq fonctions : recherche électronique de la station avec mémoire et 16 programmes possibles, arrêt ou veille du téléviseur, remise en route sur la station désirée, changement de chaîne et réglage du volume son.

#### Comment

Le produit est constitué de deux parties : l'émetteur (qui correspond à la télécommande elle-même) et le récepteur-régulateur, qui se place au-dessus du poste TV et lui est raccordé.

Deux modèles de récepteurs-régulateurs ont été prévus. Le premier se branche simplement sur la prise péritel du téléviseur dont sont équipés les appareils vieux de 2 à 3 ans. Le second, pour les postes plus anciens, est équipé de trois fils que l'on soude respectivement sur le Variscap, le 12 V (pour le son) et la masse.

#### Pour qui

Ces appareils commencent à être fabriqués en série et un début de commercialisation est entrepris sur les Alpes-Maritimes. La firme responsable cherche des distributeurs-revendeurs sur toute la France, département par département, ou région par région.

■ ■ Appel d'offre. « Nous recherchons de petites éoliennes alimentant un générateur pour la production de courant électrique. Munies d'un dispositif de stockage de l'énergie, elles devraient pouvoir couvrir les besoins de nombreuses fermes isolées.

Contacteur A. Komblanvi-Tchim-pumpu, boîte postale 1266, Kinshasa 1, République du Zaïre.

**Comment passer dans cette rubrique.** Si vous avez conçu une innovation ou un produit nouveau, faites-le nous savoir. Adressez à « Des marchés à saisir » un descriptif de votre invention le plus succinct et 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'Office des marques communautaires à Sophia-Antipolis ?

■ C'est du moins ce que proposent les conseils en brevets d'invention par la voix de leur président, Michel Nony. Après le brevet européen, la marque communautaire va en effet bientôt devenir une réalité, ce qui complètera le dispositif destiné à assurer la libre circulation des produits et des services à l'intérieur du Marché commun. Et, déjà, la Grande-Bretagne, les Pays-Bas, la République fédérale allemande et l'Italie ont posé leur candidature pour accueillir l'Office des marques communautaires qui doit être constitué.

Pour le président des Conseils en brevets d'invention, deux raisons essentielles militent pour une implantation française :

- La France est le pays d'Europe où l'on dépose le plus de marques.
- Alors qu'on lui doit l'initiative de l'Institut international des brevets, puis de l'Office européen des brevets, elle n'abrite aucun organisme international en matière de propriété industrielle. L'Institut est établi à La Hague, l'Office à Munich et la Division de recherches de l'Office européen est également située à La Haye.

Une autre raison plus terre à terre motive les conseils en brevets : d'abord la diminution, en quelques années, du nombre des dépôts de brevets français ; ensuite le fait que 90 % des brevets européens sont déposés en langues anglaise ou allemande et par les mandataires de ces deux pays, qui ont entraîné une très forte réduction d'activité au sein de leur profession — ainsi que de nombreuses compressions de personnel.

Pourquoi Sophia-Antipolis ? En raison d'un environnement et d'un climat agréables facilitant le recrutement des fonctionnaires de l'Office, de la proximité de l'aéroport international de Nice et de ses liaisons avec tous les pays d'Europe, des capacités hôtelières, d'hébergement et d'éducation de Nice.

Sans oublier que Sophia-Antipolis offre un environnement scientifique exceptionnel et accueille déjà l'organisme serveur des banques de données de l'Institut national de la propriété industrielle, ces dernières pouvant être utilisées par l'Office des marques communautaires.

## Machine à monter les tuiles

■ Conçue spécialement pour les entreprises de couverture, cette machine permet l'approvisionnement et la pose simultanée en toiture des tuiles, ardoises, etc.

Deux hommes sont ainsi suffisants pour construire, rapidement et sans fatigue, une toiture : l'un au sol pour placer les tuiles sur le tapis d'approvisionnement, l'autre sur le toit pour prendre les tuiles à son rythme et placer la couverture.

Originalité par rapport aux autres systèmes de monte-matériaux : celui-ci n'est pas posé au sol, mais appliqué à la charpente et il roule sur celle-ci au fur et à mesure de la pose des tuiles. La machine est d'un montage simple — 10 à 15 m suffisent. Elle pèse 98 kg avec son moteur, ce dernier étant démontable et venant se poser en partie haute. Encombrement pour le transport : 5 m (longueur développée : 8,60 m). Vitesse du tapis : 0,60 m/s. (Société Artois, Route de Frévent, 62810 Avesnes-le-Comte).



## INNOVATION

### Science & vie au service des inventeurs (suite)

■ La carte de France des établissements d'enseignement technique qui se placent au service de nos lecteurs inventeurs et innovateurs se complète de mois en mois. Cette fois, c'est d'Alsace que nous est parvenue la lettre suivante :

« Notre établissement d'enseignement est tout particulièrement bien placé pour assurer la réalisation d'objets techniques paraissant dans votre rubrique "Des marchés à saisir".

» Deux points particuliers nous privilégient :

- Notre situation géographique et notre forte intégration dans le tissu industriel de l'Est, particulièrement dense et qui nous a habitué à des réalisations à caractère industriel.

- Notre structure pédagogique très complète : nous formons des professionnels (CAP tourneur, fraiseur, ajusteur, métallier, industrie de l'habillement ; BEP mécanicien-monteur, ouvrage métallique, électromécanique), ainsi que des techniciens (fabrication mécanique, électrotechnique, électronique, mathématique et technique).

» D'autre part, l'évolution des enseignements techniques nous oblige, pour une meilleure efficacité, à adopter une démarche par thèmes.

« Tous ces éléments développent nos besoins, déjà forts, en sujets de recherches. Nous tenons donc nos moyens de production à la disposition des particuliers et industriels désireux de fabriquer un produit nouveau — ou d'améliorer un produit ancien. »

Personne à contacter : M. J.-J. Ostermeier, chef de travaux, Lycée d'enseignement technologique et professionnel industriel, 5, rue des Chanoines, 68500 Guebwiller.

■ ■ **Deuxième Salon des inventions et des curiosités organisé les 1<sup>er</sup> et 2 octobre par le Comité des fêtes de Saint-Grégoire, à 4 km du centre de Rennes. La première édition avait été un succès, en particulier, selon ses organisateurs, grâce à l'annonce qu'en avait faite Science & Vie : une centaine d'inventions originaires de toute la France, plusieurs milliers de visiteurs et une importante couverture par la presse locale et régionale. Inventeurs et possesseurs d'objets curieux de tout ordre sont invités : la participation est gratuite.**

Information : M. Serge Bohanne, 15, rue de Bréhat, 35700 Saint Grégoire. Tél. : (99) 68-90-50. ■

# La rareté de l'Or.



*De l'or est née une bière rare, Gold, la bière spéciale de Kanterbräu, chef-d'œuvre de finesse et de pureté.*

**GOLD. La bière en Or de Kanterbräu.**

# TROP DE VÉHICULES DÉFECTUEUX SUR LES ROUTES FRANÇAISES

*Vous avez une chance sur trois de conduire une voiture qui consomme trop ou qui présente un défaut dangereux pour votre propre sécurité et celle des autres. Tel est le sombre bilan d'une campagne de diagnostic menée par Solex, les Automobile Clubs et l'Agence pour la maîtrise de l'énergie.*

► La campagne a porté sur 8 530 véhicules représentatifs du parc français. Sur 82 % des voitures, le niveau de la cuve de carburateur était incorrect ; la pompe de reprise était déréglée dans 55 % des cas ; et surtout, l'allumage était défectueux sur 85 % des véhicules ! Résultat : une voiture sur cinq consomme plus que la normale par défaut de réglage, le gaspillage étant évalué à 250 litres par an pour un usager moyen.

En ce qui concerne la sécurité et la pollution, on a relevé 63 % de projecteurs mal réglés, 30 % de pneumatiques en mauvais état, 35 % de pneumatiques sous-gonflés et 25 % d'émissions d'oxyde de carbone supérieures au maximum autorisé de 4,5 %. 30 % des voitures en circulation, taux minimal puisqu'établi grâce à des propriétaires soucieux de leur état, présentent donc un défaut important.

Quelle est l'incidence sur la sécurité de ces défauts ? Difficile à dire. On ne peut se référer en la matière qu'à une statistique déjà ancienne, établie par l'ONSER à partir des constats de police et de gendarmerie : il apparaît que 1 à 3 % seulement des accidents de la route sont dus à un mauvais état mécanique du véhicule. Taux trop dérisoire pour être crédible : c'est que les véritables causes, celles qui sont à l'origine de l'accident, sont masquées par leurs effets. L'argument de « perte de contrôle du véhicule » ou « vitesse excessive » dissimule souvent un sous-gonflage des pneus, une insuffisance des freins, une fatigue excessive des amortisseurs ou un jeu anormal de la direction qui n'auront pas permis au conducteur de se défendre après avoir été surpris. Les AGF vont jusqu'à affirmer que si l'on se montrait plus exigeant quant à l'état mécanique du parc en circulation, c'est à 8 % des voitures qu'il faudrait interdire de rouler, et que

20 % présentent un défaut grave ! Pourquoi une telle dégradation ? Les raisons sont multiples.

- Les ménages français consacrent 12 % de leurs revenus à leur voiture. C'est énorme, prouvant que l'automobile est toujours un secteur de dépense privilégié, mais l'essentiel passe dans l'achat — la tenue du marché du neuf, et surtout des nouveaux modèles, en témoignent — et dans le carburant. L'usager tend à sacrifier les opérations d'entretien une fois la période de garantie passée. Or, ce n'est pas durant ces 12 mois de garantie que sa voiture se dégrade.

- La dégradation mécanique, résultant de l'usure normale, est progressive. Le conducteur s'habitue sans même s'en rendre compte aux défauts qui en résultent et adapte son comportement en conséquence, jusqu'à la mésaventure grave, qu'elle se traduise sous forme d'accident ou de réparation onéreuse.

- La méfiance à l'égard des garagistes, en tous cas à l'égard des succursales importantes ou des gros concessionnaires. Le client n'est plus qu'un numéro anonyme, sans contact direct avec le réparateur, et les rendez-vous doivent souvent se prendre longtemps à l'avance.

- Enfin, et surtout, la crainte d'une facture « salée » pour une qualité de travail et de service souvent douteuse.

La montée des coûts d'entretien ? Les garagistes s'en défendent. Depuis 11 ans, se plaint la Chambre syndicale nationale du commerce et de la réparation automobile, les taux de facturation de la main-d'œuvre des concessionnaires sont bloqués. L'heure d'atelier est vendue à perte : au 31 décembre 82, elle était facturée en moyenne

# PIÈCES DÉTACHÉES : DES PRIX QUI VARIENT FACILEMENT DU SIMPLE

Types de pièces / Modèles	Modèles										
	RENAULT 5 GTL 5 PORTES	RENAULT 9 GTL	RENAULT 18 GTL	PEUGEOT 985 GR	CITROËN WISA SUPER E	PEUGEOT 104 GR	RENAULT 14 GTL	FORD ESCORT 1300 L	CITROËN GSA SPECIAL	PEUGEOT 985 GL	VW GOLF GLS
<b>CARROSSERIE</b>											
Pare-chocs avant	537,84	479,62	563,49	508,39	353,92	458,90	318,07	324,00	353,92	715,68	531,00
Pare-chocs arrière	497,68	462,49	444,72	515,61	353,92	443,42	205,99	346,63	84,24	714,65	408,00
Capot avant	636,37	759,12	848,50	685,77	510,00	502,21	784,72	839,14	642,00	976,57	860,00
Couvercle de coffre	678,95	659,51	724,77	480,47	457,00	788,27	613,96	1 169,61	711,55	762,53	703,00
Aile avant	275,33	299,33	325,26	314,53	266,00	232,02	205,05	527,48	340,00	410,43	387,00
Aile arrière	298,51	457,09	681,31	351,64	330,00	399,09	172,27	588,25	388,00	508,39	890,00
Calandre	97,12	123,78	136,04	111,37	103,85	125,81	185,60	183,56	147,56	137,28	81,65
Bloc optique avant	224,32	243,36	263,10	287,97	376,72	293,19	165,24	321,72	357,33	424,75	239,00
Bloc optique arrière	55,02	110,98	116,32	148,72	127,77	134,07	41,14	174,58	121,99	136,84	239,00
Pare-brise trempé	217,83	230,05	240,77	188,40	271,42	171,60	101,35	288,61	225,22	188,50	275,00
Pare-brise feuilleté	415,76	425,93	459,45	487,20	—	441,52	193,69	570,75	429,00	517,37	831,00
<b>MOTEUR</b>											
Moteur neuf	5 711,43	7 314,52	9 338,12	7 290,51	5 680,87	5 432,33	5 897,3	7 385,89	6 126,85	7 593,74	7 890,00
Culasse nue	1 074,75	976,62	1 790,10	1 590,30	1 427,49	1 688,46	1 026,82	2 556,49	885,63	1 838,72	2 436,00
Jeu de bougies	37,72	35,52	35,52	31,96	33,60	31,96	35,52	53,92	36,04	31,96	23,00
Allumeur	343,06	194,88	174,14	350,89	563,07	607,88	436,48	677,85	544,19	430,06	797,00
Alternateur	800,07	857,98	916,97	1 002,77	989,66	900,89	686,38	1 299,24	1 128,82	895,52	2 022,00
Cartouche de filtre à air	28,19	31,15	37,54	53,62	20,39	13,93	30,23	31,99	40,47	33,00	45,00
Cartouche de filtre à huile	30,70	29,81	29,81	33,00	24,91	33,00	30,70	31,32	28,70	28,87	28,00
<b>CHASSIS ET DIVERS</b>											
Radiateur neuf	664,77	560,07	797,73	370,74	312,62	439,71	760,29	429,46	—	493,33	759,00
Batterie	—	—	—	—	—	—	—	423,10	—	—	254,00
Mécanisme d'embrayage	189,12	189,12	229,32	934,55	197,61	186,43	189,12	224,92	197,61	243,76	349,00
Disque d'embrayage	158,84	157,97	179,40	259,86	177,03	179,74	158,84	152,85	190,03	323,03	335,00
Jeu de balais d'essuie-glace	71,34	79,80	75,06	82,47	35,73	69,97	66,80	62,30	38,02	91,88	63,00
Jeu de plaquettes de freins avant	113,89	140,50	140,50	150,01	129,64	125,27	126,56	281,99	160,56	221,71	223,00
Disque de freins avant	158,68	116,86	168,66	195,68	150,79	143,51	158,68	133,16	216,87	192,97	196,00
Échappement complet	435,09	385,05	663,31	478,81	363,94	410,98	317,60	510,12	635,33	762,98	903,00
Jeu d'amortisseurs avant	369,88	435,82	548,56	409,22	298,29	381,10	313,84	592,24	266,32	484,20	354,00
Jeu d'amortisseurs arrière	463,76	370,60	443,16	613,90	320,77	549,02	300,76	592,24	274,69	506,04	150,00

Comme nous l'expliquons dans notre article, ce sont les pièces détachées qui permettent aux garagistes de réaliser leurs bénéfices. Nous publions donc ci-dessus les prix hors taxes de certaines pièces, qui nous ont été communiqués par les constructeurs et sont pratiqués dans leurs réseaux (concessionnaires et agents) pour les 25 modèles les plus vendus en France (classés ici de gauche à droite par ordre de diffusion). Pour chacune des pièces, nous avons fait ressortir le prix le plus élevé (en rose) et le plus bas (en vert). Mais, outre cela, quelques remarques restent à faire.

Pour la carrosserie, les 7 premières pièces, dites "captives", sont celles pour lesquelles les constructeurs, protégés par la loi de propriété littéraire, industrielle et artistique en France, détiennent le monopole de la fabrication et de la distribution. Ne connaissant pas de concurrence, ils ont donc la très fâcheuse tendance à gonfler outrageusement les prix dans ce domaine, se ménageant ainsi de substantiels bénéfices et préservant les marges de leurs concessionnaires. De fait, ces abus se répercutent sur les tarifs des assurances.

73,56 F (hors taxes), alors qu'elle revenait à 100,60 F (voir encadré page 106) ; ce prix est inférieur à celui qui est pratiqué dans tous les pays, notamment en Allemagne, en Suède et en Suisse, où il est deux fois plus élevé. Or, une entreprise concessionnaire moyenne vend

22 000 heures d'atelier par an. Conséquence : 150 d'entre elles ont déposé leur bilan en 1982 et les autres se plaignent de ne pouvoir recruter une main-d'œuvre qualifiée, faute de pouvoir la rétribuer correctement.

Pour compenser ce manque à gagner, les cons-

# AU QUADRUPLE

	FORD FESTA 1100 L	RENAULT 20 TS	TAILOBT SAMIRA LS	RENAULT 14 GTL	TAILOBT HORIZON GL	CITROËN 2 CV SPL	FIAT TEMPO 80	CITROËN CX 20	OPEL ASCONA GL	FIAT PANDA 45	LADA 1300 S	BMW 118 I 5 VITESSES	OPEL ADAPT GL	VW POLO GL
	268,62	748,04	280,51	470,51	499,26	144,78	595,00	464,06	466,11	306,00	294,79	275,00	216,58	544,00
	267,78	876,21	266,06	490,04	505,46	107,26	615,00	464,06	518,15	343,74	305,50	281,00	196,84	544,00
	936,57	1 088,92	522,32	820,24	646,01	414,00	570,00	743,00	1 048,26	518,59	693,20	1 764,00	801,99	860,00
	1 054,95	1 112,34	690,94	919,74	770,00	290,91	1 135,00	524,16	920,45	708,97	690,42	1 423,00	1 334,90	809,00
	459,89	466,68	232,03	326,44	329,27	351,00	180,00	394,00	665,72	96,95	272,55	882,00	610,72	487,00
	845,13	509,02	327,34	689,15	519,76	234,00	374,00	437,00	792,54	795,00	344,57	1 326,00	727,27	824,00
	178,16	120,04	104,16	65,24	105,19	120,24	212,00	198,43	304,27	270,00	506,99	198,00	225,45	201,00
	198,75	427,11	275,93	396,20	318,70	299,73	420,00	546,00	597,27	300,00	644,83	938,00	398,00	247,00
	131,28	143,26	114,75	148,44	191,27	109,36	238,00	227,39	278,45	157,00	320,14	468,00	228,36	122,00
	321,30	249,56	—	216,64	229,94	86,85	—	—	—	—	—	—	—	—
	523,20	495,48	441,52	397,29	537,58	155,51	859,00	739,46	742,96	540,40	582,84	1 081,00	605,30	806,00
	6 221,20	13 724,30	5 432,33	7 703,03	5 984,18	3 847,73	6 310,00	9 056,65	11 466	3 320,00	8 195,38	8 199,00	11 466	7 890,00
	2 385,47	2 083,82	1 688,46	1 440,98	1 698,26	499,92	1 920,00	2 602,13	2 489,61	1 580,00	1 579,99	3 763,00	2 489,61	1 735,00
	50,60	35,52	31,96	35,52	33,00	17,60	31,00	35,20	36,80	26,77	18,80	28,20	36,80	23,00
	279,90	248,87	—	392,63	824,76	129,06	268,00	805,55	1 172,81	373,00	378,80	1 355,00	1 172,81	813,00
	1 299,24	809,27	900,89	879,43	1 302,55	496,57	1 305,00	1 354,27	664,09	1 395,00	930,51	1 372,00	664,03	2 042,00
	46,09	44,51	13,93	27,29	28,05	43,43	25,95	60,64	31,08	25,95	27,08	83,45	31,08	45,00
	34,02	31,09	33,00	32,30	30,94	25,99	32,12	29,23	13,94	33,01	31,23	22,60	13,94	28,00
	544,16	1 372,16	439,71	747,09	439,71	—	895,00	495,97	874,54	581,26	702,40	834,00	713,63	759,00
	327,10	—	—	—	—	—	—	—	275,40	—	325,61	562,00	275,40	254,00
	157,18	263,17	186,43	189,12	180,86	155,65	213,91	259,38	316,23	299,52	267,94	344,00	316,23	368,00
	142,70	227,69	179,74	186,54	143,29	105,80	220,00	231,72	346,40	148,52	121,25	302,00	346,40	325,00
	61,04	107,96	69,97	69,30	68,06	21,18	52,00	89,30	30,96	35,03	29,56	96,00	30,96	63,00
	128,51	152,83	125,27	113,89	125,27	79,37	139,00	209,71	197,21	96,00	124,35	420,00	197,21	103,00
	154,33	257,62	143,51	156,78	160,04	176,35	88,00	243,72	181,74	88,00	395,30	209,00	165,17	196,00
	299,75	959,59	476,33	664,27	404,77	363,62	388,74	795,39	1 350,17	498,73	599,98	1 219,00	1 154,79	954,00
	641,44	446,58	381,10	547,03	381,38	189,07	312,04	313,05	328,09	258,00	171,05	330,00	316,81	247,00
	237,64	697,08	549,02	439,08	359,50	178,44	252,00	325,24	186,34	160,96	159,32	274,00	186,34	214,00

**Pour le moteur**, on se gardera de toute comparaison dans le cas d'un modèle neuf, tant les pratiques sont différentes d'un constructeur à l'autre : il peut s'agir aussi bien d'un moteur complètement équipé que d'un simple bloc embiellé.

**Pour les autres pièces**, dites "concurrencées", il faut savoir qu'elles sont fabriquées par des équipementiers. Leur diffusion se fait donc, soit par le constructeur sous son propre emballage, soit directement par le fabricant dans le circuit des boutiques et des grandes surfaces, soit par les grossistes qui approvisionnaient auparavant

les garagistes indépendants, mais tendent aujourd'hui à ouvrir leurs portes à la clientèle privée en consentant des remises. Ces raisons font que, dans ce cas, l'on peut espérer trouver des prix plus bas que ceux déterminés par le constructeur.

On notera enfin un fait révélateur des changements du mode de distribution : dans la plupart des cas le prix de la batterie n'est plus indiqué, car cet organe a pratiquement échappé au réseau traditionnel, étant commercialisé à plus de 60 % par les grossistes, les grandes surfaces et les boutiques.

tructeurs « gonflent » anormalement les barèmes horaires d'intervention (voir note 1, p. 157) : on évaluera à deux heures tel remplacement de pièce quand une seule suffit. L'atelier facturera donc au taux imposé deux fois plus de temps de main-d'œuvre qu'il n'en aura effectivement été

consacré. Conséquence induite de cette situation : on ne répare pas, on remplace plutôt l'organe défaillant. Parce que cela prend moins de temps, parce que la qualification de la main-d'œuvre n'est plus ce qu'elle était — le métier se perd... — et parce que le commerce de la pièce détachée

(suite du texte page 106)

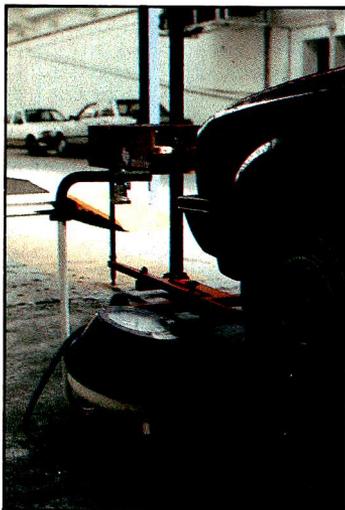
## POUR VOTRE VOITURE : UN DIAGNOSTIC SCIENTIFIQUE COMPLET EN



Nous reconstituons ici les 6 épisodes d'un diagnostic complet d'une voiture (ou « check up auto », pour les fans de la formule), tel qu'il est réalisé par la société Seda (171, avenue Jean-Jaures, 93300 Aubervilliers) pour un montant de 475 F. Dans certains cas nous donnons aussi des extraits des listings délivrés au client après essai.

**Poste 1.** Ici sont effectués le contrôle de l'éclairage et un bilan de l'état des diverses ampoules, de la fixation des cosses de batterie, des roulements et des pneus. Sont vérifiés aussi la pression de gonflage et l'aspect général du véhicule.

**Poste 2.** C'est sous un pont élévateur qu'est effectué un examen du dessous du véhicule (constat de fuites d'huile — amortisseurs, moteur, boîte —, amorces de corrosion, tuyau d'échappement). Pour le test des



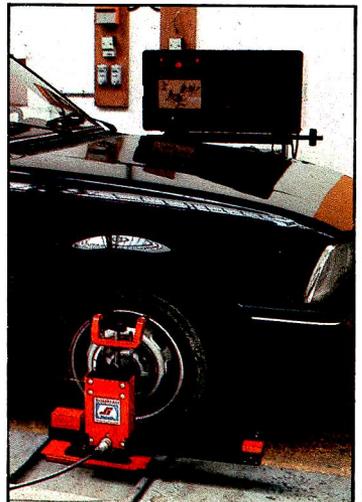
plaques à jeux, les roues avant sont posées sur deux plaques qui peuvent être animées de mouvement brusques de translation (de droite à gauche ou d'avant en arrière), et mettent en évidence le jeu des rotules et des silent blocs ou le jeu des demi-axes de transmission.

**Poste 3.** Le contrôle des trains roulants est réalisé en faisant rouler la voiture sur une plaque de ripage pouvant se déplacer latéralement. Dans le cas d'une éventuelle déviation, celle-ci est indiquée par une aiguille sur un cadran donnant le défaut d'alignement qui l'occasionne. Ensuite, des balanciers pourvus de capteurs d'équilibre vertical, longitudinal et transversal sont posés sur les roues avant. L'appareil, à la demande de l'opérateur, délivre alors, essieu par essieu et roue par roue, les valeurs

de parallélisme, d'alignement et de carrossage. Dès lors, la valeur de chasse est déduite des données de carrossage et d'alignement ; il suffit ensuite de comparer aux valeurs préconisées par le constructeur pour détecter une anomalie éventuelle. L'ensemble des résultats est enfin délivré sur imprimante.

**Poste 4.** Pour le contrôle de la suspension, les roues sont posées sur des plaques animées d'un mouvement de vibration et l'appareil apprécie leur rebondissement. Il peut détecter notamment une différence de réponse des ressorts et amortisseurs sur chaque roue d'un même essieu, qui traduirait une usure inégale à droite et à gauche. Mais l'opérateur doit apprécier la courbe de réponse pour savoir si elle est conforme à la nature de la voiture. En effet, l'appareil analyse de la même manière une R4 ou une BMW, sans « savoir » que la R4 est sensée être « molle » et la BMW beaucoup plus « ferme ». Là encore, le bilan sort imprimé (voir fac-similé sous la photo).

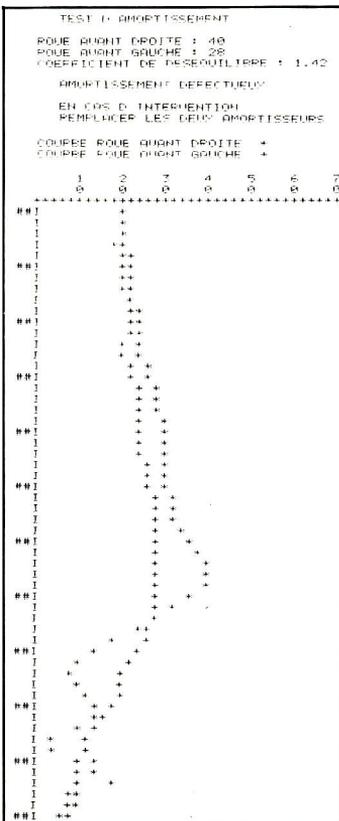
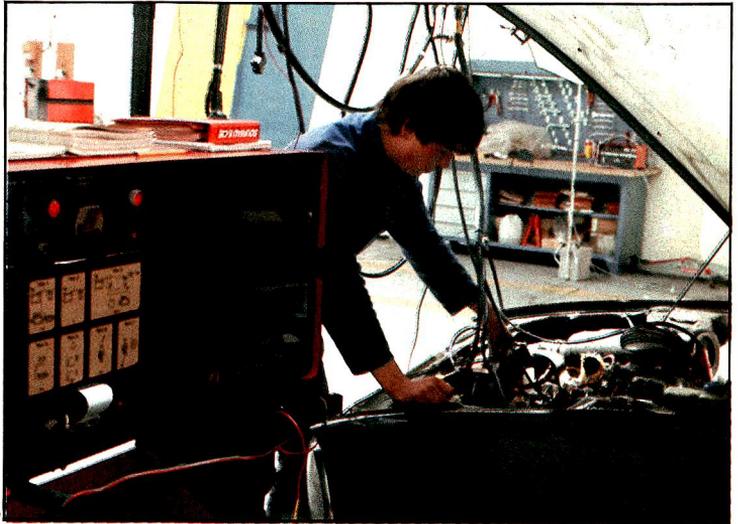
**Poste 5.** Pour l'examen du freinage (essieu par essieu), les roues d'un même essieu sont posées sur des rouleaux qui les entraînent, l'opérateur intercalant un capteur de pression entre sa semelle et la pédale de freins (l'action sur la pédale de freins impose un effort de résistance au mouvement des rouleaux). Pour une pression donnée, l'appareil apprécie le freinage de chaque roue, révélant un éventuel déséquilibre : à pression constante, sur un tour de roue, la mesure révèle une éventuelle ovalisation des tambours ou un voile des disques ; à pression égale, il mesure l'effort absorbé par



## UNE HEURE

le train avant et par le train arrière. Par ailleurs, si, à pression constante, la course de la pédale s'allonge, l'appareil peut détecter une fuite dans le circuit hydraulique, de même que, la pédale relâchée, il perçoit le freinage résiduel. Enfin, il peut apprécier l'action du frein à main (bilan imprimé).

**Poste 6.** Des capteurs sont branchés sur la batterie, le fil de la bobine, le fil de bougie du cylindre n° 1 et le rupteur d'allumage. L'appareil demande alors son programme par appel sur écran vidéo, sur lequel seront indiquées les caractéristiques de la voiture (transmission mécanique ou automatique, allumage mécanique ou électronique, nombre et ordre d'allumage des cylindres, etc.). Ce programme peut aussi lui être donné par enfichage d'une cassette ou d'un code



spécifique au modèle. Un tel programme a pour but de mesurer la tension de la batterie, les fuites éventuelles de courant, la tension à la bobine, la vitesse d'entraînement du démarreur et le courant absorbé par celui-ci, l'état des contacts de rupteur, les compressions relatives des cylindres, l'état du régulateur, du circuit de charge, le régime de ralenti, l'efficacité des bougies par leur tension d'ionisation et la chute de régime au ralenti en coupant successivement chaque cylindre pour apprécier leur état. Toutes ces valeurs sont imprimées et commentées, attestant de l'état des réglages qui sont le plus souvent source de surconsommations (voir extrait du document ci-contre).

Rassemblées dans un dossier, toutes ces constatations permettent à l'automobiliste de juger de la priorité des interventions à effectuer sur son véhicule et de se placer en interlocuteur informé face à son garagiste.

#	VALVE INITIAL	05 DEGRES
	AVANCE CENTRIFUGE:	
0000	TR/MIN	00 DEGRES
0000	TR/MIN	00 DEGRES
	AVANCE A DEPRESSION:	
	TR/MIN	00 DEGRES
	DWELL	57
	CODE VEHICULE	1 1 0 2 1 4

#	TEST 1	
U	BATTERIE	BON
I	FUITE BATTERIE	0.1 AMP BON

#	TEST 2	
U	BATTERIE	12.0 VOLTS BON

U	BOBINE	8.1 VOLTS
---	--------	-----------

#	TEST 3	
VITESSE MOTEUR	337	
COURANT DEMARREUR	92 AMP	BON
U BOBINE	10.4 VOLTS	
U BATTERIE	10.8 VOLTS	BON

% DWELL	44.4	MAUVAIS
---------	------	---------

ETAT DES CONTACTS	0.59 VOLTS	MAUVAIS
-------------------	------------	---------

POLARITE BOBINE		BON
-----------------	--	-----

COMPRESIONS RELATIVES DES CYLINDRES	
A	103 AMP
B	111 AMP
C	105 AMP
D	103 AMP

est plus lucratif. D'autant plus que les constructeurs accordent des primes au concessionnaire qui atteint et dépasse un quota de chiffre d'affaires sur la vente des pièces !

En ce domaine encore, on fait en France un constat bien singulier. Une enquête, effectuée par les journalistes de l'émission *Dimanche Magazine* d'Antenne 2, a établi que l'ensemble des 1 600 pièces détachées composant une Peugeot 504 GR vendue 53 500 F, aboutirait chez le concessionnaire à une facture de 120 000 F : plus du double. Même constat pour une Renault 5 GTL : 41 700 F sur ses quatre roues, 92 460 F en « kit ». Et pire sur une Ford Escort 1100L : dans ce cas, on passe de 43 230 F

## LE COÛT DE LA MAIN-D'ŒUVRE

*La rétribution de la main-d'œuvre est le sujet de doléance essentiel des réparateurs, qui opèrent en régime de prix encadrés depuis 11 ans. Comme nous le voyons ci-dessous, l'heure d'atelier se vend en moyenne 73,56 F (à perte donc puisqu'ils l'estiment à 100,60 F). Il en résulte une évaluation très généreuse des temps de main-d'œuvre pour telle ou telle intervention dont l'usager est victime sans pouvoir compter sur un personnel qualifié, car mal payé, et avec une propension à remplacer des pièces ou des éléments entiers qui pourraient être réparés. Même travers pour les opérations en tôlerie après accident : en ce cas, la facture arrive chez l'assureur, mais l'assuré paye une prime en conséquence...*

Salaire horaire du compagnon .....	28 F 50
Salaire du personnel administratif et d'encadrement de l'atelier .....	19 F 66
Charges sociales .....	21 F 95
Charges d'exploitation directes de l'atelier .....	5 F 70
Charges d'exploitation indirectes .....	24 F 79
Prix de revient H.T. de l'heure d'atelier .....	100 F 60
Prix de vente : .....	73 F 56

à 156 000, près de quatre fois plus (nous avons rassemblé dans notre tableau p. 102 le prix de quelques pièces composant les 25 modèles les plus diffusés en France. Il s'agit de prix hors taxes — les pièces détachées sont assujetties à une TVA de 18,6 % — communiqués par les constructeurs et importateurs et pratiqués dans leur réseau de concessionnaires et agents).

Les constructeurs ont le monopole de la fabrication et de la diffusion sur une catégorie de pièces, celles qui sont dites « captives ». Elles sont protégées par la loi sur la propriété littéraire, industrielle et artistique (!) et comprennent essentiellement les composants de carrosserie. Ni le fournisseur du constructeur, ni un fabricant indépendant, contrairement à ce qui se passe dans tous les autres pays (les fameux *Bresciani* en Italie par exemple), ne peuvent les fabriquer et

les diffuser sans se mettre dans l'illégalité. Ainsi, une grossiste de Toulon, M<sup>me</sup> Marcey, avait essayé d'importer des ailes et des pare-chocs de Renault 5, identiques à ceux d'origine, mais fabriqués par un industriel italien : elle a dû mettre un terme à son entreprise, poursuivie par Renault, risquant correctionnelle et... prison ! Aucun grossiste et aucune grande surface ne peut vendre d'éléments de carrosserie sans devoir s'approvisionner au prix fort chez le concessionnaire de la marque. Résultat : sans concurrence, ces pièces échappent à la loi du marché.

Le constructeur en fixe arbitrairement le prix, ménageant un substantiel bénéfice à son concessionnaire. En 1982, 7 des 25 milliards remboursés par les assurances pour des réparations consécutives à des accidents ont servi à payer des pièces « captives ». Et là encore, sous couvert de l'absence de main-d'œuvre qualifiée, on préfère remplacer plutôt que de « redresser » pour un prix plus modéré. Soumis aux lois de la concurrence dans leur propre pays, les constructeurs étrangers jouissent du privilège que leur accorde la loi en France. Jean Maurus, président de la Fédération des syndicats de la distribution automobile, dénonce naturellement ces pratiques et affirme que les assurés ont ainsi fait le lit des importateurs dans l'Hexagone (on est passé en trois ans de 22 à plus de 30 % de pénétration étrangère) : « Au bas mot, ces pièces sont vendues deux fois trop cher » constate-t-il. C'est qu'en cinq ans, le tarif des pièces « captives » a augmenté de 125 %, alors que celui des pièces véritablement concurrencées s'est aligné sur l'inflation avec une hausse de quelque 60 %.

Ces pièces concurrencées, elles, sont fabriquées par des sous-traitants en fonction des spécifications imposées par les constructeurs. Elles contribuent pour moitié au nombre des composants d'une voiture, sont vendues pratiquement à prix coûtant au constructeur au stade de la première monte, et diffusées par trois types de canaux sur le marché de remplacement :

- le réseau du constructeur (ses concessionnaires et agents) ;
- le réseau des grossistes, qui approvisionnent les réparateurs indépendants ;
- la nouvelle forme de distribution (stations service, boutiques, grandes surfaces).

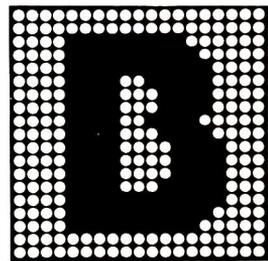
Cette concurrence aboutit à une vérité des prix. Le client ne doit pas se laisser abuser par l'appellation « pièce d'origine ». Les constructeurs ont eu tendance à jouer sur les mots en conditionnant dans des emballages à leur marque des composants identiques à ceux qui sont directement diffusés par le fabricant réel et à entretenir une ambiguïté entre les termes de pièce d'origine et de pièce adaptable ; à faire croire que la pièce Valeo destinée à Renault n'était pas la même que la pièce Renault... fabriquée par Valeo ! Ces pratiques litigieuses, qui dirigeaient le client vers un garage Renault plutôt que vers

(suite du texte page 156)



## Partez avec la BNP en poche.

Vous partez en vacances, glissez dans votre poche un chéquier BNP et une Carte Bleue. Partout en France, vous trouverez toujours une agence BNP ou un distributeur automatique Carte Bleue où retirer de l'argent au fur et à mesure de vos dépenses. Si vous n'avez pas encore 18 ans et plus de 16 ans, en attendant de pouvoir ouvrir un Compte de Chèques ouvrez un Compte sur Livret. Vous pourrez retirer de l'argent dans toutes les agences BNP de France. Avant de partir, passez par la BNP.



# LE HAUT-PARLEUR QUE NOUS ENVIENT LES JAPONAIS

*Deux fabricants français d'enceintes acoustiques ont réalisé des haut-parleurs comportant une membrane de conception originale, l'une, qui vient de faire l'objet d'une spectaculaire opération d'espionnage industriel, ressemble à une calotte, l'autre est parfaitement plane. Dans les deux cas, la forme la plus répandue de la membrane, le cône, a été abandonnée pour éliminer certains défauts qui lui sont propres.*

► A Brest, la firme de Georges Cabasse, descendant d'un luthier du XVIII<sup>e</sup> siècle, fabrique depuis plus de 30 ans des haut-parleurs et des enceintes acoustiques. Le 12 mai dernier, dans la nuit de l'Ascension, des cambrioleurs pénétraient dans les locaux de l'entreprise et dérobaient 7 cartes magnétiques d'ordinateur. Un vol de connaisseurs bien informés, car ces cartes étaient destinées à commander le fonctionnement d'un robot industriel fabriquant un nouveau type de membrane de haut-parleur en forme de dôme ayant une structure en nid d'abeille et produite dans une nouvelle matière dont la composition était tenue secrète. Cinq jours plus tard, le hasard permit de retrouver la trace des précieuses cartes : le passager d'un avion se rendant à Taiwan entendit la conversation en anglais de deux Asiatiques qui se trouvaient à côté de lui et qui négociaient le transfert des cartes. L'un d'eux, envoyé d'une firme japonaise, aurait payé 500 000 dollars pour les avoir. L'ambassadeur de France à Taiwan fut ainsi alerté et le dossier, qui prenait le tour d'une affaire d'espionnage industriel, échut à la DST.

Nous ne savons pas, pour l'instant, où en est l'enquête. Mais l'intérêt très particulier porté au produit de la société Cabasse, et peut-être aussi à la possibilité de le fabriquer automatiquement en série, est significatif de certains aspects révolutionnaires de la membrane produite à Brest. Celle-ci venait justement d'être présentée au public en mai dernier, au Salon son et image vidéo de Paris, où elle équipait cinq enceintes de la marque, les Galion V, Brigantin, Goeland, Albatros et la toute petite Corvette 188, mesurant 48 x 25 x 25 cm.

La membrane Cabasse ne fut d'ailleurs pas la

seule nouveauté remarquable en matière de haut-parleurs de ce salon 1983 son et image vidéo. Une autre firme spécialisée dans la production d'enceintes, 3A, implantée à l'autre bout de la France, à Antibes, avait présenté le Planar Equiphase, un haut-parleur dont la membrane, constituée d'un circuit imprimé collé sur une plaque de polystyrène, parfaitement plane, est à l'opposé du dôme en nid d'abeille de Cabasse. Dans les deux cas, les techniques mises en œuvre abandonnent la conception traditionnelle du haut-parleur le plus répandu, avec sa membrane rigide de forme plus ou moins conique.

Pourquoi avoir bousculé ainsi cette tradition ? C'est la question à laquelle il nous faut répondre avant de voir de plus près le fonctionnement et pour comprendre l'intérêt des nouveaux haut-parleurs 3A et Cabasse.

Dans une chaîne haute-fidélité, malgré plus de trente ans d'expérience, l'enceinte acoustique reste le maillon le plus faible, celui qui altère le plus la restitution sonore. C'est encore celui qui accepte le plus difficilement des fabrications en grandes séries, standardisées, parce qu'il n'est pas encore possible de maîtriser l'ensemble des paramètres extraordinairement diversifiés, variant, en plus, avec les caractéristiques du lieu d'écoute, qui interviennent dans la reproduction des sons.

Cela explique que les Japonais, passés maîtres dans l'art des grandes fabrications, notamment des amplificateurs, des platines, des tuners, des magnétophones, ne soient pas les rois dans le domaine du haut-parleur. Ainsi les meilleures enceintes sont-elles toujours fabriquées par des firmes relativement petites qui, depuis plusieurs décennies, sont américaines, anglaises et françaises. Le savoir-faire de l'équipe de techni-

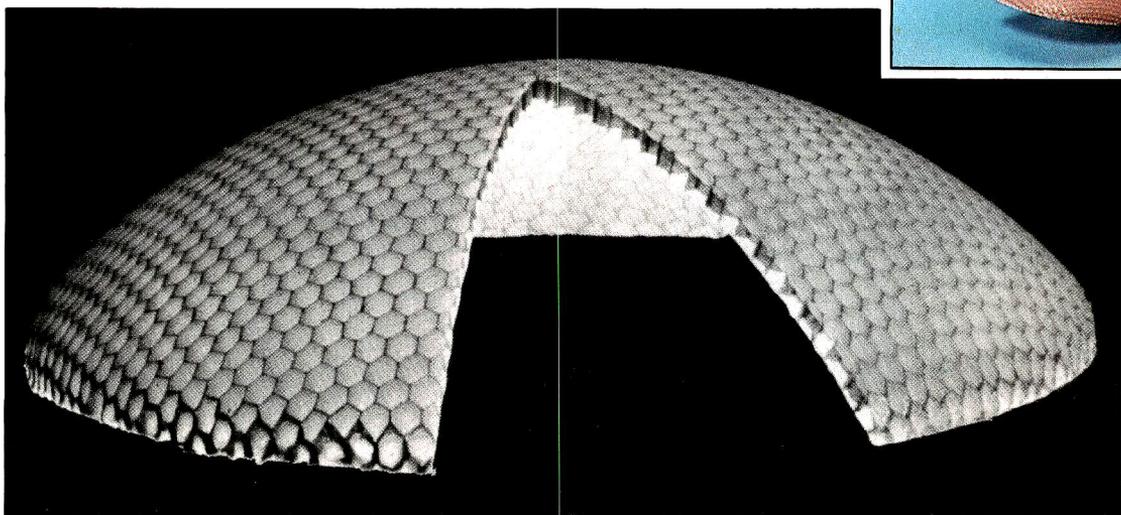
ciens, le contrôle de chaque enceinte, la mise au point d'astuces spécifiques pour éliminer certains défauts propres à telle ou telle enceinte ou à l'influence d'un local d'écoute, sont toujours des facteurs décisifs pour obtenir des performances élevées, pour parvenir à une restitution neutre du son (un son que l'on dit alors "non coloré"). Depuis 20 ans, on ne compte plus les astuces originales proposées par les fabricants pour éliminer ou réduire certains défauts des enceintes, pour diminuer leur volume sans perdre trop sur la qualité sonore, ou pour avoir un meilleur grave ou un meilleur aigu. Et c'est un peu dans ce contexte que se situent les deux sortes de haut-parleurs conçus par 3A et Cabasse.

Observons tout d'abord que la fonction de ces nouveaux haut-parleurs est rigoureusement la

naissent les ondes sonores.

Un tel haut-parleur ne peut être satisfaisant que s'il réunit un certain nombre de conditions. En particulier, il doit posséder une bobine mobile légère et rigide pour que ses mouvements ne soient pas freinés et déformés. De même, la membrane doit être d'une rigidité absolue afin de

*La membrane semi-sphérique en nid d'abeille. Plus légère que la membrane conique des haut-parleurs classiques, elle restitue mieux les variations brusques d'intensité sonore (attaque d'instruments, coups de cymbale); plus rigide, elle résiste mieux aux forces subies.*



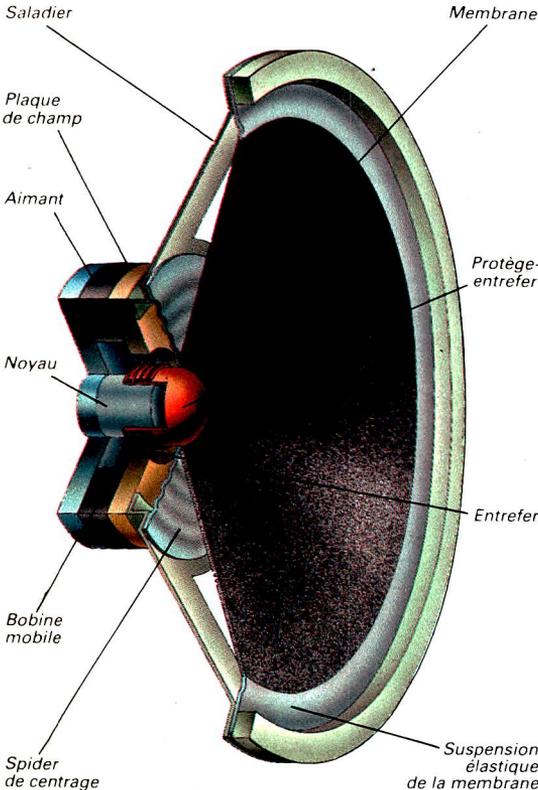
même que celle de tous les haut-parleurs, quel qu'en soit le type : transformer l'énergie électrique provenant d'un amplificateur en énergie acoustique. Cette opération ne se fait d'ailleurs pas directement, mais comporte une phase intermédiaire de transformation de l'énergie électrique en énergie mécanique. Si l'on prend le cas d'un haut-parleur électrodynamique, très répandu depuis longtemps, le courant électrique provenant de l'amplificateur est utilisé dans un moteur constitué par une bobine mobile qui peut se déplacer linéairement dans l'entrefer d'un aimant, sous l'action du champ magnétique qu'il produit (voir **dessin page 110**). Le courant délivré par l'amplificateur est un courant modulé, qui fait donc varier la force qui s'exerce sur la bobine et, par conséquent, la vitesse et l'amplitude de ces mouvements. Ainsi, cette bobine vibre-t-elle au rythme de la modulation, entraînant dans ce mouvement une membrane dont elle est solidaire et qui a la forme d'un entonnoir dans le cas de la membrane conique (le cas le plus courant depuis toujours). Cette membrane, à son tour, provoque des mouvements vibratoires de l'air ambiant. Ainsi

ne pas se courber ou se gondoler lors des vibrations. De telles déformations, en effet, déforment à leur tour les ondes produites dans l'air et, par conséquent, le son.

Pour le constructeur, les choses ne sont pas simples : pour augmenter la rigidité de la membrane, il peut augmenter son épaisseur et la traiter. Mais cela l'alourdit, freine les déplacements de la bobine mobile, crée une inertie qui atténue la vivacité des vibrations et altère la qualité du son. Pour reproduire les basses fréquences (les graves) le cône doit être de grand diamètre et, de ce fait, la nécessité d'une parfaite rigidité devient critique. Pour l'assurer, les fabricants n'hésitent pas à l'alourdir. A l'inverse, pour la reproduction des fréquences élevées (les aigus), il est indispensable que la bobine mobile soit légère et puisse répondre aux vibrations rapides et de faibles amplitudes qui les caractérisent. La bobine mobile étant solidaire de la membrane, celle-ci doit aussi être légère.

Ainsi construit-on des haut-parleurs spécifiques pour le grave, le médium ou l'aigu. Dans tous les cas, si l'on sait aujourd'hui construire

des membranes en cône d'une bonne rigidité, celle-ci a cependant des limites. Il subsiste toujours un certain taux de distorsion dans la reproduction sonore. C'est ici qu'intervient l'idée des techniciens de Cabasse pour la réalisation de haut-parleurs de grave : remplacer le cône par un dôme beaucoup plus rigide. En effet, c'est bien connu, la forme semi-sphérique permet de



**Dans un haut-parleur classique, les signaux électriques provenant d'un micro ou de l'ampli de la chaîne hi-fi arrivent aux spires de la bobine mobile, où ils créent un champ magnétique induit. Ce champ, dont la puissance varie avec l'intensité du signal électrique, attire plus ou moins la bobine mobile vers un noyau fixe. Solidaire de la bobine, la membrane conique est ainsi entraînée à vibrer, restituant le son à l'origine des signaux électriques.**

répartir les forces qui s'exercent sur le dôme. Cette qualité est encore améliorée par la structure en nid d'abeille qui imite certaines structures utilisées en aéronautique, où les besoins sont les mêmes : résistance et légèreté.

Le matériau utilisé — dont, nous l'avons vu, la nature reste secrète — est en effet particulièrement léger. Il est mis en forme par une machine spécialement étudiée, la première au monde à fabriquer automatiquement du "nid d'abeille". La résistance de la coupelle blanche d'une douzaine de centimètres de diamètre ainsi formée est telle qu'elle autorise la

construction de haut-parleurs acceptant une puissance de 120 W en régime permanent et de 850 W en régime impulsionnel (ce qui signifie que les transitoires — c'est-à-dire les brusques variations d'intensité sonore que produisent par exemple les coups de cymbales — peuvent être restituées correctement). La performance s'apprécie assez bien lorsqu'on sait que l'équipage mobile, qui ne pèse que 10,7 g, subit à pleine puissance une force de 100 kg !

Est-ce à dire que le haut-parleur en dôme est sans défauts ? Certainement pas. La reproduction du son, nous l'avons vu, fait entrer en ligne de compte trop de paramètres pour qu'il soit possible de les maîtriser harmonieusement ensemble. D'autant que les remèdes à une cause de distorsion sont souvent à l'origine d'une autre altération du son. Mais les techniciens de Cabasse estiment que les avantages du dôme laissent loin derrière ses inconvénients, dont les effets restent d'ailleurs moins importants qu'il peut paraître. Ainsi en est-il du déphasage provoqué par la membrane. Dans le cas du dôme, la membrane étant courbée, les ondes qui se forment dans le fond de la calotte partent avec un petit décalage par rapport à celles qui se forment dans le voisinage de la périphérie.

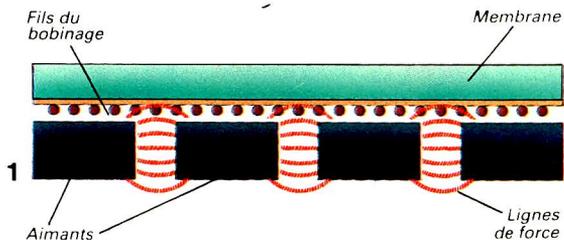
Elles sont donc déphasées quand elles arrivent à l'oreille de l'auditeur. Certaines fréquences, en opposition de phase, s'annuleront, d'autres, en phase, se renforceront. En fait, ce défaut ne pourrait être éliminé que par une membrane rigoureusement plane. Solution envisagée, précisément, par 3A avec le Planar Equiphase.

L'idée du haut-parleur plat n'est pas nouvelle. Elle avait déjà été utilisée au début des années 60 pour des haut-parleurs électrodynamiques à membranes imprimées, conçues par S. Kelly et R. Gamzon. Ces haut-parleurs avaient un grave défaut, le manque de rendement. Il était dû au fait que la membrane, à cause de sa planéité, ne fonctionnait pas avec une seule bobine mobile pénétrant l'aimant. Elle comptait, si l'on peut dire, une succession de petites bobines solidaires disposées sur l'un des côtés de plusieurs aimants alignés dans un plan parallèle (voir dessin, en haut à droite). De ce fait, chaque bobinage n'entraînait pas dans l'entrefer de l'aimant pour recueillir toute l'énergie du champ magnétique, comme cela se passe avec un haut-parleur classique. Elle devait se contenter du champ magnétique résiduel qui s'échappait des entrefers voisins. Seules les lignes de force incurvées qui dépassaient du côté de la membrane permettaient à l'ensemble des bobines de se mouvoir. La perte d'énergie était considérable. C'est cette perte qu'élimine le nouveau haut-parleur. Planar Equiphase, grâce à une astuce qui permet de placer chaque bobine au cœur du champ magnétique, au milieu des entrefers. Et ce, sans altérer l'étroite unité mécanique existant entre la membrane et la bobine, garante de la rigidité de l'ensemble.

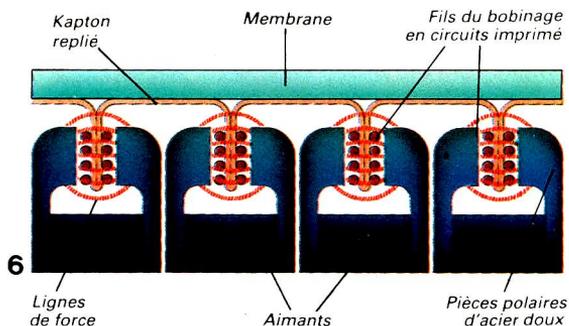
La solution tient de l'œuf de Colomb dans son principe, mais son application a rencontré de multiples obstacles (vers 1960, la société G&G

avait déjà essayé de les vaincre avec les haut-parleurs plans d'une enceinte qui connut un certain succès, l'Orthophasé). Un unique conducteur de cuivre forme deux bobinages sur un circuit imprimé. Ce circuit imprimé, qui est plan, est ensuite plié de façon à présenter une face plane, collée contre la membrane, et une face laissant apparaître quatre languettes recouvertes

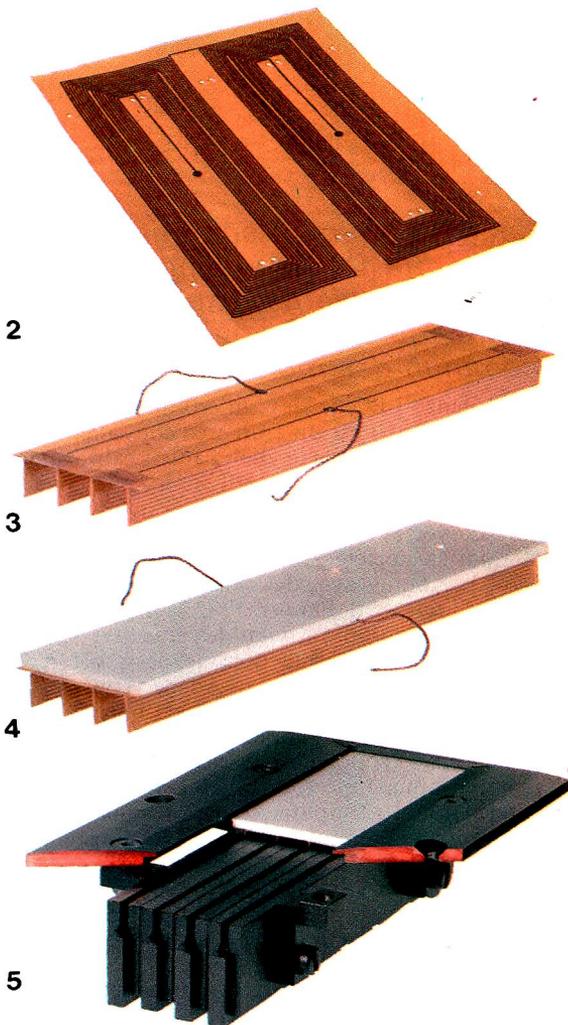
Mais le progrès fondamental, nous l'avons dit, porte sur le rendement. Cette notion est capitale en haute-fidélité : plus le niveau sonore — exprimé en décibels — produit pour une puissance d'entrée de 1 W est important, meilleur est le rendement. Il est essentiel d'avoir un bon rendement, non seulement parce que cela permet d'utiliser un amplificateur moins puissant pour



**Les haut-parleurs plans avaient un rendement médiocre.** Dans leur ancienne conception (1), les fils du bobinage mobile, qui traduit les signaux électriques en vibrations de la membrane, et donc en son, ne pouvaient capter qu'une faible partie du champ magnétique induit par ces signaux électriques entre les pôles des aimants alignés du haut-parleur.



**Dans le nouveau système Equiphase, le bobinage mobile est constitué par un circuit imprimé sur une feuille de Kapton (2).** Celle-ci est ensuite pliée pour former 4 languettes (3) et collée sur une plaque de polystyrène pour former la membrane du haut-parleur (4). L'ensemble est monté de telle sorte que les 4 languettes s'insèrent dans les entrefers des 4 aimants du haut-parleur (5), et baignent ainsi pleinement dans leurs champs magnétiques (6).



des fils de cuivre du bobinage qui viennent se placer au cœur des quatre entrefers de 4 aimants (voir dessin ci-dessus). Pour cela, il faut au circuit imprimé un support à la fois suffisamment souple pour être plié, et suffisamment rigide pour ne pas subir de déformations en cours de fonctionnement. C'est le Kapton qui a été choisi, une matière plastique très résistante, exempte de déformations, qui supporte des températures jusqu'à 150 °C. Sur un support de 25 microns d'épaisseur se trouve ainsi placé un conducteur de 105 microns d'épaisseur, qui peut supporter 50 W sous une impédance standard de 4 ohms.

obtenir le même niveau sonore, mais aussi parce que la reproduction fidèle des attaques et des transitoires exige de pouvoir produire pendant des durées très brèves des niveaux sonores très importants. Sinon, c'est la distorsion assurée, laquelle se manifeste par un effondrement de l'intensité des fortes pointes sonores.

Les deux ingénieurs qui ont travaillé exclusivement à la mise au point du Planar Equiphase pendant deux ans sont partis de 70 dB environ : c'était le rendement prototype. Insuffisant. Le rendement moyen en haute fidélité se situe aux alentours de 90 dB. Deux possibilités pour l'amé-

(suite du texte page 150)

# CANDIDE, LA POMME ET LA TORTUE

*Candide poursuit son initiation à l'informatique "de plaisance" en utilisant cette fois-ci le langage Logo – dont le symbole est une tortue – et un véhicule de luxe, l'Apple IIe. On constatera, une fois de plus, la vanité du mythe qui prétend que l'informatique est inaccessible au commun des mortels<sup>(1)</sup>.*

► Dans l'Eden des micro-informaticiens, l'Apple<sup>(2)</sup> est un fruit très convoité. Mûri depuis huit ans sous le chaud soleil californien, greffé et cultivé avec sollicitude par Steven P. Jobs et Stephen G. Wozniak – qui ont commencé avec la modeste somme de 1 350 dollars et dont la société Apple emploie aujourd'hui 3 700 personnes avec des ventes qui ont dépassé 580 millions de dollars en 1982 –, il continue de croître tout en faisant bien des envieux.

Il est vrai que cette pomme désirable n'est pas à la portée du premier Adam venu. Avant de succomber à la tentation, il est bon de vérifier son compte en banque...

En ce qui concerne nos essais décrits ici, le matériel nous a été fort aimablement prêté par International Computer, l'un des plus anciens distributeurs d'Apple en France. Il comprenait :

- un apple II<sup>e</sup> ;
- un moniteur vidéo Philips ;
- un lecteur enregistreur de disquettes ;
- une imprimante Silentype ;
- une manette de jeu ;
- un ensemble de logiciels parmi lesquels le Logo.

Le branchement des diverses interfaces m'avait permis de voir l'intérieur de l'unité centrale et d'admirer la beauté tranquille des circuits où l'or des contacts luisait, accrochant l'œil par endroits... Non seulement le dessus du boîtier attire l'attention mais son épaisseur mérite le respect : on voit immédiatement que cette machine a été pensée pour durer. Le clavier de 63

touches est précis et doux ; en outre, un simple commutateur permet de changer la valeur des touches de l'ordre anglo-saxon QWERTY en AZERTY qui donne accès aux caractères accentués (à, ü, è, etc.) qui rendent plus lisible la langue de Voltaire...

Notons au passage que cette facilité se paie par la nécessité de s'habituer à des touches multi-fonctions où l'on trouve jusqu'à 4 caractères. Il faut également maîtriser les multiples manœuvres successives ou simultanées qui donnent accès aux fonctions d'édition (mot français utilisé en informatique signifiant corrections, ajouts ou suppressions dans un listage de programme, c'est-à-dire dans un programme déroulé sur l'écran ou sur l'imprimante), de reset (interruptions dans le déroulement), etc. Il est dommage que, dans une machine aussi évoluée, il ne soit pas possible d'abrégier les commandes et les instructions Basic : mis à part PRINT, qui peut s'écrire "?", toutes les autres doivent être scrupuleusement dactylographiées sans la moindre faute d'orthographe.

Sur le moniteur Philips dont je disposais, le noir, et... l'orange m'étaient seuls disponibles. Mais, bien entendu, en ajoutant une carte spéciale dénommée poétiquement "le chat mauve", il devient possible de brancher l'Apple IIe sur un téléviseur couleur aux normes françaises SECAM. Cette même carte donne droit à 80 colonnes de texte (au lieu de 40 dans la version de base) et porte l'espace utilisateur (mémoire vive) de 64 à 128 Koctets !

Encore un regret à propos du graphisme haute définition directement accessible sur l'Apple IIe : le vocabulaire existant est relativement pauvre par rapport à celui du New Brain<sup>(3)</sup> par

(1) Notre Candide a commencé son initiation à la micro-informatique il y a quelques mois. Totalemeut vierge alors, il s'est peu à peu forgé des armes en découvrant avec grand enthousiasme divers micro-ordinateurs dans les numéros 768, 774, 780, 785 et 786 de *Science & Vie*.

(2) Apple veut dire "pomme" en anglais.

(3) Voir article "Candide et la vidéographie", *Science & Vie* n° 786 d'avril 1983 p. 115.



**L'Apple IIe.** Construit autour du microprocesseur 6502 A, l'APPLE IIe met à la disposition de l'utilisateur 64 Koctets de mémoire vive qui peuvent être étendus à 128.

Le langage Basic Applesoft est directement accessible. En option, sont disponibles : le Pascal, le Fortran, l'Assembleur Cobol, le Super Pilot et le Logo.

Le clavier est commutable AZERTY/QWERTY. Ses 63 touches donnent accès aux majuscules, minuscules et lettres accentuées. Elles sont automatiquement répétitives.

L'affichage se fait, d'origine, sur 24 lignes de 40 colonnes. Une option permet d'obtenir 80 colonnes. Plusieurs modes graphiques sont accessibles, dont en 16 couleurs 40 x 48 points, et en 6 couleurs 280 x 192 points.

Les sorties vidéo sont livrées en PAL en standard. Une carte RVB-Péritel est prévue en option pour fonctionnement sur téléviseur SECAM. Jusqu'à 6 lecteurs de disquettes peuvent être gérés par l'Apple IIe. Dimensions : 38,4 x 11,4 x 45,7 cm. Poids : 5,5 kg.

Prix de l'unité centrale Apple IIe : 9 100 F TTC

exemple. Il est donc nécessaire de créer des périphrases au lieu de composer un seul mot...

En revanche, la documentation qui accompagne le matériel est d'une présentation luxueuse et d'un contenu clair et très facile d'accès.

En résumé, le système Apple pris dans son ensemble mérite bien son succès. Il s'appuie sur un marketing dynamique et intelligent offrant un produit de "haut de gamme", évolutif et complet. Il faut ajouter à ces avantages l'existence d'une immense bibliothèque de logiciels.

Puisqu'il faut bien faire un choix, je vous propose, dans ce premier article sur l'Apple IIe, de vous présenter deux jeux et un nouveau langage (nouveau au moins pour moi...) : le Logo. Commençons par le "Pinball Construction Set".

Dans la bibliothèque de l'Apple, il existe depuis plusieurs années, un jeu de billard électrique (en anglais "pinball") qui est particulièrement réussi. La boule rebondit avec un tel réalisme sur les parois, les flippers et les bumpers, que l'on a vraiment l'impression de jouer sur une machine réelle. Par exemple, il est possible de ralentir la bille, de la tenir en équilibre sur la pointe du flipper et de viser tel ou tel bonus... Cela ne suffisait pas. Le Pinball Construction Set offre les mêmes avantages avec, en plus, tous les éléments nécessaires pour fabriquer soi-même sur l'écran la machine qui correspond le mieux à ses désirs...

Pour cela, l'écran se présente, au début du jeu, selon la disposition ci-après. En se servant de la manette à 4 directions, il suffit de pren-

## LES DEUX PRINCIPAUX ACCESSOIRES D'APPLE IIe

**Le lecteur de disquettes** est une sorte de tourne-disque très particulier. Il serait d'ailleurs plus juste de le comparer à un super magnétocassette car le support qu'il utilise est constitué par du nylar revêtu d'une couche d'oxydes magnétiques.

Mais la comparaison ne serait pas non plus très exacte car l'emploi d'un disque modifie le moyen d'accès à l'information. En effet, la tête de lecture est radiale. Alors qu'avec une bande magnétique, il est nécessaire d'opérer séquentiellement, c'est-à-dire de la faire défiler jusqu'à l'endroit où commence la zone que l'on veut atteindre, avec un disque, il suffit de se poser au début de la séquence recherchée, un peu comme le fait la tête de lecture d'un tourne-disque à bras tangentiel.

Ceci exige à la fois un dispositif mécanique très précis et l'existence d'un logiciel particulier dénommé en français SED (Système d'exploitation des disquettes) et en anglais DOS (Disk Operating System).

Le lecteur de disquette Apple IIe est muni en outre d'un dispositif très commode : un lancement automatique. Il suffit d'y mettre la disquette choisie et de fermer le contact. Elle est chargée en mémoire en quelques secondes.

Le lecteur de disquette peut emmagasiner 143 Koctets ce qui représente 143 000 caractères soit environ 23 pages de "Science & Vie". 107 titres de programmes ou de fichiers peuvent être chargés au maximum sur les disquettes, à condition que, au total, ils ne représentent pas plus de 143 000 octets.

Le débit est de 1 000 caractères/seconde et l'accès à un octet déterminé se fait en 300 millisecondes.

**L'imprimante Silentye TM** est une imprimante thermique matricielle. Elle utilise du papier thermosensible en rouleaux. Ce système a pour avantage principal un fonctionnement silencieux, en revanche le papier spécial coûte plus cher que l'ordinaire et supporte mal l'épreuve du temps.

La Silentye est bi-directionnelle, c'est-à-dire qu'elle imprime successivement de gauche à droite, puis de droite à gauche, économisant le temps de trajet de la tête d'impression.

80 caractères sont accessibles par ligne. On peut utiliser ce périphérique en copie d'écran, en frappe directe et même en haute résolution graphique. Un jeu d'instructions spécifiques permet de faire varier les paramètres : augmenter ou diminuer l'intensité du noir, tabuler, inverser les graphiques, fixer les marges, les interlignes et même rendre l'imprimante unidirectionnelle.

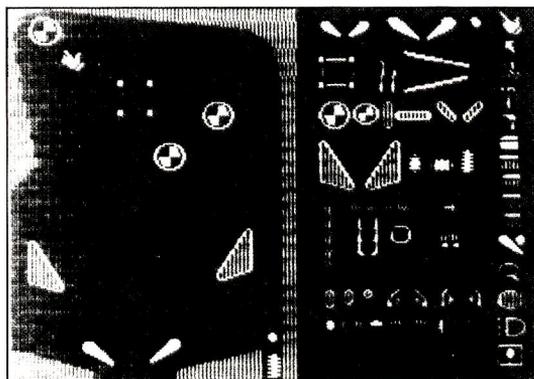
La Silentye est donc une machine très performante et dont le rapport qualité/prix me paraît excellent. Prix de vente avec interface Apple II : 2200 F TTC.

(Les prix indiqués dans les fiches techniques nous ont été communiqués par International Computer, 29 rue de Clichy, Paris, qui nous a confié les configurations utilisées pour les essais. Ces prix peuvent être sujets à des variations et des conditions spéciales accordées pour des achats groupés. Ils ne peuvent engager ni Science & Vie, ni le distributeur.)

dre, en appuyant sur un bouton, un composant choisi parmi ceux qui se trouvent à droite de l'écran et de le transporter sur le billard dessiné à gauche. En lâchant le bouton, on pose le composant. Ainsi, on fabrique sa propre machine, en disposant les ressorts, murs élastiques, aimants, trous, lampes clignotantes, etc. Il est possible, en plus, de modifier son dessin, de le peindre en plusieurs couleurs, de changer les valeurs des bonus, le temps de réaction, de régler l'élasticité des ressorts et même l'inclinaison du billard (c'est-à-dire l'intensité de la pesanteur).

A chaque fois un "menu" vous est présenté dans lequel vous choisirez le plat qui vous convient le mieux. A la fin, votre configuration personnelle réglée et testée peut être facilement enregistrée sur disquette.

Notons que tout cela est accompli sans tou-



L'image du "Pinball Construction Set" recopiée par l'imprimante Silentye.

cher au clavier, en se servant exclusivement de la manette de jeu et de son bouton poussoir...

Les perspectives qu'un tel programme ouvre dépassent l'amusement innocent du billard électrique. Le système LISA développé par Apple est, d'ailleurs, fondé sur un accès analogue et il n'est pas du tout conçu pour distraire les professionnels à qui il s'adresse... Il en est de même pour certains programmes d'EAO (enseignement assisté par l'ordinateur).

Ceci prouve, une fois de plus, que jouer n'est pas déroger, bien au contraire ; jouer, c'est aussi vivre.

Après le Pinball, pourquoi ne pas s'essayer à Mystery House ? Le soir tombe sur les Highlands d'Écosse. Une maison isolée (ci-contre) se distingue au travers de la brume ! On sait que des choses bizarres se passent dans cette sombre bâtisse habitée par des personnages inquiétants. Il va falloir entrer, enquêter et découvrir le ou les meurtriers...

Ceci posé, il faut s'installer confortablement car le jeu peu durer des heures... Ce programme, malheureusement mal traduit en français, va attendre des ordres que vous devrez entrer au clavier, du genre MONTER ESCALIER ou OUVRIR A CLÉ PORTE ou bien ALLER FENÊTRE. A

chaque fois, il vous répondra, même si c'est pour vous affirmer qu'il ne comprend pas.

Ayant pu parvenir au grenier (ci-dessous), j'ai eu la malencontreuse idée de demander ALLER FENÊTRE. La machine me répondit aussitôt (je traduis son français en meilleur français) : IMPRUDENT, VOUS ÊTES TOMBÉ DANS LE JARDIN ! HEUREUSEMENT, VOUS N'ÊTES PAS BLESSÉ SÉRIEUSEMENT. UNE AMBULANCE VIENT VOUS PRENDRE POUR VOUS CONDUIRE A L'HÔPITAL LE PLUS PROCHE. MALHEUREUSEMENT, LE CONDUCTEUR D'UNE ROLLS, AYANT ABUSÉ DE WHISKY, VOUS A VIOLEMMENT HEURTÉ. VOUS ÊTES MORT...

Puis, après un instant : VOULEZ-VOUS FAIRE UNE AUTRE PARTIE ? O/N.

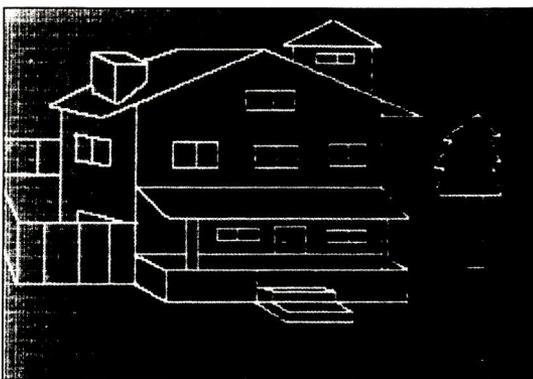
Il y aurait beaucoup à dire sur ces jeux de situation qui s'adressent à ceux qui aiment exercer à la fois leur imagination et leur intelligence, mais la place est comptée et je vous permet

de recommencer la même séquence x fois, il est plus court de tracer un carré en l'utilisant : REPEAT 4 [FD 50 RT 90]

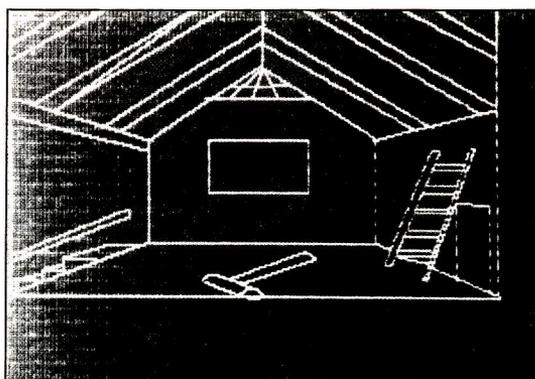
dire dans la direction indiquée par la pointe du triangle. Si je commande RIGHT 90, ce même triangle-tortue tournera de 90° vers la droite, et LEFT 90 du même angle du côté opposé. Fort heureusement, et contrairement au Basic de l'Apple, dont nous parlions au début de cet article, les instructions Logo peuvent s'abrégier, pour la plupart, en deux lettres. Si bien que, pour faire dessiner à la tortue un carré de 50 unités de côté, vous l'aurez deviné, il suffira d'écrire :

FD 50 (FD pour FORWARD)  
RT 90 (RT pour RIGHT)  
FD 50  
RT 90  
FD 50  
RT 90  
FD 50

Comme il existe une commande qui permet



Mystery house... La nuit tombe sur les Highlands.



Le grenier de la maison mystérieuse où se produit l'accident.

pose un détour bien rapide par le Logo, ce langage de programmation qui fait actuellement une percée remarquable et certainement justifiée dans le monde de l'informatique.

Donc, je reporte à plus tard les descriptions ludiques et j'introduis dans le lecteur la disquette Apple Logo (une version française de l'Apple Logo est sur le point de paraître). Quelques secondes après, sur l'écran, s'affichent les mots suivants :

WELCOME TO LOGO A1.5

? ■  
Un curseur clignote à côté du point d'interrogation. Le manuel (d'excellente qualité de fond et de forme) m'indique la façon de faire apparaître la tortue, personnage principal de ce langage. Je frappe donc au clavier les mots :

SHOW TURTLE (montrez la tortue)

Le reptile apparaît au centre de l'écran, sous la forme d'un triangle, pointe en haut, agrémenté d'un "œil" schématique rectangulaire...

A partir de là, et dans un premier temps, les choses sont simples et à la portée d'un enfant de dix ans. Il suffit de frapper :

FORWARD 50 (avance de 50 unités)

pour que le triangle se déplace, laissant une trace lumineuse, vers le haut de l'écran, c'est-à-

de recommencer la même séquence x fois, il est plus court de tracer un carré en l'utilisant :

REPEAT 4 [FD 50 RT 90]

Cette simple formule (à une vitesse qui laisse rêver sur les capacités de déplacement de la tortue...) trace le même carré de 50 unités de côté !

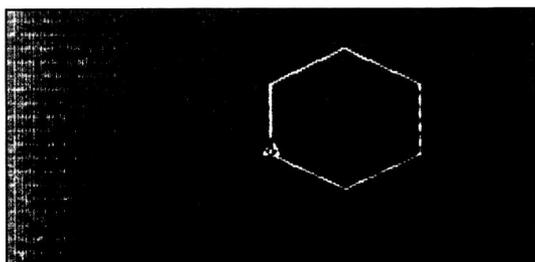
Jusque-là, nous avons travaillé en mode direct. C'est-à-dire que tous les ordres ont été immédiatement exécutés par la machine. Bien entendu, il est possible d'écrire un programme et, ensuite, d'en demander l'exécution. C'est même pour cela qu'un langage est inventé...

Mais ici on entre dans ce qui distingue principalement le Logo du Basic. On va pouvoir définir soi-même ses propres procédures et les utiliser ensuite comme "mots" du langage.

Par exemple, dessinons selon le principe décrit ci-dessus un hexagone que nous appellerons POL ; nous ferons précéder son nom de TO (pour), ce qui indique à Logo que nous voulons définir une procédure :

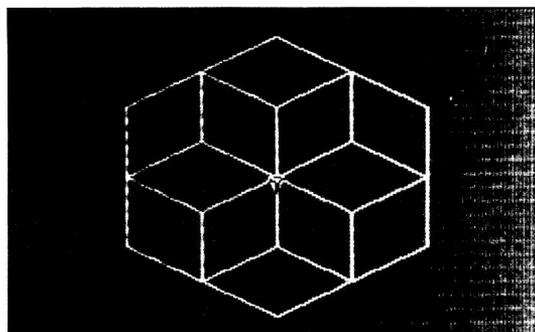
TO POL  
REPEAT 6 [FD 45 RT 60]  
END

Le END est indispensable. Il indique à Logo que la définition est close.



Trajet de la tortue Logo répondant à la procédure : TO POL, REPEAT 6 [FD 45 RT 60], END.

Il suffit de frapper POL pour que l'hexagone se trace sur l'écran (ci-dessus). A la fin de son trajet vous remarquerez que la tortue se retrouve à sa position de départ. Elle a, comme demandé, répété 6 fois le tracé de 6 côtés de 45 unités de longueur en tournant de 60° à chaque angle. Elle est prête à recommencer. Mais cette fois, nous allons utiliser la procédure POL à l'intérieur même d'une nouvelle définition que nous nommerons, par exemple, POLY :



Répétant 6 fois POL, Logo nous dessine POLY.

```
TO POLY
REPEAT 6 [POL RT 60]
END
```

Lorsque nous demandons l'exécution, le dessin ci-dessus se trace vivement sur l'écran. Logo a répété 6 fois le tracé de POL en le décalant chaque fois de 60°... La poupée gigogne POL a été emboîtée dans la poupée POLY. Rien n'est plus simple que de créer une nouvelle poupée du nom de POLY 6 grâce à la formule magique :

```
TO POLY 6
REPEAT 5 [POLY RT 6]
END
```

Dans POLY 6 se trouve POLY et dans POLY se trouve POL. Ce qui donne la jolie rosace ci-contre. Cette première approche, très élémentaire, du Logo ne doit pas laisser penser que ce lan-

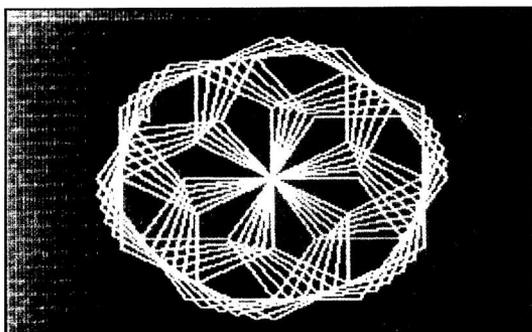
**Erratum.** "Dans notre précédent article : *Candide et le 8e art, ou le dessin informatique*" (*Science & Vie* n° 767), dans la partie concernant le PC 1500 p. 119, nous nous sommes abusivement attribué la paternité du programme "Canada et Mig". En fait, l'auteur en était un lecteur canadien, Stéphane Edwarson, à qui nous adressons nos sincères excuses.

gage limite ses possibilités à la manipulation de la tortue !

En réalité, Logo dispose d'une batterie très complète de "primitives" qui permettent de traiter les variables numériques, les chaînes de caractères, d'effectuer toutes les opérations mathématiques et logiques, d'insérer du texte, etc. Bien entendu, les expressions sont paramétrables. Il se distingue toutefois du Basic par deux caractéristiques principales qui semblent, aux dires des spécialistes, en rendre l'apprentissage plus facile et plus motivant.

- C'est un langage récursif. Cela signifie que l'on peut introduire dans la définition d'une procédure un appel à cette même procédure<sup>(4)</sup>.

- Mais surtout les déplacements de la tortue sont intuitifs et assimilables immédiatement. Alors qu'en Basic, un point se définit par ses coordonnées et un déplacement par celles de ses extrémités, en Logo tout se passe comme si l'on se trouvait assis sur la carapace de la tortue et qu'on lui donnait directement des ordres. On imagine immédiatement combien cette concrétisation plaît aux enfants dès les premiers ins-



Une dentelle nommée POLY 6, comprenant 5 fois POLY lequel contient 6 fois POL.

tants. Il faut les voir incliner la tête pour la mettre parallèlement à l'axe de la tortue et déterminer ainsi le sens de rotation à imposer par la commande suivante...

Le micro-monde du Logo voit déjà naître des versions améliorées et incompatibles entre elles. Les programmeurs s'en emparent et, le trouvant insuffisant à leur goût, proposent le Logo en trois dimensions<sup>(5)</sup> !

Ainsi va l'informatique de plaisance. Apple a compris dès le début que, pour survivre, il faut créer en permanence. Les trois quarts des matériels et logiciels qui existeront en 1988, ne sont même pas encore sur les planches à dessin des bureaux d'études...

**Pierre COURBIER ■**

(4) Par exemple, il est légitime d'écrire en Logo : TO CARRE, FORWARD 60, RIGHT 90, CARRE, END. Moyennant quoi la procédure CARRE se répétera indéfiniment. L'avantage d'une telle boucle infinie n'apparaît que si l'on ajoute des variables qui seront, par exemple, incrémentées à chaque passage. Ainsi des dessins très complexes peuvent être générés.

(5) *Microsystèmes*, n° 29, mars 83 (M. Sevin).



■ ■ HAVAS CONSEL

# ***GITANES***

Allumettes Seita en vente dans les bureaux de tabac.

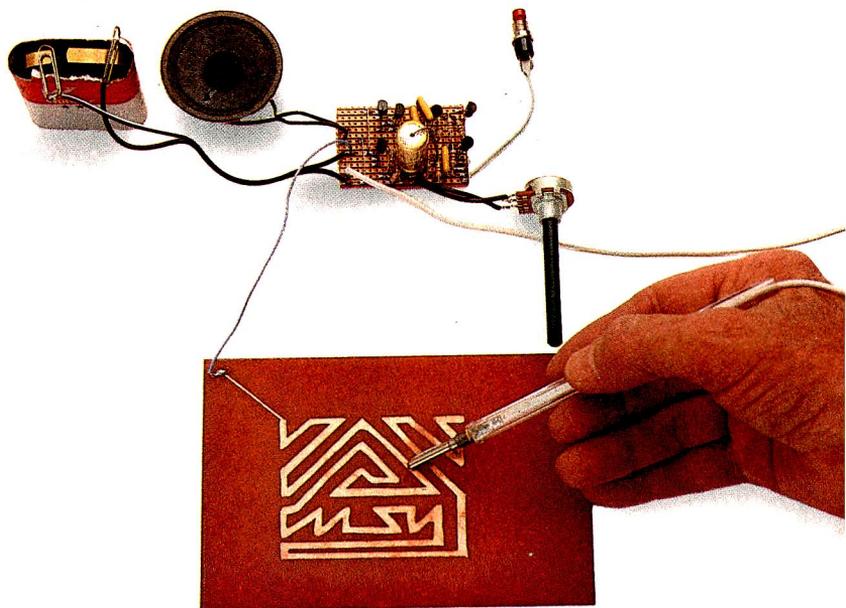
### SUIVEZ LE GUIDE

► Ce mois encore nous pratiquons la "ludo-électronique". Un petit coup d'œil sur la photo du jeu que nous vous proposons, vous permettra de rapidement comprendre son principe. Dans un temps prédéterminé, il vous faudra suivre à l'aide d'un stylet les déambulations aléatoires du circuit imprimé sur la plaque. Si le stylet quitte la "piste", un petit haut-parleur émettra un "bip" vous signalant votre disqualification. Pareillement, si vous dépassez le temps qui vous est imparti, un son, d'abord très aigu puis de plus en plus grave, vous apprendra que vous n'avez pas été assez rapide. Mais si rien de tout cela ne vous arrive avant la fin du parcours, alors vous pourrez vous considérer vainqueurs.

Mais laissons pour le moment le jeu lui-même ou ses éléments annexes (stylet et plaque), et voyons de plus près le montage électronique. Nous n'avons employé ici aucun circuit intégré, tenant compte ainsi du courrier des lecteurs à qui ces circuits posent d'importants problèmes de câblage. Il est vrai qu'une fois que le circuit intégré est en place, il n'est pas facile de vérifier que les coupures de la plaquette sont correctes, qu'il n'y a pas de "perle" de soudure glissée entre deux pattes, etc. Les composants

sont donc très classiques : 6 transistors du type BC 184, 2 diodes, des résistances et des capacités. Pour bien comprendre le schéma électrique, il nous faut le scinder en trois fonctions élémentaires : le retardateur, l'oscillateur et l'amplificateur.

● Le retardateur sera nécessaire pour "fabriquer" le temps de jeu, et à partir du moment où le poussoir K aura été actionné, le jeu commencera. Cela fait que ce circuit doit tout d'abord empêcher l'oscillateur de générer une fréquence, et ensuite, une fois ce temps écoulé, que le retardateur doit au contraire libérer l'oscillateur. Celui-là est constitué par T1 et T2, qui composent un ensemble à un seul état stable (ce dernier correspondant à T2 bloqué). Donc, dès que K est actionné, T2 va se saturer pendant environ 15 secondes lorsque P est à sa valeur maximale, c'est-à-dire 22 kilohms. Au contraire, quand la valeur de P est minimale, autrement dit égale à 0, le temps de jeu est d'environ 10 secondes seulement. Cette période est déterminée par la capacité de 2 200 microfarads et la résistance du collecteur de T2. Le rôle de la diode D1 est d'éviter toute interférence entre le retardateur et l'oscillateur.



Les trois éléments du jeu : le montage, le circuit et le stylet.



(suite)

valeur au moins égale à 1 volt. C'est pour cette raison que le retardateur ne commande que les deux résistances de 22 kilohms.

● L'amplificateur, enfin, constitué par T5 et T6, est un montage Darlington possédant un fort gain

*Un des modèles de circuits possibles*

en courant. Il permet ainsi d'"attaquer" directement le haut-parleur de 8 ohms sans autre précaution. Le rôle de D2 est de commander l'oscillateur à partir du stylet. En effet, la bande de cuivre servant de parcours est reliée au 0 volt. Ainsi, tant que le stylet est en contact avec celle-ci, D2 ne joue aucun rôle. Mais dès que le stylet quitte la "piste", l'anode de D2 monte à l'alimentation et D2 devient alors passante et entraîne le potentiel des bases de T3 et T4 à une valeur permettant le démarrage de l'oscillateur.

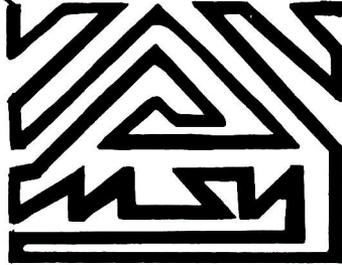
Il nous faut remarquer en dernier lieu la porte logique "ou" formée par les diodes D1 et D2. En effet, notre oscillateur doit démarrer dès que l'un des deux signaux est présent, à savoir, soit la perte du contact avec la "piste", soit l'écoulement du temps imparti. Par ailleurs, les 6 transistors que nous avons employés fonctionnent tous en régime "saturé-bloqué" (ou "tout ou rien") : une bonne initiation pour ceux d'entre vous qui n'y seraient pas encore habitués...

Voyons maintenant les accessoires :

● Le stylet peut être réalisé de façon fort simple et économique à l'aide d'un stylo à bille, auquel on retirera sa cartouche d'encre. De là, on placera à son extrémité une fiche "banane" mâle, dont le fil traversera l'intérieur du corps du stylo réservé à la cartouche.

● Quant au circuit, il vous faudra le réaliser sur une plaque de bakélite, selon le tracé que vous aurez choisi. Un fil soudé entre le 0 volt et la bande de cuivre portera l'ensemble au potentiel nécessaire pour le bon fonctionnement du montage.

Nous reproduisons ci-dessous un exemple de parcours possible (que



nous retrouvons d'ailleurs sur la plaque de notre photo), mais libre à vous d'en imaginer de différents. Mais l'intérêt de celui-ci est que sa complexité nous semble équilibrée, par rapport à la durée du jeu que nous avons déterminée d'une part, et les mouvements du poignet d'autre part.

En effet, même avec le temps le plus long (15 secondes), il vous faudra vous entraîner avant de pouvoir effectuer tout le parcours sans commettre d'erreurs.

Une fois le câblage terminé et tous les éléments assemblés, le montage doit siffler dans la mesure où vous maintenez le stylet quelques secondes hors de la "piste". Si c'est le cas, il vous suffit alors de mettre le stylet en contact avec le circuit au point de départ, d'appuyer sur l'interrupteur (le haut-parleur ne doit plus alors émettre aucun son) et commencer le jeu.

A vos marques ! ...

**En réponse à un abondant courrier de lecteurs, nous signalons que l'ensemble des composants électroniques faisant l'objet de cet article, est disponible chez la société PENTRON Electronique, 2, place du Général-Leclerc, 94310 Orly (prévoir 2 semaines de délai). Les envois se font par correspondance uniquement. Prix du lot de composants pour ce montage (plaquette de câblage, circuit de jeu sur bakélite et haut-parleurs compris) : 100 F plus 20 F de frais d'envoi en recommandé (France métropolitaine uniquement).**

Henri-Pierre PENEL et Olivier GUTRON □

## DÉTERMINER LES HEURES OÙ QUE VOUS SOYEZ

► Les éphémérides astronomiques, ou plus simplement le calendrier des Postes (et certains autres parfois), nous donnent toujours les instants de lever et coucher du Soleil calculés pour Paris. C'est peut-être logique d'un certain point de vue, mais fort gênant pour tous ceux qui n'habitent pas la capitale, bien qu'il faille reconnaître qu'il serait difficile de publier ces tables pour chaque ville de France : même en ne considérant que celles de plus de 100 000 habitants, il en faudrait déjà 60, et l'on ne satisferait encore que 43 % de la population !

Pour tous ceux qui connaissent parfaitement leurs coordonnées géographiques, nous proposons donc un programme relativement simple qui ne calcule pas directement l'heure du lever et du coucher du Soleil, mais donne la correction à apporter aux instants calculés pour Paris. Cette méthode, bien que reposant sur une formule de correction approximative, donne l'heure corrigée à la minute près, ce qui est une précision suffisante dans la quasi-totalité des cas. C'est pourquoi nous ne tenons pas compte notamment de l'effet de réfraction.

La formule proposée est applicable entre 42° et 54° de latitude, ce qui est satisfaisant pour la France et quelques pays voisins : le parallèle 42° suit en effet la "ligne" Porto-Barcelone-Rome, et le parallèle 54° joint Belfast à Hambourg. Entre ces deux "lignes", le programme ci-dessous sera donc utilisable sans aucun problème.

Pour ce calcul nous aurons à entrer :

- la date considérée, sous forme du nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année en cours ;
- le millésime de l'année considérée (en inscrivant, par exemple, 83 pour 1983), afin de réajuster la valeur de la longitude éclipstique du Soleil, donnée pour 1980 (cette valeur intervient dans le calcul de la déclinaison de l'astre) ;
- la latitude, exprimée en degrés et fraction de degrés ;
- la longitude, exprimée pareillement, mais avec un signe positif dans le cas où elle est à l'ouest, négatif dans celui où elle est à l'est) ;
- la clé (notée Z), qui aura la valeur -1 si l'on recherche le lever, et +1 pour le coucher. Ce programme, utilisé de façon répétitive, pourra aussi vous per-

## DE LEVER ET COUCHER DU SOLEIL

mettre de tracer un diagramme des écarts entre les instants de Paris et ceux d'un lieu quelconque, suivant la période de l'année et la déclinaison du Soleil. Par ailleurs, il est utilisable pour d'autres astres que le Soleil, à condition que la déclinaison soit comprise entre + 30 et - 30°.

### Formulation

#### 1. Calcul de la longitude écliptique du Soleil.

$$Ls = (282.59651 + 0.01722 A) + N + 1.9167 \sin N$$

Avec :

$$A = M - 80$$

M : millésime de l'année considérée car la longitude écliptique du Soleil était de 282.59651° au 1<sup>er</sup> janvier 1980

$$N = (360/365)(n - 3) = 0.98563(n - 3)$$

"n" étant le nombre de jours écoulés depuis le "0" janvier de l'année en cours.

#### 2. Calcul de la déclinaison du Soleil.

$$\delta = \text{Arc sin}(\sin Ls \sin i)$$

$$= \text{Arc sin}(0.39781 \sin Ls)$$

puisque  $i = 23^\circ 26'$  (obliquité de l'écliptique)

$$\text{et sin } i = 0.39781$$

#### 3. Calcul de l'écart en latitude.

$$\Delta \varphi = \varphi - 48.9$$

Compte tenu du fait que nous ne pouvons obtenir une précision finale meilleure que  $\pm 0,5$  mn, il n'est pas nécessaire de donner la latitude à mieux que 0,1° près (ce qui représente environ 10 km sur le terrain).

#### 4. Calcul de l'écart en longitude.

$$\Delta L = 4(L + 2.25)$$

L est positif pour une longitude ouest, négatif pour une longitude est.

Le coefficient 4 permet la conversion de degrés en minutes de temps.

La valeur 2.25 correspond à la longitude de Paris, qui vaut en fait - 2.25 (puisque Paris est à l'est du méridien origine de Greenwich); mais comme il faut retrancher cette valeur : -(-2.25), on a finalement + 2.25.

#### 5. Correction à apporter aux instants calculés pour Paris.

$$C = \Delta L + 5.2 Z \frac{\Delta \varphi}{1 - 0.03(\Delta \varphi)}$$

( $\text{tg}(1.8 \delta + 0.73)$ )

Rappel : Z est un coefficient qui vaut - 1 pour le lever et + 1 pour le coucher.

### Application

Quels sont les instants de lever et coucher du Soleil à Ajaccio ( $\varphi = 41.9^\circ$ ;  $L = -8.7^\circ$ ) le 1<sup>er</sup> mars 1983 ?

#### 1. Longitude écliptique du Soleil :

$$A = 83 - 80 = 3$$

$$n = 60$$

$$N = 0.98563(60 - 3) = 56.18091$$

$$Ls = 282.64817 + 56.18091$$

$$+ 1.9167 \sin(56.1809)$$

$$= 340.42147$$

#### 2. Déclinaison du Soleil :

$$\delta = \text{Arc sin}(-.3351 \times 0.39781)$$

$$= \text{Arc sin}(-0.13331) = -7.66^\circ$$

#### 3. Écart en latitude.

$$\Delta \varphi = 41.9 - 48.9 = -7.0^\circ$$

#### 4. Écart en longitude.

$$\Delta L = 4(-8.7 + 2.25) =$$

$$= -25.8 \text{ mn}$$

#### 5. Correction.

$$C = (-25.8)(-5.2) \frac{-7.0}{1 - 0.03(-7.0)}$$

$$[\text{tg}(1.8)(-7.66) + 0.73]$$

$$C = (-25.8)(-5.2)(-5.765)$$

$$(-0.232)$$

$$= -32.9 = -33 \text{ mn pour le lever}$$

$$C = (-25.8)(+5.2)(-5.765)$$

$$(-0.232)$$

$$= -19 \text{ mn pour le coucher}$$

La dissymétrie de ces deux valeurs correspond à l'équation du temps, que nous n'avons pas à calculer ici puisqu'elle est déjà incluse dans les valeurs calculées pour Paris. Pour le 1<sup>er</sup> mars nous avons, à Paris : lever du Soleil à 6 h 35; coucher 17 h 32. Donc pour Ajaccio, nous avons :

$$\text{lever} : 6 \text{ h } 35 - 0 \text{ h } 33 = 6 \text{ h } 02;$$

$$\text{coucher} : 17 \text{ h } 32 - 0 \text{ h } 19 =$$

$$17 \text{ h } 13;$$

Ces instants sont bien entendu donnés en TU (temps universel). Au 1<sup>er</sup> mars, il fallait ajouter 1 h pour obtenir l'heure légale, soit 7 h 02 et 18 h 13 respectivement.

### Indications

Les machines peuvent donner en un seul calcul les deux corrections (lever et coucher), si on remarque que  $C = \Delta L \pm F$  avec :

$$F = \frac{5.2 \Delta \varphi}{1 - 0.03 \Delta \varphi} \times \text{tg}(1.8 \delta + 0.73)$$

Dans l'organigramme, CL et CC désignent respectivement la correction pour le lever et le coucher du soleil.

Remarquer enfin que  $4(L + 2.25) = 4L + 9$ .

### SOLUTION

#### DU NUMÉRO PRÉCÉDENT

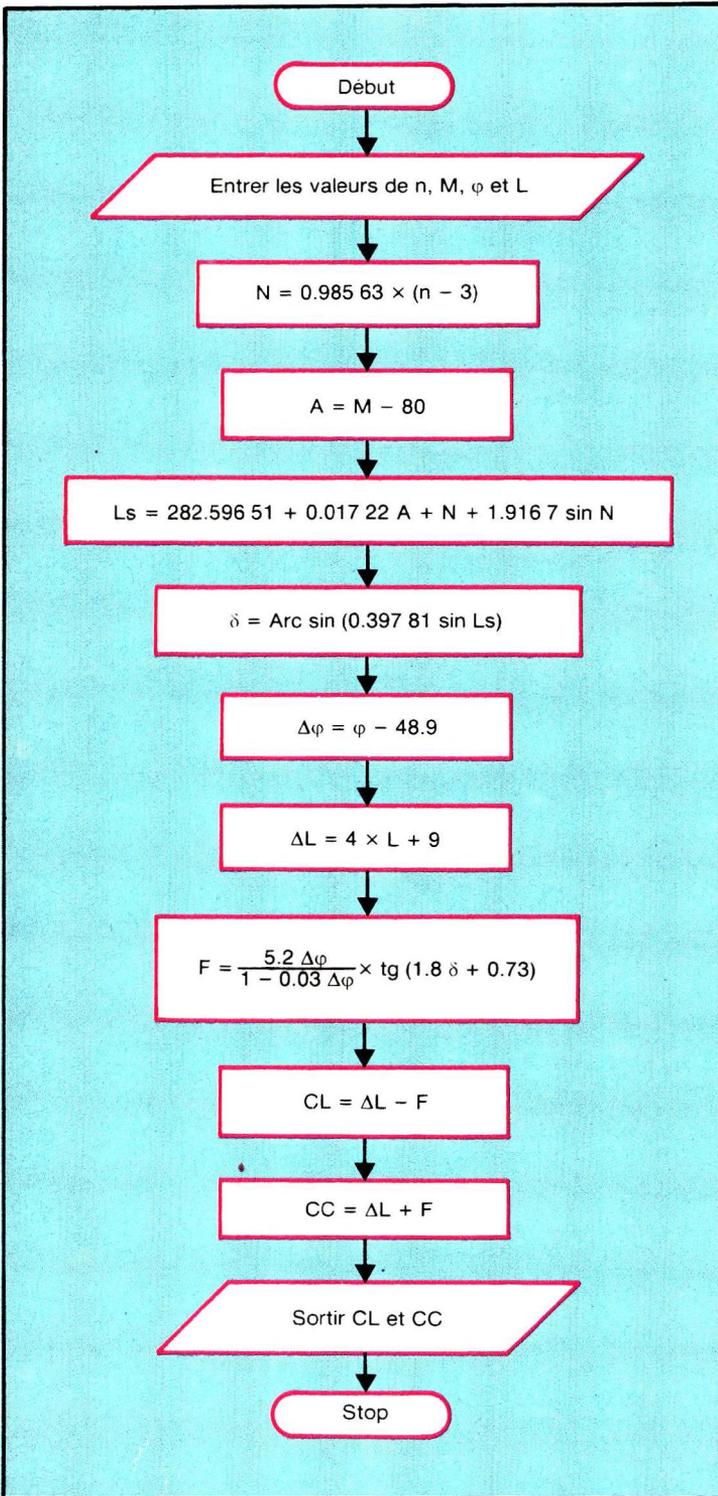
(« Comment déterminer à tout moment la distance de la Lune avec précision »)

#### Programme pour HP-34C

001	DEG	060	RCL 0
	STO 0		•
	•		1
	9		1
	8		1
	5		3
	6		7
	3		×
	×		-
010	3		1
	•	070	4
	4		5
	6		•
	8		9
	9		6
	-		0
	ENTER		1
	STO 1		-
	sin		STO 3
020	1		+
	•	080	CHS
	0		sin
	1		1
	6		•
	×		2
	+		7
	2		4
	8		×
	2		RCL 3
030	5		+
	5	090	RCL 1
	1		sin
	0		•
	4		1
	+		8
	RCL 0		6
	1		×
	3		+
	•		RCL 1
040	1		sin
	7	100	•
	6		3
	3		7
	4		×
	×		-
	1		RCL 3
	2		sin
	4		6
	•		•
050	8		2
	7	110	8
	5		9
	6		×
	+		+
	STO 2		cos
	-		•
	2		0
	×		5
	RCL 2		4

# CALCULETTE DE L'ASTRONOME

(suite)



Organigramme

9	ENTER
120 ×	1/x
1	3
+	4
1/x	7
x	6
3	x
8	tan <sup>-1</sup>
3	6
2	140 0
4	x
1	142 RTN
130 ×	

### Mode d'emploi

Taper le nombre de jours entre le "0" janvier 1975 (c'est-à-dire le 31 décembre 1974) et la date souhaitée, puis faire A. Apparaîtra alors la valeur de "d" en minutes. Faire enfin x ⇌ y pour avoir D.

### Programme

pour TI-58 et TI-59

000	LBL A	0
	DEG	4
	PGM 20	050 =
	A	x ⇌ t
	7	RCL 04
	2	x
	1	1
	3	3
010	5	•
	3	1
	INV SUM 04	7
	RCL 04	060 6
	x	3
	•	4
	9	+
020	8	1
	5	2
	6	4
	3	•
	-	8
	3	7
	•	070 5
	4	6
	6	-
	8	STO 01
030	9	RCL 04
	+	x
	STO 00	•
	sin	1
	x	080 1
	1	1
	•	3
	0	7
	1	-
040	6	1
	+	4
	2	5
	8	•
	2	9
	•	090 6
	5	0
	1	1

LE LUDION  
DE PAUL COURBIER

► Pour les enfants, l'eau est apparemment un milieu simple qui permet de classer les objets en deux catégories : ceux qui flottent, et ceux qui coulent. Dans la première, le bois, les bouteilles vides et les canards ; dans la seconde, les cailloux, les petites autos et les pièces de monnaie. Une observation un peu plus attentive des bassins permet toutefois de découvrir une troisième catégorie intermédiaire, qui ne flotte pas mais qui ne coule pas non plus : les poissons, qui, eux, ne

C'est ce dernier point que nous allons approfondir aujourd'hui en fabriquant un mobile capable de rester entre deux eaux (notons que ce mobile, dit "ludion", fait partie des expériences classiques que propose tout cours de physique destiné à l'enseignement secondaire). Archimède clapotant dans sa baignoire et découvrant brusquement que son corps narguait les lois de la pesanteur n'est pas étranger au principe du sous-marin, et donc du ludion (du latin *ludus*, jeu). Du

```

= 3
STO 02 7
+/- 140 x
+ RCL 00
2 sin
x =
100 ( cos
RCL 01 x
- .
x = t 0
) 5
= 150 4
sin 9
x +
1 1
110 . =
2 ÷
7 3
4 8
+ 3
RCL 02 2
+ 160 4
. 1
1 x
120 8 1/x
6 STO 03
x 3
RCL 00 4
sin 7
+ 6
. 170 =
2 INV tan
x 6
130 8 0
9 =
x x = t
RCL 02 RCL 03
sin -
180 R/S
.
    
```

Mode d'emploi

Entrer la date sous la forme habituelle MMJJ.AAAA en A, et la machine sortira la valeur de D en km. Faire ensuite  $x = t$  pour avoir "d" (en minutes). Les 15 premiers pas du programme calculent le nombre de jours entre le "0" janvier 1975 et la date demandée.

Erratum

Dans notre précédente rubrique (Science & Vie n° 790, juin 1983, « Comment déterminer à tout moment la distance de la Lune avec précision »), une coquille s'est glissée dans le onzième rectangle de l'organigramme. Pour cette fraction, il faut donc lire :

$$D = 1 + \frac{383.241}{0.054 \cos(Mc + Ec)}$$

Pierre KOHLER  
Programmation Daniel FERRO □



Deux types de ludions possibles, dont le maintien dans l'eau résulte des variations de pression exercées par la main sur le capuchon du bocal.

sont ni au fond, ni en surface. Il est vrai qu'il s'agit d'êtres vivants plus complexes qu'un petit caillou, et que le monde des animaux se divise lui aussi en trois groupes ; ceux qui marchent, ceux qui nagent et ceux qui volent ; la terre, l'eau et l'air. L'homme sait marcher, mais il lui a fallu attendre le xx<sup>e</sup> siècle pour être capable de monter en l'air et d'aller sous l'eau. C'est que la chose était peu commode : pour se maintenir en l'air, il faut un peu d'équilibre et beaucoup d'énergie, alors que pour rester dans l'eau, il faut un peu d'énergie et beaucoup d'équilibre.

moins sa découverte permet d'en expliquer le fonctionnement en partie, mais pas totalement : il faut ajouter Pascal et Mariotte si l'on veut pouvoir commander à distance les variations de volume du corps immergé, et ainsi obtenir la montée et la descente de l'instrument. Autrement dit, trois grands esprits ont été nécessaires pour qu'on puisse maîtriser les causes et les effets. Commençons par le premier : l'antiquité, même reculée, n'avait pas attendu Archimède pour noter que le bois flotte et que la pierre coule. Aussi empiristes que les enfants, les

(suite)

Anciens avaient trouvé de même que les corps légers restaient à la surface et que les corps lourds tombaient au fond. Le tout était de s'entendre sur léger et lourd, car on savait depuis longtemps faire des bateaux de taille respectable et fort massifs, ce qui ne les empêchait pas de flotter.

En réalité, il fallait comprendre lourd ou léger pour un volume donné, autrement dit plus ou moins dense. Si, à volume égal, un corps est plus lourd que l'eau, il tombe au fond ; et il reste en surface dans le cas contraire. Le génie d'Archimède, c'est d'avoir trouvé la raison de ce phénomène : tout corps immergé dans un fluide reçoit une poussée verticale égale et opposée au poids du fluide déplacé.

On peut d'ailleurs le saisir assez intuitivement : quand on plonge un objet quelconque dans l'eau, on déplace un certain volume de liquide, lequel occupait la place que prend maintenant cet objet ; or le volume de liquide était en équilibre avec le reste, il ne tombait pas au fond ; c'est donc qu'il était soutenu par une poussée verticale égale à son poids. L'objet qui a pris sa place reçoit fatalement la même poussée, d'où l'énoncé du principe d'Archimède cité plus haut.

Il en résulte tout de suite que si l'objet a même poids que le volume d'eau déplacé, il ne va, ni réellement flotter, ni tomber carrément au fond : il va tout juste affleurer la surface et la plus minuscule impulsion vers le bas le fera descendre. C'est là d'ailleurs que les choses deviennent plus compliquées : aucun élément n'ayant exactement la densité de l'eau, aucun corps massif ne pèse exactement son volume d'eau ; par contre, on peut atteindre cet équilibre avec des objets creux.

En pratique, on vérifie sans peine que cet objet ne reste jamais réellement longtemps entre deux eaux : ou il coule, ou il remonte. En effet, il n'y a jamais égalité parfaite entre la densité du mobile et la densité de l'eau — celle-là varie d'ailleurs, ne serait-ce que d'une quantité infinitésimale, d'un point à un autre. De ce fait, deux solutions sont possibles :

● ou l'objet est un peu plus léger que l'eau, et il a tendance à remonter un peu ; mais en remontant, il se trouve dans une zone où la pression est plus faible, donc il se dilate, ce qui diminue encore sa

densité, d'où une remontée un peu plus forte, et ainsi de suite de manière continue jusqu'à la surface ;

● ou l'objet est un peu plus dense, et c'est l'inverse qui se produit : il descend un peu, la pression plus forte le contracte, ce qui augmente sa densité (même poids pour un plus faible volume), d'où une descente plus rapide, et ainsi de suite de manière continue jusqu'au fond — c'est le danger qui guette les sous-marins qui resteraient immobiles en plongée : leur équilibre est instable.

Il n'y a que deux moyens pour pallier à cet inconvénient : avoir un volume variable, ce qui est très difficile, ou avoir un poids variable, ce qui est facile à réaliser. C'est le procédé qu'utilisent les poissons, les sous-marins, et aussi notre ludion. Moduler le poids sans changer le volume ne présente pas de grosses difficultés : il suffit de prévoir une cavité que l'on remplira plus ou moins d'eau selon qu'on veut être lourd ou léger.

Au départ, la cavité ne contient que de l'air et le poids de l'objet est minimum : il flotte. Au fur et à mesure qu'on remplace cet air par de l'eau, l'engin s'alourdit et commence à s'enfoncer ; tout l'art consiste à maintenir la quantité d'eau à un niveau tel que l'engin reste entre deux eaux à la profondeur voulue. Comme nous l'avons vu plus haut, cet équilibre n'est jamais complètement stable : au bout de quelque temps, il se produit fatalement une variation de densité qui, aussi faible soit-elle, va faire bouger l'objet vers le haut ou vers le bas : si l'on ne corrige pas tout de suite, cet effet va en s'amplifiant.

En pratique, on va asservir la pression de l'air dans la cavité à la profondeur de plongée ; dès que la mesure de cette profondeur montre, par exemple, que l'engin s'enfonce, on va augmenter la pression de l'air, ce qui va chasser un peu d'eau hors de la cavité et alléger l'ensemble : il cesse de s'enfoncer et remonte. Mais si cette remontée est trop loin, la liaison entre jauge de profondeur et pression de l'air va faire baisser cette pression, du coup l'eau remonte dans la cavité et l'objet, alourdi, redescend.

Pour maintenir l'équilibre, il faut donc jouer sans arrêt sur la pression d'air dans la cavité ; avec les systèmes actuels d'asservissement automatique, c'est un but facile à

atteindre. Chez les animaux, les poissons (dont la cavité s'appelle vessie natatoire) maintiennent cette correction d'équilibre grâce à des réflexes autonomes, du même ordre que ceux qui nous permettent de rester debout pendant des heures sans tomber, et sans même y penser.

Avec le ludion, c'est l'opérateur qui va contrôler la profondeur, par transmission de la pression qui règne à la surface de l'eau du bocal. Le montage est en effet simple : un bocal presque totalement rempli d'eau est fermé en haut par une membrane élastique. Le ludion lui-même n'est autre qu'un petit récipient, le plus souvent en verre ouvert en bas et lesté d'un peu de plomb de manière à être juste à la limite de la flottaison. Ajoutons que, dès le départ, la cavité ainsi constituée renferme toujours un peu d'eau qui entre par l'ouverture du bas.

Si maintenant on appuie sur la membrane, on augmente la pression de l'air au-dessus de la surface liquide. Conformément au principe de Pascal (qui stipule que dans un fluide incompressible les variations locales de pression se transmettent intégralement en tout sens et en tous points), la pression augmente aussi dans l'eau du bocal. De ce fait, l'eau pénètre un peu plus dans la cavité, laquelle s'alourdit et descend.

Quand on relâche la membrane, c'est la pression de l'air dans la cavité qui redevient supérieure à la pression dans le bocal et, du coup, chasse l'eau qui était entrée : le ludion remonte. Tout l'art consiste à doser la force exercée sur la membrane pour maintenir le (ou les) engin(s) à la profondeur voulue. Cette transmission de l'effet repose, nous l'avons dit, sur le principe de Pascal, et aussi sur la loi de Mariotte relative à la compressibilité des gaz : à température constante, le produit et la pression "p" d'une masse donnée de gaz par son volume "V" est constant. Il en résulte que les pressions sont inversement proportionnelles aux volumes : si le volume diminue de moitié, la pression double, et inversement.

Dans notre ludion, nous n'atteignons pas de tels rapports : les variations de pression, et donc de volume, sont faibles, mais néanmoins parfaitement observables ; quand on appuie sur la membrane,

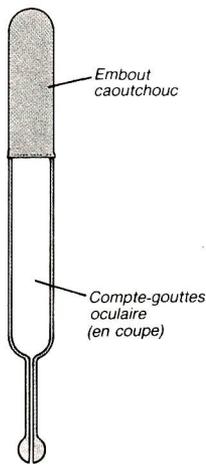


FIGURE 1

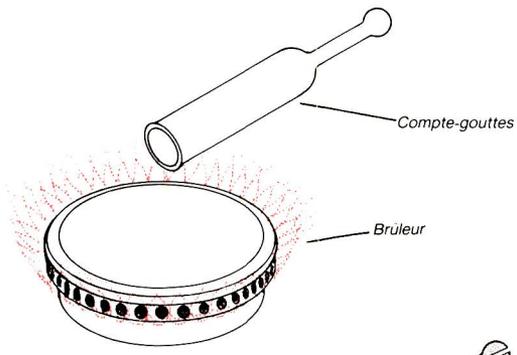


FIGURE 2

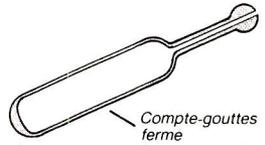


FIGURE 3

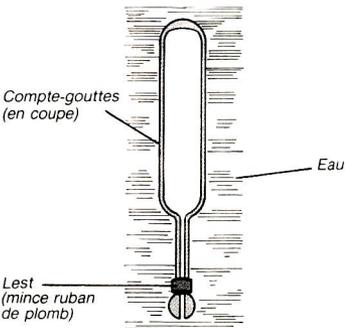


FIGURE 4

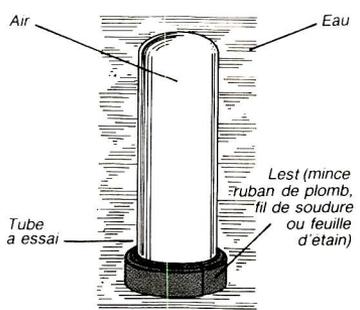


FIGURE 5

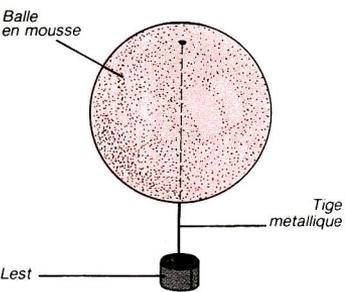


FIGURE 6

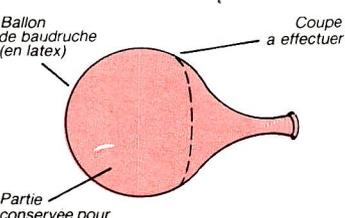


FIGURE 8

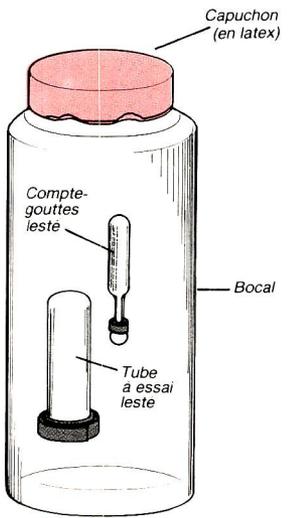


FIGURE 7

on voit très bien l'eau entrer dans la cavité tandis que le volume d'air à l'intérieur diminue sous la pression. On voit de même l'eau redescendre quand on relâche la membrane, l'air reprend son volume et l'engin, allégé, remonte.

Il ne nous reste donc plus maintenant qu'à mettre ces principes en évidence avec trois ludions différents, ce qui nécessite de se procurer le matériel suivant :

- Un compte-gouttes oculaire : on le trouve dans toutes les "bonnes" pharmacies (celles qui n'en ont pas sont mauvaises). Il se caractérise par un renflement à son extrémité inférieure, renflement fort commode pour retenir le lest. De plus, le petit tube de verre permet de bien voir le niveau d'eau dans la cavité.

- Un tube à essai ou un tube de médicament, en verre ou en plastique (longueur : 4 à 5 cm ; diamètre : 1,5 à 2 cm). Cela pour faire un deuxième modèle, un peu plus gros, mais où la variation de volume est moins visible.

- Une balle en caoutchouc mousse : elle permet de faire un genre d'aérostat, ou plutôt d'hydrostat, modèle réduit.

- Pour le lest : de la feuille de plomb, du fil de plomb, de la soudure radio, ou même de la feuille d'étain.

- Pour obtenir le récipient : un ballon d'enfant (ballon de baudruche) en latex comme on en trouve chez tous les marchands de jouets.

- Un récipient type bocal, recommandé en raison de sa taille et de sa transparence (pot à lait Pyrex vendu en supermarché par exemple).

Une fois réuni le matériel, on peut passer à la fabrication, ce qui ne demande pas beaucoup de temps. On commence par le compte-gouttes oculaire (figure 1). Après avoir retiré l'embout en caoutchouc on obture l'extrémité en la faisant fondre sur une flamme, comme indiqué figure 2. Ce petit exercice nécessite une technique au demeurant très simple : on passe d'abord rapidement dans la flamme la partie qui doit être travaillée, afin de mettre le tout en température et d'éviter le choc thermique qui fera casser le verre. Ensuite, on maintient le bout dans la flamme en le faisant tourner constamment, ceci pour obtenir une fusion partielle, entraînant une déformation.

(suite)

Remarquons en passant que la partie la plus chaude d'une flamme n'est pas sa base, mais plutôt son sommet. Il arrive un moment où le verre prend une teinte jaune lumineux et devient pâteux ; peu à peu l'orifice se ferme et se soude : il est temps de retirer l'objet du feu et, toujours en le faisant tourner, d'attendre qu'il s'obscurcisse. Puis, on le pose sur un support ininflammable et non métallique (afin d'éviter les chocs thermiques). La flamme sera en général celle de la cuisinière à gaz, qui convient pour le verre ordinaire comme pour le Pyrex, mais on peut aussi utiliser une lampe à alcool ou un chalumeau. Le compte-gouttes ainsi transformé (figure 3 - page précédente), il reste à le Lester. Le but à atteindre, qui est le même pour les trois modèles, est d'obtenir une flottabilité positive très faible, littéralement à fleur d'eau. Autrement dit, l'extrémité supérieure du compte-gouttes doit à peine affleurer la surface de l'eau. On y parviendra en entourant la partie inférieure avec un mince ruban de plomb, un fil de soudure ou une étroite feuille d'étain, et on fera le réglage fin en enlevant avec des ciseaux de petites quantités de matières jusqu'au moment où le résultat escompté est obtenu (figure 4). On fixera ensuite le lest avec une goutte de colle cyanoacrylate.

Le second modèle est illustré par la figure 5. En principe, il faut partir d'un tube à essai en verre, mais il est difficile de le couper à la bonne longueur sans entraînement. C'est toutefois chose faisable, à condition d'avoir plusieurs exemplaires sous la main, car la casse arrive vite. On se simplifiera la tâche en utilisant un tube en plastique, transparent. Il sera lesté en respectant les indications données précédemment, et le résultat doit être le même. Toutefois, la grandeur de l'ouverture ne permettra pas, comme dans le modèle précédent, de voir la variation du volume qui est à l'origine des mouvements du ludion.

Le troisième modèle a l'apparence d'un aérostat et il plaît beaucoup aux enfants qui peuvent s'imaginer commander un ballon libre ou une montgolfière (précisons que ce modèle-là n'a pas été inséré dans le bocal figurant sur notre photo page 123). On utilise une balle en mousse et on y introduit une tige métallique dont une extrémité est formée en harpon. L'autre extré-

mité supporte le lest, et le résultat final doit être conforme à la figure 6 (ceux qui le désirent pourront agrémenter l'objet de peintures, qui ajouteront à l'aspect ballon libre). Notons qu'ici, ce sont les minuscules bulles d'air du caoutchouc mousse qui seront comprimées.

Le récipient (figure 7) doit répondre aux impératifs suivants :

- être le plus haut possible : l'effet sera plus grand ;
- être parfaitement transparent, afin de permettre une vision claire des mouvements du ludion ;
- avoir un goulot large.

Le modèle représenté sur notre photo est parfait : hauteur 20 cm ; diamètre 9 cm ; goulot 7 cm. Il s'agit d'un pot à lait en Pyrex (vendu dans la plupart des grandes surfaces). Mais un bocal à cornichons de dimensions équivalentes conviendrait aussi bien. Après avoir rempli le récipient quasiment jusqu'au bord (surface du liquide à 2 cm du bord), et introduit le (ou les) ludion(s), il faut maintenant l'obturer. Le plus simple est de couper avec des ciseaux un ballon de baudruche en latex (figure 8) et d'en coiffer l'orifice. Pour que le caoutchouc reste en place, il faut que le tour du bocal soit parfaitement sec, afin qu'il n'y ait aucun glissement. Mais, malgré cela, on peut être obligé d'entourer le latex avec un ruban adhésif, afin d'éviter qu'il ne parte de lui-même ; cela dépend des diamètres respectifs du goulot et du ballon.

Ceci fait, il suffit de presser le diaphragme pour voir descendre les ludions. Obtenir un équilibre parfait — mais provisoire —, c'est-à-dire immobiliser le ludion à mi-hauteur, est le premier des exercices qui vient à l'esprit. Ce n'est pas le seul ; on observera dans le compte-gouttes l'ascension de l'eau dans la partie inférieure du tube : la transmission de la pression est immédiatement visible. On peut aussi essayer de faire entrer le petit ludion dans le grand, et on constatera qu'en fait c'est impossible : on arrive à mettre le petit sous le grand, mais les choses s'arrêtent là, et pour cause : la base du grand marque la limite du niveau d'eau, et le ludion est justement conçu pour ne pas dépasser cette limite, puisqu'il doit au mieux affleurer l'eau. Il n'est donc pas question qu'il s'élève dans l'air qui remplit la cavité du grand ludion.

Renaud de La TAILLE □

## COMBAT OBLIGATOIRE

► On sait que le début de partie est la phase d'occupation du terrain. Traditionnellement, les points importants sont d'abord les coins, puis, à peu près à égalité en fonction de la configuration générale, les points d'approche des coins et ceux de milieu de bord — toujours sur les fatidiques 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> lignes. Mais il faut aussi ajouter ceux qui sont déterminés par ce qui est "urgent" et ceux qui le sont par ce qui est "gros".

Dans le début de partie de la figure 1, cette différence est relativement faible, puisque le handicap n'est que de 2 pierres ; on estime néanmoins l'avantage du noir à plus de 15 points. D'une manière générale, le joueur le plus fort, celui qui a les blancs, cherche plutôt les situations tendues, celles où il faut du courage au noir. Si le noir ne réagit pas, la partie devient vite serrée, et s'il accepte le défi, il s'engage dans des combats à long terme où le moindre faux pas renverse la position.

Mais les deux pierres de handicap, pierres de *Hoshi*, dont les coordonnées sont 4-4, sont des pierres dont l'usage naturel est plutôt la puissance que le territoire, et elles doivent permettre au noir d'engager les combats dans de bonnes conditions. Regardons de plus près un exemple probant.

Blancs et noirs occupent les deux coins disponibles avec 1 et 2. Ces points, de coordonnées 3-4, sont appelés *Komoku* ; ils sont davantage orientés vers le territoire que les points de *Hoshi* et menacent de fermer le coin le coup suivant. Par exemple, le blanc peut jouer 3 en 4 et le noir jouera 4 en 3. On aura alors une position symétrique, le blanc et le noir occupant chacun solidement un coin. Visiblement le noir conserve intact son avantage de deux pierres : cela est "jouable" pour le blanc, mais pas vraiment tentant. Il est plus naturel d'approcher le coin noir en 3 ; le noir réplique en approchant le coin blanc en 4. Avec 5, le blanc attaque la pierre noire en la prenant en tenaille et le noir a une alternative stratégique : soit stabiliser rapidement la position dans la partie nord-ouest du terrain, soit s'appuyer sur les deux pierres de *Hoshi* déjà présentes, et accepter, voire déclencher lui-même, le combat.

6 sépare les pierres blanches 1 et 5 et 8 appelle au combat (le plan du noir est expliqué dans la figure 2) :

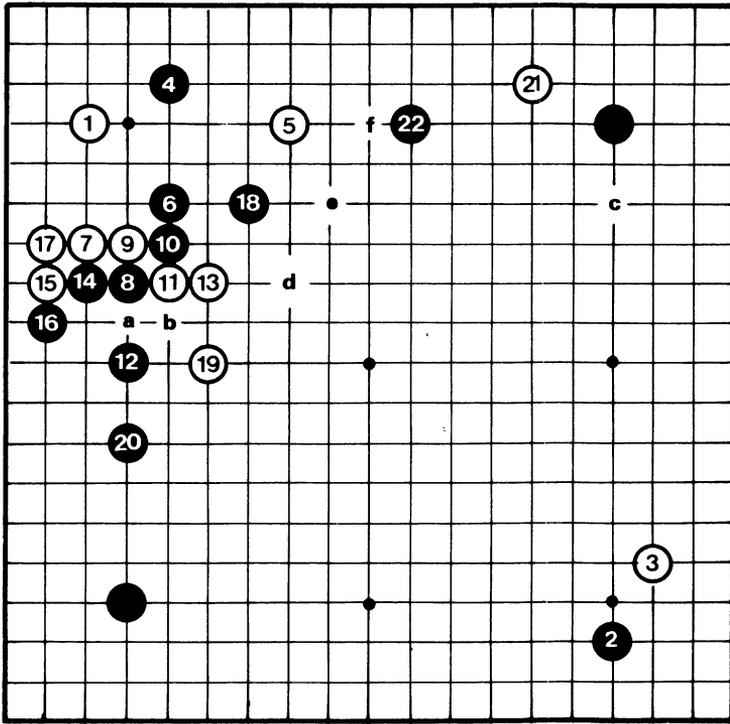


Figure 1. - Partie à 2 pierres de handicap : coups 1 à 22

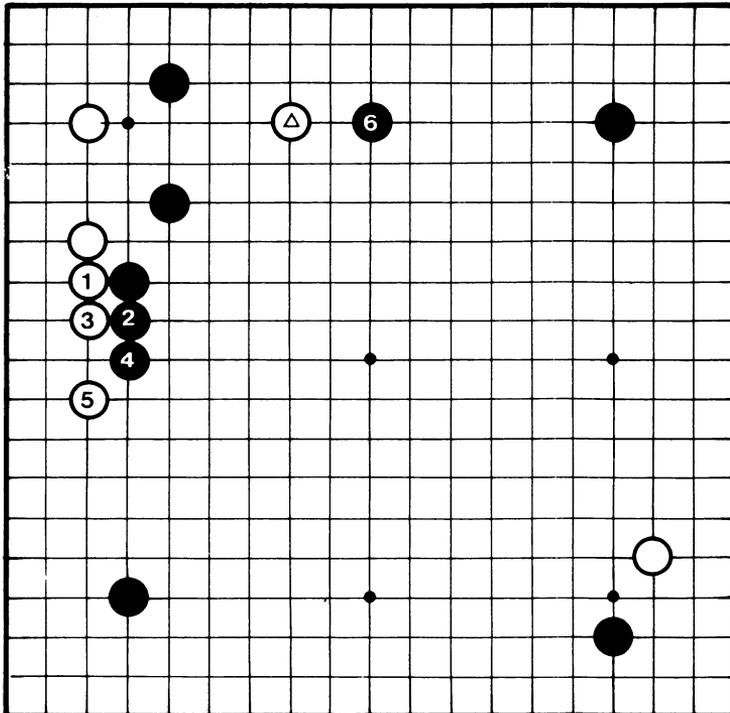


Figure 2

le blanc dans ce cas accepte d'être pressé sur la 3<sup>e</sup> ligne ; il s'assure sur le bord ouest un territoire non négligeable, mais quand le noir attaque avec 6 la pierre  $\Delta$ , on a l'impression justifiée que sur tout le reste du terrain c'est le noir qui va se trouver en position dominante. Cette perspective déplaît visiblement au blanc, ce qui l'amène à choisir la variante de combat. Avec 9 et 11, il coupe les pierres noires 6 et 8 l'une de l'autre ; c'en est fini de l'occupation calme du terrain, car ce qui prime est le statut des pierres présentes dans la zone de combat, et en particulier des groupes issus des pierres de coupe 8, 9, 10 et 11.

12 est un coup technique : si le blanc joue 13 en "a", noir répond en "b", blanc prend en 14 et noir bloque en 13. Dans ce cas, le blanc n'aura fait que peu de territoire et sera tout de même confiné sur le bord, ce qui est justement ce qu'il voulait éviter ; il doit donc jouer d'abord 13, pour sortir vers le centre, et menacer de jouer "a". 14 évite la capture de la pierre 8 tout en confinant les pierres blanches dans le coin ; la séquence blanche défensive est quasiment obligatoire, ce qui permet au noir d'avoir l'initiative dans le combat au centre. Avec 18, le noir se fraie un chemin sûr vers le centre en séparant les forces blanches 11-13 et 5. Le blanc commence par renforcer un de ses groupes en occupant le point 19, vital pour son développement. Pour éviter d'avoir une position malsaine, le noir répond en 20 ; il commence par la même occasion à construire quelque chose sur le bord ouest.

Mais voyons ce que nous jugeons être une erreur de "mentalité". Le blanc n'a plus que la pierre 5 qui soit faible et approche en 21 le coin nord-ouest. Il espère que noir va répondre passivement en "c", puis quelque chose du genre : blanc "d", noir "e", blanc "f", ce qui lui permettrait d'avoir une position sans faiblesse tout en commençant à former paisiblement un territoire sur le bord nord. C'est un peu optimiste et 22 le met aussitôt en position difficile. Le combat se complique, mais le blanc est maintenant faible partout, les pierres 5 et 21 étant séparées. Le blanc aurait dû probablement jouer le coup apparemment lent en 22 et viser 21 pour plus tard... Ce qu'il aurait sans doute fait en partie à égalité.

Pierre AROUTCHEFF  $\square$

# L'INITIATIVE GLOBALE

► L'objectif principal dans le début de partie, et on ne s'en persuade jamais assez, c'est de prendre la direction des opérations — l'initiative globale. Les professionnels reprochent toujours aux amateurs leur "myopie", qui consiste à faire attention aux territoires immédiats et à résoudre les problèmes à court terme. Ils insistent pour leur part sur les forces et les faiblesses, la qualité des formes, les principes fondamentaux du Go.

Les parties à handicap sont souvent plus faciles à commenter parce que les erreurs principales portent moins sur de subtiles questions techniques et tactiques que sur la "mentalité". Dans ces deux débuts de parties à deux pierres de handicap, c'est cet abandon momentané des principes, l'erreur de "mentalité" au moment crucial, que je vais essayer de faire ressortir, en analysant brièvement les coups qui suivent.

Si l'on observe la **figure 1**, on voit que le noir en 8 envahit la zone blanche. 10 et 12 ne sont probablement pas les meilleurs coups et le noir est un peu contraint dans ce qu'il fait ensuite. La séquence 14-20 est décidée : donner si gros territoire au blanc dès le début est désagréable, mais en contre-partie, la position noire est saine et il peut prendre l'initiative avec 22, ce qu'il fait. En réalité, en jouant 22 le noir craint un peu une réponse blanche en "a"; il est content de voir le blanc défendre en 23 et joue 24 pour se renforcer, pour prendre une option sur le coin et égaliser un peu la position du point de vue territorial.

En fait, si le blanc n'a pas joué "a", c'est qu'il y a d'autres moyens d'exploiter les faiblesses noires (24 par exemple), et surtout que rien ne justifie la précipitation : attaquer le noir tout de suite n'est sans doute pas bon, parce que l'essentiel est ailleurs; le noir rate l'occasion de prendre l'initiative globale en jouant en "b"; il lui faudra attendre pour reprendre l'initiative.

Dans le cas de la **figure 2**, le coup 6 entraîne un *Joseki* un peu compliqué : le coup 16 notamment n'est possible que si le *Shicho* est favorable au noir, ce qui est le cas. Dans le cas contraire, le blanc répond à 16 en connectant en 23 et menace de prendre les deux pierres 8 et 4 en *Shicho*, en commençant par 26. La suite est nor-

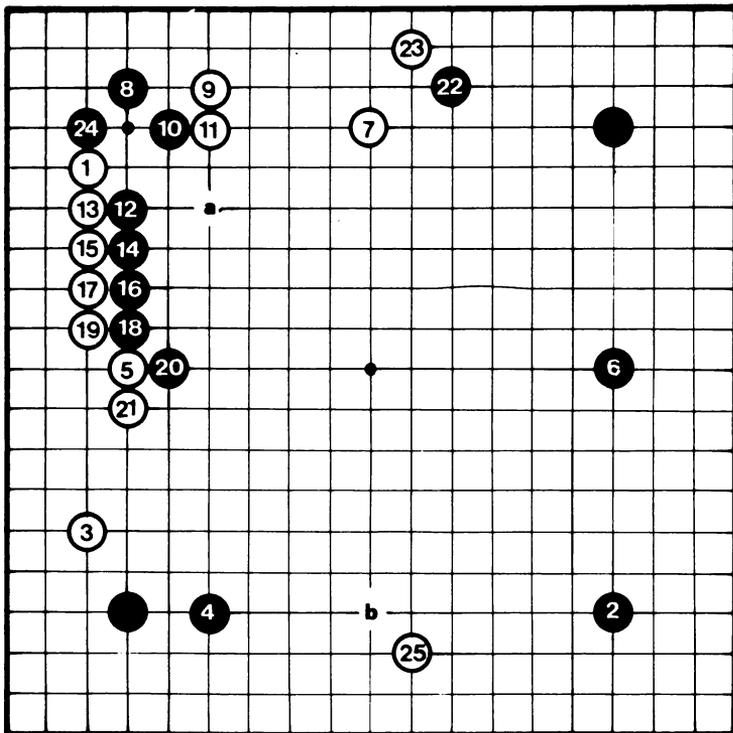


Figure 1. - Partie à 2 pierres de handicap : coups 1 à 25

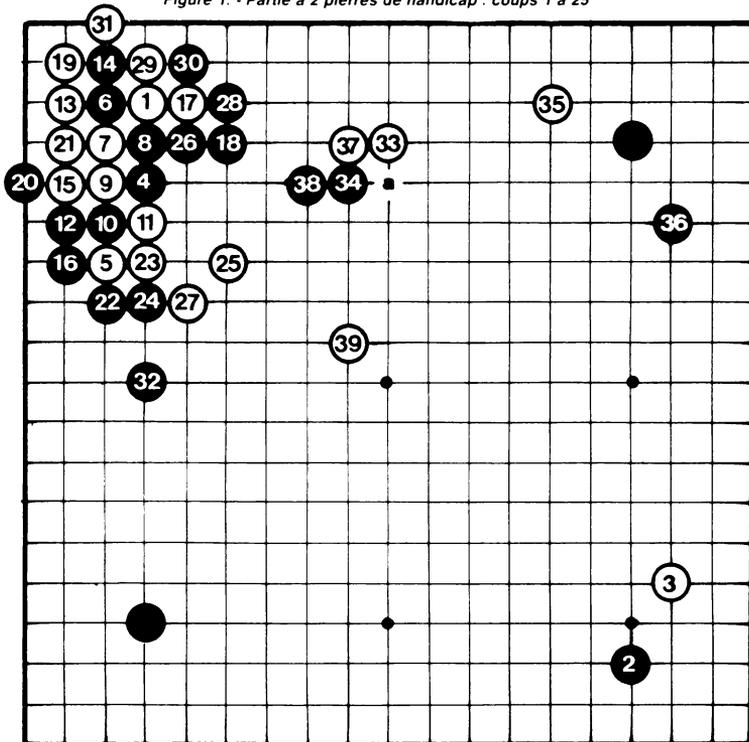


Figure 2. - Partie à 2 pierres de handicap : coups 1 à 39

# ÉCHECS

## PION TACTIQUE

male bien, que d'autres variantes soient possibles : en particulier 33 attaque le groupe noir et 34 est une réponse standard. Le moment important vient juste après, quand le blanc approche le coin avec 35. Le blanc cherche à se stabiliser en gardant l'initiative : 36 est une réponse mesquine ; ce qui est en jeu ce n'est pas l'attaque contre le *Hoshi* de coin, ni la possibilité de faire du territoire dans cette zone là, mais que blanc ne peut supporter d'avoir deux groupes faibles : une fois que la formation 33-35 est créée, noir et blanc ont chacun un groupe faible et la question de savoir qui développera en premier ce groupe est primordiale.

39 attaque noir en douceur et "donne de l'air" au groupe blanc : libéré de ses angoisses, le blanc pourra ensuite jouer où bon lui semble. Au lieu de 36, noir devait jouer "a", puis occuper le premier un point dans les environs de 39 ; le reste est secondaire. Le blanc a pris l'initiative globale, alors qu'il n'était en principe pas en mesure de le faire ; c'est le noir qui lui a donné l'occasion.

Si nous résumons, nous avons vu que, dans la figure 2, avec le

► Il est bien connu qu'un pion passé représente un élément très positif dans l'évaluation d'une position. Toutes choses étant égales par ailleurs, le camp ayant su se créer un pion passé dispose d'un avantage important. Voilà une considération stratégique indiscutable.

Mais l'acquis stratégique n'est qu'un capital qui ne prend de valeur que si on le fait fructifier. Il faut savoir en encaisser les intérêts tactiques ! Ainsi il ne faut jamais oublier que le pion passé, surtout avancé, est un redoutable élément de combinaison.

### CSOM - YOUSOUPOV

#### Olympiades de Lucerne 1982 — partie anglaise

1.  $\text{c4 e5}$
2.  $\text{C}\text{c}3 \text{C}\text{c}6$
3.  $\text{g3 g6}$
4.  $\text{Fg2 Fg7}$
5.  $\text{e3 Ch6}$
6.  $\text{Cge2 0-0}$
7.  $0-0 \text{d6}$
8.  $\text{d3 Fe6}$
9.  $\text{h3 Dd7}$
10.  $\text{Rh2 f5}$
11.  $\text{b3 Tae8}$
12.  $\text{d4 f4}$
13.  $\text{d5 f3(a)}$
14.  $\text{d}\times\text{e6 T}\times\text{e6}$
15.  $\text{F}\times\text{f3 T}\times\text{f3}$
16.  $\text{Ce4(b) Te8}$
17.  $\text{Rg2 Tff8}$
18.  $\text{Fa3 Cf5}$
19.  $\text{Dd3 C}\text{c}\text{e7}$
20.  $\text{Tad1 h6}$
21.  $\text{Cg1 g5}$
22.  $\text{Cf3 Tf7}$
23.  $\text{g4 Ch4}$
24.  $\text{C}\times\text{h4 g}\times\text{h4}$
25.  $\text{f3 Tef8}$
26.  $\text{Fb4 De6}$
27.  $\text{Fe1 Ff6}$

28.  $\text{f4 Fg5}$
29.  $\text{f5 Dd7}$
30.  $\text{C}\times\text{g5 h}\times\text{g5}$
31.  $\text{Fd2 C}\text{c}6$
32.  $\text{e4 De7}$
33.  $\text{De3 Tg7}$
34.  $\text{F}\text{c}3 \text{Df6}$
35.  $\text{c5 Cd4}$
36.  $\text{c}\times\text{d6(c) c5}$
37.  $\text{b4 b6}$
38.  $\text{F}\times\text{d4 c}\times\text{d4}$
39.  $\text{Db3 Tgf7}$
40.  $\text{Dd5 Td8 (d)}$
41.  $\text{T}\times\text{d4 !! (e) e}\times\text{d4}$
42.  $\text{e5 Dg7}$
43.  $\text{e6 Df6}$
44.  $\text{e7 ! (f) d3}$
45.  $\text{e}\times\text{d8=D D}\times\text{d8}$
46.  $\text{Td1 De8}$
47.  $\text{D}\times\text{d3(g) De5}$
48.  $\text{Td2 Rf8}$
49.  $\text{Te2 Df4}$
50.  $\text{Te4 D}\text{c}1$
51.  $\text{d7 Db2+}$
52.  $\text{Rf3}$

Les noirs abandonnent

### DERNIÈRES NOUVELLES

**Au Japon**, après avoir remporté la victoire contre Fujisawa pour le titre de Kisei, Cho Chi Kun, le Coreen, détient maintenant, à 25 ans, les quatre principaux titres annuellement disputés par les professionnels (les trois autres étant : Meijin, Honinbo et Judan). Pour les prochaines compétitions du Meijin et du Honinbo, les challengers de Cho Chi Kun pourraient bien être Otake et Kobayashi, qui sont pour l'instant les mieux placés dans leur ligue respective.

**En France**, André Moussa et Pierre Colmez se rencontreront pour la deuxième fois consécutive en finale du championnat de France à Nice, les 19 et 20 juin 1983 (contact : D. Thillaud, Villa Maryse, 1 rue Jacques Bounin, 06100 Nice).

coup 25, le blanc ne prend pas l'initiative, il empêche que le noir ne la prenne. Dans la figure 1, au contraire, il donne au noir l'occasion de la prendre nettement ; s'il avait joué 21 en 22 la question serait restée en suspens...

Pierre AROUTCHEFF □

a) Comme très souvent, la réponse à une menace par une menace identique est favorable au camp qui joue en premier.

b) Menace les deux fourchettes 17.  $\text{Cg5}$  et 17.  $\text{C}\text{c}5$  (17. ... $\text{d}\times\text{c5}??$ , 18.  $\text{D}\times\text{d7}$ )

c) 36.  $\text{T}\times\text{d4!}$ ,  $\text{e}\times\text{d4}$  ; 37.  $\text{F}\times\text{d4}$  gagnait rapidement.

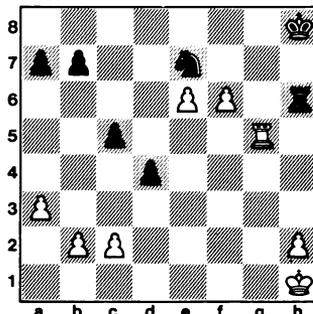
d) On a l'impression que les noirs ont égalisé : si les blancs perdent le pion d6 (et comment pourraient-ils le sauver ?), le pion passé noir d4 vaut bien le blanc f5. Alors ?

e) Les blancs obtiennent un rouleau compresseur de trois pions liés qui, associés à la présence de la Dame sur la diagonale du Roi adverse, va dévaster le camp noir.

f) Et non 24.  $\text{e}\times\text{f7}$ ,  $\text{D}\times\text{f7}$

g) Après cette phase tactique, la présence de deux pions passés assure définitivement la victoire.

### Exercice n° 117



Les blancs jouent et gagnent.

### Solution de l'exercice n° 116

1.  $\text{D}\times\text{f8+!!}$ ,  $\text{R}\times\text{f8}$
2.  $\text{T}\times\text{d6}$  et le seul moyen de parer le mat par 3.  $\text{Td8}$  et 2. ... $\text{g6}$  mais après 3.  $\text{T}\times\text{f6}$  la partie est terminée.

Alain LEDOUX □

## LE ZX 81 EST AUSSI UN ARTISTE

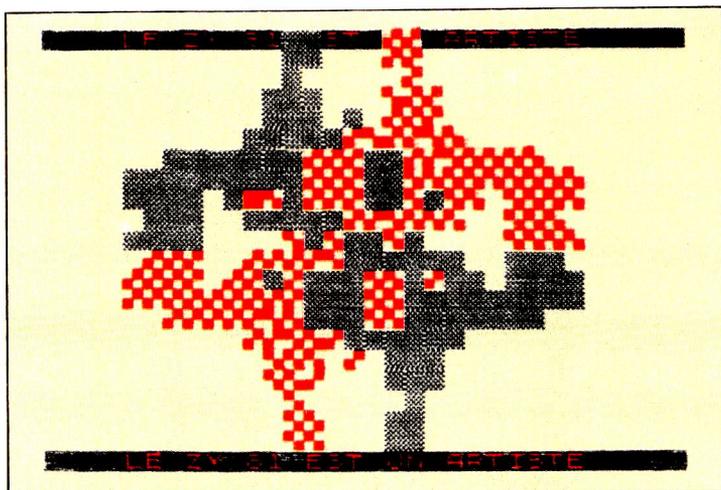
► Nous exploiterons ce mois les possibilités graphiques que nous offre notre micro-ordinateur sans qu'aucune intervention particulière ne soit nécessaire une fois le programme lancé, puisque le ZX 81 choisira lui-même son graphisme grâce à l'ordre "RND". Celui-ci est une fonction basique sans argument, c'est-à-dire qu'il est inutile de préciser la variable.

Voyons tout de suite ce que cela représente pratiquement. Après avoir branché votre micro-ordinateur et une fois que le **K** s'est inscrit en bas à gauche de votre écran, appuyez sur la touche P. Alors apparaît **PRINT** : c'est le principe des mots-clés. Maintenant, enfoncez simultanément (ou presque...) les touches **SHIFT** et **NEW LINE** : vous passez alors en mode fonction. La seule chose qui vous l'indique est que le curseur affiche maintenant un **F** en vidéo inversée (c'est-à-dire un caractère blanc sur fond noir au lieu de l'inverse).

Si vous appuyez alors sur la touche **T**, vous pourrez lire **PRINT RND** et, faisant **NEW LINE**, un nombre compris entre 0 et 0,99999999 apparaît en haut à gauche de l'écran. Si vous recommencez l'opération plusieurs fois de suite, vous aurez le loisir de constater que le résultat obtenu n'est jamais le même : cela provient de ce qu'il s'agit d'un tirage aléatoire (en réalité presque puisque RND est une séquence de 65 536 nombres mélangés).

C'est grâce à ce RND que nous allons demander à notre micro-ordinateur de choisir lui-même l'endroit où dessiner. Quant à sa "palette", nous la garnirons à l'aide de ses possibilités graphiques. Nous avons retenu quatre motifs différents (rappelez-vous que pour passer en mode graphique, il faut appuyer simultanément sur les touches **SHIFT** et **9** ; le curseur en bas à gauche devient alors un **G** en vidéo inversée) :

- le pavé noir, qui correspond à l'inverse de l'espace, ou *space*, et s'obtient en enclenchant simplement la touche **SPACE** ;
- le pavé quadrillé, qui s'obtient en appuyant simultanément sur **SHIFT** et **H** ;
- les deux jetons, qui s'obtiennent grâce aux touches **T** et **Y** enclenchées simultanément avec **SHIFT**. Vous pourrez modifier à votre guise cette "palette" en choisissant des caractères graphiques différents, que vous mettrez en programme dans les lignes 100, 110,



```

5 REM "DESSIN"
10 LET A=10
15 PRINT "
20 LET B=15
30 LET C=0
40 LET C=INT (RND*4)
45 PRINT AT A,B;"
50 IF C=0 THEN LET A=A+1
60 IF C=1 THEN LET A=A-1
70 IF C=2 THEN LET B=B+1
80 IF C=3 THEN LET B=B-1
90 IF A<0 OR B<0 OR A>20 OR B>
30 THEN GOTO 10
100 PRINT AT A,B;"■"
110 PRINT AT (20-A),(30-B);"■"
115 PRINT AT (20-A),B;"■"
120 PRINT AT A,(30-B);"■"
130 GOTO 40
    
```

115 et 120 (voir ci-dessus). Examinons donc maintenant ce programme. Il comporte en fait trois parties dissemblables :

- la ligne 40, qui est le tirage aléatoire d'un chiffre pouvant prendre les valeurs 0, 1, 2 ou 3 que nous appellerons désormais C ;
- les lignes 50 à 90, qui sont en fait une batterie de tests sur le chiffre aléatoire obtenu. En fonction de sa valeur, nous augmenterons ou diminuerons les deux variables A et B. La ligne 90 elle-même est simplement un recentrage du dessin : dès que celui-ci atteint les bords de l'écran, nous obligeons le ZX 81 à revenir au centre ; ceci nous apporte en outre l'avantage de ne pas voir le programme s'arrêter pour dépassement des limites de l'écran...
- Les lignes 100 à 120, qui indiquent au ZX 81 de dessiner à un endroit dépendant des variables A

et B un motif choisi qui se trouve entre guillemets (n'oubliez pas la virgule qui sépare les variables A et B et le point virgule avant le motif).

Une fois toutes vos lignes tapées conformément au listing d'imprimante ci-dessus, appuyez sur **RUN** et **NEW LINE**. Vous verrez alors que notre micro-ordinateur, fort peu modeste il est vrai, se qualifie lui-même d'artiste avant de commencer son dessin. Quant à ce qui se passe ensuite, nous ne pouvons pas vous le décrire, puisque nous sommes dans l'aléatoire.

Ce programme, distrayant et aux apparences innocentes, introduit en fait un ordre très important : RND, cette part du hasard qu'il est souvent nécessaire d'incorporer à un programme pour donner de la créativité au micro-ordinateur.

Henri-Pierre PENEL  
et Olivier GUTRON □

# JÉUX ET PARADOXES

## LES EXTRÉMISTES INFÉRIEURS...

► Quitte à être futiles, au moins soyons-le extrêmement. Dans notre inlassable et créative poursuite d'objets mathématiques que nous espérons à jamais inapplicables, nous avons exprimé, en janvier 1983, une quantité impressionnante de nombres entiers avec les seuls chiffres 6, 7, 8, 9 et 0.

La situation de ces chiffres dans la dizaine numérique justifie leur dénomination d'"extrémistes supérieurs". Les dénommer d'après la main portant les doigts où ces chiffres sont traditionnellement comptés nous aurait précipité dans les aléas cumulés de l'anthropomorphisme et de la politique.

Pour compléter la tâche en se préoccupant de la symétrie, comme l'exigent les principes de la pensée mathématique, voici les "extrémistes inférieurs" (aléas à nouveau évités) ou nombres exprimés avec les seuls chiffres 1, 2, 3, 4 et 5.

Rappelons que dans ces explorations "digitales" chaque chiffre concerné doit être utilisé une fois et dans l'ordre, avec les opérations arithmétiques courantes. En outre, nous affirmons notre marginalité en nous donnant le droit d'utiliser la fonction arithmétique sommielle (notée "n ?") représentant la somme des "n" premiers entiers.

Les extrémistes inférieurs apparaissent ici aussitôt en foule, grâce aux travaux de Olivier Charon, avec l'enthousiasme de ses 16 ans. Ce ne sont que les premiers et les derniers de sa liste. Vous comblez sans doute le reste sans peine.

$$0 = (1 + 2) \times 3 - 4 - 5$$

$$1 = 1 + 2 - 3 - 4 + 5$$

$$2 = (1^2 \times 3) + 4 - 5$$

$$3 = 1 + 2 - 3 + \sqrt{4 + 5}$$

$$4 = \sqrt{1 + (2 \times 3) + 4} + 5$$

$$5 = 1^2 + 3 - 4 + 5$$

$$6 = (1 - 2) \times 3 + 4 + 5$$

$$7 = 1 + 2 + 3 - 4 + 5$$

$$8 = -1 + 2^3 - 4 + 5$$

$$9 = -1 - 2 + 3 + 4 + 5$$

$$10 = (1 + 2) : 3 + 4 + 5$$

$$11 = [-(1 + 2) \times 3] + (4 \times 5)$$

$$12 = (-1 + 2) \times 3 + 4 + 5$$

$$13 = -1 - (2 \times 3) + (4 \times 5)$$

$$14 = -1 \times 2 \times 3 + (4 \times 5)$$

$$15 = (1 \times 2 \times 3) + 4 + 5$$

$$16 = 1 - 2 - 3 + (4 \times 5)$$

$$17 = -\sqrt{(1 + 2) \times 3} + (4 \times 5)$$

$$18 = -1 + 2 - 3 + (4 \times 5)$$

$$19 = (-1 - 2) : 3 + (4 \times 5)$$

$$20 = -1 - 2 + 3 + (4 \times 5)$$

$$21 = (1^2 + 3) \times 4 + 5$$

$$22 = 1 - 2 + 3 + (4 \times 5)$$

$$23 = 1^2 \times 3 + (4 \times 5)$$

$$24 = 1^2 + 3 + (4 \times 5)$$

$$25 = (1 + 2^3 - 4) \times 5$$

$$26 = 1 + 2 + 3 + (4 \times 5)$$

$$27 = -1^? - 2^? + 3^? + 4^? + 5^?$$

$$28 = 1 + (2^3 \times 4) - 5$$

$$29 = (1 \times 2 \times 3 \times 4) + 5$$

$$30 = (1 - 2 + 3 + 4) \times 5$$

$$31 = (1 + 2) \times (3 \times 4) - 5$$

$$32 = (1 + 2^?) \times 3 + (4 \times 5)$$

$$33 = 1 + (2 \times 3!) + (4 \times 5)$$

$$34 = (1 \times 2) \times [-3 + (4 \times 5)]$$

$$35 = 1^? + 2^? + 3^? + 4^? + 5^?$$

$$36 = (1 + 2) \times (3 + 4 + 5)$$

$$37 = -1 + 2 - 3 + 4! + 5^?$$

$$38 = (1 + 2) \times 3^? + (4 \times 5)$$

$$39 = 1 + 2^? + 3! + 4! + 5$$

$$40 = (-1 \times 2) + 3 + 4! + 5^?$$

$$41 = (1 + 2) \times 3 \times 4 + 5$$

$$42 = -1 - 2 + 3! + 4! + 5^?$$

$$43 = 1 - 2^? + 3^? + 4! + 5^?$$

$$44 = 1 \times 2 \times (-3 + 4^? + 5^?)$$

$$45 = 1 + 2 + 3 + 4! + 5^?$$

$$46 = 1 + 2^? + 3 + 4! + 5^?$$

$$47 = -1 + 2 + 3^? + 4! + 5^?$$

$$48 = 1 + 2 + 3! + 4! + 5^?$$

$$49 = 1 + 2^? + 3^? + 4! + 5^?$$

$$50 = (1 + 2 + 3 + 4) \times 5$$

$$51 = 1 + [(2 \times 3) + 4] \times 5$$

$$52 = 1 \times 2 + (3! + 4) \times 5$$

$$53 = 1 + 2 + (3! + 4) \times 5$$

$$54 = 1 + 2^? + (3! + 4) \times 5$$

$$55 = (-1 + 2 + 3! + 4) \times 5$$

$$56 = -1 - 2^? + (3 \times 4 \times 5)$$

$$57 = -1 - 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$58 = -1 \times 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$59 = 1 - 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$60 = (-1 - 2 + 3!) \times 4 \times 5$$

$$61 = -1 + 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$62 = 1 \times 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$63 = 1 + 2 + (3 \times 4 \times 5)$$

$$64 = 1 + 2^? + (3 \times 4 \times 5)$$

$$65 = [-1 + 2 + (3 \times 4)] \times 5$$

$$66 = -1 + (2^? \times 3^? \times 4) - 5$$

$$67 = 1 + (2 \times 3) + 4 \times 5^?$$

$$68 = -1 + 2^? + 3^? + 4 \times 5^?$$

$$69 = 1 \times 2^? + 3^? + 4 \times 5^?$$

$$70 = 1 + 2^? + 3^? + 4 \times 5^?$$

$$71 = -1 + 2 \times 3! + 4 \times 5^?$$

$$72 = -1 + 2^? + 3^4 - 5$$

$$73 = -1 \times 2^? + 3^4 - 5$$

$$74 = -1 \times 2 + 3^4 - 5$$

$$75 = 1 - 2 + 3^4 - 5$$

$$76 = (-1 + 2) \times 3^4 - 5$$

$$77 = -1 + 2 + 3^4 - 4$$

$$78 = (1 \times 2) + 3^4 - 5$$

$$79 = 1 + 2 + 3^4 - 5$$

$$80 = 1 + 2^? + 3^4 - 5$$

$$81 = -1 + 2 + (3^? + 4^?) \times 5$$

$$82 = 1 \times 2 + (3^? + 4^?) \times 5$$

$$83 = 1 + 2 + (3^? + 4^?) \times 5$$

$$84 = 1 + 2^? + (3^? + 4^?) \times 5$$

$$85 = 1 - 2 + 3^4 + 5$$

$$86 = -1 - 2^? - 3^? - 4! + 5!$$

$$87 = -1 + 2 + 3^4 + 5$$

$$88 = 1 \times 2 + 3^4 + 5$$

$$89 = 1 + 2 + 3^4 + 5$$

$$90 = 1 + 2^? + 3^4 + 5$$

$$91 = -1 \times 2 - 3 - 4! + 5!$$

$$92 = 1 - 2 - 3 - 4! + 5!$$

$$93 = 1 + 2 - 3! - 4! + 5!$$

$$94 = 1 + 2^? - 3! - 4! + 5!$$

$$95 = 1 \times 2 - 3 - 4! + 5!$$

$$96 = 1 + 2 - 3 - 4! + 5!$$

$$97 = 1 + 2^? + 3 - 4! + 5!$$

$$98 = -1 - 2^? + 3^? - 4! + 5!$$

$$99 = -1 \times 2^? + 3^? - 4! + 5!$$

$$100 = -1 \times 2 + 3^? - 4! + 5!$$

$$101 = 1 - 2 + 3^? - 4! + 5!$$

$$102 = 1^2 \times 3^? - 4! + 5!$$

$$103 = 1^2 + 3^? - 4! + 5!$$

$$104 = 1 \times 2 + 3^? - 4! + 5!$$

$$105 = 1 + 2 + 3^? - 4! + 5!$$

$$106 = 1 + 2^? + 3^? - 4! + 5!$$

$$107 = 1 - 2 - 3 \times 4 + 5!$$

$$108 = (1 - 2) \times 3 \times 4 + 5!$$

$$109 = -1 + 2 - 3 \times 4 + 5!$$

$$110 = -1 + (2 + 3)! - 4 - 5$$

$$111 = (1 \times 2 + 3)! - 4 - 5$$

$$112 = 1 + (2 + 3)! - 4 - 5$$

$$113 = 1 - 2 - 3^? + 4! \times 5$$

$$114 = (1 - 2) \times 3^? + 4! \times 5$$

$$115 = (-1 \times 2) - 3 + 4! \times 5$$

$$927 = -1 + (2^?^?^? + 3^?^?)^? + 4^? + 5^?$$

$$928 = 1 \times (2^?^?^? + 3^?^?)^? + 4^? + 5^?$$

$$929 = 1 + (2^?^?^? + 3^?^?)^? + 4^? + 5^?$$

$$930 = -1 + (2^?^?^? + 3^?^?)^? + (\sqrt{4 + 5})^?$$

$$931 = 1 \times (2^?^?^? + 3^?^?)^? + (\sqrt{4 + 5})^?$$

$$932 = 1 + (2^?^?^? + 3^?^?)^? + (\sqrt{4 + 5})^?$$

$$933 = 1 \times (2^?^?^? + 3^?^?)^? + \sqrt{4 \times 5^?}$$

$$934 = 1 + (2^?^?^? + 3^?^?)^? + \sqrt{4 \times 5^?}$$

$$935 = (1 + 2^?^?^? + 3^?^?)^? + 4 + 5^?$$

$$936 = (1 + 2^?^?^? + 3^?^?)^? - \sqrt{4 + 5}$$

# JEUX ET PARADOXES

(suite)

$$937 = (1 + 2?? + 3??)? - 4 - 5$$

$$938 = (1 + 2?? + 3??)? - \sqrt{4} - 5$$

$$939 = -1 + 2 \times [(3! + 4!)? + 5]$$

$$940 = 1 \times 2 \times [(3! + 4!)? + 5]$$

$$940 = 1 + 2 \times [(3! + 4!)? + 5]$$

$$941 = (1 + 2?? + 3??)? + 4? - 5?$$

$$942 = 1 \times (2?? + 3??)? + 4! + 5?$$

$$943 = 1 + (2?? + 3??)? + 4! + 5!$$

$$944 = (1 + 2?? + 3??)? - 4? : 5$$

$$945 = (1 + 2?? + 3??)? + 4 - 5$$

$$946 = (1 + 2?? + 3??) 2 \times (-4 + 5)$$

$$947 = (1 + 2?? + 3??)? - 4 + 5$$

$$948 = (1 + 2?? + 3??)? + 4? : 5$$

$$949 = (1 + 2?? + 3??)? - \sqrt{4} + 5$$

$$950 = -1 + 2?? + 3 \times (4! + 5?)$$

$$951 = 1 \times 2?? + 3 \times (4! + 5?)$$

$$952 = 1 + 2?? + 3 \times (4! + 5?)$$

$$953 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} + 5$$

$$954 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} + 5$$

$$955 = (1 + 2?? + 3??)? + 4 + 5$$

$$956 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} \times 5$$

$$957 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} + 5$$

$$958 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} + 5?$$

$$959 = (1 + 2?? + 3??)? - \sqrt{4} + 5?$$

$$960 = (1 \times 2? + 3? + 4??) \times 5?$$

$$961 = 1 + (2? + 3? + 4??) \times 5?$$

$$962 = -1 + (2?? + 3??)? + 4 \times 5?$$

$$963 = 1 \times (2?? + 3??)? + 4 \times 5?$$

$$964 = 1 + (2?? + 3??)? + 4 \times 5?$$

$$965 = (1 + 2?? + 3??)? + 4 + 5?$$

$$966 = (1 + 2?? + 3??)? + 4 \times 5$$

$$967 = -1 + 2? \times (3?? + 4!)? + 5$$

$$968 = 1 \times 2? \times (3?? + 4!)? + 5$$

$$969 = 1 + 2? \times (3?? + 4!)? + 5$$

$$970 = [-1 + (2? + 3?)?]? - 4 \times 5$$

$$971 = (1 + 2?? + 3??)? + 4? + 5?$$

$$972 = -1 + (2?? + 3??)? + 4?? + 5?$$

$$973 = 1 \times (2?? + 3??)? + 4?? + 5?$$

$$974 = 1 + (2?? + 3??)? + 4?? + 5?$$

$$975 = (+1 + 2?? + 3? \times 4)? - 5?$$

$$976 = (1 + 2?? + 3??)? + \sqrt{4} \times 5?$$

$$977 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} - 5?$$

$$978 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} - 5?$$

$$979 = [-1 + (2? + 3?)?]? + 4 - 5?$$

$$980 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} \times 5$$

$$981 = [-1 + (2? + 3?)?]? - 4 - 5$$

$$982 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} - 5$$

$$983 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} - 5$$

$$984 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} : 5!$$

$$985 = [-1 + (2? + 3?)?]? + 4? - 5?$$

$$986 = 1 + (2?? - 3^4) \times 5$$

$$987 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} - 5$$

$$988 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} - 5$$

$$989 = [-1 + (2? + 3?)?]? + 4 - 5$$

$$990 = [-1 + (2? + 3?)?]? \times (-4 + 5)$$

$$991 = [-1 + (2? + 3?)?]? - 4 + 5$$

$$992 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} + 5$$

$$993 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} + 5$$

$$994 = -1 \times 2?? + 3?! + 4!?$$

$$995 = [-1 + (2? + 3?)?]? - 4? + 5?$$

$$996 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} : 5!$$

$$997 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} + 5$$

$$998 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} + 5$$

$$999 = [-1 + (2? + 3?)?]? + 4 + 5$$

$$1000 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} \times 5$$

$$1001 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} + 5$$

$$1002 = [-1 + (2? + 3?)?]? + \sqrt{4} + 5?$$

$$1003 = [-1 + (2? + 3?)?]? - \sqrt{4} + 5?$$

$$1004 = -1 + 2 - 3?? + 4^5$$

$$1005 = 1 \times 2 + 3?? + 4^5$$

$$1006 = 1 + 2 + 3?? + 4^5$$

$$1007 = 1 + 2? - 3?? + 4^5$$

$$1008 = -1 + 2?? - 3?? + 4^5$$

$$1009 = 1 \times 2?? - 3?? + 4^5$$

$$1010 = 1 + 2?? - 3?? + 4^5$$

$$1011 = -1 - 2 \times 3? + 4^5$$

$$1012 = -1 \times 2 \times 3? + 4^5$$

$$1013 = 1 - 2 \times 3? + 4^5$$

$$1014 = -1 - 2? - 3? + 4^5$$

$$1015 = -1 \times 2? - 3? + 4^5$$

$$1016 = 1 + 2? - 3? + 4^5$$

$$1017 = -1 - 2? - 3? + 4^5$$

$$1018 = -1 \times 2 \times 3? + 4^5$$

$$1019 = 1 - 2 \times 3? + 4^5$$

$$1020 = 1 - 2 - 3? + 4^5$$

$$1021 = (1 - 2) \times 3? + 4^5$$

$$1022 = -1 + 2 + 3? + 4^5$$

$$1023 = 1 \times 2 - 3? + 4^5$$

$$1024 = (1 + 2) : 3? + 4^5$$

$$1025 = -1 \times 2 + 3? + 4^5$$

$$1026 = 1 - 2 + 3? + 4^5$$

$$1027 = (-1 + 2) \times 3? + 4^5$$

$$1028 = -1 + 2 + 3? + 4^5$$

$$1029 = 1 \times 2 + 3? + 4^5$$

$$1030 = 1 + 2 + 3? + 4^5$$

$$1031 = 1 + 2 \times 3? + 4^5$$

$$1032 = -1 + 2? + 3? + 4^5$$

$$1033 = 1 \times 2? + 3? + 4^5$$

$$1034 = 1 + 2? + 3? + 4^5$$

$$1035 = -1 + 2 \times 3? + 4^5$$

$$1036 = 1 \times 2 \times 3? + 4^5$$

$$1037 = 1 + 2 \times 3? + 4^5$$

$$1038 = -1 - 2?? + 3?? + 4^5$$

$$1039 = -1 \times 2?? + 3?? + 4^5$$

$$1040 = 1 + 2?? + 3?? + 4^5$$

$$1041 = -1 - 2? + 3?? + 4^5$$

Je suggère, pour vos prochains programmes, les "paridigitaux" (usant des chiffres 0, 2, 4, 6 et 8) et les "imparidigitaux" (usant des chiffres 1, 3, 5, 7 et 9). A vos chiffres !. Et bientôt... des résultats sur les "centigitaux", les "couples proliques" et autres monstres.

Pierre BERLOQUIN ■

## LIVRES

### LES TESTS, NON FIALES ET INJUSTÉS

Le jour où la Commission des droits de l'homme, l'Assemblée européenne, la Ligue contre le racisme et quelques autres instances morales et politiques de cette importance aborderont le problème des tests, afin, espérons-le, d'interdire leur utilisation comme contraire à la vérité scientifique et à la dignité de l'homme, et comme atteinte intolérable à sa vie privée, il faudra distribuer à leurs membres des exemplaires de *La mal-mesure de l'homme*, de Stephen Jay Gould (1).

Il n'est, en effet, aucun autre ouvrage qui dénonce avec autant de compétence l'arbitraire, l'inexactitude scientifique et la malfaisance des tests, pourtant aujourd'hui couramment pratiqués par de nombreuses grandes firmes, pour "sélectionner" leurs employés, sans doute comme on sélectionne des chevaux ou des petits pois. Il n'existe pas non plus d'ouvrage qui remette au net aussi bien un certain nombre d'idées fausses.

La première de celles-ci est que le quotient intellectuel (QI) sert à mesurer et pourrait mesurer l'intelligence. Cela ne fut jamais l'idée d'Alfred Binet, directeur du laboratoire de psychologie de la Sorbonne, que le ministère de l'Instruction d'alors (1904) avait chargé de reconnaître les enfants ayant subi des échecs scolaires répétés et qu'aujourd'hui, précise Gould, on qualifierait de dyslexiques ou d'arriérés mentaux légers. Le QI fut établi à l'intention de ceux-là, et non des intelligences normales. Binet s'est exprimé là-dessus sans ambiguïté. De plus, il poursuivait un but qui a été exactement inversé et trahi : il voulait aider les enfants défavorisés ; actuellement, les tests et le QI servent à les rejeter ; ce sont d'abord des instruments de sélection.

Tout d'abord, est-il licite de mesurer l'intelligence ? Philosophiquement, oui, cela permet d'assigner les tâches les plus difficiles à ceux qui y seraient le mieux adaptés. Scientifiquement (et cela montre que la science n'est pas amonale), ce n'est pas licite, car il n'existe encore aucun paramètre qui permette de mesurer l'intelligence. Personne ne

l'a encore identifiée, et l'on débat avec vivacité de l'intelligence animale. S'il faut définir l'intelligence par certaines aptitudes à des opérations mentales, il faut alors reconnaître de l'intelligence aux pigeons, qui peuvent reconnaître les lettres de l'alphabet, aux poulpes, qui peuvent reconnaître des formes géométriques, aux dauphins, qui peuvent reconnaître des mots, et aux éléphants, qui reconnaissent un méchant cornac des années plus tard.

La deuxième idée fautive — et tenace ! — est qu'il y aurait quelque part quelque chose d'héréditaire, de racial, de génétique dans l'intelligence. L'idée est ancienne : elle remonte à Gall, fondateur de la phrénologie auquel Lombroso Broca et Gauss emboîtèrent le pas, chacun avec sa petite idée sur la question. Il fallait bien que le cerveau des gens présumés "intelligents" eut quelque chose de plus que celui des autres. On mesura donc à tour de bras les cerveaux des grands hommes pour les comparer avec ceux des "autres". Le cerveau d'un Européen moyen pesant entre 1 300 et 1 400 g, on allait, c'est sûr, trouver des poids bien supérieurs pour les génies.

Or, ces mesures se retournèrent contre leurs partisans. Le cerveau de Cuvier pesait bien 1 830 g, mais celui de l'assassin Le Pelley avait un poids presque égal, 1 809 g. Celui de Tourgueniev, le romancier russe, dépassait les 2 kg, celui d'Anatole France dépassait à peine le kilo. Et les femmes ? « Le plus gros cerveau féminin qui ait jamais été pesé (1 565 g), écrit Gould, appartenait à une femme qui avait

tué son mari. » C'était là sa seule distinction. Broca lui-même n'atteignit que 1 424 g.

Pis encore : tous les mesurés de cerveaux et de crânes n'étaient pas honnêtes : ayant refait les mesures du fameux Morton, un Américain qui s'était obstiné à démontrer que les crânes des Caucasiens, c'est-à-dire des Blancs, avait une plus grande capacité que ceux des "autres", Gould y a trouvé un bon nombre de falsifications délibérées. Là-dessus, il y a quelques pages d'une ironie tranquille, qui amuseront plus d'un amateur de l'histoire des sciences.

Troisième erreur : le QI permettrait, en tout cas théoriquement, de choisir les gens les plus aptes à leurs tâches. Aux petits QI, des métiers tels que celui de bûcheron, aux grands, les postes de responsabilités. Au début du siècle, l'Américain Terman s'efforça de démontrer qu'il en était d'ailleurs ainsi ; il fut très embarrassé de trouver des postiers avec des QI très élevés, voire plus élevés que la moyenne. Le célèbre Yerkes, auteur d'un test destiné aux recrues de l'armée américaine, fit mieux : ayant trouvé une corrélation entre l'ankylostomiase, une parasitose, et des QI médiocres, il en conclut que « la faiblesse des aptitudes innées peut entraîner des conditions de vie dont la conséquence est l'ankylostomiase ». Or, c'est exactement l'inverse : c'est l'ankylostomiase qui éprouve l'organisme de manière à réduire les facultés mentales.

Considérations académiques ? Il s'en faut : en 1927, le juge Oliver Wendell Holmes, siégeant à la

Cour suprême des États-Unis, rendit un jugement qui permit à l'État de Virginie de stériliser Carrie Buck, jeune mère d'un enfant prétendument débile. Carrie Buck ne sut pas quelle intervention on lui faisait subir. Elle est encore vivante ; elle a 72 ans et vit près de Charlottesville ; pendant longtemps, elle n'a pas su pourquoi elle ne pouvait concevoir d'enfants. Comme quoi il ne faut pas penser que ce ne sont que les peuples primitifs qui pratiquent des rites castrateurs tels que l'excision.

Gould n'étend pas son enquête jusqu'aux tests contemporains et à leur utilisation extensive dans tous les domaines de la société. Souhaitons qu'il y consacre un prochain ouvrage. Il y analyserait comment ces tests ne mesurent pas le savoir qui permettrait à un candidat d'exercer certaines activités, mais permettent de juger la personnalité sur des bases secrètes, religieuses, philosophiques, politiques, sexuelles. Ils constituent de ce fait un intolérable viol de la vie privée et ils sont fondamentalement illégaux. Un livre important et facile à lire.

Gerald MESSADIE

(1) Ramsay, 397 p., 92 F.

## PATRICK TORT

### LA PENSÉE HIÉRARCHIQUE ET L'ÉVOLUTION

*Aubier, Résonnances, 556 p., 96 F*

A partir de 1975, le débat autour de l'opposition "nature-culture" revient à l'ordre du jour. Ce sont les thèses du Pr Wilson qui, se fondant sur la génétique, relancent la polémique. Saluée par les uns comme une remise à jour de la théorie darwinienne du transformisme, conspuée par les autres comme une théorie raciste et polémique, la théorie socio-biologique a, depuis, fait long feu. Parce qu'il est souvent difficile, quand une théorie est vulgarisée, de faire la part des découvertes scientifiques qui l'ont motivée dans les exagérations idéologiques auxquelles elle s'est prêtée.

C'est cette ambiguïté, cette opposition entre la science et l'idéologie, qui est au cœur de l'ouvrage de Patrick Tort ; livre d'épistémologie, autrement dit de réflexion sur les sciences, leurs méthodes et leur histoire.

Le but de cet ouvrage est de montrer que « l'idéologie est l'autre radical de la science », en d'autres termes que celle-là ne saurait être

réfutée ou validée par celle-ci, car « la science ne saurait parler scientifiquement que de ses certitudes et incertitudes. En conséquence, aucune idéologie ne peut "naître" d'une science. L'idéologie naît de l'idéologie ». L'auteur admet cependant que l'idéologie peut historiquement précéder les découvertes scientifiques (comme les idées "pré-scientifiques" de Hobbes inspireront Darwin par exemple) ou les prolonger (comme l'idéologie "para-scientifique" de Spencer prolongera la théorie transformiste de Darwin). Mais il y a une différence importante entre les sciences (le texte du savant) et les idéologies (qui s'inspirent du discours des sciences) : alors que les premières progressent, les secondes se répètent. Patrick Tort tente de saisir cette répétition de l'idéologie à travers les avatars historiques de la pensée hiérarchique.

Le livre est dense, parfois allusif et d'accès difficile. Il nous fait parcourir l'histoire de la pensée hiérarchique, du siècle des Lumières au XX<sup>e</sup> siècle, à travers les œuvres de Condillac, Turgot, Buffon, Darwin, Gobineau, Haeckel, Lalande, etc. Mais l'auteur nous prévient d'emblée que s'il entend illustrer ses thèses par de nombreux exemples, « parler de méthode en histoire des idées, c'est se condamner à un discours sans charme ». La lecture confirme ce double projet : les thèses sont abondamment illustrées (non, pas d'images !), et aucun mot d'esprit ne vient égayer ses propos.

Aussi ne saurait-on en recommander la lecture qu'aux personnes possédant déjà une solide formation en histoire des idées. Faute de quoi une lecture sérieuse risquerait fort de devenir ennuyeuse. Deux réserves cependant : l'auteur se plaçant tout de go dans l'opposition "science-idéologie", ne définit ces mots que l'un par rapport à l'autre, c'est-à-dire négativement (on comprend bien que la science n'est pas l'idéologie et que l'idéologie n'est pas la science, mais pourquoi qualifier de "vrai" le discours scientifique ? Et d'où vient cette présomption de fausseté qui semble frapper tout discours idéologique ? En science, comme en morale n'y a-t-il pas des systèmes "ouverts" et des systèmes "fermés" ?).

Deuxième remarque : si l'humour reste étranger à la pensée de l'auteur, on y décèle cependant une certaine humeur : « Ce livre aurait accompli une tâche importante s'il n'avait servi qu'à rétablir la vérité quant au darwinisme et à tout ce que l'on s'obstine encore à vouloir faire dériver de lui... un simulacre

d'argumentation en faveur d'un système oppressif, d'une idéologie élitiste ou d'une sociologie inégalitaire. » Cette concession à l'humeur est-elle scientifique ou idéologique ? Le lecteur (courageux) en décidera.

Dominique LAURENT

## JACQUES BOCK

### VOYAGES DANS LA NUIT VERTE

*Flammarion, 270 p., 75 F.*

L'auteur est gardien de la paix. Le goût de l'aventure le pousse à échanger le paysage relativement paisible du XVI<sup>e</sup> arrondissement parisien contre celui de l'Amazonie péruvienne. En sort ce livre qui est simplement un récit « en direct » des aventures qu'il a pu vivre, sans prétention à l'ethnologie, mais qui constitue quand même au résultat un document ethnologique brut sur les populations indiennes qui vivent le long du rio Galvez.

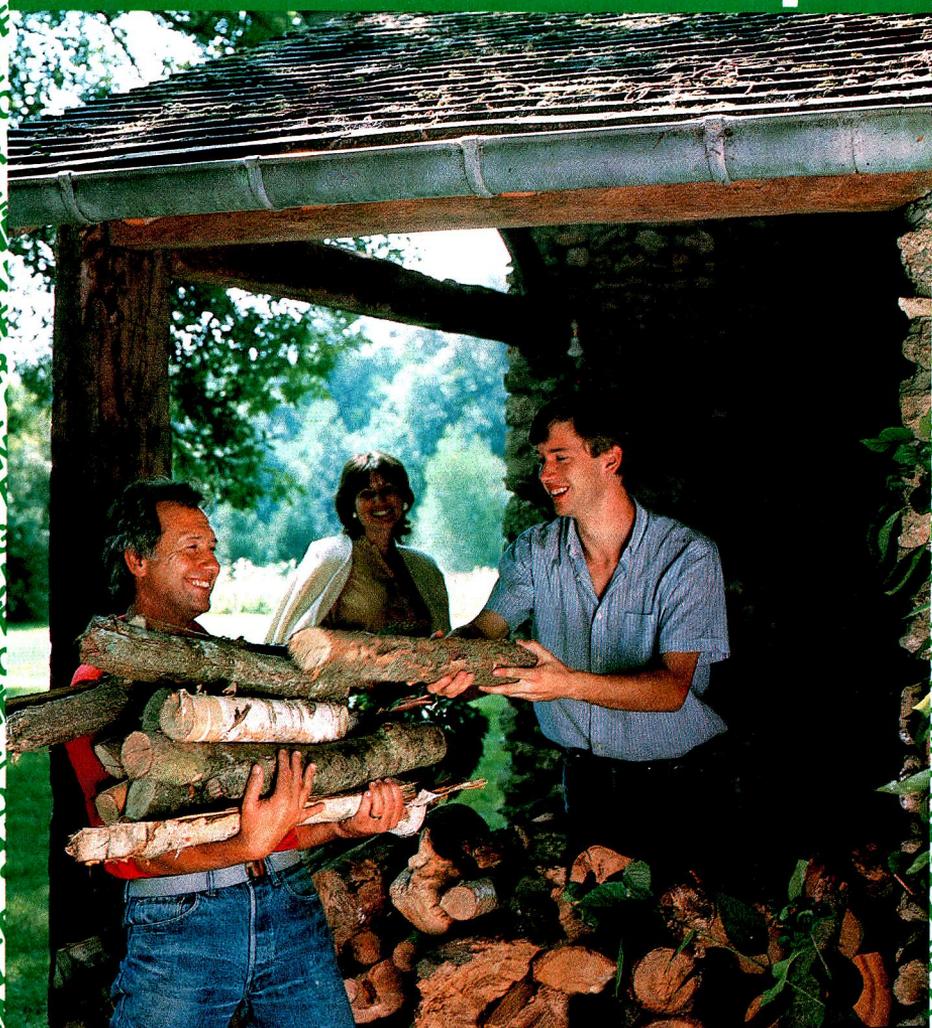
On y trouvera du banal et du prévisible (insectes, animaux dangereux, climat gluant), du pittoresque, tel le "numéro" de l'Indien qui se roule dans la boue aux pieds du narrateur pour avoir une carotte de tabac, mais surtout un portrait fascinant du comportement indien, innocent, cruel, jaloux, susceptible, variable et finalement insupportable pour un esprit européen. Bock devra finalement s'échapper des Indiens Matsès, pour lesquels il est devenu un objet obsessionnel, bon à persécuter.

Indirectement, ce récit, direct et prenant, est une étude ethnologique sur... les voyageurs européens. Bock parle volontiers de la griserie que lui a valu son expédition. Pourtant, le détail se compose à 90 % d'épisodes pénibles, qui n'incitent guère à aller patauger dans la boue amazonienne pour voir assommer des bêtes, assister impuissant à la persécution des indigènes par des militaires épais ou se faire voler ses papiers par des taxis-pirates dans les villes. C'est pourtant cela aussi l'"aventure", et ce n'est presque que cela.

Or, c'est une pratique européenne que celle de ce genre de voyages qui, apparemment, servent le plus souvent d'exutoire à l'on ne sait quel désir de fuite. Les conquistadors, par exemple, partaient conquérir de l'or et des terres. Mais les voyageurs contemporains partent pour conquérir quoi ?

G. M.

**Le bien-être a sa banque.**



**La prévoyance.**

Prévoir le bien-être à venir, préparer sa retraite, aménager la maison où viendront les petits-enfants, la Société Générale peut vous y aider par des plans d'épargne astucieux. Venez nous voir, nous parlerons prévoyance.

 **SOCIÉTÉ GÉNÉRALE**

Jean Hamburger : **Le journal de Harvey**

*Flammarion, 339 p., 85 F.*

L'auteur est bien le même Jean Hamburger dont la réputation en médecine est faite ; le voici romancier, reconstituant le journal qu'eût pu tenir William Harvey, contemporain de Shakespeare et de Galilée, dont le nom est passé à la postérité pour sa découverte de la circulation sanguine, une des grandes étapes dans l'histoire de la physiologie. L'occasion est bonne, et bien saisie, pour tracer un panorama scientifique et culturel de l'époque. Une jolie lecture de vacances, d'une plume claire.

Dr Janine Fontaine : **La médecine du corps énergétique**

*Laffont, 274 p., 72 F.*

Gurdjieff, sophrologie, astrologie, "corps invisible" et guérisseur philippin, le "maître Antonio Appaao". On croit rêver. Et l'auteur est médecin ! Et elle croit aux guérisseurs philippins !

Virginia Satir : **Thérapie du couple et de la famille**

*Épi, 251 p., 72 F.*

Thérapie comportementale, soit, en d'autres termes, psychothérapie, adressée ici à des conjoints qui ne s'entendent pas. Beaucoup de bon sens en dépit de l'utilisation parfois de mots inutilement abstrus (« communication dysfonctionnelle », « manifestation de non congruence », etc., en plus de la détestable manie d'appeler le psychologue un "thérapeute").

Béatrice Majnoni d'Intignano et Dr Jean-Claude Stephann : **Hippocrate et les technocrates**

*Calmann-Lévy, 194 p., 59 F.*

Nouvelle analyse du problème de la Sécurité sociale. Les solutions tiennent en dix pages en fin de livre. Par exemple : décentraliser les structures de l'assurance maladie, afin d'alléger les charges de

gestion de la SS, plus des idées curieuses : « Tout paiement à l'acte doit être supprimé. Les médecins du secteur ambulatoire reçoivent un salaire ou une capitation ; les implantations servent de régulateur du nombre global de médecins et de leur répartition géographique. » Entendez par là que le médecin serait un fonctionnaire et qu'il s'installerait là où on le lui dirait. Un livre qui va faire un plaisir fou à certains médecins...

Pierrette Désy : **Trente ans de captivité chez les Indiens Ojibwa**

*Payot, 309 p., 110 F.*

En 1789, le jeune John Tanner fut capturé par un Indien Ojibwa et donné à sa femme, qui venait justement de perdre un fils. Pendant trente ans, Tanner fut donc traité comme un Ojibwa et vécut leur vie ; il se battit même contre les Sioux. Il fit récit de cette aventure exceptionnelle, qui parut en 1827 (Pierrette Désy ne signe que la traduction et l'excellente analyse ethnohistorique, bien que son nom soit un peu grand sur la couverture). Le document est d'un exceptionnel intérêt et dépasse de loin le domaine ethnologique. C'est aussi prenant qu'un roman (et égal en intérêt à l'histoire de l'excellent film *Little Big Man*, qui en découle, du moins il nous semble). Un des beaux livres de ces derniers mois.

Jean Charon : **L'Être et le verbe**

*L'Esprit et la Matière — Rocher, 320 p., 65 F.*

On le voyait venir depuis longtemps, avec ses grosses perles : l'auteur ne se propose rien moins que de mettre fin aux divisions entre physique et métaphysique, c'est-à-dire d'abolir le patient travail de siècles de savants. C'est-à-dire encore, l'année même où le Pape "réhabilite" Galilée (fut-il discrédité ?) et admet que le pouvoir spirituel n'avait rien à voir dans les affaires de la science, que Jean Charon se propose de mettre la

physique sous l'autorité des métaphysiciens et pourquoi pas, des maîtres religieux. On en reste pantois. Redécouvrant l'évidence, à savoir que les postulats décrivant les lois de l'univers ne sont que des réflexions de l'esprit humain, et non des descriptions du réel, il jette le manche après la cognée et invoque le problème de la foi religieuse. Un gnosticisme digne d'Apollonius de Tyane baigne le livre : « ... nous ne pouvons manquer de noter à quel point le Savoir (en physique moderne) tend à dématérialiser les choses pour les réduire à des formulations purement conceptuelles. » Et en fin d'ouvrage on peut lire : « J'ai toujours cru que le véritable scientifique, le véritable artiste, le véritable mystique, était un homme qu'on ne pouvait qualifier ni de scientifique, ni d'artiste, ni de mystique. »

Le propos de Jean Charon est avoué : c'est l'Être. Qu'il espère circoscire à l'aide du Verbe. D'où le titre de ce livre où la physique sert de prétexte à dire qu'elle est illusoire.

Jean-Pierre Petit : **L'informatique**

*Cedic, 32 bd St-Germain, album ill. 82 p., 39 F.*

Des dessins, un lexique utile, des explications plus savantes qu'il n'y paraît et une histoire un peu infantile pour introduire aux secrets de l'informatique. Gros avantage : c'est clair.

René Passet : **L'Économique et le vivant**

*Petite Bibliothèque Payot, 286 p.*

Ouvrage à thèse, extrêmement documenté, où l'auteur démontre, en somme, l'incompatibilité entre l'économie productive et l'écologie au sens large, qui implique renouvellement des ressources. Le thème n'est pas neuf, mais la finesse de l'exposé et l'abondance des références (sur la non-rentabilité finale du nucléaire, par exemple) en font un ouvrage de référence.

G. M. ■

Tous les livres scientifiques et techniques sont à la

# Librairie SCIENCE & VIE

43, rue de Dunkerque — 75010 PARIS

ouvert le lundi de 10 h 30 à 19 h et du mardi au samedi de 9 h à 19 h

## SEVESO

(suite de la page 13)

C'est alors qu'il nous déclara qu'il ne révélerait la destination que dans 10 ou 20 jours. Peut-être a-t-il même essayé de régler l'affaire depuis sa prison, car telle est sa persévérance.

Sans doute tout ce monde n'a-t-il menti que par anticipation. Chacun espérait que la dioxine arriverait quand même à Schönberg et, n'est-ce pas, pensait trop comme si c'était fait.

**Neuvième anomalie : à aucun moment, et du haut en bas de l'échelle des responsabilités, il semble que personne n'ait pris clairement conscience de la nature dangereuse des déchets, du caractère périlleux de leur transport, des risques inhérents à leur enfouissement ou destruction. Les responsables ont agi comme s'il s'agissait d'une cargaison de sardines avariées ou de biscuits à la cuiller gâtés, parce que la législation en place n'est pas efficace.**

La preuve en est qu'à sa conférence de presse du 1<sup>er</sup> juin 1983, M. Paringaux déclare sans sourcilier que ses 41 fûts étaient « totalement inoffensifs », et que l'accident originel de Seveso n'a provoqué que des chloracnés, « seulement des chloracnés, on ne meurt pas de chloracnés ». Et de parler, bien sûr, d'« hystérie collective ». Révérence parler, ou bien M. Paringaux galèje, ou bien il est ignorant de la formidable toxicité de la dioxine. Peut-être faudra-t-il informer les responsables de déchets industriels sur les toxicités des déchets qu'ils ont à charge d'évacuer ; il faut qu'il y ait une loi là-dessus. Et, par la même occasion, on pourrait aussi donner des cours du soir à quelques directeurs de firmes industrielles, qui, peut-être sincèrement, ignorent les dangers des déchets que produisent leurs usines, ou bien les sous-estiment. N'importe qui peut, en l'état actuel des choses, ignorer les toxicités possibles de tel ou tel type de déchets, empoisonner des populations entières et s'en tirer avec une amende pour non-conformité des locaux, des conteneurs ou une autre faute technique de ce genre.

Évidemment, M. Paringaux conclut que toute l'affaire a été artificiellement battue en boue, sinon en neige, par les journalistes, qu'il qualifie d'ignobles. Aucun sens de l'information ne semble avoir percé en lui. Il a simplement été la proie de plunitifs en quête de sensationnel ; sans eux, les déchets seraient arrivés à Schönberg et on n'en saurait rien. Jusqu'au 10 décembre, l'administration française est dans le brouillard. C'est le jour où les Douanes retrouvent fort à propos le T2 sur lequel figurait l'adresse de la SPELIDEC de M. Paringaux à St-Quentin.

Passons sur le délai de quelque deux mois mis à retrouver ce T2. Ce qui est plus curieux est que le ministère des Relations extérieures, sans doute informé par l'Italie, avait adressé dans le courant du mois de novembre une lettre au cabinet du ministre de l'Environnement, lui précisant le trajet du camion, sur lequel figurait bien le nom de St-Quentin. Bizarrement, tout le monde semble avoir oublié cette lettre. On eût pu gagner près

d'un mois en allant enquêter à St-Quentin. Chaque jour comptait, ou du moins eût compté, car le 8 novembre, M. Paringaux, ou quelqu'un se faisant passer pour lui, avait loué une camionnette J9 chez Europcar pour transporter les fûts dans la grange de MM. Droy, à Anguilmont, village où M. Quignon a passé toute son enfance.

Plus curieux encore est le fait qu'un T2 en bonne et due forme ait bien été délivré à M. Paringaux (qui clame par ailleurs que l'administration et le ministère de l'Environnement étaient parfaitement au courant de l'entrée des déchets en France). S'il fallait l'en croire, et l'on peut toujours accorder à tout le monde le bénéfice de la bonne foi, il aurait été victime d'une « machination ».

Mais peu importe l'épisode lui-même et la contingence de l'affaire des fûts : la preuve est faite aussi, sur la foi du T2, qu'à un niveau ou l'autre de l'administration, on n'a pas mesuré le danger de la dioxine. C'est l'une des plus graves carences qui soient apparues dans cette affaire : il y a très peu de gens scientifiquement informés dans l'administration. Il faudrait mettre des toxicologues à certains postes, diffuser des bulletins et, qui sait, informer certains ministres dont les carrières ne sont pas basées sur leurs connaissances scientifiques, afin que l'on mesure enfin, à l'échelon national, et non plus par hasard, les risques des déchets toxiques. Il est dommage d'avoir dû attendre l'affaire des fûts de Seveso pour décider enfin de renforcer la législation française en matière de déchets industriels.

**Dixième anomalie : le manque de cohésion entre les administrations françaises. Les Douanes mettent un temps fou à retrouver un document clef, le ministère de l'Environnement ne se soucie pas de la piste offerte par le ministère des Relations extérieures...**

Le vendredi 10 décembre, fin de semaine, mais quand même, en fin d'après-midi, la Direction interdépartementale de l'industrie, à Amiens, est alertée de la découverte du T2. La gendarmerie aussi ; elle fera des rondes pendant quelques jours. Des ingénieurs des Mines se rendent le soir à St-Quentin et visitent l'entrepôt de la SPELIDEC à la lumière de lampes de poche. Il y a bien là des fûts, dont certains viennent d'Italie, mais ils contiennent des matériaux souillés par du pyralène, liquide huileux utilisé comme isolateur dans les transformateurs électriques. Évidemment, « les » fûts ne sont plus là. Le même 10 décembre, M. Paringaux est entendu à Marseille par les Douanes ; il s'engage à révéler les détails de l'affaire dès que « les vagues » (encore légères à cette époque) soulevées par les méchants journalistes seront retombées. C'est sans doute aussi la teneur de sa déclaration à la Direction interdépartementale de l'industrie (DI1) d'Amiens, qui se contente de l'interroger par téléphone.

Le 14 décembre, un responsable de Hoffmann-La-Roche vient de Bâle pour s'assurer que les fûts restant dans le hangar de la SPELIDEC ne sont pas ceux de Seveso. Histoire de montrer qu'ils s'intéressent quand même au sort de ces

(suite du texte page 146)



## VIE PRATIQUE

MUSIQUE

### BATTERIE : RESTEZ EN BONS TERMES AVEC VOS VOISINS

► Bernard Flachier porte des chaussures à semelles de crêpe pour ne pas déranger ses voisins du dessous en leur marchant sur la tête. Bernard Flachier est aussi professeur de batterie, instrument qu'il pratique professionnellement depuis une vingtaine d'années et que ni lui ni ses élèves ne peuvent jouer à la maison, sous peine d'ameuter tout le quartier.

Aujourd'hui, grâce à sa "Barbara", on peut s'exercer chez soi à toute heure du jour ou de la nuit. Comment ?

**1. En supprimant le son de toutes les pièces.** Avec cette batterie, on ne joue plus sur des peaux tendues, mais sur d'épais disques de caoutchouc fixés sur la grosse caisse, la caisse claire et les trois "tom", et sur des membranes du même matériau recouvrant trois autres caisses faisant office de deux cymbales et d'un "charleston" : les baguettes ne font aucun bruit.

**2. En reconstituant le son réel des diverses pièces de la batterie.** Des capteurs placés sous le caoutchouc recueillent les coups de baguette et les acheminent vers un synthétiseur. Celui-ci est programmé pour reconnaître les signaux venant des divers capteurs et les transformer en sons de vraie batterie, qui sont enfin envoyés dans un casque d'écouteurs classiques que le batteur porte sur les oreilles.

Avec les diverses pièces disposées comme celles d'une batterie ordinaire, avec un rebond identique à celui des peaux tendues et des cymbales, avec une sonorité très fidèle que permet l'invention de M. Flachier, tout batteur peut s'exercer dans des conditions tout à fait analogues à celles d'un vrai instrument.



Il peut également régler le volume du son reçu dans le casque, comme il peut s'entraîner à jouer avec un orchestre, en écoutant, toujours au casque, une cassette d'accompagnement. Il existe en effet ce que l'on appelle disques "play-back", où l'on trouve, sur une face, un certain nombre d'enregistrements, et sur l'autre, les mêmes morceaux sans la batterie. La "Barbara" peut bien sûr être utilisée sur des amplis et des haut-parleurs pour jouer normalement en public.

Prix : 5 000 F environ. Un modèle

plus perfectionné est à l'étude, qui devrait permettre de moduler le son reçu au casque en fonction du point d'impact de la baguette (plus grave au centre des caisses, plus aigu sur les bords), et en fonction de la force de frappe. Il devrait permettre également de restituer le jeu aux balais, ou *brushes*. Le modèle actuel sera disponible dès juillet, assure M. Flachier.

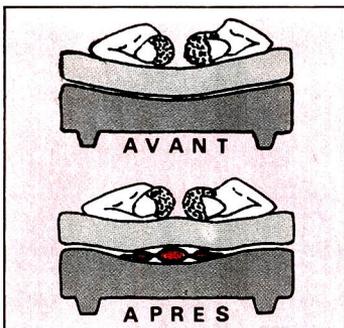
Pour tous renseignements : Bernard Flachier, 110, av. Paul-Vaillant-Couturier, 91550 Paray Vieille Poste. Tél. : (1) 938-52-37.

## PLUS DE LITS QUI SE CREUSENT

► Cette sorte de coussin pneumatique, le "Mat-Plat", constitué de 6 éléments gonflables séparés, commandés chacun par une valve et qui se gonflent à la bouche, permet de redresser les matelas qui se creusent en leur centre.

L'épaisseur de chaque élément est réglable de 1 à 10 cm, ce qui permet l'adaptation à toutes les déformations de la literie et de soutenir, au choix de chacun, soit davantage les épaules, soit davantage les reins, soit les deux de façon identique.

Les dimensions de l'ensemble (80 x 50 cm) ont été déterminées après étude en déformation de nombreux types de lits. Le "Mat-Plat" s'adapte à tous les matelas, les sommiers, ainsi qu'au canapé-lit de 2 per-



sonnes comme à celui d'une personne.

Prix : 99 F + 15 F de port. En vente par correspondance auprès de PROSERCO, 5-7bis, rue de Lesseps, 75020 Paris. Tél. : 371-49-69.

## ESCALADE ROCHEUSE

### UN CHAUSSON PRÉCIS ET CONFORTABLE

► On peut être "himalayiste", collectionner les sommets de plus de 8 000 mètres, et rester un artiste de l'escalade rocheuse en finesse... tout en étant un commerçant avisé. Yannick Seigneur, guide de haute montagne, a observé les formidables progrès du sport de l'escalade en France : les rochers équipés se sont multipliés, on se prépare même à construire des "murs" artificiels à prises mobiles en gymnase, comme il en est déjà né de l'autre côté de la Manche. Pour ce "jeu", les spécialistes se sont contentés longtemps d'un chausson conçu voici plus de 30 ans par Pierre Allain, l'un des inventeurs de l'alpinisme moderne, particulièrement efficace, mais comme les grimpeurs l'utilisent généralement à la plus petite peinture possible, le confort s'en ressentait particulièrement en bout de pied. On sait que, pour bien sentir les prises, il faut des chaussons très ajustés, mais les coutures et les reliefs internes les rendent alors douloureux.

Le nouveau modèle de Yannick Seigneur concilie, lui, l'utilisation "très juste" et un certain confort. Il est en effet vendu par demi-pointure et sa forme plus large admet diverses formes de pieds, si l'on joue sur le serrage des lacets. Deux atouts majeurs permettent de le porter sans la moindre chaussette (condition d'une utilisation précise sur les passages d'école très difficiles, comme sur les voies de Fontainebleau, des calanques, du Saus-

sois ou du Verdon) : le soutien plantaire cuir qui "cale" parfaitement le pied sans le moindre jeu.

Pour le reste, la construction est remarquablement solide : choix d'une toile renforcée et d'un cuir assez épais, sans sacrifier à la légèreté : cette chaussure devrait pouvoir résister à l'abrasion du rocher et aux déformations probablement plus longtemps que la plupart des modèles actuels. Techniquement, la semelle est supérieurement adhérente, mais garde assez de rigidité pour permettre la prise de bord de pied sur les "grattons" les plus infimes (comme c'est le cas pour sa meilleure concurrente). Le prix, environ 300 F, est justifié par les qualités et la longévité probable. Fabricant : SEMLY, route de Béziers, Pézénas (Hérault).

►► ... Et la lumière fut ! Intercalé entre une prise de courant et une lampe, le Clap-clap est un petit appareil (4,5 x 4 x 3,5 cm) qui vous évitera d'avoir à chercher à tâtons dans le noir un interrupteur. Un simple claquement de doigts fera fonctionner tout appareil électrique n'excédant pas 250 W : chaîne hi-fi, projecteur de diapos, magnéto-cassette, machine à coudre, etc. Utilisable dans un rayon de 5 m.

Prix : 220 F. Pour tous renseignements : Bazar de l'Hôtel de Ville - bricolage, 54, rue de Rivoli, 75004 Paris, tél. (1) 274-90-00.

## TRANSPORTER UN FAUTEUIL ROULANT EN VOITURE

► Ce support, destiné à transporter des fauteuils roulants manuels qui, une fois repliés, présentent des encombrements différents, prend place à l'arrière de tout véhicule, quelle qu'en soit la forme. Il se pose sur le pare-chocs, maintenu par des sangles (résistance : 900 kg) qui s'accrochent d'une part sous ce dernier, d'autre part sur l'articulation du coffre ou du hayon.

Ainsi équipé (en moins de 3 minutes), le véhicule reste conforme au code de la route : le porte-fauteuil ne dépasse pas sa largeur et sa profondeur n'atteint que 0,36 m.

Fabriquée en acier galvanisé noir, le porte-fauteuil pèse 7 kg et il est repliable afin de prendre place dans le coffre. Il est muni d'une plaque minéralogique escamotable.

Prix : 700 F TTC. Renseignements et vente par correspondance : Eximpress, 40, rue de Cronstadt, 75015 Paris. Tél. : 828.48.09



►► Les dangers du bricolage. Coupures, brûlures, fractures, électrocutions : 50 000 bricoleurs se blessent chaque année, ce qui représente, indique le Centre de documentation et d'information de l'assurance, 10 % des accidents survenant à domicile. Principale cause des accidents : l'outillage, qui, dans 20 % des cas, est soit en mauvais état, soit inadapté aux travaux entrepris. D'après l'étude du Centre, 47 % des bricoleurs sont animés par un souci d'économie, 38 % seulement par un goût réel pour le travail manuel, ceci expliquant cela.

## UN PLANÉTIARIUM À DÉCOUPER ET COLLER SOI-MÊME



► *Science & Vie* a déjà présenté dans ces colonnes des articles destinés à familiariser les astronomes en herbe, ou tout simplement les curieux de savoir, avec les étoiles et les constellations qui peuplent la voûte céleste de leurs myriades de diamants plus ou moins scintillants. Le "parapluie" du ciel (le "Cosmombrello", *S. & V. n° 782, p. 153*) permettait ainsi de regarder les astres du firmament par temps couvert, et la "carte du ciel aussi simple qu'un plan de métro" (le "Stellarem", *S. & V. n° 784, p. 153*) d'identifier les étoiles et de connaître les dates et les heures les plus propices à leur observation.

Le "Ciel" que nous vous présentons ici est un cahier d'une trentaine de pages qui permet de construire soi-même sa voûte céleste grâce à 24 planches à découper selon les pointillés et qui correspondent aux divisions usuelles en astronomie. Une fois collés ces différents pans de firmament en suivant les instructions de montage simples et claires données dans le cahier, on obtient la voûte que voici (notre photo).

En ayant pris soin de percer des trous de taille correspondant à la luminosité des différentes étoiles (indiquées dans le mode d'emploi), on pourra, en éclairant la voûte par derrière avec une lampe de poche, admirer un beau ciel étoilé. Comme on pourra projeter le ciel sur le

plafond en éclairant du côté de l'observateur. Et pourquoi pas coller un papier de cellophane de couleur derrière les étoiles du zodiaque pour les différencier des autres ?

Ainsi, contre la lumière, les étoiles brillent ; à la lumière, elles pâlisent et leurs noms deviennent visibles, ainsi que les lignes imaginaires avec lesquelles les étoiles sont groupées en constellations.

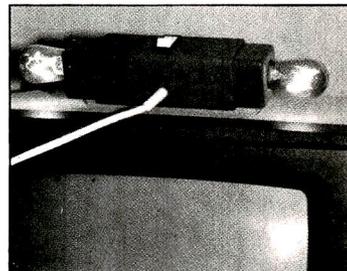
Prix : 75 F environ. Pour tous renseignements : "Quelle est belle company", 14, rue des Sœurs-Noires, 34000 Montpellier, tél. (67) 60-72-99.

►► **Les aspirateurs centralisés** (moteur et réservoir à poussière installés dans la cave ou le garage) ne seront pas vendus dans les grands magasins, les hypermarchés et autres centres commerciaux comme nous l'avions laissé entendre dans *S. & V.*, n° 788, p. 162. L'"Aldès AC 200", l'appareil cité, sera simplement vendu désormais aux particuliers par les grossistes de la marque, ce que font déjà d'autres fabricants, qui proposent des matériels concurrents à des prix compétitifs. C'est le cas notamment de GB 2000 (route de l'Hydro, Arcangues, 64200 Biarritz), d'Alkytex (1, rue de la Sablière, ZI Ouest de la Croix-Blanche, 91700 Ste-Geneviève-des-Bois) et d'Equinoxe (Thermodis, 29, av. de Verdun, 41000 Blois).

## TÉLÉVISION

### MINI-ÉCLAIRAGE ANTI-FATIGUE

► Le Telegen Color, mis au point par Osram, est un bâton lumineux équipé à chacune de ses extrémités d'une petite lampe bleue d'une puissance de 23 watts. Branché sur le secteur et adapté au dos du téléviseur grâce à deux petits clips fixés sur le côté, l'appareil disparaît pour diffuser une lumière d'ambiance, indirecte, qui améliore la qualité de l'image, fait ressortir le contraste des couleurs et repose



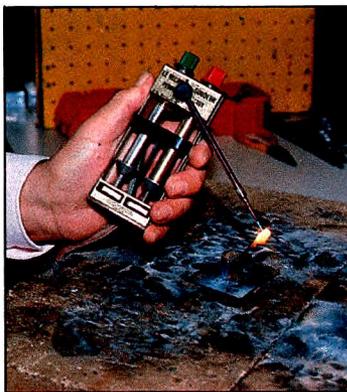
les yeux : plus besoin de laisser une lampe allumée — qui produit souvent des reflets dans la pièce. Présenté sous blister, on trouve le Telegen dans les magasins d'électricité.

Prix : environ 90 F.

## CHALUMEAUX POUR MICRO-SOUDURE

► Voilà déjà quelques années que le chalumeau a été miniaturisé, bénéficiant de l'affinement des pièces constituant le brûleur. Mais le record dans ce sens est sans doute détenu par un modèle ne pesant que quelques dizaines de grammes, tenant dans la paume de la main, proposé sous les noms de Micro-flamme ou de Micro-soudeur A2R par deux entreprises parisiennes : Perregaux-Diffusion, et le Comptoir d'Appareils pour Soudure Autogène (CASA).

Dans leur version de base, les deux modèles de chalumeau reçoivent deux bouteilles de la taille d'un bâton de rouge à lèvres contenant, l'une du butane, l'autre de l'oxygène. Des molettes permettent de doser le mélange des gaz et de régler la flamme qui peut mesurer environ un millimètre et qui atteint la température de 2 850 °C, soit le double de celle que peut donner une simple lampe à souder.



Plusieurs brûleurs sont disponibles pour produire la flamme qui convient le mieux aux travaux susceptibles d'être réalisés. Ceux-ci vont de la ferronnerie et de la petite plomberie, à la soudure de pièces de bijouterie ou de prothèses dentaires, en passant par les travaux

de modélisme, la confection de carcasses d'abat-jour, la réparation de baleines de parapluie ou de montures de lunettes, la soudure de câblages électriques, le découpage de petites pièces de métal, le brasage.

L'utilisation de l'instrument est à la portée de n'importe quel amateur. Le brûleur est orientable pour faciliter la tenue du chalumeau quel que soit le travail à effectuer.

Les micro-bouteilles incorporées assurent environ une demi-heure de soudage. Pour des travaux plus longs, le chalumeau peut être branché sur tous types de bouteilles plus grosses par l'intermédiaire de deux petits tuyaux souples, assurant des autonomies de 4 heures ou plus.

Le prix du chalumeau avec 2 micro-bouteilles varie de 500 à 650 F selon les accessoires proposés. Pour tous renseignements : Éts Perregaux-Diffusion, 95-97, avenue Émile-Zola, 75015 Paris, pour le Micro-Soudeur A2R, et CASA, 3, rue de Vaucouleurs, 75011 pour le Micro-flamme.

## JARDINAGE

### PARTEZ EN VACANCES, VOS ARBRES S'ARROSENT TOUT SEULS

► De mai à septembre, les jeunes arbres ont besoin d'un apport régulier en eau, qui accélère sensiblement leur croissance et facilite leur enracinement. Ce dispositif, "Arros'Arbre", tout simple et très économique, la leur fournit même pendant votre absence et vos vacances.

Il s'agit d'un réservoir souple en polychlorure de vinyle que l'on pose

au pied de l'arbre. Replié dans une pochette, il se réduit à 35 x 16 x 3 cm et ne pèse que 650 g. Rempli d'eau, il a une capacité de 100 litres (l'équivalent de 10 cm de pluie sur 1 m<sup>2</sup>, ce qui représente la zone d'enracinement des premières années), une hauteur de 17 cm et un diamètre de 90 cm. Et il distille goutte à goutte l'eau nécessaire, 24 heures sur 24, à votre choix et selon votre réglage, pendant 8 jours, 15 jours ou 1 mois.

Avantages supplémentaires : la suppression de toute évaporation au pied de l'arbre, ainsi que des mauvaises herbes qui absorbent les substances nutritives qui lui sont nécessaires, et la possibilité de diffuser des engrais liquides ou des produits phytosanitaires en solution dans l'eau.

Dans le fond du réservoir, 4 capsules fixes diffusent l'eau. Le réglage du débit s'effectue en y adjoignant d'autres capsules prévues pour que le réservoir se vide respectivement en 8/10 jours, 15 jours, 20 jours ou 30 jours. L'Arros'Arbre convient pour des troncs jusqu'à 15 cm de diamètre.

Prix : 90 F + 15 F de port en vente par correspondance, auprès de PROSERCO, 5-7bis, rue de Lesseps, 75020 Paris. Tél. : 371-49-69.



## SÉCURITÉ

### UN CADENAS "TOUT TERRAIN"

► Ce cadenas ne craint ni le gel, ni l'oxydation, ni le sable. La clé et son trou de serrure présentent en effet des parois totalement lisses, assurant une étanchéité totale. Quant à l'anse, elle est bloquée par un système de double verrouillage et sertie de chaque côté par une bague de caoutchouc qui évite toute infiltration dans le mécanisme.

L'astuce : ce cadenas est magnétique. C'est un système d'aimants sertis dans la masse métallique de la clé qui commande d'autres aimants noyés dans le corps du cadenas, permettant ainsi son ouverture. Ce qui signifie qu'il est impossible de se procurer une clé supplémentaire en faisant reproduire la clé d'origine par un service "clé-minute". Seul le vendeur, sur signature du propriétaire, peut fournir une nouvelle clé. Le corps du cadenas est en acier inoxydable, le mécanisme intérieur en laiton et acier inoxydable, l'anse en acier trempé (diamètre 10 mm) : elle ne peut être sciée, ni coupée.

Ce cadenas magnétique est distribué par la Société Charles Gewin, 64, rue Saint-Sabin, 75011 Paris. Tél. : 357-12-11.

Prix : 285 F TTC franco de port avec deux clés.

## L'HEURE DANS LE MONDE ENTIER

► Chacun sait que lorsque la Terre tourne, le jour se lève et la nuit tombe successivement sur les différents pays de la planète, d'est en ouest. Mais qui sait l'heure qu'il est en ce moment à Tokyo, à Madrid, au Caire, à Los Angeles ou à Melbourne ? Bien sûr, on peut calculer ces heures en connaissant le fuseau horaire des villes en question...

Le "Global Clock" permet de savoir instantanément ces heures, ainsi que celle de n'importe quel fuseau horaire. Pour cela, un seul mouvement suffit : faire pivoter le globe jusqu'à ce que la ville qui vous intéresse clignote d'une lumière rouge. Alors s'affiche, en dessous de l'heure de la ville où vous êtes, l'heure recherchée, qui s'inscrit en chiffres très lisibles sur un écran à cristaux liquides.

La mise au point se fait une fois pour toutes, en amenant en position de clignotement la ville où vous êtes, ou celle qui est comprise dans le même fuseau horaire (Paris pour toutes les villes de France, par exemple), et en réglant à l'heure de cette ville les deux affichages supérieur et inférieur.

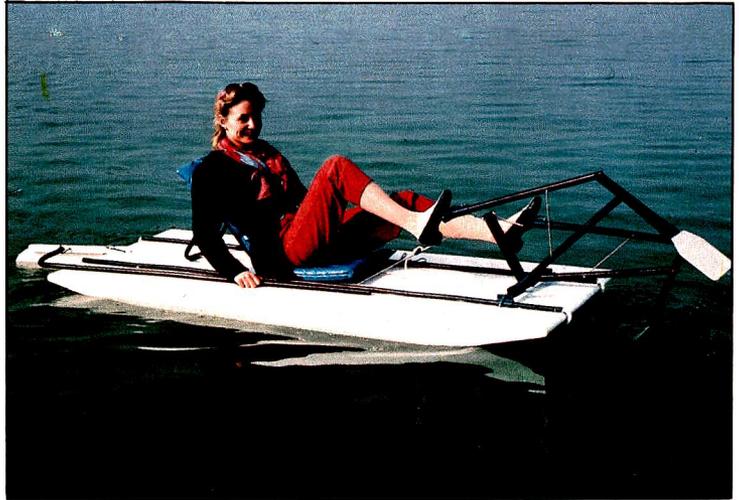
Une précaution avant la lecture : le "Global Clock" ne sait pas tenir compte des heures d'été ou d'hiver en vigueur dans certains pays. En France, par exemple, lorsque l'on est à l'heure d'été, il faudra retrancher une heure à l'affichage inférieur.

L'appareil serait encore plus utile si les fuseaux horaires étaient tracés



sur le globe, et si le nombre de villes était multiplié, tout en gardant, comme c'est le cas, une seule ville qui s'allume par fuseau horaire. Cette lacune peut étonner vu le prix de l'appareil : 980 F. Pour tous renseignements : Dune, 12-14, av. des Champs-Élysées, 75008 Paris, tél. (1) 562-06-86.

## UN PÉDALO PASSE-PARTOUT



► La "Gambette" est une planche en polystyrène expansé moulé revêtue de polychlorure de vinyle (PVC) dotée d'un siège à dossier réglable. Un système original de pales actionnées par des pédales sert de moteur à ce pédalo à une place que l'on peut aisément transporter sur le toit de la voiture pour aller se promener sur les flots des lacs, des rivières et du bord de mer.

Le système de propulsion et le gouvernail se replient en effet en

moins d'une minute et l'ensemble (2,10 x 0,85 x 0,13) ne pèse que 16 kg environ.

Avec un tirant d'eau de 0,25 m, la "Gambette" est utilisable même en eau très peu profonde. De plus, le système de propulsion est monté de telle façon qu'il s'efface sur l'obstacle.

Prix : 2 750 F. Pour tous renseignements : Standinvest, 236, rue de Vaugirard, 75015 Paris, tél. (1) 533-60-79.

## RADIO-MICRO-INFORMATIQUE

### PROGRAMMES AU PROGRAMME

► Chaque jeudi soir, vers 22 h 50, les auditeurs de Radio-Mayenne peuvent entendre un curieux gazouillis occuper l'antenne pendant une dizaine de minutes, jusqu'à l'arrêt des émissions. Ce n'est pas une interférence quelconque, c'est la transmission codée de programmes informatiques. Chaque semaine, en effet, la première radio régionale de service public de Radio-France (96,6 MHz) consacre une émission aux mordus de micro-informatique du Mans, d'Angers, de Rennes, d'Alençon...

La partie la plus originale de cette émission, imaginée par Yves Derisbourg, animateur de l'émission "Baraka", est une bourse d'échange de programmes envoyés par les auditeurs sur mini-cassettes. La façon la plus répandue de stocker des programmes, en informatique individuelle, est en effet de les

enregistrer sous forme de signal sonore codé sur un banal magnétophone à cassettes. Ces cassettes, diffusées à l'antenne, sont alors enregistrées par les auditeurs qui n'ont plus, ensuite, qu'à les charger dans la mémoire de leur micro-ordinateur pour les utiliser.

Comme pour les chansons ou les morceaux de musique, le speaker annonce le "titre" de l'œuvre et le nom de son auteur. Il y en a pour tous les goûts : d'innombrables jeux vidéo améliorés, mais aussi des travaux d'un intérêt plus pratique, tel ce programme qui permet de faire défiler une annonce lumineuse sur une vitrine de magasin.

Yves Derisbourg réclame de nouveaux programmes. Envoyez vos cassettes à Radio-Mayenne, 9, rue du Lieutenant, 53000 Laval, Tél. : (43) 56.38.88

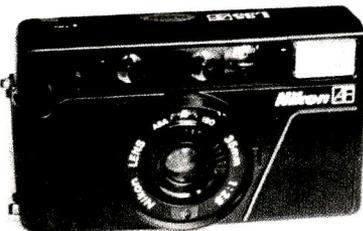
## NIKON SE MET AU 24 × 36 COMPACT

► Fabricant d'appareils photographiques professionnels depuis sa fondation, Nippon Kogaku, à Tokyo (marque Nikon), est resté le seul, avec l'Allemand Leitz, à ne produire aucun 24 × 36 compact à viseur non reflex, destiné au grand public (Leitz avait toutefois fait une tentative il y a quelques années en lançant le Leica CL, aujourd'hui abandonné).

Le constructeur japonais vient de franchir le pas en proposant le Nikon L 35 AF, un petit 24 × 36 de 345 g, mesurant 12 × 7 × 5 cm, équipé d'un objectif Nikkor 2,8/35 mm. Celui-ci est constitué de 5 lentilles traitées, contrairement à la plupart des objectifs qui équipent les appareils compacts actuels et qui sont construits avec 3 ou 4 lentilles. La présence de 5 lentilles sur un grand angulaire ouvert à 1 : 2,8 est nécessaire pour assurer une bonne définition jusque dans les angles de l'image.

Le Nikon L 35 AF se caractérise encore par l'automatisation de presque toutes ses fonctions : mise au point (par infrarouge), exposition du film tant en prise de vue ordinaire qu'au flash électronique (celui-ci est incorporé), entraînement de

la pellicule, rebobinage (un moteur assure ces deux dernières fonctions), arrêt en fin de film et sécurité contre les prises de vues impossibles (lumière insuffisante, piles usées, flash non chargé, etc.). Ces automatismes n'excluent pas des interventions du photographe souhaitant modifier les paramètres de prise de vue pour obtenir un résultat particulier : correction de contre-jour par commande spéciale, possibilité de mémoriser une distance de mise au point et réglage manuel du flash.



L'obturateur est commandé par une cellule CdS (sulfure de cadmium) et programmé pour des vitesses de 1/8 à 1/430 s. Tous les films sont utilisables jusqu'à la sensibilité de 400/27° ISO.

Prix : 1 350 F environ.

## UN CALCULATEUR ÉLECTRONIQUE POUR LE LABORATOIRE

► Grand spécialiste allemand des appareils de mesure et des cellules photoélectriques, la firme Gossen avait introduit il y a quelques années le premier posemètre de laboratoire à fonctionnement électronique et à affichage numérique, le Labosix. Le nouveau modèle de Gossen, commercialisé dernièrement sous le nom de Labosix Digital SX (prix public : 3 000 F environ), est largement modifié et assure de nouvelles fonctions.

Comme le premier modèle (toujours disponible au prix d'environ 2 400 F), il permet la mesure du temps de pose des papiers photographiques, la mise en mémoire des valeurs obtenues (capacité de stockage de neuf données), le calcul de la moyenne logarithmique des différentes mesures, la détermination de la gradation de papier photosensible à utiliser et, après avoir déterminé le temps de pose, l'extinction de l'éclairage de laboratoire et la mise sous tension de l'agrandisseur (fonction comptepose).

Le Labosix Digital SX permet, en plus, la mesure de la densité optique et de l'éclairement avec mise en mémoire des valeurs obtenues (là aussi, l'appareil peut mémoriser jusqu'à 9 données) et la détermination de la valeur moyenne, le contrôle d'un processus de laboratoire (fonction minuterie de développement par exemple) avec signal acoustique avant la fin de chaque séquence, les mesures de températures et la mise en mémoire grâce à une sonde thermométrique fournie en option.

Les principales spécifications techniques particulières au nouveau modèle Digital SX sont les suivantes : très grande sensibilité, à partir de 0,005 lux ; plage de mesure de densité de 0 à 3 par palier de densité 0,01 avec possibilité de mise en mémoire (capacité maximale de 9 données) et de calcul d'une valeur moyenne ; mesure de l'éclairement en lux de 0,005 à 500 lux ; mesure de température de 18 à 50 °C, précision ± 0,1 °C ; minuterie de laboratoire ; possibilité de prise en compte de neuf temps différents avec déroulement automatique et signal sonore six secondes avant la fin de la durée de traitement choisie.

## TROIS IMAGES PAR SECONDE SUR UN REFLEX À MOTEUR INCORPORÉ

► Annoncé depuis plusieurs mois, le Contax 137 MA, réflex 24 × 36, produit par Yashica au Japon, arrive sur le marché français cet été. Dérivé du Contax 137 MD, ce nouvel appareil comporte un moteur d'entraînement intégré permettant d'obtenir jusqu'à 3 im/s (contre 2 im/s avec le 137 MD).

Comme la plupart des Contax, le 137 MA est automatique, mais sur ce nouveau modèle, cet automatisme est débrayable en vue d'un réglage manuel ou semi-automatique de l'exposition. Le boîtier convient donc aux amateurs avertis et aux professionnels, qui ont ainsi la possibilité de choisir les conditions d'exposition les mieux adaptées à la réalisation d'une image, quelles que soient les conditions d'éclairage.

Pour le reste, les caractéristiques du Contax 137 MA sont les mêmes que celles du précédent modèle : vitesses de 11 s au 1/1000 s en automatisme et de 1 s au 1/1000 s en semi-automatisme, automatisme

au flash par mesure de la lumière de l'éclair directement sur le film, cellule au silicium, possibilité de mise en mémoire des mesures, retardateur électronique. L'appareil reçoit des objectifs interchangeables Carl Zeiss. Il est relativement compact (14 × 10 × 5 cm pour 610 grammes).

Prix moyen : 3 400 F, boîtier nu.

► ► **Sept sources d'images sur un téléviseur.** Pour les téléviseurs équipés de la prise Périscopie (ce qui est le cas de tous les récepteurs actuels), la société 3M se prépare à commercialiser un boîtier à sept entrées universelles, le Périscop 1000, qui permettra de brancher 7 appareils électroniques : magnétoscope de salon ou portable, jeu vidéo, micro-ordinateur, caméra vidéo, vidéodisque, système Antiope ou Télétel, convertisseur de photo, etc. Cet accessoire, très compact, sera vendu au prix de 1 200 F environ.

## UN TOURNE-DISQUE DE 79 KILOS !

► Depuis la création du microsillon, les constructeurs de tables de lecture ont fait preuve de beaucoup d'ingéniosité pour que l'aiguille arrive à suivre le sillon sans contraintes résiduelles et pour atténuer le ronronnement provoqué par le mécanisme de rotation. La société Vecteur, affirme avoir amélioré ces performances avec une table de lecture de près de 80 kg, aussi appelée Vecteur, et destinée aux mélomanes les plus difficiles... et les plus riches, car son prix atteint 50 000 F.

Les techniciens de la firme sont tout d'abord parvenus à faire tourner le plateau sur une pointe conico-sphérique en acier spécial, usinée avec une précision de moins de 1 micron pour la forme et de moins de 0,1 micron pour la rugosité. La surface de contact du pivot est ainsi inférieure à 1 mm<sup>2</sup>.

Ensuite ils ont fait appel à des suspensions distinctes pour la platine et pour le moteur, montées avec des fréquences de résonance désaccordées qui, de ce fait, tendent à s'annuler. La suspension autonome du moteur a conduit à l'utilisation d'une contre-poulie, symétrique de la poulie motrice, pour obtenir la rotation du pla-



teau. Celle-ci est commandée par un large cylindre qui fournit un couple d'entraînement sans contrainte et, ainsi, très régulier.

Le bras de lecture, droit, est le modèle Lurné Unipivot à un seul point de contact, à inertie et amortissement variables permettant de contrôler et de canaliser les vibrations résiduelles. Pour annuler les vibrations du disque lors de la lecture, une pompe électrique à mise en marche automatique le plaque sur le plateau, par aspiration, avec

une force de 250 kg, contrôlée par un dépressiomètre.

L'inertie de la platine est enfin accrue par le poids des divers éléments : le plateau pèse 20 kg ; le socle est en marbre et en plomb et la table pèse 79 kg pour un encombrement de 580 x 400 mm. Les vitesses de 33 et 45 t/min sont à changement électronique. Le ronronnement et le scintillement ne sont pas mesurables. Pour tous renseignements : Audens, 30, av. du Dr Arnold-Netter, 75012 Paris.

### PHOTO

## UN FLASH TORCHE POIDS PLUME

► Lancé par la firme allemande Unomat, le flash électronique Twin P 360 TCT, destiné aux amateurs avertis, se présente comme un modèle professionnel à torche, mais est beaucoup plus léger, ne pesant que 360 g (dimensions 19 x 7 x 7 cm).

Il possède un nombre-guide de 36 pour 100/21° ISO (ce qui permet, par exemple, d'opérer au diaphragme 16 à 2 m avec un film de 64/19° ISO). Son angle de champ est de 60 x 40°. Un système de réflecteurs permet de le faire passer à 70 x 47° en grand angulaire, ou à 28 x 15° en téléobjectif.

Le réglage de l'exposition peut être automatique en utilisant un diaphragme 2, 8, 5, 6 ou 11, ou bien manuel, tous les diaphragmes étant alors utilisables. La durée de l'éclair varie de 1/500 à 1/10 000 s et dépend de la distance à laquelle se trouve le sujet. Quatre piles de 1,5 V assurent l'alimentation.

Prix : environ 600 F.

### SON

## UNE PLATINE AUSSI RONDE QUE LE DISQUE



► Les solutions techniques qui semblent les plus évidentes ne sont pas toujours celles que retiennent les constructeurs. Ainsi, le disque microsillon étant rond, pourquoi n'avoir jamais produit de tourne-disques également ronds, ce qui aurait permis de réduire leur encombrement ?

Il aura finalement fallu attendre cette année pour qu'un constructeur britannique, Dunlop, propose une telle table de lecture, la Systemdek II. Elle se présente comme un caisson cylindrique du même diamètre que celui d'un 33 tours. Seule dépasse une patte métallique destinée à recevoir le bras de lec-

ture, qui sera à choisir soi-même.

La platine repose sur 3 pieds réglables, d'où une stabilité parfaite. L'appareil est à contre platine avec suspensions réglables à ressorts. Le plateau est ainsi insensible aux vibrations et petits chocs extérieurs. Il est constitué d'une plaque de verre de 1 cm d'épaisseur (1,73 kg), recouverte d'un feutre. Le corps de la platine est en métal fin (bandeau circulaire) et aggloméré épais (pour le fond).

L'entraînement par courroie est assuré par un moteur synchrone à 24 pôles. Une poulie à double étage permet de choisir la vitesse, 33 t ou 45 t par minute, par déplacement manuel de la courroie. Cette table de lecture est de classe haute fidélité, avec un pleurage et un scintillement de 0,09 % (norme Din), un ronronnement de 78/77 dB et un bruit de fond de 72 dB. Son poids total est de 4,8 kg et ses dimensions de 425 x 302 x 112 mm.

Prix : environ 2 500 F (sans bras). En option : capot 450 F. ■

# SEVESO

(suite de la page 137)

fûts. Le 13, un notaire italien, Me Federico Guasti, vient certifier l'opération d'élimination sur la base de l'attestation du 4 novembre. C'est aussi beau que du Molière, cet intermède. Le 17, la DII dresse procès-verbal à l'encontre de M. Paringaux. A Anguillcourt, MM. Droy voudraient récupérer leur grange, mais M. Quignon leur explique que, ayant un pied dans le plâtre, il ne peut pas assumer de travaux de force.

Le 12 février seulement (comment expliquer cette lenteur ?), le procès-verbal à l'encontre de M. Paringaux est transmis au tribunal de St-Quentin, qui se voit officiellement saisi de l'affaire : les charges portent, non sur la dioxine italienne, mais sur le stockage de pyralène sans autorisation dans l'atelier de Naftank.

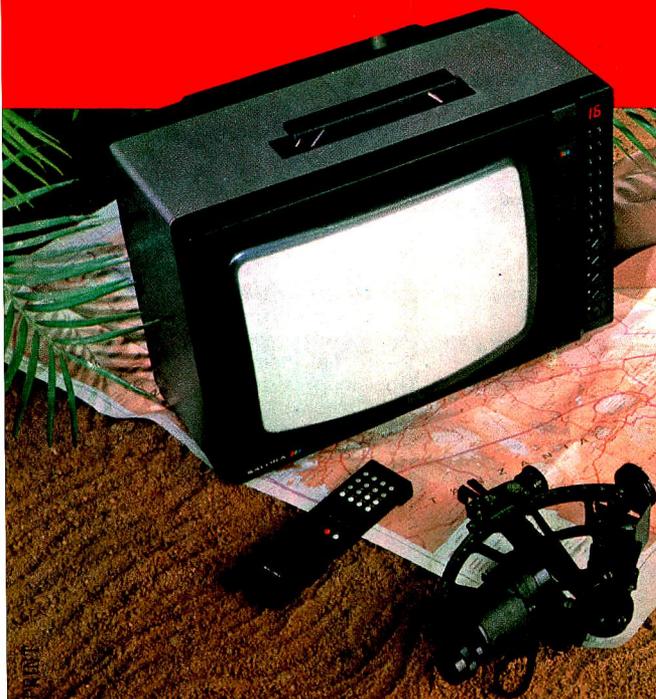
Le 25 mars, notre numéro d'avril est mis en vente. L'affaire, qui cheminait sous terre, est portée au grand jour. Scandale. M<sup>me</sup> Bouchardeau, qui prend ce jour-là ses fonctions de secrétaire d'État à l'Environnement, trouve le dossier sur son bureau. Réunion extraordinaire à l'Hôtel Matignon. Autre réunion extraordinaire à Bâle des dirigeants de Hoffmann-La-Roche, dont le PD-G rentre en hâte des États-Unis. Plus moyen de noyer le poisson. M. Paringaux est

entendu par la justice et inculpé dès le lendemain. Il aura fallu plus de six mois pour que les gouvernements s'éveillent.

Pendant les deux mois d'incarcération, M. Paringaux se taira. Étonnant silence que l'on ne sait à quoi attribuer. A la parole donnée ? A qui, puisque les fûts n'étaient pas arrivés à Schönberg et qu'ils étaient sous sa responsabilité à Anguillcourt ? Espérait-il l'impunité en échange d'informations ? Espérait-il quand même faire évacuer toute la cargaison ? Et les 2,2 t de déchets, ou plutôt 6,5 t emballage compris, représentent-elles le total des déchets dont il avait responsabilité ? Car après tout le contrat portait sur 150 t... N'y avait-il vraiment que 2,2 t ? Sur certains documents, on parlait de 10 t contenues dans les réacteurs.

Qu'a dit au juste M. Paringaux à la justice, entre 12 et 14 h, qui justifia sa relâche ? Il a certainement révélé (ou confirmé ?) où se trouvaient les fûts, mais est-ce tout ? Et comment donc le quotidien allemand *Die Welt* a-t-il pu, à des centaines de kilomètres de là, révéler, deux heures seulement (à 16 h) après l'entretien de M. Paringaux avec la justice, l'endroit exact où se trouvaient les fûts ? Informé par le ministère de l'Intérieur allemand ? Ou bien par la Mannesmann allemande, dont la réputation était entachée par l'affaire ? Pourquoi *Die Welt* a-t-il affirmé que le gouvernement français savait

# VIVEZ LA



	1H7	TGS	1H5	1H6	1H1	1HG	1HC
Taille d'écran (cm)	42	51	51	56	67	56 stéréo	67 stéréo
Recherche automatique des stations	●	●	●	●	●	●	●
Entrée directe vidéo (prise péritel)	●	●	●	●	●	●	●
PAL/SECAM/SECAM K <sup>1</sup> /16 canaux	●	○	●	●	●	●	●
NTSC vidéo (4,43 MHz et 3,58 MHz)	○	○	○	○	○	○	○
Télétexte (WG ou GB + L)	○	○	○	○	○	○	○
Télécommande I.R. toutes fonctions	○	○	○	○	○	●	●
Enceinte bass reflex 2 voies (15 W)				○			
Reception stéréo bilingue	○	○	○	○	○	●	●
Amplificateur audio (W efficaces)						2 x 10	2 x 10
Cellule de contraste automatique			●	●	●		
Alimentation 12 Volts ou 24 Volts	○	○					
Alimentation splitaire	○	○					
Garantie totale 2 ans	●	●	●	●	●	●	●
Consommation horaire (norme CENELEC)	40 W	45 W	45 W	60 W	60 W	62 W	62 W

○ option ● d'origine \* SECAM K<sup>1</sup> d'origine à partir de juin 1983

depuis longtemps où étaient les fûts? Si c'est vrai, comment cela se fait-il que l'on ait attendu si longtemps pour aller les chercher? Nous avons bien fini nous-mêmes, à la suite de notre propre enquête (et, soyons francs, d'une coïncidence), par découvrir la cachette d'Anguilcourt; mais comment expliquer que la police et la justice, avec les moyens dont elles disposent, ne l'aient pas trouvée plus tôt! Pourquoi M. Paringaux déclare-t-il: « On m'empêche de parler, il y a encore des lettres de cachet. »? Pourquoi enfin tous ces relents de secret, alors que c'est le secret qui a fait fermenter l'affaire? Comment laisse-t-on les responsabilités se diluer ainsi?...

Aucun journaliste, et certes pas nous non plus, ne veut la mort du pêcheur; seulement son repentir et l'assurance qu'il n'y aura pas une autre affaire Seveso. M. Paringaux, M. Noë, M<sup>me</sup> Merzagora, Givaudan, la Mannesmann-Italiana et la maison-mère, Hoffmann-La-Roche, et les intermédiaires de tout poil (2) qui ont servi de comparses, pourraient apparaître sur scène après la chute du rideau sur le dernier acte et chanter en chœur, contrits et émouvants, qu'ils ne recommenceront pas; on serait tenté de les croire, on applaudirait presque.

Maintenant que le rideau est vraiment tombé,

(2) Dont la mystérieuse société Wadir, intermédiaire fantôme entre la Mannesmann-Italiana et la SPELIDEC.

il est permis de se demander si, dans tout le drame, un élément essentiel n'a pas été occulté, plus ou moins savamment: c'est que Hoffmann-La-Roche, au lieu d'éliminer 150 t de déchets, ne se sera vu contraint que d'en éliminer 6,5! Les autres resteront finalement en Italie, où ils seront enterrés dans une des grandes fosses creusées sur place... Voilà qui laisse quand même rêveur et qui doit représenter bien des économies. N'aurait-on pas focalisé volontairement l'attention du public sur quelques malheureuses tonnes, pour ne pas avoir à rendre compte des 143,5 autres?

L'ennui est que cela peut recommencer demain. Imaginez qu'un petit groupe de terroristes fabrique une petite bombe "sale" bricolée. Qu'il la fasse véhiculer à travers l'Europe par des convoyeurs, entreposer dans une école désaffectée de La Queue-en-Brie ou d'Issy-les-Moulineaux. On s'en aviserait trois, quatre mois plus tard. Tout le monde la chercherait, beaucoup sauraient, tout le monde se tairait, les responsabilités seraient diluées. Un convoyeur serait arrêté, refuserait de parler, par peur, par exemple, d'avoir "des ennuis". Puis la bombe exploserait à la suite de l'invasion de l'école par des rats friands de câbles électriques...

Il peut y avoir encore beaucoup d'affaires de ce genre.

Jacqueline DENIS-LEMPEREUR ■

# TELEVOLUTION!

Il aime les voyages, l'aventure. Il est prêt à vous suivre partout où vous irez, en pleine mer ou sur toutes les routes du monde, pour un long parcours comme pour une randonnée. Compact, léger, il vous offre 42 cm d'images couleurs non-stop car il ne connaît ni les frontières, ni les baisses de tonus.

Grâce à son système unique d'options adaptables à tout moment, le 42 cm Salora est le seul véritable portable international de sa génération, bénéficiant de la technologie de pointe du premier constructeur scandinave de téléviseurs couleurs.

● **Un quadri-standard vidéo :**

PAL/SECAM d'origine et NTSC (4,43 Mhz et 3,58 Mhz) sur option, le 42 cm Salora permet la lecture de tous les systèmes vidéo VHS,

Betamax, V 2000..., avec entrée directe vidéo sur la prise péritélévision. Entièrement câblée, cette prise permet la connexion informatique (option Télétex) et l'accès aux futures émissions par satellite (l'option Kit satellite est d'ores et déjà disponible)

● **Un téléviseur à énergie solaire :**

Sa faible consommation horaire (40 W) lui permet d'être alimenté en 12 volts ou 24 volts et d'être branché sur un capteur solaire (options également disponibles pour le 51 cm 1G5).

● **Conçu pour les déplacements :**

La recherche automatique de stations, avec mémorisation des présélections lui permet de passer sans problème d'une région à l'autre.



Que vous soyez

un grand voyageur ou simplement un inséparable du petit écran, partez tranquille avec votre 42 cm Salora: il bénéficie d'une garantie totale de 2 ans. Grâce à lui, vous vivrez l'expérience unique de la Télévolution et vous bénéficierez des avantages exceptionnels réservés aux possesseurs de la Carte Salora (magazine d'informations, avant-premières...).

Pour tout renseignement

Ets BISSET - SALORA - 30-32, quai de la Loire - 75019 Paris

# SALORA

LA TELEEVOLUTION!

sélectionner les notes qui doivent être jouées et à mesurer le temps pendant lequel elles doivent être maintenues.

Pour le Pr Claude Gros, neurochirurgien au CHU de Montpellier, qui étudie également les techniques de marche par stimulations, il y a malheureusement trop peu d'équipes dans le monde qui s'intéressent à cette question, alors que les lésions de la moelle épinière, consécutives surtout à des accidents de la route, se multiplient dans tous les pays industrialisés. Les paraplégiques, de plus en plus nombreux, méritent d'autant plus que l'on se penche sur leur sort que le taux de suicide, chez eux, est extrêmement élevé : 10 à 18 % en France, selon les estimations.

Cela dit, si les techniques de marche par stimulations pourront bientôt venir en aide à de nombreux handicapés, elles demeureront contraignantes, nécessitant un appareillage compliqué et l'intervention constante du patient pour en régler la marche. Aussi la solution idéale reste-t-elle la reconstruction des faisceaux interrompus ; mais il faudra sans doute l'attendre encore quelque temps.

Un pas important a été fait dans cette direction avec la découverte, annoncée plus haut, de la N-CAM, sorte de colle biologique qui relie entre elles les cellules nerveuses et contribue à la formation du système nerveux tant au stade prénatal qu'au stade postnatal. Gerald M. Edelman (lauréat du prix Nobel pour avoir défini la structure des anticorps) et Cheng-ming Chuong, les deux chercheurs qui ont identifié cette molécule agglutinante, ont observé que les souris qui, par suite d'une tare génétique, ne synthétisaient pas une N-CAM correcte, avaient des gestes mal coordonnés et une démarche chancelante. En fait, chez elles, de nombreuses connexions nerveuses ne s'étaient pas bien formées.

C'est à la suite de travaux menés depuis une dizaine d'années sur divers animaux (souris, rats, poulets) et sur des cultures de cellules nerveuses, afin de tenter de comprendre comment s'établissent les connexions entre les milliards de neurones qui forment le système nerveux, que les deux éminents chercheurs de la Rockefeller University ont découvert la N-CAM et défini ses composants. Parmi ceux-ci, l'un a un rôle prépondérant : l'acide sialique. Non seulement ce sucre est présent en très grande quantité dans la molécule N-CAM, mais il est d'autant plus abondant que l'animal est à un stade plus précoce de son développement. Ainsi le taux d'acide sialique dans la N-CAM est à son maximum chez l'embryon ; il diminue ensuite progressivement à mesure qu'avance la croissance. Or, les molécules N-CAM adhèrent plus fortement les unes aux autres lorsqu'elles con-

tiennent moins d'acide sialique : en conséquence, plus un organisme croît, plus les liens établis entre les cellules nerveuses et leurs cibles (d'autres cellules nerveuses, les muscles, les glandes, la peau, etc.) deviennent forts.

Chez les souris "chancelantes" (*staggerer mice*), la conversion de la N-CAM embryonnaire en N-CAM adulte (moins riche en acide sialique) ne se fait pas de manière satisfaisante dans le cervelet, la partie du cerveau qui est responsable de la coordination des mouvements. Résultat : les neurones de ce centre nerveux sont mal connectés entre eux, et les évolutions de l'animal sont perturbées. Des études plus poussées ont montré que cette maladie, d'origine génétique, est due à la carence d'un enzyme qui règle le taux d'acide sialique dans la molécule N-CAM.

En dehors de sa fonction agglutinante, ce qui caractérise la N-CAM, c'est sa spécificité, son universalité et sa permanence : on ne la trouve que dans les nerfs, mais dans tous les nerfs, et sa structure est toujours identique. Selon le Dr Edelman, il existe dans d'autres organes d'autres types de colles biologiques : dans le foie, par exemple, on a détecté une molécule — que l'on a baptisée L-CAM (L pour *liver* = foie) — qui joue un rôle analogue d'adhésif cellulaire, maintenant la cohésion interne de l'organe et évitant que des cellules hépatiques ne se promènent dans tout l'organisme.

La découverte de ces différentes colles biologiques, dont la composition varie au fur et à mesure que l'organisme se développe, est doublement importante, car elle semble indiquer, d'une part, que les cellules se reconnaissent entre elles grâce à un nombre relativement faible de substances (les différentes colles en question) et non pas au moyen d'une multitude de molécules propres à chaque espèce, d'autre part, qu'une seule et même substance, du fait des variations de sa composition, peut avoir des effets distincts sur l'organisation des cellules.

Cette découverte va-t-elle révolutionner le traitement des lésions du système nerveux ? Il est encore trop tôt pour le dire, car les chercheurs de la Rockefeller University commencent seulement à en étudier les implications. On peut cependant penser que, puisque la composition chimique des molécules N-CAM conditionne leurs effets, certaines formes de ces molécules sont peut-être plus favorables que d'autres à la régénération des cellules nerveuses. Si oui, il restera à trouver les moyens de modifier momentanément la nature des N-CAM.

Bien sûr, il ne s'agit là que de spéculations, mais toute porte qui s'entrouvre est, dans ce domaine, un espoir qui naît. Le système nerveux étant certainement la mécanique la plus compliquée qu'ait inventée la Nature, chaque découverte est une étape qui rend possible d'autres progrès.

**Alexandre DOROZYNSKI ■**

# SYNCHROTRON

(suite de la page 91)

est fonction du nombre de tours par seconde.

Chose curieuse, cette émission a d'abord été découverte par les astronomes : les électrons qui tournoient dans les champs magnétiques intenses issus des noyaux des supernovae émettent justement par rayonnement synchrotron. Ce n'est qu'en 1940 que le même type d'émission fut observé puis étudié dans les accélérateurs circulaires. Aujourd'hui, deux appareils sont utilisés comme source de rayonnements : le synchrotron et les anneaux de stockage. Dans le premier, les paquets d'électrons sont injectés dans un anneau où règne un vide poussé et accélérés par des champs électromagnétiques. Comme la force centrifuge augmente avec la vitesse, les champs magnétiques de courbure doivent être augmentés en synchronisme avec le nombre de tours par seconde, d'où le nom de synchrotron donné à la machine.

Les anneaux de stockage sont similaires dans leur principe, mais les particules tournent à vitesse constante pendant des heures au lieu d'être libérées vers une sortie une fois le maximum atteint. Il faut certes apporter de l'énergie grâce à une cavité résonante, mais seulement pour compenser le ralentissement dû à l'émission synchrotron. Selon les cas, les anneaux reçoivent des particules à haute vitesse provenant d'un accélérateur linéaire, ou des particules lentes qui seront accélérées selon le procédé synchrotron avant de les laisser tourner à vitesse constante.

De toute façon, il s'agit de vitesses relativistes, c'est-à-dire très proches de la vitesse de la lumière  $C$  (300 000 km/s) ; en général,  $V = 0,99... \times C$ , avec au moins cinq 9 à la file ; on retrouve aussi bien pour la fréquence que pour l'énergie ou la largeur du pinceau la traditionnelle expression  $\sqrt{1 - V^2/C^2}$ , laquelle est d'autant plus proche de zéro (et son inverse de l'infini) que  $V$  est proche de  $C$ .

Le faisceau d'ondes électromagnétiques, pour ces vitesses relativistes, est émis selon un cône très fin qui part tangentiellement à la courbe suivie par les particules. La fréquence fondamentale est égale à la fréquence de révolution, mais on trouve aussi, comme dans toute émission de nature ondulatoire, des multiples de cette fréquence, appelés harmoniques. Plus les électrons tournent vite, et plus une partie importante de l'énergie se retrouve dans les harmoniques de rang élevé.

Du strict point de vue théorique, le spectre du rayonnement synchrotron se compose d'une multitude de fréquences bien séparées : toutes les harmoniques de la fréquence fondamentale. En réalité, le spectre est continu car les fréquences sont si proches qu'elles se raccordent les unes aux autres. Plus la vitesse des électrons approche celle de la lumière, et plus cette continuité est nette sur une large gamme allant des ultra-violettes

aux rayons X les plus durs. L'appareil le plus couramment utilisé pour l'étude de ce rayonnement électromagnétique est l'anneau de stockage : on peut y faire tourner les particules pendant des heures à des vitesses très bien contrôlées, et des sorties placées tangentiellement aux points de courbure permettent de recueillir et de concentrer l'émission. Celle-ci contient d'ailleurs une part de visible et, dans certaines conditions, on peut voir littéralement la lumière créée par la vitesse circulaire des particules.

En pratique, c'est la partie X de l'émission qui est intéressante, le rayonnement synchrotron étant seul à fournir un spectre continu sur cette gamme de fréquences. En général, le rayonnement est concentré, puis limité à certaines raies sélectionnées en fonction de l'analyse à faire. Concentrer un faisceau de rayons X n'est pas très commode, les lentilles et les prismes étant opaques à ces radiations — et cela dès l'ultraviolet. Il faut utiliser des miroirs de section elliptique parabolique ou hyperbolique, polis à la perfection et qui ne sont pleinement efficaces qu'en lumière rasante.

Sélectionner quelques raies parmi le spectre offre moins de difficultés : un cristal de quartz ou de silicium, dont l'empilement régulier des atomes agit comme un réseau de diffraction, permet d'étaler les rayons X comme on étale la lumière blanche avec un prisme. Il ne reste plus qu'à placer une fente très fine derrière le cristal pour ne laisser passer que les fréquences voulues. Celles-ci vont alors permettre d'entreprendre une grande variété d'analyses, conformément à un principe très général qui veut qu'une bonne observation nécessite un bon éclairage. Cela est vrai en lumière visible, aussi bien par réflexion que par transmission, autrement dit en éclairage direct ou par transparence. On sait l'apport colossal des rayons X dans l'étude médicale, mais ils sont tout aussi utiles pour l'analyse de la matière. Leur très courte longueur d'onde, qui est du même ordre de grandeur que les distances entre atomes, permet justement, et si l'on peut dire, de voir par transparence les structures moléculaires, atomiques ou même nucléaires.

Or les propriétés mécaniques, physiques ou même biologiques d'un élément sont fonction de l'ordre et de la répartition des molécules, de l'enchaînement des atomes ou de leurs positions respectives les uns par rapport aux autres. C'est dire l'importance fondamentale que revêt le rayonnement synchrotron pour toutes sortes d'expériences dont chacune nécessiterait une étude complète à elle seule.

Nous allons donc nous limiter à rappeler succinctement quelques-uns des domaines explorés à Orsay grâce à l'anneau de stockage associé à un accélérateur linéaire. Le rayonnement synchrotron est exploité par le Laboratoire pour l'étude du rayonnement électromagnétique (LURE), lequel regroupe des chercheurs de disciplines très différentes. C'est ainsi qu'on trouve parmi les domaines étudiés :

(suite du texte page 150)

liorer : modifier la forme du haut-parleur — mais celle-ci était imposée pour les raisons que nous avons vues plus haut — ou augmenter la puissance du moteur, qui dépend essentiellement de l'intensité du champ magnétique utilisé. Ce dernier, à son tour, dépend de la largeur de l'entrefer et de la nature des aimants utilisés. Les entrefers de l'Orthophase avaient de 2,2 à 2,5 mm de largeur ; ceux du Planar Equiphase ont été réduits à 1,6 mm, ce qui est comparable à l'entrefer d'un haut-parleur classique à cône.

Les aimants, eux, sont des ferrites parallélépipédiques encadrées par des pièces polaires d'acier doux, qui forment l'entrefer à leurs extrémités : quatre unités magnétiques sont accolées dans une succession N-S, S-N, N-S, S-N. Un champ de 4 000 gauss dans chaque entrefer, soit 16 000 gauss en tout, est obtenu de la sorte. Cela peut paraître suffisant en regard des 10 à 12 000 gauss existant, mettons, dans un haut-parleur à cône muni d'un noyau de 37 mm et d'une ferrite de 800 g ; en réalité, le rendement atteint n'est que de 80 dB, ce qui reste modeste.

Comment aller plus loin ? Réduire encore l'entrefer paraît irréalisable : en dessous du 1,6 mm actuel, les tolérances de fabrication propres à la production en série risqueraient de conduire à des frottements entre le circuit imprimé et l'aimant. Il ne reste plus qu'à alléger l'équipage mobile. Les 7 g d'aujourd'hui pourraient être réduits en remplaçant la bobine en cuivre par une d'aluminium ; mais les problèmes de soudure promettent d'être encore plus complexes qu'avec le modèle actuel.

En attendant de gagner quelques décibels dans une version future, la société 3A a décidé de mettre dès à présent son haut-parleur à l'épreuve du marché en en faisant le cœur de l'enceinte Référence 2 000 : sur toute la hauteur de sa colonne trapézoïdale, huit Planar Equiphase disposés bout à bout forment une sorte de barre émissive, chargée de reproduire le médium, une bonne partie des graves et des aigus. Car l'Equiphase possède cette caractéristique de descendre à 200 Hz et de monter à 10 000 Hz. Ce qui est remarquable quand on songe qu'un haut-parleur classique de médium couvre de 800 à 5 000 Hz. Pour assurer la restitution des fréquences inférieures à 200 Hz et supérieures à 10 000 Hz l'enceinte 2 000 possède 4 haut-parleurs de graves et un haut-parleur d'aigus.

On le voit, la réalisation du Planar Equiphase, pas plus que celle du dôme en nid d'abeille de Cabasse, n'apporte de solution globale au problème du haut-parleur. Ainsi, pour l'instant et par rapport au passé, rien n'est changé. L'enceinte acoustique reste donc, et restera sans doute longtemps encore, un maillon de la chaîne haute-fidélité dont les qualités musicales dépendent presque exclusivement de la compétence et de l'expérience de chaque constructeur.

**Pétros GONDICAS ■**

- La photodissociation dans l'ultraviolet sous vide de molécules simples : elle fournit des informations directes sur la manière dont se distribue l'énergie après excitation par le rayonnement.

- La spectrométrie d'électrons appliquée aux molécules simples : elle vise à comprendre la nature de la liaison chimique assurée par les électrons de valence, à étudier les phénomènes de résonance qui sont à l'origine de la formation d'ions, et finalement à permettre la comparaison avec différents modèles théoriques appliqués à ces systèmes.

- La photo-émission angulaire : c'est l'une des méthodes les plus efficaces pour étudier les propriétés électroniques des solides et de leur surface, par exemple le réarrangement des atomes de la première couche par rapport aux atomes des couches suivantes.

- La spectroscopie d'absorption, d'électrons et d'ions : ces trois méthodes se rattachent à la physique atomique (structure de l'atome, interaction lumière-atome, etc.) et aux processus mis en jeu quand l'atome est inclus dans un milieu complexe (molécule, solide, plasma, etc.)

- Le laser à électrons : il s'agit d'obtenir un effet laser à partir du faisceau d'électrons d'un anneau de stockage ; il s'agit d'une expérience fondamentale toute récente.

- La fluométrie impulsienne appliquée aux molécules biologiques : elle a essentiellement pour but l'analyse des constituants moléculaires de la matière vivante ; le rayonnement synchrotron s'avère particulièrement intéressant ici, et il a déjà permis d'obtenir des résultats essentiels concernant l'ADN ou le vieillissement des cellules.

- La cristallographie des macromolécules biologiques : l'objectif est la détermination de la structure sur 3 dimensions des protéines, virus, acides nucléiques, etc ; la description précise de l'architecture moléculaire est un élément essentiel pour la compréhension des fonctions du système étudié.

Il nous faudrait signaler encore la diffusion des rayons X, qui sert aussi bien à l'analyse des métaux qu'à celle des membranes biologiques, l'angiographie ou la topographie aux rayons X, qui est surtout utile à la métallurgie. A vrai dire, la possibilité grâce au rayonnement synchrotron d'avoir une source de rayons X et ultraviolets très intense et en spectre continu ouvre de si nombreuses possibilités d'expérience qu'il n'est pas question d'en faire un inventaire complet. Mais on garde au moins une certitude : grâce à ce rayonnement, on va pouvoir observer les structures atomiques, c'est-à-dire l'intérieur même de la matière, avec une finesse encore jamais atteinte.

**Renaud de La TAILLE ■**

# Légères

NOUVEAU



# DEVENEZ VOTRE PROPRE PATRON

Maintenant, vous pouvez également vous établir à votre compte et réussir avec une petite entreprise lucrative, bien à vous. Les **meilleurs créneaux d'affaires** qui ont le plus de chances de succès sont publiés dans « IDÉES LUCRATIVES » (6<sup>e</sup> année), la seule publication pour le créateur d'entreprise éditée en plusieurs pays d'Europe, en trois langues.

Vous recevez tous les chiffres, indications et informations dans des études de marché complètes, avec beaucoup de conseils, adresses, jamais publiés auparavant. La totalité des informations est fondée sur des recherches dans des entreprises performantes, elle est de plus vérifiée par des experts. Un grand nombre de spécialistes sont en permanence à la recherche de **nouvelles idées d'affaires**. Vous pouvez profiter des meilleures opportunités éditées sous forme de concepts d'entreprises (études de marché). Chaque étude contient tous les éléments que vous devez connaître afin de réussir. Aucune formation spéciale n'est requise. Vous y trouvez entre autres :

- **Le capital de démarrage** - ce que vous devez prévoir
- **Le bénéfice** - ce que vous pouvez espérer en réalité
- **Le personnel** - comment trouver de bons collaborateurs
- **L'emplacement** - où s'installer, les loyers.
- **Les fournisseurs** - les meilleures sources d'approvisionnement
- **La publicité** - des idées bon marché qui rapporte gros
- **Les clients** - comment acquérir une clientèle fidèle
- **Les prix, la situation du marché, le potentiel de croissance**

... et beaucoup d'autres détails importants et nécessaires afin d'exploiter votre affaire avec un maximum de **chances de réussite**.

## De nombreux lecteurs ont déjà réalisé avec beaucoup de succès des idées publiées.

Exemples : M. A. Khadir de Poissy (78) gagne plus de 25 000 F en bénéfice/mois grâce aux indications d'un concept d'entreprise. M. B. Mey de Grillon (84) était au chômage, après six mois depuis la création de son affaire, son revenu mensuel s'élève déjà à presque 10 000 F.

Vous pouvez également faire de bonnes affaires en mettant en pratique et en exploitant les concepts d'entreprises

### "IDÉES LUCRATIVES"

## UNE SÉLECTION DES MEILLEURES IDÉES DÉJÀ PARUES :

- Vente par Correspondance ● Agence de Distribution de Prospectus ● Entretien de Parkings ● Centre de Copies
- Portraits à l'huile ● Centre de Tennis et de Squash ● Télé-Portraits ● Institut de Bronzage ● Réparation sur Vinyl
- Nettoyage de Gouttières ● Import/Export ● Magasins d'Ordinateurs ● Organisateur de Séminaires ● Décapage de Meubles ● Magasins Bonsai ● Commerce Ambulant ● Magasins Vidéo ● Éditions de Cassettes ● Centre de Copie-Couleur ● Boutique de Thé ● Restaurant « Spécial-Salades »
- ... etc. Un grand nombre d'activités ne demandent qu'un capital de démarrage réduit, à partir de 2 000 F, d'autres peuvent être exploitées en annexe à votre activité principale.

Toutes les études sont présentées avec des illustrations, des tableaux, des comptes prévisionnels et des descriptions détaillées. Le répertoire complet avec les résumés de plus de 60 études, extraits, success-stories, est à votre disposition.

Demandez de suite, sans engagement de votre part, et à titre gratuit, le « Dossier Informatif SV » aux :

### EDITIONS SELZ

B.P. 226 - 1, Place du Lycée  
68005 COLMAR CEDEX  
Tél. (89) 24.04.64

## ECORS

(suite de la page 71)

Mais peut-être ECORS nous fera-t-il aussi aller au charbon. Les techniques actuelles ne permettent pas d'exploiter, en l'état, ce matériau au-delà de 1 000 m de profondeur. Mais les recherches sur la gazéification *in situ* (voir *S & V* n° 758 p. 88) sont suffisamment prometteuses pour justifier un inventaire de la totalité des gisements nationaux. Les charbons profonds représentent probablement une quantité potentielle de gaz deux à trois fois plus grande que celle des gaz naturels du Sud-Est. Deux milliards de tonnes de charbon ont déjà été recensées en prolongement des bassins existants. Bientôt s'y ajoutent sans doute de nouvelles ressources cachées.

Enfin, nous pourrions mieux estimer nos réserves géothermiques, et délimiter les zones où des réservoirs d'eau chaude pourront être installés.

Ce sont les retombées potentielles du programme qui ont décidé nos industriels (Elf-Aquitaine et l'IFP) à investir. Dans la pratique, cinq "profils", c'est-à-dire cinq longs chemins ont été définis à travers la France (voir carte p. 71). C'est en les suivant que les mesures seront effectuées. Les premières débiteront cet été entre Cambrai et Evreux, et elles utiliseront les trois méthodes de sismique décrites. Pour la sismique réflexion, deux rangées de géophones espacées de 600 m seront utilisés. Ils capteront les échos des mini-tremblements de terre et transmettront ces données à un camion-laboratoire capable d'en traiter 200 simultanément. Pour ce premier profil, c'est en tout 1 500 millions de mesures qui seront recueillies.

Les cinq ou six profils terrestres d'ECORS seront complétés par une série de tracés en mer : sur le plateau continental d'une part, et à la frontière de la croûte océanique et de la croûte terrestre d'autre part. Neuf profils marins sont envisagés, trois dans la Manche, quatre dans le golfe de Gascogne et deux en Méditerranée. En tout, ce sont 2 090 km de sous-sol marin qui, en plus des 1 700 km de terrains, vont être sondés.

Comme pour la terre ferme, ECORS permettra de "voir" la structure profonde des bassins et des chaînes de montagnes océaniques, mais aussi d'expliquer le mystère de l'amincissement de la croûte terrestre sur les marges continentales. Tout le travail devrait être complété en cinq ans. Mais les premiers résultats, ceux du profil Cambrai-Alençon, seront probablement annoncés avant la fin de l'année prochaine. Coût annuel de l'opération : 34 millions de francs financés à parts égales par les trois partenaires.

Si tous les chercheurs et industriels du monde voulaient se donner la main, on aurait beaucoup de programmes ECORS, beaucoup de programmes tout court. En France, la chose est rare et méritait d'être soulignée.

Françoise HARROIS-MONIN ■

## SOUS-MARINS

(suite de la page 78)

Le principal point faible du réseau SOSUS n'est donc pas sa relative imprécision, mais plutôt sa vulnérabilité en cas de conflit. Il suffit en effet de détruire les centres terrestres de traitement des informations ou d'arracher les câbles sous-marins pour le réduire à néant. Aussi, pour pallier cette fragilité, d'autres systèmes ont-ils été prévus :

- le SURTASS (*Surveillance Towed Array Sensor System*), chaîne d'écoute non plus fixe mais mobile, composée de toute une flotille de navires remorquant des antennes immergées (décrites plus haut) ;
- le RDSS (*Rapidly Deployable Surveillance System*), constitué de bouées acoustiques mouillées par avion ou sous-marin et qui sont activables à distance.

Ces deux systèmes peuvent être déployés, soit pour réparer des brèches faites dans le réseau SOSUS, soit pour couvrir rapidement une zone jugée névralgique (9).

Si la détection sous-marine a pris depuis quelques années une telle importance, c'est parce que la maîtrise des mers passe aujourd'hui par les submersibles. L'amiral Gorshkov, le père de la marine de guerre soviétique, a souvent répété dans ses écrits que les bâtiments de surface et l'aéronavale devaient s'articuler autour de « la principale force d'attaque de la marine : les sous-marins ». Par son autonomie, par sa vitesse, par son aptitude à recevoir des informations par satellite, par sa capacité de tirer des missiles *stand off* (de plusieurs centaines de kilomètres de portée, que l'on peut lancer en étant hors d'atteinte de l'adversaire), le sous-marin nucléaire d'attaque est devenu l'arme privilégiée du combat naval, donc l'instrument de la suprématie maritime. D'autre part, les sous-marin nucléaires porteurs de fusées intercontinentales à têtes multiples sont les plates-formes de tir les plus redoutables, parce que les mieux protégées.

Pour toutes ces raisons, la lutte anti-sous-marine, et d'abord la détection des submersibles, est devenue l'une des préoccupations majeures de tous les états-majors. En France, les centres de recherche de la Marine nationale au Brusac (lutte ASM), à Saint-Tropez (torpilles) et à Brest (guerre des mines) s'y consacrent ; de même, les départements ASM de sociétés comme Sintra-Alcatel, Thomson-CSF et AERO, préparent la lutte anti-sous-marine de demain grâce à leurs connaissances en informatique : comme pour la guerre aérienne, la guerre sous-marine devient, elle aussi, une guerre d'ordinateurs.

**Sven ORTOLI ■**

(9) Tous les systèmes que nous venons de citer sont américains, mais, d'après les experts militaires, les Russes en possèdent de similaires, notamment près de la mer de Barents, entre le Spitzberg et la péninsule de Kola, et au voisinage des Kouriles, entre le Kamtchatka et l'île Sakhaline. Cependant les réseaux soviétiques seraient moins sensibles que les systèmes américains.



Des méthodes modernes  
permettent maintenant d'acquérir  
très vite une mémoire excellente.

## Comment obtenir la MÉMOIRE ÉTONNANTE dont vous avez besoin

Avez-vous remarqué que certains d'entre nous semblent tout retenir avec facilité, alors que d'autres oublient rapidement ce qu'ils ont lu, ce qu'ils ont vu ou entendu ? D'où cela vient-il ?

Les spécialistes des problèmes de la mémoire sont formels : cela vient du fait que les premiers appliquent (consciemment ou non) une bonne méthode de mémorisation alors que les autres ne savent pas comment procéder. Autrement dit, une bonne mémoire, ce n'est pas une question de don, c'est une question de méthode. Des milliers d'expériences et de témoignages le prouvent. En suivant la méthode que nous préconisons au Centre d'Etudes, vous obtiendrez de votre mémoire (quelle qu'elle soit actuellement) des performances à première vue incroyables. Par exemple, vous pourrez, après quelques jours d'entraînement facile, retenir l'ordre des 52 cartes d'un jeu que l'on effeuille devant vous, ou encore rejouer de mémoire une partie d'échecs. Vous retiendrez aussi facilement la liste des 95 départements avec leurs numéros-codes. Mais, naturellement, le but essentiel de la méthode n'est pas de réaliser des prouesses de ce genre mais de donner une mémoire parfaite dans la vie courante : c'est ainsi qu'elle vous permettra de retenir instantanément les noms des gens avec lesquels vous entrez en contact, les courses ou visites que vous avez à faire (sans agenda), l'endroit où vous rangez vos affaires, les chiffres, les tarifs, etc. Les noms, les visages se fixeront plus facilement dans votre mémoire : 2 mois ou 20 ans après, vous pourrez retrouver le nom d'une personne que vous rencontrerez comme si vous l'aviez vue la veille. Si vous n'y parvenez pas aujourd'hui, c'est que vous vous y prenez mal, car tout le monde peut arriver à ce résultat à condition d'appliquer les bons principes.

La même méthode donne des résultats peut-être plus extraordinaires encore lorsqu'il s'agit de la mémoire dans les études. En effet, elle permet de retenir en un temps record des centaines de dates de l'histoire, des milliers de notions de géographie ou de science, l'orthographe, les langues étrangères, etc. Tous les étudiants devraient l'appliquer et il faudrait l'enseigner dans les lycées : l'étude devient alors tellement plus facile.

Si vous voulez avoir plus de détails sur cette remarquable méthode, vous avez certainement intérêt à demander le livret gratuit proposé ci-dessous, mais faites-le tout de suite car, actuellement, vous pouvez profiter d'un avantage exceptionnel.

### ----- **GRATUITS + 1 brochure** **+ 1 test de votre mémoire**

Découpez ce bon ou recopiez-le et adressez-le à : Service M14L, Centre d'Etudes, 1 avenue Stéphane-Mallarmé, 75017 PARIS.

*Veuillez m'adresser le livret gratuit "Comment acquérir une mémoire prodigieuse" et me donner tous les détails sur l'avantage indiqué. Je joins 3 timbres à 1,80 F pour frais.*

*(Pour pays hors d'Europe, joindre trois coupons-réponse).*

MON NOM .....  
(en majuscules SVP)

MON ADRESSE .....

Code postal ..... Ville .....

(suite de la page 67)

sage de chaque fondrière provoque une secousse, et la succession de ces chocs est quelquefois fatale au matériel. Aussi, pour éviter la casse, un agriculteur du Calvados a-t-il eu une idée fort ingénieuse : à l'avant de son tracteur, il a fixé une sorte de pince élévatrice et, à l'arrière, une remorque spéciale comportant quatre couloirs superposés deux à deux. La pince attrape les balles, les fait passer par-dessus le tracteur et les dépose sur une rampe qui, fixée au toit du véhicule, les dirige vers l'un ou l'autre des couloirs de la remorque. Au total, 24 balles de 1,20 m de large peuvent être rangées — par un seul homme — sur cette plate-forme de 9 m de long, dont le prix, rampe comprise, a tourné autour de 10 000 francs. Pareille trouvaille méritait d'être récompensée : elle a valu à son auteur le "Sully d'or" 1982, prix décerné à la meilleure innovation agricole de l'année.

Certes, il existe des matériels de ramassage plus sophistiqués, telles les remorques autochargeuses qui saisissent les balles préalablement rangées en files de 3, et, par basculement, les déposent en colonnes verticales à l'endroit désiré. Mais ces machines perfectionnées coûtent cher, et l'agriculteur qui s'équipe d'une presse à balles rondes est plus soucieux d'économie et d'autonomie que de prouesses techniques. Une presse enrouleuse de 1,20 m de large vaut entre 65 et 75 000 francs. Par comparaison, le prix d'une presse moyenne densité conventionnelle se situe entre 35 et 40 000 francs, somme à laquelle, toutefois, il faut ajouter le prix des différents matériels de collecte, de regroupement, de transport et de manutention (au total, nous l'avons dit, une chaîne entièrement mécanisée avec remorque-autochargeuse dépasse les 150 000 francs). Il ressort de ces quelques chiffres qu'une presse à balles rondes accompagnée de la remorque primée décrite ci-dessus coûte environ deux fois moins cher qu'une presse classique assistée de ses matériels annexes. Cette différence de prix de revient ne manque d'ailleurs pas d'inquiéter les fabricants d'équipements complémentaires pour presses traditionnelles, dont le marché est en train de s'effondrer.

Autre intérêt des *roundballers* : outre la paille et le foin, elles peuvent aussi presser le lin, le chanvre ou l'ensilage, c'est-à-dire l'herbe récoltée verte et conservée ensuite grâce à différents processus fermentaires. Habituellement, cette herbe, qui contient environ 60 % d'eau, est, sitôt coupée, fortement tassée dans des silos hermétiques, car les fermentations doivent se produire à l'abri de l'air. Avec une presse à balles rondes, le tassement de l'enroulement est suffisant pour éliminer une grande partie de l'air ; il ne reste plus alors qu'à enfermer chaque balle dans un grand sac de plastique pour retrouver les conditions du silo et se créer une réserve d'ensilage en n'importe quel lieu, même en plein air (3).

A cette polyvalence d'utilisation, les nouvelles presses à "petites" balles rondes ajoutent deux avantages supplémentaires, dus précisément à la taille des balles. En premier lieu, leur largeur réduite (au maximum 1,20 m) permet de les assembler en double file sur les remorques sans enfreindre la réglementation routière qui limite à 2,50 m la largeur des véhicules — et de leur chargement. Ensuite, leur densité, à peine supérieure à celle des balles classiques moyenne densité, les rend facilement débitables à la main ou avec une sorte de couteau vibrant peu onéreux.

Cela dit, l'atout peut-être le plus important des balles rondes, en tout cas celui qui est le plus apprécié des agriculteurs, c'est la possibilité d'effectuer en deux temps la collecte de la paille ou du foin. Finies les angoisses devant un ciel qui se couvre ; terminées les marches forcées pour rentrer les balles avant la pluie. Les rouleaux, en effet, peuvent supporter l'orage : comme sur un toit de chaume, l'eau glisse sur leur surface courbe et ne pénètre que sur une faible épaisseur. De ce fait, l'agriculteur a la possibilité de presser ses andains et de laisser ses balles sur le champ le temps d'aller faire d'autres travaux, nombreux à cette saison. Lorsque, quelques jours plus tard, il reviendra chercher ses balles, celles-ci, même s'il a plu, seront à peu près intactes. En revanche, s'il les laisse trop longtemps dehors, elles finiront malgré tout par s'abîmer ; un séjour de 6 mois à la merci des intempéries peut se solder par la destruction de 30 % de la récolte. De même, il n'est pas conseillé de laisser à découvert, comme on l'observe parfois, des amas de balles rondes superposées (voir notre photo d'ouverture p. 62) : l'eau, s'écoulant dans les interstices laissés par la forme des balles, fera pourrir l'ensemble.

En définitive, si l'on fait le compte de tous les avantages présentés par les balles rondes, on peut se demander si elles ne vont pas, dans un avenir proche, reléguer au rang de pièces de musée les traditionnelles balles rectangulaires. Question prématurée, car, pour le moment, les rectangulaires résistent : pour mieux supporter la concurrence, elles prennent même de la taille et du poids. En effet, tandis que les balles rondes, pour complaire aux agriculteurs en mal de main-d'œuvre, se font moins grosses et moins pesantes, prenant le relais des petites rectangulaires classiques, ces dernières s'enflent jusqu'à devenir énormes, pour mieux séduire une autre catégorie d'exploitants agricoles.

A l'origine de cette surenchère dans le colossal, l'apparition récente d'un nouveau type de presses, quatre à cinq fois plus lourdes que les presses à balles rondes et cinq à six fois plus

(suite du texte page 156)

(3) Cette méthode d'ensilage, qui a certainement un grand avenir, demande encore quelques aménagements, notamment au niveau de l'étanchéité des sacs et de leur résistance au bec des oiseaux et aux dents des rongeurs. L'Institut technique de l'élevage bovin la tolère en dépannage, pour sauver des surfaces fauchées menacées par la pluie, mais la déconseille encore pour une utilisation régulière.

# EDICIEL PRÉSENTE TRIJEU

Un jeu de négociation, des situations toujours nouvelles...



Trijeu est un jeu électronique de stratégie et de négociation, qui permet de développer et de tester vos qualités de tacticien et de... spéculateur.

C'est aussi et surtout un vrai jeu de société. Convivial et acharné (les parties peuvent durer plusieurs jours).

Trijeu se joue seul, à 2 ou à 3. Votre micro-ordinateur jouant, lui, le rôle de régisseur, de partenaire ou d'adversaire. Si vous êtes seul, deux robots complices joueront avec (ou contre) vous. Si vous êtes deux, le micro jouera le rôle du troisième homme. Si vous êtes trois, le micro se fera régisseur: il distribuera le jeu et tiendra les scores.

En fonction de l'offre et de la demande, des variations des cours et des décisions de vos partenaires-adversaires, Trijeu vous «présentera» des situations toujours nouvelles. Qui défieront vos dons de stratège... jusqu'à la victoire.

Trijeu fonctionne actuellement sur APPLE II et APPLE IIe.

ÉGALEMENT EN LOGITHÈQUE: GALAXIEL ET NAJA

## GALAXIE L.

En l'an 2983, d'intrépides explorateurs découvrirent une source d'énergie inépuisable: le DIAMANT II b. Neuf de ces diamants, dispersés dans les 16 hyper-niveaux de la Galaxie L, sont gardés par une armée d'extra-terrestres. Votre mission... si vous l'acceptez: retrouver et ramener les neuf diamants à bord de votre vaisseau spatial.



Conçu par Pierre Berloquin, l'un des plus grands spécialistes français des jeux d'intelligence.

Un serpent, des lettres qui éclatent, un mot à reconstituer en «rattrapant» les lettres dispersées sur l'écran. Le plus vite possible, car la réserve de points s'épuise régulièrement. Un jeu d'adresse et de réflexes où les lettres et le mot remplacent les envahisseurs et autres robots...

## NAJA.



DES PRODUITS MATRA ET HACHETTE

Vous pouvez acheter les produits EdicIEL dans 200 boutiques informatiques et librairies, ou les commander par correspondance à l'aide du bon de commande à découper, ci-dessous.

Nom/Prénom \_\_\_\_\_  
 Adresse \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ Code Postal \_\_\_\_\_  
 Ville \_\_\_\_\_  
 Adressez ce bon et votre chèque à: LPC - EDICIEL - 70, av. Victor-Hugo - 86500 Montmorillon

### PRODUITS POUR APPLE II/IIe

	Code	Nombre	Prix à l'unité	Total		Code	Nombre	Prix à l'unité	Total
NAJA	710002 7		250F=		PORTE PAROLE	710007 6		1395F=	
MATHS 1	710005 0		295F=		EDI-LOGO Apple II 64 k	710006 8		1490F=	
GALAXIEL	710004 3		350F=		<b>12</b>		<b>TOTAL</b>		<b>▶</b>
TRIJEU	710001 9		395F=		LIBELLEZ VOTRE CHEQUE A L'ORDRE DE L.P.C				

## PAILLE

(suite de la page 154)

chères. Ces engins "crachent" d'énormes balles parallélépipédiques, dont le volume peut atteindre jusqu'à 3,8 m<sup>3</sup>, et qui sont pressées à haute densité, c'est-à-dire entre 150 et 180 kg par mètre cube pour la paille, 200 et 280 kg par mètre cube pour le foin. Comme il faut un tracteur d'une puissance minimale de 150 ch pour tirer et actionner ces véritables mastodontes, l'ensemble représente un investissement de quelque 100 millions de centimes. Qui peut consentir un tel effort financier pour ramasser de vulgaires brins de paille ?

La réponse est simple : les principaux utilisateurs de ces presses géantes (il y en aura environ 150 en service cette année en France) sont des coopératives ou des entreprises spécialisées qui récoltent la paille ou le foin pour les expédier au loin : paille de la Beauce vendue aux éleveurs bretons ; foin de la Crau exporté et commercialisé auprès des fermiers du Sud-Ouest ; paille des régions céréalières livrée aux déshydrateurs de luzerne, aux champignonnistes, etc. (voir encadré p. 64).

Ces grosses balles rectangulaires présentent un double intérêt, lié à leur forme. D'une part, elles sont plus pratiques à transporter que les balles rondes, car elles se disposent mieux sur les camions-remorques, occupant tous les espaces utiles et ne laissant aucun "trou" entre elles. Certes, de petites balles rectangulaires s'ordonneraient tout aussi bien, mais elles exigeraient une manutention de 30 à 50 fois supérieure, puisqu'une grosse balle rectangulaire représente environ 30 à 50 petites balles classiques. D'autre part, elles se prêtent mieux au stockage en plein air que les balles rondes, car, lorsqu'elles sont dressées en tas, elles sont parfaitement jointives et ne laissent guère passer l'eau. D'où des pertes par pourrissement réduites au minimum.

Comme les balles rondes, les grosses rectangulaires peuvent être glissées dans des sacs hermétiques : il est donc possible de les utiliser pour conserver de l'ensilage. Enfin, toute une gamme d'appareils de groupage, de manutention, de transport et de distribution, spécialement conçus pour ces balles, est d'ores et déjà disponible.

Ainsi, de même que la fonction crée l'organe, les nouvelles conditions de l'agriculture moderne ont créé les nouvelles presses. Presses à balles rondes pour pallier la rareté et la cherté de la main-d'œuvre, et pour libérer l'agriculture des aléas de la météorologie ; presses à balles géantes pour offrir un conditionnement mieux adapté aux transports de produits (foin, paille) qui autrefois ne quittaient pas la ferme, mais qui, depuis que la spécialisation géographique a découpé la France en zones de culture et en zones d'élevage, partent des premières pour gagner les secondes. En fin de compte, si la forme des balles a changé, c'est parce que l'économie rurale s'est transformée elle aussi.

Marie-Laure MOINET ■

## AUTOMOBILES

(suite de la page 106)

un garagiste indépendant pour ne pas perdre le bénéfice de la garantie, ont heureusement attiré l'attention des pouvoirs publics et sont en voie de disparition.

Malgré tout, en la matière, ce sont les tarifs déterminés par les constructeurs qui font le plus souvent loi. Les garagistes indépendants, quelles que soient les conditions que leur consentent les grossistes, s'alignent sur les prix des concessionnaires, quitte à gonfler anormalement leurs propres marges...au point de détourner la clientèle ! Sentant leur entreprise en péril, les grossistes viennent donc d'ouvrir leurs magasins aux particuliers, qui y achètent leurs pièces avec une remise de 10 à 25 % et le même avantage que celui qu'ils ont à s'approvisionner dans une grande surface. A cette différence près que la grande surface ne peut proposer les milliers de références de composants que le grossiste, lui, est tenu de détenir en stock. A cet égard, le manque de standardisation des pièces est un fléau de l'industrie automobile européenne : le souci de la personnalisation, les modifications incessantes de détails au gré des changements de millésime, pèsent gravement sur les coûts et deviendront un lourd handicap par rapport aux industries américaine et japonaise.

Pour minimiser son budget d'entretien, l'utilisateur aura ainsi tout avantage à s'adonner au *do it yourself*. Mais cette tendance, même si elle est pratiquée avec l'aide « d'un ami qui s'y connaît », ne laisse pas d'inquiéter. Va pour un changement de bougie ou pour le remplacement des raquettes d'essuie-glace, mais quelle garantie peut-on accorder à une intervention mettant directement en cause des organes de sécurité ? Qu'advient-il quand notre amateur, pris à son propre jeu, s'enhardira à changer ses plaquettes de freins ou ses amortisseurs ?

Le danger est trop grave pour qu'on n'impose pas la présence d'un arbitre dans le conflit qui éloigne l'automobiliste du réparateur professionnel. Et cet arbitre existe : c'est le contrôle technique. En une heure, pour moins de 500 F, tout automobiliste peut faire établir un diagnostic précis de l'état de sa voiture, étant aux côtés de l'opérateur à son poste de contrôle, appréciant sa compétence, recueillant ses avis et conseils avec une garantie d'objectivité : le centre de contrôle n'a que du diagnostic à lui vendre. Ne procédant pas lui-même aux réparations, il ne peut être suspecté d'en recommander à des fins uniquement lucratives.

Une fois en possession de sa feuille de diagnostic, le client peut se présenter chez le garagiste en demandant des interventions précises, sans s'en laisser conter. Lorsque la réparation est effectuée selon sa demande, il peut même faire

procéder à une nouvelle vérification. *Science & Vie* s'est livré à une expérience en faisant diagnostiquer une Golf de 60 000 kilomètres qui avait toujours été régulièrement entretenue par un important concessionnaire de la marque en région parisienne (voir encadré p. 104). Le contrôle a révélé une usure des pneus et des amortisseurs, une défaillance imminente du silencieux d'échappement, mais aussi des anomalies moins perceptibles telles qu'un jeu excessif dans un roulement arrière et un défaut de chasse du train avant. Surtout, il a révélé deux négligences graves de la part du garage qui assurait l'entretien : après réparation de la carrosserie, le produit anti-corrosion n'avait pas été appliqué

voient un excellent outil au service de leurs experts, ou les commissaires priseurs, qui voudraient pouvoir éclairer la clientèle sur l'état des véhicules qui sont adjugés dans les ventes publiques.

Autant de besoins convergeant vers l'instauration d'un contrôle technique obligatoire, au moins quand une voiture change de propriétaire ou quand elle est remise en circulation après un accident. Cette pratique est en vigueur dans la plupart des pays d'Europe (voir encadré ci-contre), mais elle est toujours livrée à la seule initiative privée en France : l'administration a seulement défini une norme (Afnor X 50-201) de vérification sur 52 points sous le label « Auto bilan », mais il ne s'agit que d'une recommandation. Les Automobile Clubs ont été les premiers à offrir le contrôle technique parmi les prestations proposées à leurs adhérents, et ont ainsi diagnostiqué près de 200 000 voitures en 82. Si l'on ajoute les initiatives de la Prévention routière, des assurances, des experts et des entreprises indépendantes, c'est quelque 300 000 voitures qui ont été contrôlées l'année dernière.

Bilan trop embryonnaire pour ne pas appeler le soutien de la loi. Le ministère de la Consommation, qui y est sensible, doit convaincre le ministère des Transports, plus réticent, pour donner son véritable essor à une pratique devenue nécessaire, sensibiliser le public et définir une nouvelle profession appelée à se créer. Car il faut à tout prix que le contrôle technique relève d'entreprises indépendantes et objectives et non d'une activité impliquée avec celle des réparateurs.

Le temps presse d'autant plus qu'une réglementation, pour l'heure trop laxiste, fait de la France une sorte de poubelle de l'Europe : nombre de voitures qui seraient menacées de ne plus pouvoir rouler à l'étranger franchissent les frontières, sont revendues comme voitures d'occasion dans l'Hexagone et relancées sur nos routes !

Ce qui est en jeu, c'est la sécurité collective et la préservation de l'énergie. Améliorer l'état de notre parc automobile — ce qui suppose une confiance rétablie entre usagers et garagistes — est un investissement d'autant plus rentable qu'il ne se traduit pas nécessairement par une dépense supplémentaire pour le consommateur.

**Luc AUGIER ■**

## LE CONTRÔLE TECHNIQUE OBLIGATOIRE À L'ÉTRANGER

PAYS	MAÎTRE D'ŒUVRE	NOMBRE DE CENTRES	APPLICATION
Allemagne	Administrations régionales et fédérales	397	Tous les 2 ans
Belgique	10 compagnies privées agréées par le gouvernement	63	Tous les ans 4 ans après l'enregistrement; obligatoire après accident.
Italie	Administration	52	En 83, contrôle obligatoire pour les voitures enregistrées entre 1964 et 1972
Japon	Organismes privés	74	Tous les 2 ans (annuel après 10 ans)
Pays-Bas	Administration et garages agréés	696	A partir de 85, annuel pour voitures de plus de 3 ans
Royaume-Uni	Ateliers privés et agréés	22 000	Annuel après 3 ans
Suisse	Administration	30	Tous les 3 ans après le 1 <sup>er</sup> enregistrement

sur les pièces remplacées, la rouille s'attaquait donc à la partie la plus récente de la carrosserie (!) et, malgré une révision d'allumage facturée quinze jours plus tôt, les vis platinées n'avaient pas été changées depuis 40 000 kilomètres au moins !

L'intérêt d'un tel contrôle est manifeste lors d'une transaction de particulier à particulier : en 1982, sur quatre millions et demi de voitures d'occasion ayant changé de mains, la moitié a été directement vendue de particulier à particulier.

On pourrait très bien concevoir que l'acheteur et le vendeur se rendent ensemble dans un centre de diagnostic (quitte à partager les frais du contrôle) pour lever toute ambiguïté sur leur marché. La *Centrale des particuliers* encourage d'ailleurs ses adhérents à procéder de la sorte. Tout comme les compagnies d'assurances, qui y

(1) A l'initiative des sociétés d'assurance, par le biais de leur émanation Sécurité et Réparation automobile, le diktat des constructeurs en matière de définition des barèmes horaires d'intervention est en péril : on tendra à la définition de barèmes uniques, déterminés conjointement par les assureurs, les experts, les constructeurs et leurs services après vente. En fonction de ce barème et du prix des pièces, un indice sera défini pour chaque modèle de voiture à partir duquel sera fixé le montant de l'assurance. L'utilisateur sera ainsi éclairé sur le coût des interventions éventuelles. 80 indices doivent être diffusés d'ici la fin de l'année. Il s'est ainsi révélé que la Renault 9, dans sa catégorie, était plus chère à réparer que ses concurrentes.

## MÉTÉORITE

(suite de la page 21)

Mars il y a 1,3 milliard d'années. Un milliard cent millions d'années plus tard, un bolide se serait abattu sur cette planète et en aurait expulsé un gros morceau de roche. Au cours d'un périple mouvementé dans l'espace, le bloc se serait fragmenté à la suite de divers accidents, et les débris se seraient éparpillés aux quatre coins de la Terre. L'extraction de l'énorme roche initiale aurait été facilitée par le fait que le sol de Mars est perpétuellement gelé. D'après George Wetherhill, du Carnegie Institute de Washington, la couche de permafrost (sol gelé en permanence) amplifierait les effets d'un impact météoritique : la glace étant instantanément vaporisée par le choc, la brutale expansion des gaz, non seulement contribuerait à l'éjection de roches de taille respectable, mais imprimerait à celles-ci une vitesse suffisante pour les faire échapper à la gravité martienne.

Jusqu'ici, le scénario se tient ; c'est ensuite que les choses se compliquent. En effet, toutes les "SNC" n'ont pas subi le rayonnement cosmique pendant le même laps de temps : la shergottite indienne et celle du Nigeria ont été irradiées pendant 200 millions d'années ; une autre shergottite découverte elle aussi dans l'Antarctique a été exposée pendant 7 millions d'années ; quant aux trois nakhlites et à la chassignite, elles y ont été soumises pendant 10 millions d'années. Comment expliquer ces différences ?

D'autre part, même les expositions les plus longues sont encore trop courtes pour des roches qui se sont cristallisées il y a 1,3 milliard d'années. Expliquons-nous : le trajet Mars-Terre prend déjà à lui seul au moins 100 millions d'années ; de plus, l'atmosphère de Mars étant très peu dense (1 000 fois moins dense que sur la Terre), le rayonnement cosmique frappe la surface de la planète presque de plein fouet ; en conséquence, si les "SNC" étaient vraiment des pierres martiennes, elles devraient avoir un temps d'irradiation voisin de leur âge, ce qui n'est pas le cas.

Pour expliquer toutes ces bizarreries, on en est venu à imaginer que le morceau de Mars expulsé il y a 200 millions d'années par la chute d'un bolide avait au moins une dizaine de mètres de diamètre. De ce fait, la partie centrale du bloc est restée à l'abri du rayonnement cosmique tant durant son séjour sur Mars que pendant son voyage dans l'espace. Au cours de celui-ci, cependant, la barrière protectrice constituée par les couches externes a peu à peu éclaté au hasard des collisions avec d'autres objets célestes. D'où les temps d'exposition variés des météorites "SNC".

Si inventive qu'elle soit, cette hypothèse ne résoud pas tous les problèmes. En effet les shergottites, les nakhlites et la chassignite présentent des différences chimiques notables ; elles ne peuvent donc pas provenir du même endroit

de l'écorce martienne. Il faut alors supposer que trois bolides sont tombés à peu près à la même époque sur la planète Mars, et que tous trois étaient en mesure d'arracher un bloc rocheux de 10 mètres de diamètre et de l'accélérer jusqu'à 5 kilomètres par seconde. Un tel concours de circonstances paraît si improbable que même les partisans les plus inconditionnels de la solution martienne hésitent à l'invoquer. Si, donc, toutes les météorites "SNC" ont quitté Mars par le même wagon, il reste à expliquer comment des roches aussi différentes par leur composition peuvent provenir d'un objet unique extrait par une seule collision.

D'autres points également demeurent obscurs. Pourquoi, par exemple, certaines de ces météorites — en l'occurrence les shergottites — ont-elles gardé une marque profonde de la collision, alors que les autres sont sorties quasi indemnes du choc ? Pourquoi l'oxyde ferrique, abondant sur Mars, est-il absent des "SNC", lesquelles contiennent en revanche de l'oxyde ferreux, un élément dont on ignore s'il est présent sur la planète rouge ? Pourquoi ne trouve-t-on, dans ces "cailloux" présumés martiens, que quelques faibles traces de sulfures ou de chlore, alors que les sondes *Viking* qui ont analysé le sol de Mars ont mis en évidence des teneurs inhabituelles en ces deux éléments ? Certes, sur ce dernier point, on nous répondra que les échantillons analysés par les sondes n'étaient pas représentatifs des laves coulées de fraîche date ; que les sulfures et le chlore résultent de transformations superficielles et qu'ils doivent être soustraits de la liste des constituants si l'on veut retrouver la composition initiale du sol martien. Il n'en reste pas moins que les shergottites, les nakhlites et la chassignite n'ont pas la même signature planétaire. En particulier, elles n'ont pas le même rapport oxyde ferreux sur oxyde manganéux. Or, ce rapport, nous l'avons vu, est déterminant ; c'est grâce à lui, en partie, que l'on a pu conclure à l'appartenance d'ALHA 81 005 au sol lunaire. Ainsi, ce qui était considéré comme une signature lorsqu'il s'agissait de la Lune, ne le serait plus dès lors qu'il s'agit de Mars ? Pourquoi ?

En "cuisinant" EETA 79001, Robert O. Pepin a réussi à lui faire produire un rapport azote 15 et azote 14 identique à celui de l'atmosphère martienne mesurée par les engins *Viking*. Pour parvenir à ce résultat, il a chauffé la météorite, d'abord à 600 °C, puis à 800 °C, enfin à 1170 °C. Comme le rapport obtenu n'était pas probant, il a fait intervenir un facteur de correction : il a tout bonnement multiplié par 6 le quotient auquel il était parvenu !

Le moins que l'on puisse dire, c'est que l'enquête sur l'origine martienne des météorites "SNC" sent légèrement le truqué. Le scénario proposé est loin d'être satisfaisant. Les indices sont trop minces pour étayer toute conclusion. Pour le moment, et peut-être encore pour longtemps, les pierres de Mars relèvent plus de la fantasmagorie que de la vérité scientifique.

**Anna ALTER ■**



*Quand on est très bière,  
on est très Mültzig.*



# diplômes de langues UN ATOUT PROFESSIONNEL

anglais, allemand, espagnol, italien, russe, grec

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

- **Chambre de Commerce Etrangères, compléments indispensables aux emplois du commerce international.**
- **Université de Cambridge (anglais), pour les carrières de l'information, publicité, tourisme, hôtellerie, etc...**
- **B.T.S. Traducteur Commercial, formation complète au métier de traducteur ou interprète d'entreprise.**

Langues & Affaires (Etablissement privé) assure des formations complètes (même pour débutants) à distance, donc accessibles à tous, quelles que soient vos occupations quotidiennes, votre lieu de résidence ou votre niveau actuel. *Enseignements originaux et individualisés, avec progression efficace et rapide grâce à l'utilisation rationnelle de moyens audiovisuels modernes (disques, cassettes...).* Cours oraux facultatifs à Paris. **Service Orientation et Formation.** Documentation gratuite à Langues & Affaires, service 2921, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Tél. : 270. 81. 88.

### BON D'INFORMATION

à découper ou recopier et renvoyer à

L. & A., service 2921, 35, rue Collange 92303 Paris-Levallois. Veuillez m'adresser gratuitement et sans engagement votre documentation complète.

NOM : .....

Prénom : .....

Adresse : .....

# on vous juge sur votre culture

A tout moment de votre existence, une culture insuffisante constitue un sérieux handicap, tant dans votre vie professionnelle que sociale ou privée : rencontres, réunions, discussions, conversations...

Pourtant, vous aimeriez, vous aussi, rompre votre isolement, participer à toutes les discussions, exprimer vos opinions, affirmer votre personnalité face aux autres et donc assurer votre progression matérielle et morale. Car vous savez qu'on vous juge toujours sur votre culture !

Aujourd'hui, grâce à la **Méthode de Formation Culturelle** accélérée de l'I.C.F., vous pouvez réaliser vos ambitions.

Cette méthode à distance, donc chez vous, originale et facile à suivre, vous apportera les connaissances indispensables en **littérature, cinéma, théâtre, philosophie, politique, sciences, droit, économie, actualité**, etc., et mettra à votre disposition de nombreux services qui vous aideront à suivre l'actualité et l'information culturelles.

Des milliers de personnes ont profité de ce moyen efficace et discret pour se cultiver.

Documentation gratuite à :

**INSTITUT CULTUREL FRANÇAIS**  
Service 3504, 35, rue Collange  
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)  
Tél. 270.73.63

# UN MÉTIER LA COMPTABILITÉ

La comptabilité intègre les techniques de pointe et offre des postes clés très bien rémunérés. Profitez de l'expérience de l'E.P.A. pour préparer chez vous un diplôme officiel de comptabilité :

**15 jours  
d'essai gratuit**

**CAP - BP - BTS - CPECF - DECS**

Renseignez-vous au plus vite sur les avantages offerts aux étudiants de l'E.P.A. : financement par la formation continue, début des études à tout moment, à tout âge, à tout niveau...

Brochure chez vous  
sous 48h ☎ 293.11.11

**École Préparatoire  
d'Administration**



Sans engagement recevez la  
doc. gratuite L 511

M \_\_\_\_\_ Pr. \_\_\_\_\_

Adr \_\_\_\_\_

Né(e) le \_\_\_\_\_ Tél. \_\_\_\_\_

Niv d'études \_\_\_\_\_

École Préparatoire d'Administration  
6, rue de Léningrad 75008 Paris  
Enseignement privé à distance



**VOTRE PROGRAMME  
DE TRAVAIL  
PAR ORDINATEUR**

# SAVOIR S'EXPRIMER



est un précieux atout dans bien des circonstances de la vie professionnelle, sociale ou privée : réunions, amitiés, relations, travail, affaires, sentiments, etc.

Il vous est certainement arrivé de vous dire après un entretien : « Ce n'est pas ainsi que j'aurais dû aborder la question. » Soyez sûr que la conversation est une science qui peut s'apprendre. L'étude détaillée de tous les « cas » concrets qui peuvent se présenter, l'amélioration progressive de vos moyens d'expression vous permettront, après un entraînement de quelques mois, d'acquiescer une force de persuasion qui vous surprendra vous-même. Vous attirerez la sympathie, vous persuaderez, vous séduirez avec aisance et brio.

Le Cours Technique de Conversation par correspondance vous apprendra à conduire à votre guise une conversation, à l'animer, à la rendre intéressante. Vous verrez vos relations s'élargir, votre prestige s'accroître, vos entreprises réussir.

Demain, vous saurez utiliser toutes les ressources de la parole et vous mettrez les meilleurs atouts de votre côté : ceux d'une personne qui sait parler facilement, efficacement, correctement et aussi écrire avec élégance en ne faisant ni faute d'orthographe, ni faute de syntaxe.

Pour obtenir tous les renseignements sur cette méthode pratique, demandez la passionnante brochure gratuite : « L'art de la conversation et des relations humaines » au :

**COURS TECHNIQUE DE CONVERSATION**  
Service D. 1025, 35, rue Collange  
92303 Paris-Levallois (Établ. privé)  
Tél. 270.73.63

# TAROT : L'ATOUT-MAÎTRE

**S**avez-vous que le tarot est l'ancêtre de tous les jeux de cartes ? Aujourd'hui, ce jeu passionnant connaît un fantastique développement. En France, plusieurs millions de joueurs pratiquent ce véritable sport cérébral. Jeu complet, le tarot fait appel à la stratégie, à la mémoire, au calcul, aussi bien qu'à la psychologie. Et tout cela, dans la bonne humeur ! Le Tarot Moderne vous donne toutes les clés de ce jeu de charme. C'est le manuel le plus complet pour apprendre à jouer, à bien jouer, à jouer de mieux en mieux... et à gagner. De l'initiation à la compétition, le Tarot Moderne, c'est votre atout-maître.



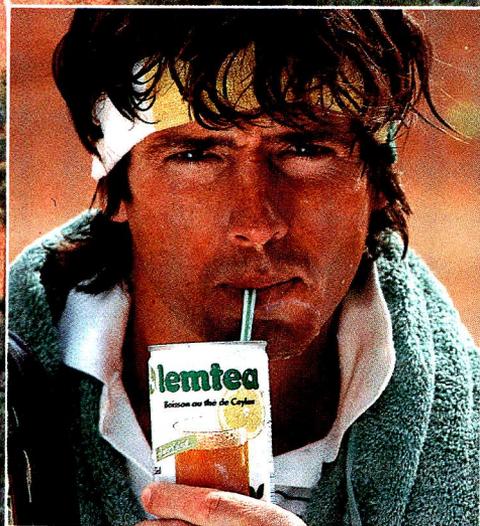
Collection Jeux & Stratégie,  
aux Editions du Rocher,  
105 pages,  
49 F, en librairie.

**Ouvrage recommandé par la  
Fédération Française de Tarot.**



A high-angle photograph of a red clay tennis court. A person in a white outfit is standing on the court. The court is surrounded by dense green trees. In the background, another person is visible near a fence. The text "Tea time?" is superimposed on the court.

Tea time?



Lemtea. La boisson au thé qui se boit glacée.